

Systematischer Teil.

A. Gruppen, bei denen die vegetativen Organe, deren Anatomie, Belaubung und Fruktifikationen (wenigstens teilweise) bekannt sind.

Lyginodendraceae*).

Mit 8 Figuren.

Wichtigste Literatur: Auber den vorn S. 6 ftmtntW Wvrm hwioiidett So n i t .
Hetera... ins of the Itriris*) CoaJ Measura, in Jbutn. J-iui. Sue. XLIV iDtTl S. ottff. — Kid-
ston. Ktafocportitgia of kha I^l-ridospermae, in Phil. Traiu. & y. ioc. HBB (1\$06) 8. 418.

Lyginodendron WilttaBtOt^ b Phfl. TrMMWft U">. Soft l-^T^, p. 877 (f. (IMHI
Gourlie) i Lji/hi'tptrns II. i' •••) st.itititiii- nut groQi-ut y.ä* <••• in:itisi-lieni Mark-
körper, zum Teil mil sklerotischen N...-... -il»r inir wltm mit Traclioden-
resten im Mark (Fig- !). In in Anfin -eite des \; ik- 6—8 Lritl b del mit Z<fntfrfpetal-

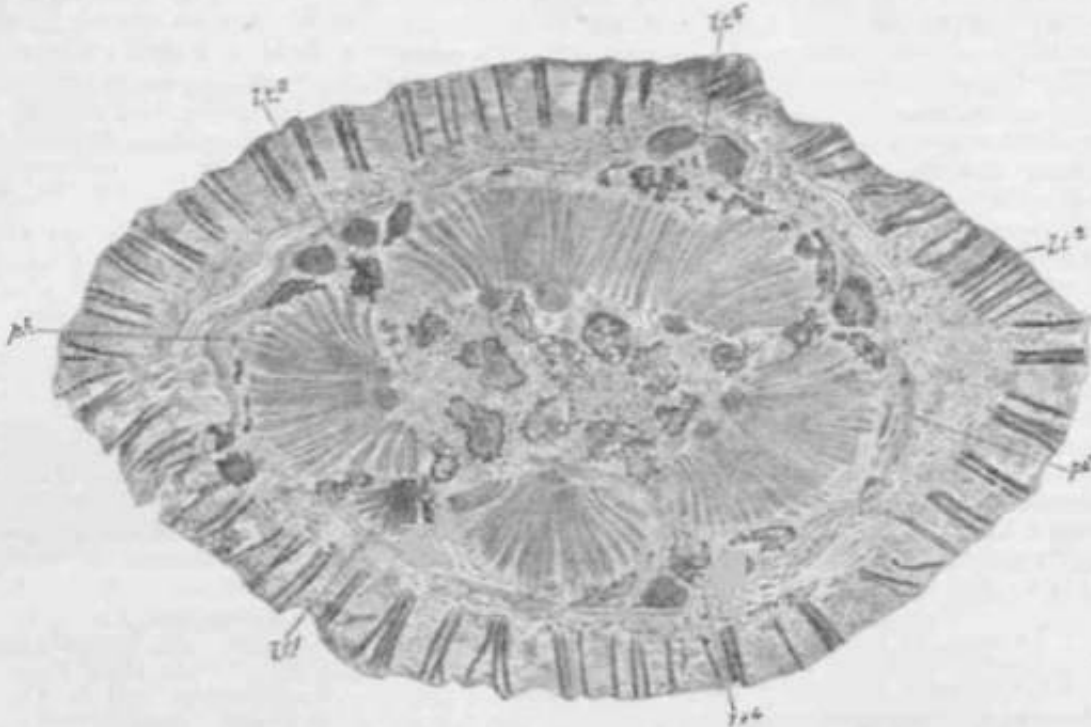


Fig. i. Ltmiaodtxdrn aldhnmfam WKl Quen^bltff fiat B t m a m bmeoMMknilt uKUwtliifthon JTwrteen
dann i BekemdXrtiote;pd Pwridmn In ii,-r limtirina.-: & PUNmi ie^l dU Biattspunut. It* «un tu-f-i.
Hilatt L'h'li'Tlu. III "li-r AuU. •iirlniir ilii. sklr'riitii-lijiiLtiitiiinl.-i'. I^l^ BSB0IIM1UUI K'rttlajli. IXJU-II B o « t U

Xylem. and mit eorwiogandeai (tetrtrifugaJ Sylaat Nm-h safim filjri gnudaliBBend fin
Holzkörper mit an flon Saßitihribiden stancftrioid bo^etSpfelten TracheJdeii ohne ZxwachB-
zom-tj. mil cahrelcbs breitea HaxkstmbtuL Es >i-lit<-Ut edch so efn Pericykel*, zunXchst
i"ri'In iiiiirtii:f L'ageO uiifl dnfi eile Mitte: i ilnc i !';in-ucliwii i iiml die Mhr ;iiff;illt'inl"
AnL^uriiML, utji vetUalan, radislgestreektan, abvecluielndMi Pwenchy....*! Ka<-
stra•ii.'fii. Letttere bitden *in aigojit&mlkthes Netxweri....I anastomodifireP in il<^h' Vvriik.il-
nchtunf, lie bekannte DictyoxylQaStrnktiB bjidend^ **in fiufiersf wichti^ea MerckmaJ siur
JKTIMMk;iTiin mil 'leu in koh%o i-"i,rm iTiaakt'iU'ii dKEU (febOrigCT StSHgrfn ffijf, 2).
Hit- Blattaparan nehoaawi Ebfw Arf<jg jm Prlmfiritole; sir sjmt .in.-sjin-ti • ^'imut \^nn

*) BeWift dm Ni'linhklitmr i-i n btwtukm, ilati *ir* fioglisder, OMhdim >K< blaber an dan
all*«u Xjunen Liniin<nU'v'h<rn, wV- ihn WillI a in •* is ^(*liniKehit', (esfyeliftltoii Im.t.t.(n, neuerdings
7u VygfitopariM BE PotonU niifr^f^in^n Kjni: mobm Stindpimki (udxi id) in flftn >Lehrbuch<
L* Anil., s. ttt SBsafeiradergrasm, vamuli LgghuMtandroa Oonrttn IS4S Bheriimpl k-in.- >Gattung<
ii:irsii-)k in.I die Bcnatxanf <<< Bcmasa WtQi*auoiu 8k* ilik- bfet rorBcgesdai Qycod<ilices> bei-
Mudteti mtdeii Mm....n > n^iir, iIU man iiii-gUgnpujtaen Nsman fir die dwell Liin<>>nUi<drt>n<-
repräsentierte Bintomtmktur ilm Runen Ofcf^ocyji>i batafBn kann.

ihrer Abzweigung* von den P'riiurL>iuid(iln bis sunn Au>f.riU iii) Hlatt werden Btwa 10 liiteritfidieu durchliuifru: dii- BLfttetallujig ist meiat ³/s. Ins Holzk&rpitr selbsfc. und in dor iimireh Riudo zeigeti die BltiUbiudel (xenlriluga.lt¹;-) SekoadSsrhol*, dftte fiann verseliwindet. Uki Blattapuriflecka im IloI/ t-..foliar ^L>]IJ) M-lilkUt sich daon wieder. In -let- Rinde tfili. sit-h ,)as Bilndel dauit in zwei .F\g. 1 ii. 8).

Die Blattstiel© sind unter dem Namea *lihu-cMopteris aspem* Will, schon Ln-kannt geweeon, beroi der ZiiBamiueLiliniig mit fiflin St.'imni von Williamson betnerkt wurde. Es sind runde Btoagel mit uiarkartigem Grund^i..Av<diL¹. einer ilnrcli li>i>li>iii[fu¹ vt r.'irifM¹ii Atiliimrinde nml eiuem im Querschnitt V- odor W-fiirtniami Left-iitiml(>l (Fig. ii. Das Phloem nmschliefft daa Xylem Vollstiiurlig. Uie OberfliLcin.¹ dor SteOg^d fei mit za.tiln'ii'lii-n drfisigen Scbmjipen Oder HARohen besetzt, die ais IdentffikAtloiiameilanAl mit dt-> Ahdrttcken umJ besondocs mit den usi-nientragenden Sten^fin von befondtirer l'.c<U-iitiili- *iii<t. Kirlston hat nach den SEftteilnBgen von Sec. if (Studies, 3. Aufl., S. 67) fdr ^i|<-li. Klti-diidiMi. die den Ciirakter voo *HhacMcferis a&pers* litjBitjtui und (teher xu *hyginotfandron* gu-nehnei utidi-n, den Ifamen *Lyffjinorhachis* be-



Fig. 2. *Lygiodendron oldhami* (H. Will. T'ii- i'.-utinw Scbltff durch 4io iofionriude mit rliw anostomostenaideu Schirimelymbldern. 2¹/₂ Englisches Karbon. (Nach lir.rlrh.)

Itic Wnrzeln sind outer d9S) Na.mrn A"<r)-.r//o// Sooketi WUL ebesfAthj ^dion lttuper bekiinui gewefiwo. Sie lifistzcti ein (stortt-t5tmigee) SekondSriiois wie die Stamme (Ffr. B). Diis Lanh der Gattnsg *Lyffinodyna*ron ist, sowolil ii.tmtinili^vli mil^ i'en Unloiiitknlii'n. D0ttlbals) ln'k;...i. .i.-| tftttdtger ;il.ci als Abdrnck gefanden wordrai, lv- waren pTotie, durchaus fiirnihtliche Wt'dfl wtn .ir:n Cliirakter foiner Spitt'mf/teris-ArU-u, 7,\ dffil hiluli^sten *Lygiodendron* dw Miitlermi Oberkarbons gehOrt £. *oldhamium*, das ifi (lr*ii Dolostitlaiollei] sowohl BngLaudf ib Deutschlimda gemein ist. Zu diecem gehdm die onter •li-in Xiiiiien *Spin tffittyis llacni.fig-iiMUfi* BtoBgn. BChOD >P'fir Lin^f IK-kannten scbndon Parnwedel, deren RbAchiden >iHi durch kr:ifti^i< Be-haarnng, efamalige '-iii^liinp¹ d&& Wedols (Fig, SB) jrnBMiobiieji nod deren StSntme aitch in kolilipcr Kr-haltung ilic fiit- *Tjginodendron* so typische *Dictyoxylon* 1 (tadenstruh i or zeigen ¹ Fig. 6). AiH-li im ("nltn-n (HWT-karbon, beenden Ea •ftw rechles .ien. kommen *Lygfnodmdroti* TOII w>wie da.li frahBrige, hn Chwstter gj<b vollstndig in *Sphenoptria Bo&ifotghm&l* ans<bli>B<^die (Nlberee B. Iij Parnwedel; die Artenzahl Eit lii<i BQgtf viri gtdtto A!P IIII ilitil^ri'ti t Hierkiirlnni. W HOWoh] Abdrücke als BttraktUrtEeigende Bestir erkennen hissen.

I%> r*'[in>iiukti\MU Organe Bted bei dieeer tiattnn^ iranngsteos filr Dinipe Arteu be-

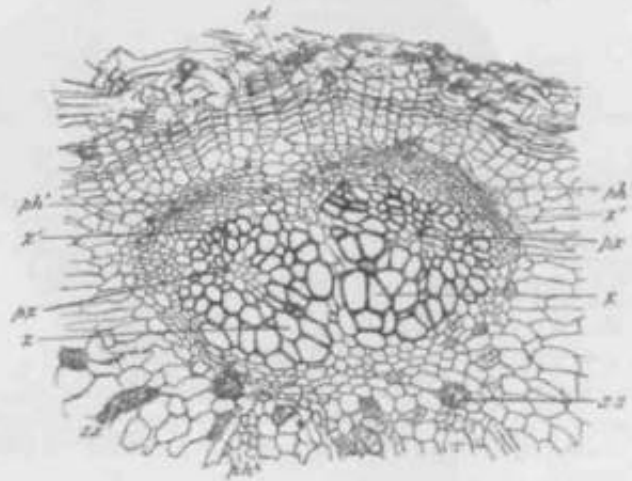


Fig. 3. *Lygiodendron* (*nm oAtUkmhltm Will. «• i.-ii.,•• i(i<u. spurl>Ond<l in drr Rinds. „„ Prol<syl*ittj; .r mtniti iiecnli^, r' xentHfugwlf JCYlwn: />J' Phinom 4M ituu- iitU; /" i'tiui-i i .,, ^iriinn... .. i retionszellen; jut PetMeun <!< Rinl*, wuikL iii^u-),. - Karbmi, (Nach SootU

kanut; die Sairien ttiid die als *Lagenottoma Lomaxi* Witt. (Fig. 7, a, b, c) beebriebenen Wurmen, deren Zugehörigkeit zu der oben gimeititi *BhaomopteiB aspera* von Olive i und ScoU ia:i.<U tW4 bewieeen wurde, wortureh die ganze .Steiluiig Atv *Cyrmhtfiilcea*, tww. dör L'u-ridospermen in das lichtigfl Lfcht ^erüickt wurde. Die Sanien aind klein, ellipsoidisch, im olwrn Tril mil einfr rdknkjimmer, Hhniich wk- die S;mf-n von tituftgo

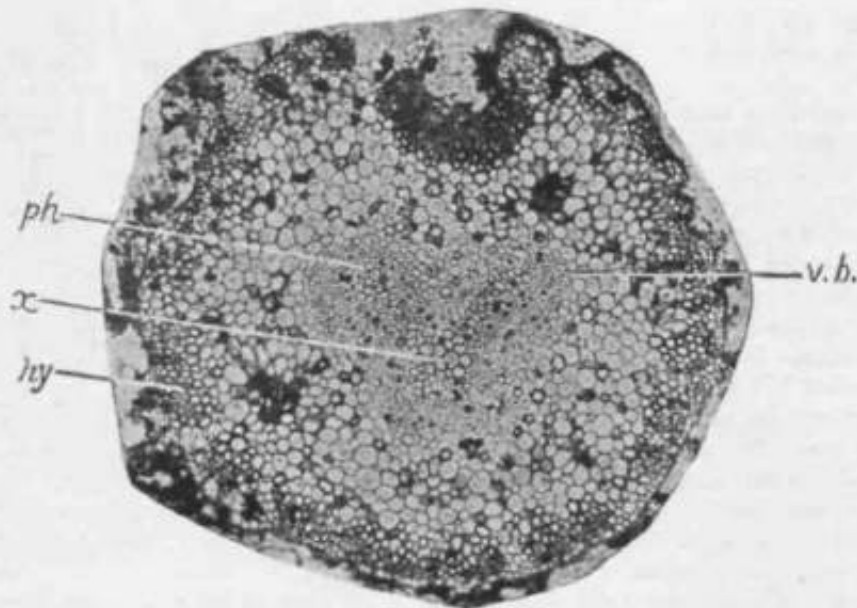


Fig. 1. *Wopterit t** win., Btatbtitel von *LygiModmdnm oitiThamitmm* in qpatsaUUE ... Xylem mlt *f. Orul'-ri-iii ^HiT^Hiniti; iA T'liJ-ifiu, ilir. Xyliui vull^iiLtnln umfi>l...d; fiu) Jly|iodiTiu. Anliesi im ili-i Epidermis drOillge ll.mn-. (H. :i:nijil. Mtiuli^hf- Kurl.un. (S'ai'h^Stt.)

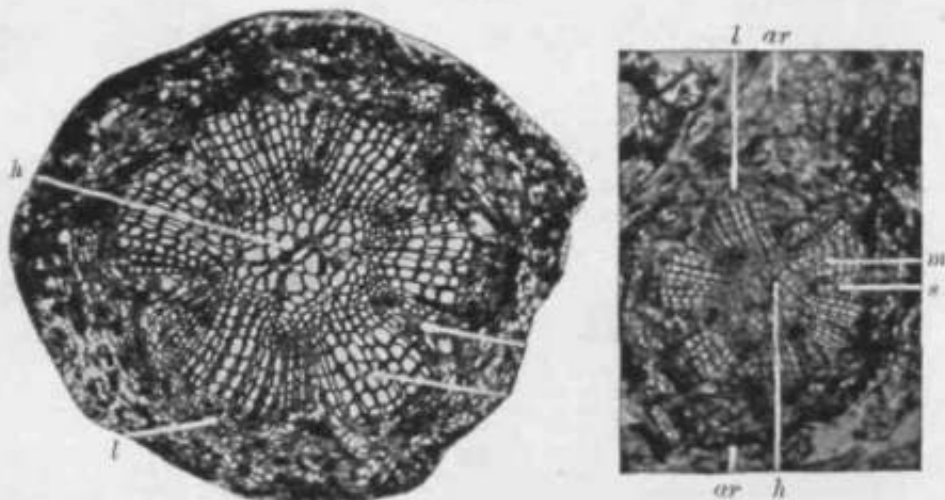


Fig. 2. *Kaitxylon Bvoktri* "Witt, Vnntl FOB t<j/jj>><>r,i>>., oWumtm. • StinutdKcfaottj ; Pliloem; .VTBrkslmhlen; A Protoij-1<n; nr Kpldcml^ Cn. HUM]. E>KJ(st'ln» Kjin>it. (Nacli HOrlrh.)

mid Uycadoen (cim* Polltttanuner zeigen iiberlmpr. alle uutursuchteii paläozoischen Samrni. Im Eastern — i T • -1 nur AmlcuttUlgen des NiicfJti- mid del UsloroiSpon sichll>ar. Der Kinlr> i>: nifht !M-k,Miikt. hit BMOffUOb&M Y.tigl n\\i^ii eine lililie paJJMitdemortigM Zellen, dnrnU>r (itiTeoniatM^hes Gewhc. Vi-t BKDU licsiua. eine Cuputa. aus def er Bielb durch fiin Vn Tr^iiiiin. gew•be l• riOste. Kr i-4 orthotrop, mit sehr deutllcher Mikropyle and isi bia ktl die AntiftijT>r>-ffllf :m <I^T llnsiri fr<M. l>LS einzige Integttmeni sprisgi oben von den Seiti • I ei pi f«> die Polleukannaer vor and ist hior in aetm dlckmmdi^fl Kani- mern gr-t^ilt. deraa Eartwsndigat liitu*rigt^w<>bc uttsCtfri i^i (inusersp^cfaeEfif?). Der Holil- raum der PollenkanmiiT. in aw man Bfter PollenkOraer gefmden hat, zelgt iin Zeutrum

dm- Jlitii-isiuii., ale is zur Mikropyi- anfragt. Worauf das Fehlen dm Emtnyoi beraft Wei8 man ttiebt; man meint, dnli « IT.SI njwh ik-in AhfaJltut y.ur EntwiddnDg EUU Von tAgffiOftoma wenleii mirli sinlfo weitere Arten an-i'^olM'ii. 7. 1". mit Sniktur erhalten '/,.. ovotdes Will.), z.T. inir kolilijr Imkannt (L. Hiitrtmiri Arbor). Anfiaw Samen Bind mil •leiu L-Typaa verwamlt, trie Physastoma elegant Win.. C(„msi<uita. Sphaertftomat GhUfc opis liml iinlere ("sii'L« iitj^r «ti<'sr> bej Zosaaunenetellung dfr SaanBt S. 32).

dijiiiit'h vim Lageaostomdn <«ifr iiii- lifin'ii Samen ^iml anfa in Abdrficken pc- fiirnt-r: wenlgHtfise ijimur nuii an, dafi die von St u i Bis t'aii(muHiti\<-<i Siangeri besdudebe- H« Rhaeiiden nn* Gopeien aan V^u- die wohl Bichei v.ur Splwnopterti Stanfferi der Ostrauer Sebichten gebfiren, solche vorstdleaj Samen Bitzen aher in den Oupalen olffaf mehi drin. Die geBumta An gehtrt ^TJH/ Bieber zur Ly- ttimHlendron-irv\>u-. hJEW. in <• i n e Uruppe mit. SpA. BoenlngkausL BowoW oach dffa Al>- <trii(k<ii als tiach <T DntefsbachTtOg Ku b l n t a an de'n Kimllen mis d«n KoksflBz vmi Blfih- risch-Ostrau Ut die gann tytgnQdendrm Gruppe in <itii Oatattuer Seichtoo basonden viel sntwiofelt Dfa Stftmme zoigtm dia cbaraktBriBtiache der Riude, <«* HhacUden •!!< btfkannta Befaaarnng u^w. t'utfr diesen Arten 6&d«n sich auch BpldW) !!< fin^!! tibexgyag vur Gattung Beterwujium verndtteln, der zweiten wicli- ti^)*ri Gattung dioeer Grappe.

I > in a n n l i c l i a n . die HJkrospoOien entbAltesdea Organe simi niciit mit Sioller- in it bekannt. Voc tldston weifden soldic mm Croasotkeca'Typva (Vr. Hoeninghausi)

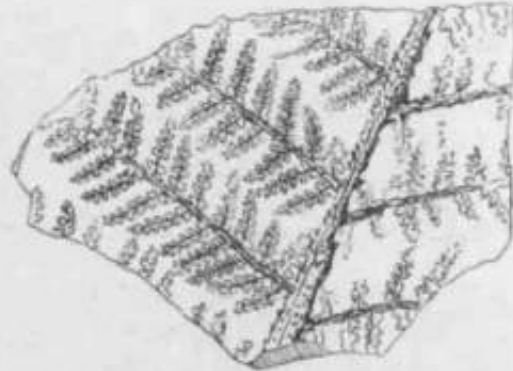
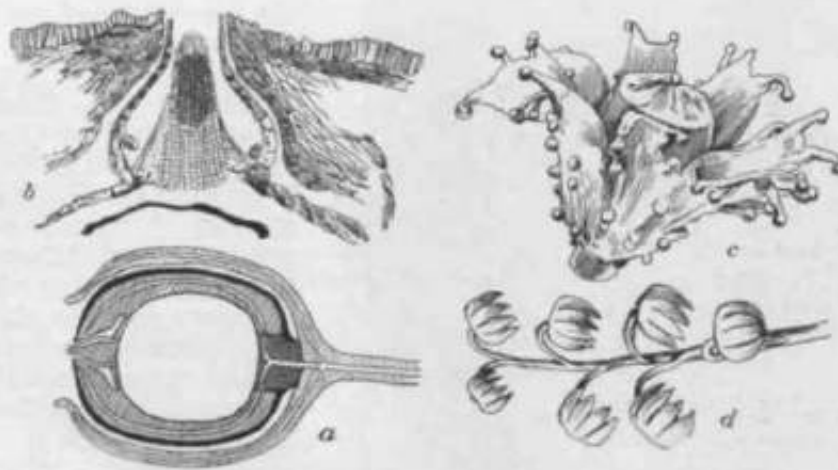


Fig. ii. tlphrMtpfriH Uat&tMgiUMM BfoQgn. St c- tier Iti-Inuiiiiiiir von Lygtt&te\$ulra>t oldhaminn 11 11. Anchener Knrhon.



K>T. T. l'Ynktllliitl[n]t>"r<mi<- von Lr/i*y>ir~4ruit uidktmim* W. •-c Same (LagenaKbMM Lmuni Will.) 11 PulniniitliiYiw I <npi •mtt, c1. «m»L I Ulnis'^iiVifl durch d. no ri.Samms mM Mikro- pyle uitiil Hollriikmmaur WVlk r^t1H ttlt ('npul« irkon.«tr. •was verg dert, d Cnmotiutea, von (ach Oliver. >... n . . . 1 Kidston)

als dazugehörig angegeben, und die Egg<«l wifan ;u dieser Ansicht festzuhalten 11 Ig, 7. dt). Jedoch i«t flil' ^H^ h*% tetl d< betref f- adsa (v. ea dec Art Sphenopt, Hoening- Imusi in. K. zweifelhaft, un<l man wlii> miinl>-!>toiw waft^re Pflm dSecex Rfehtoxigabvartaa. l>aii die l'rossoHipki'ii Sporangirti Hiici, ist sii her; ob die abet F&rospoTODgien Oder, wie die Englinder Mit'iii'ii, Hicrocporaoigio «w PtoridiMrpennen darstel elj ist ungewiß.

Auch mil Sniktur ri-hjilhin- Mikr(^p*:irif:ii'ii siml iuit LytjinodendroH in Verbindung gebracht fFOFden: Telang'mn Sntti BQDSOD Ann. lint. 18, IS04). EB Bind Syiuni-ritn. die ilinlich wie Cros&Qikeca h'rimal an Vettwdgunpen dfr Hhiichi^ sit/en, olnic Spreite. Hit- Sytinngien sttzen an ciiifm klaJnen PliittelKin, no dafi cine gewIBM RhnUottfoit mit

Orossotheca bdstehi* von der *Teiangiym ScotU* durc£ <it- Bynangien u. a. vetschedea ist. hie S[urcii von Tf/. wind maiidieii Pollen aus ili-r l'MllankaKUoet von *Lagenostoma ovoides* Will. iilmlich. Kin ZusaniuciluiniL' mil *Lyyinotiendron* ist iieht erwiesei. Wie Scott (Studies II. tt. Am!.. S. '!)} mittcitt, sind Doch andrc Btcttktorzeigenda Telaaogtsa in Kng-land gefundeii- alwr noch anbesahriebsn, die firmUere Ahnlichkeit, rüt *Crossotheca* haiien solleu. Audi in kuliii^cm /-HSULIU! hut man Cruwsothehen (Oirpentier) ana (Jem frail-BOrisohan Kit Hum angEgeben, die mit *Spfienoptt'ri&Arten* in Verbindung g^bracht warden udiT d a m aitzen.

Man kitnii ruicli dem vnrijft-ti 'lit- (Joiijtll mnl <Jas Inn^rf der ^jinzen Pilarr/e rekon-BtrtnereB, cue wageo der SthwSebfl dea &8iniBehQD "iul derpn z.T. iietriiciit lichor Länge mil den zii/nilieh gTtoSfin Wodetd ikir:iu nicht alleiu aufrecht. g9Stand6Q haben k-Lhn, Isondern als K letter- oder Sttttapianzfl VM /n-i.lt. H ist. H. P o t o n i £ nunrot flt*¹ &Q sogar Schling-pflaii/< iHLiaieiwNatur in Aispnii'li. jadod) h*t man fUr diese Annatime kelne sicheren Unterlagen. Obet da# Vorkoihiinen Est im Text hermits gesprochen worden.



Heterangium Gr-r-ri \\\\. i/ncr>ihliir ii- Stämme (1/2 Durchmesser) .nit Z,-ntrnl-i<l-. -l'kiin-. *Holz, Blatt->|uri>nui< in und Rinde. ECMbt "L... <Bi hypodermalen Baststränge (h), ca. nin.ii. Rilt:H><1il- 1 unterkarbon. tXn.h Williamson)

EK kann liier gleit'li inu'li km/ ii; i> RCTige ESw die J Organe tier Pteridosperauoi illmrhaupt bemerkt werdeu. Nachdem von Kidston iH* M^imny iinr^l br:ichl lynrdpn ifit, dcii *iine *Crassuthecu*, welchier Typus vorher ata Farnsorus g-alt. die MikroKporan^ien vmi *Litjino-dendron* d&rstolle, hat man auch fir eitic Anzahl andeier Farnsori .uIL'-iioinnu'n. daB sie nichtfi anderes .ils J Organe von Pteridospermen darstellen. Es sind die unbringte Sporangien tr;ift!niton l'-ornu-n. fie Hum bitihier mil Vpxliebe zn den Wt rattial< v srerecioet batte (s. Kidstna. Meiti. GUQL SIH-V. t; lirit. Palecm ii. i taa m>. Ka« mtuu di« HOgüchkit biervon sogeben, ziunal tii*¹ Zii^h'irii. Iii-Lt xii den Mnrraftt- (es fflr vielr Pormen ja keitieswegs iMtr irt. IUJ wir abet oach olii^iti

die ZogehOtiqlteil einer *Orcaaootheea xa Lyglnotlmdton* nidri nir enriwen halten, 80 mfaaen ivir uns tifier. der Ptoridosperaiennstuf andenx »Carbonfanft nrft Sori¹ auob skeptisch MTL wdn%st<mi abirarteid radialten. Am eb&Tan <ra(dteteiei) ana £ e ^i^ J Organe •rt*wis>>T NiMiojiti'i-idt'ii :i.njri'.<r'fiflaei Korpi-r rJebtlg gwlfntet, vim di'ieci bal dWfEn dip Bode ^in wird (S. I'). die uin-r aoch weniger Sorus-Rhnlich anssebes uU Oroaaol/wca. Wlr wvfdan d;iln-r diase Ponntn Ensasmi«nbftn^8nd u^* Parasori i>h den Pteridophyten behandelte

IK Heterangium 'onia.. C- in. Fl. Vorwolf l'J.'¹ T. XV(. _ Dttone StSmmCnM) f>^ eft. lr>cni iJurrbmAis*! i mit 2entral-Stel e,<dw> olnip Mark. Das zeotrale Lettbtodel enthSlt aHer-iugs imi-• iift<-II •Irn Tnrhriden iineh ± »Mark«ewebr)(c iFij;- S), An der Poripherk¹ des Zentralbbdels li^jipn d< Prhnlrferthflndel, die wie bei *Iygti%Q<i9iv\$Ton* sentripetales mid zent'liH-atf(* Xylp-m mit spl-.tlipfn Verdickunjren enthalten; nmti auBen Bthliefil sii'li bal den mei-ten Ar•n «m aJiiriiiin^ rnr Erfring mSchtigea FtektmdSrno]^ rvii*¹ iri-riuvT ;il^ In-i *Lyginodendron*) an. n.i- ana hertgetflpfeltTj Tracheidwi bestabt. Anf den Holzteii fni^i efu dünnzellwandigen l'iiri Jiiiiin. dam die fanenrtiide, I*T nuuiebstal */. Qrtevei Will.) horizontal Uepende rü{rfirniil'< Bttatptattei^ die inEt-i'iiiiuider kfim' Verbifidong baben, eingelagert "iml. anfen als bcaixontale Querriefen dehtbar. !>? Außfinrnde bsarhet vertikal TorJanfende BaatattXnge mi) *Dictyoxylon-HaM* w< i, *Lyginodes* •fruit, mir daU die iiasohenbQdung li<-r weniger attlQQBg i>t and (H* SbAnge z cinandor parallel verlaufen. We Blattstellung ist li<-r ^ imd "n. Hir V^edelstfdi wwdffl) von Wrieni his iriehtfrpn LpitMindfln fhirschzoffin. von Hinfidichein hi? pJUpaoMifchein QiiprschnitK Die

Belaubung jst nur in einrm *Fnttt*> bekannt (*H. Grievei*), wn .-nidi flbw >lii h'niktiiJkvilion ctwijit ausgesagt werden ksan. Die Lebensweise dieser An war sirlirr iifinlich wie die von *LygnottetidroR*, ane Sen? scllii>n (iriinden vfe doit. Scott hat neaerdinga «tf (Jrund rler Stengelstrnktur iliese (Jnippe in /wei Uitt-erjfnippen frctrilt. hir rinc al8 *I'olyunfftum* ije/.ciHnirte li;ii Wu\\-eporen, die von der Stele ats zwei selbständigc B(irj(1el nus^ehcu, die fiich lit'im DurchJflnJea iez Rinde noch wfih r ti-iU-H. ^n ikiLl im IHattstiel 4—8 ISitinli-1 vvirlianden sind. Die andere: *Bu-Uctcnnu/mm* bat in del Blattspur nur i-ii! dttfsehea Leitbündel, das weiterhin uijtreit'ili bleibt, oder sieh in Kwei toilt. *Poljfongttm* Be of t hat en. 3—6 Axteu VDIII UntPrci) OIK-ikiirinn his zum Rot! if^enden: Bhf-llrtpnmi/iuirt etwa ebnnsovit'l AiNn *on Unteren Oberkarhon his zmii Mittlcren, TJas zn ilirsiT Sektion ffthOtige //. (irimi bedarf noch piner bosondetren Be-BprtM&tng ;ils \\(- tum pollatfttiflig Bteii bekanntG Art dw gwnzfln Oat-tang. Von DUD Kind n&nllch aiebi nur ilii' :ui;Ui!lis(iic Sinikmr dar StSmatflhctn iin>i &et Bibachiden, sondern :ui(h die Belaubuug und bis zu gewissem GExadi 11ir I'ruk-tifikationorgane ln*k;inu. f I" r «li» An.ihiiiiitf! war Khan oben <a> WictfigSti pMgl wiini'ii. Hlitr In noch riimaj auf dk di» .••• Art W-sunders ••• ntQinlichea rin^frtrmi-gon Bastp i tten D di T Rind« bin-gewiesen, die es ertti-glicht haben, die Pilauzi' in Ai"!niiWtTi wieder zu erkennen: Ks i't die BChon scit Schlo tb Oim JHili lickjniriti-spjtrtiopterix *adiantoides* Schlotr Itcini \\Spti. {tt'fOHs Bningn.), deren Stengel in hcsoiders ebarfor Weise ijoetrieftg Bind (Fig- 8 a) ttad anf "lit 5aar s<i t^usehen wie dio mil Strnktur ^pfundnen. wenu d6n n AuBenrnde eikennbtB Lit !•• I •• Pflant'n komnifii in flense]ben Hori-Eonteu vor. SfetierSlinga hat Verf. 80 einem S\\(ick ilieser Art aus Niederschlesien nocli Caputen an-sftzend getfmdon, in denen Samen gesessen haben können; EM (.njml>n situ.) von *Calymotheca*-arti em Chnraklor wie T*ei Lygnodendron* was wai teiter fuffir illii-burner betonte ^amandschjift -I.T GattragDuB *Betamtfm* und *lygihodmdron* spritilit, AJe



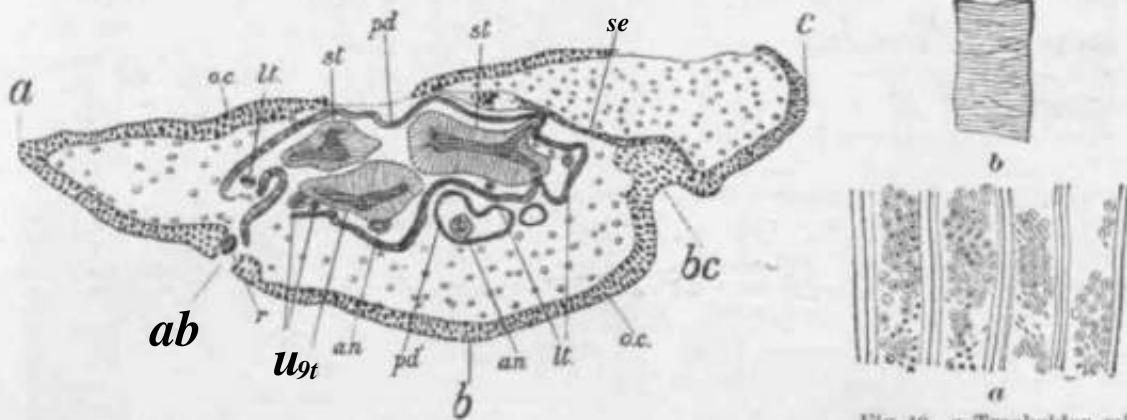
Fig. 8a. *Sphenopteris tidianteidet* Sobloth, (— *S. elegans* Brongn.). S «t GroBt H.lilHiteitiMLr TOU ViUtraaghmi Zeileei w\\\\ Nr"ir -1,1, (.... WaJdonlwrgwSobtchtea (inifcOber-karbon). (Aus n.,t linn. Leitfoss. 1923.)

Samen weKtftn liierzu die mit den Stilmmen von // *Orierci* im I'tlair/i-nkulk von Pfcttycw in 9ehottlttad yorfcOBaoemden S&mei *Spkaerostowfi iVanostomai ornle* Wilt «rprcl:met (Benson, Trans. Boy. Soc. Eriiilmurjfi. LI. 1 [29143), »n m deo i;rnml'/iij;tM] mit. *Itrjeno-stoma* iibfci-emstimpnder Tyjms. Die \$ Orfrjuif .j_m| nirlii hi-kamii. Nimmt iti:in das VnvkiiiiTinJi iir fitnikiunerlen uinl kohlijren Beits " " " " ^ BO bat ili' Art rim-weit<; Verlireitung besfssen. EndDO sit' ini oilteRtten Obwfeffljbou TOD HtttetetTTopa überall vork*m (bi* nacli SchtuM-iruj binanf).

Medullosaceae.

Slit 6 Figuren

Wichiigite Lileratur: Co11». B. r. l># l)m<lr>liulu't.. In.^l.n, iMpttg 183S. — G 0 opp 6 T 1 unil s t •• tw. < 1 , \< ihlllanean, Paliotogr. 88. (18A1L — ItrnnulL. Etuiit' gourp *Atyvapteris*, in Mem. Ac. S., faris. XXII. 10 I.ISTS). - S u ! n * - L n b i r | i , «»*(l. /- i<rt;nrti, Ju Bot. /j;it^ n85E>. — It fj iia ii 11, rittr.* EPooOa Amtii fiml Bpisu II P.in- l'.«'n. — .I. T. s t c r 7, el m*! 0. Weber, BdtcSg« z. KcmitnLf i. HednBooBCV, Hi Btr. <L K«>r. '!'-. ilu'iuniu. ilM0«) fniit voUstSiidlger Liti-ratnt). — S « o t t . H<&xdU>sa *n>fttn., in rittl. Tmnn. Ki>y. Sue. B. 191 (1899). S. Slff. _ S u o t c .



KHf. 9. Mnlitlt., n, i ninjiis., i S, i [t. Stlunul r] >, StjluilHHH'T.-tHHHt- iHHt ilrel LTiuon Btetthaaca c. ' > . ••) • db, be itants die Stellung der beW«n niiih-i bohwu Blattbwten «n; << tWo<hrel sirfm; ir Buttuportn; a»akWMor(ac3ie XvtciM. imii Bastringtt; i>f I'Tiiicrtn, Hit Btaleo ttrayebend; r Ailvcutlv-vrruae; or Bjrpotfuie rail ButRttSngen. Safe Hrtiii-. Begi Kubon. (Nach Stvtl.1)

Fig. 10. a Tracheiden mit Hoftüpfeln von *Medullosa* *Mat. i' l'. Mn. li Primär-travtuuii- mltSpirklerdik- kiiiiL' ilAV<m. Sitirk verigr. RotMmd*s von Chemnitz. (Nach Wcher u, Stcrr.c L)

Sttttriffiti in 'rr;ii-. Linn. Sue. It. Serif B. VII. -I, iihHKij s. 45. — Do Ftaine, SuttiUfla, in Ann. Bot. \XVI a>IS) S. MHttj *Mututiosa* telumda -XXYIII (191J) S. 2S1). — Budolijh, l;LI il-r Medulloseet, to ft*ili. But, Zfiitnilljl. XXXIX, (1822) II, S. 196. — Ktdfttan, Fruklifle. of *Neuropterit firtvrop/it/lla* in I'iril, Trains. Iloy. SOL¹. B. tfl7 (1904). — Kirts ID II mul .I tin (i in ii i s, Kruk-ütia. von *Neuropterit obtigtm*, in Arcli. N&6rl. Sc., Sprin HI, U, I, (1911) ^ . -5. — Salisbury, On th< itrueture and relationship of *Trhjonncarpur shnrftmis*. in Ann. But., XXV] 11 iJOM) S. 39. —

Stämme polystel; die EinzelBteJen mit Hpkuiiiiirzuwacliw il-'iy. !ij, (lessen Holzddlen hoftüpfelig voriiitkt sind (Fig. 10), in :trauefl.rioi*ieT Annimm^ . BlattSptlTi n mit /a.hreichen Leithfells pin<m mark;ir(i^'t'n Qxrm dg#WGb&. AuBenttOdc mit talilreichen längsver-laulenden. niclit anuMonu»>ra<8Q<'!sn hypoderaaaalan Butetrlagn^ iiii? rtem Auflen'ti des Staiiim(8 aiicti in kohlrger lirlbaltung pine ebftxtictodttimb UuyrtnlIMiy grt en. Belau-bung durt'iaus fanmrtijr. rom Cbuaktei • r Netnuidnis-. *Alethoptris*-, *Lonchopteris*-, *OdovtopterU*; *Taeiiopteris*- u<w. Arten, Fruktfikattmsfii^iüif LeHneiu lii-kunuL Die \$ sitid Samen, die zum Teil iu Zusiimini'iitiinip mit (t^ni LsnbB gdtnden *iini. ran • (utriik-ter der Tripoli(K'itpfsn UIMI anderer. ^ Orpaiui wüiiiper lickannt. w^rilcn abet flir etnigodot Nenropt^riiil^ti angpg^Wn. Daa N;ibere wird b*! die-sMi tntfrftcilr .

) Die von Beefc 'l.-l' 1917, S. S3j lib .!lt>iit/liris I'jehtickrii Iif7..i.lni.n rip-nliinili-ii- Art de Zwkkauer Karbons, ilit Bori lat*»> i MI], h;it tuith d< BflfthBgiiflg 4w Oli^Bab in Frei-berg PdiitPln Oder Drll&en an den BiftUini. ctia iiviwsn den A<iint Yu^v mrl gt'nsui fienen fiii-sprechert. die z. IJ. W *Mlsonia* utgeg<bfn wenleii flio li. B. (Jothan, Ahh. Nflrn. Nataih. Ctc*. 1914, TaL 28.S). Mit Sporangifn haben we niehta BO Mm.

Die Mmlulloseen konimen vom ndttflren Oberkarboii bis zuni **BotHewadfln** vor. Auf fililig istilm* Si'llrnijsit mit Struktur im KJII-IH.H. w;ilirwn.l dndi die 'lazuseliOrieen Bl/tior iisw. zu den hflufigsten PWiliwi gi>h.>rim. Ili-r fa ;iUr en bedenkan, ilnfl eie fan eoro



Fig. 11. A Stück eines Querschliffes von *Medullosa Solmsi* Schenk, 2mal. b und St »Steroringe«, Pl und Pta innere und äußere »Plattenringe«. Bei a löst sich ein Steroring vom Plattenring ab. — B Stück eines Querschliffes von *Medullosa stellata* Cotta, 2mal. St, st¹, st² Steroringe. Pm Partialmark mit Protoxylem. Shi und Sha inneres und äußeres Sekundärholz eines »Plattenringes«. B Bastzone desselben mit Skelettsträngen. L Hohlräume, mit Quarz erfüllt. Rotliegendes von Chemnitz. (Nach Weber und Sterzel)

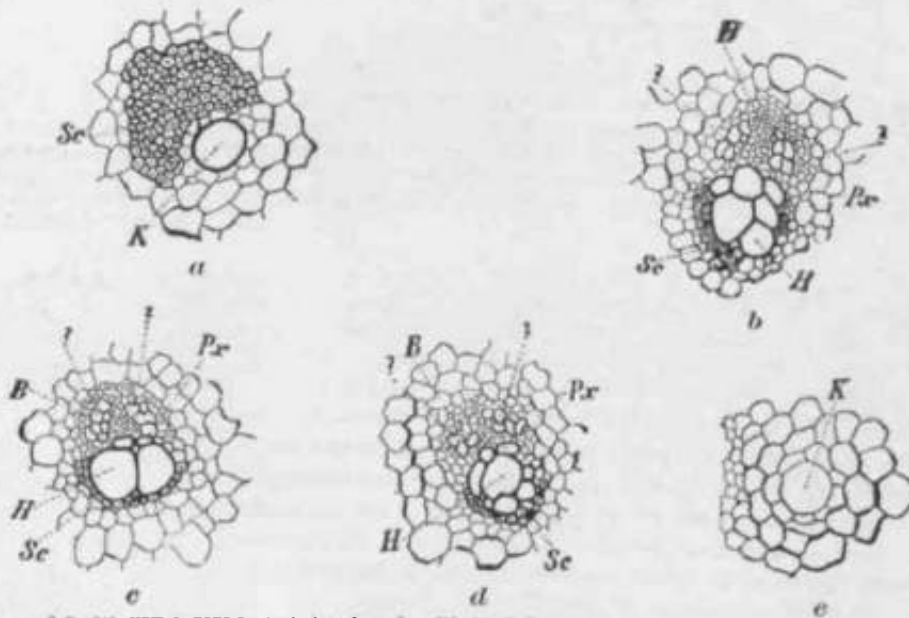


Fig. 12. b, c, d Leitbhl Uudo^ri jryrforylon-Blattstiel. toxylem, Sc Skelettstränge, H Hohlräume, Pr Partialmark. a, e Sekretionszellen (K). i. i a mit begleitendem B*UikJ4sSt. J JMUmJm von S t r J TcMtaMm, ;;; pro (niiniTit-.iKiuiii Ut*fc W«b*r anil

päischer; K;irUnii tticlit in den Doloniitknollfii an- den r I n zp n selber, sondern in den Knoll,!, M d«n ffigenden d,r FUJ_M geftmd«. ind [root' nodules, Dachknollen). Das Vertettofe em,H,rt :«n die Belteahri, 1,,- Sfcflariex, to ,,,, Dolomitknollen, die doch auch zu den afehle«ten kohlisen Fossilien gciOren, an das bisherige Fehlen der *Mariopteris*-Ac«ben in tvii C><[k>] MSW. Wuran dies li^,.. i8t noch unklar.

lich wiederum l»i den Cyeiuleei in iUD ajgeuUmllielen VVi-laid dee riudenstaneligwi Hlattbündelsystems derst'lben, ilie nicht djrekt In die BliUter hineingohen, &ondern zuiiathst in tangentialer Kiditung um den Eternal b»rumlaufen.

Colpoxylon Brgt. (s. Renault, Base. Houttl. Autnii imd Epi one, Flore fossile, II [IS90], -2'Mh. st;iiiiime bis etw;i 15cm tlick, meist mit 2 StelflD, die in unregelmSiliger Form andtdiert-gix'liwiiii'i'iK;!! Qncrsehnitt mjrem auf Linen TVil dor L&nge vereinigen sir sidi aueh zi emer einzigen. Dor Querst'liniU erimiort bis zu gcwissem (Jradt; au Medvll-*loxa LmtclcaHl* mit den tinrejjrelmilfijr bagrennten Aufi^nstelen. Sdldmdixhoh Eit vorha»-den und im Ijnterri finipjien von TnttshaideiL Die in IIIT Rinde sicJirl^nii Blattapuren •tlm'hi derieii von *Mvdullma bar. Myelnryloiu* Die Kindo zeigt hypodcnnale BaatstrftTige, die oft von Sekretfiiinyt-n btigitoitet sinil. Vorkommea: Selten, Perm von Antuu,

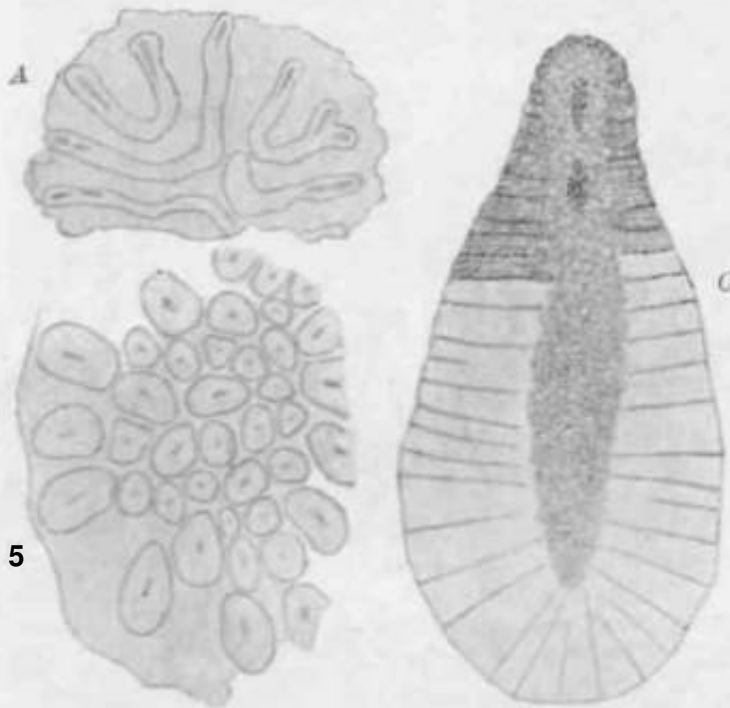


Fig. 15. A *Madiwffltm minthil*, I HJ,T, StuiimiHil-wlillIV Will V-fOr-migen !.,'in»llnlrri. U' *Cladomgtan ihthun* fiiiit-r mil kreisMr-migen bls aUlpttsithen Lsttbnuhta, I' sin LettbBndel ron B starker vergt., oben (Li. i) in /riitrlfuu'ali'U Klulr mil 'n.it<>xylin; deutliches Si-kniiilllrWz. Kulm i,ii SaiilMil. Sttlth Solmtl-Laulh eh.)

Sutcliffia .Scott, in Trans-act Linn. Soc. V||. (,1906). i Fig. 14 A. B). Dicse Qattong gUt f(ir die einfadiste der Mediilloseen. V.% ist imr e i n Nni/kfjrper von axarcheiu Uaii vorhanden mit PekunditrMz. doch ist der Sekundiirholzkor-per ors(. Bpfttttr gpfndon wor* den, w&brend er lni dem i?r«ten Stuck fehlte. E? ist kein Mark, sondern eine Zentr^Jstele vor-handen. Von der Zentra.lst.olr sondern sich grJSBere t-Meti-stelcn« (TeilsteleB) ab, dit* >di|j«-lilidi in >lt> Blattbftndel zerfallen, die .Ifyefox.ifon Vy (HIS Xft^II. Allrfi ilit-sr: 'It-il-stelen kftmicn **SekandSthoIx** zeigen, this im illjriffen wie bei *Medullosa* gebaut ist. Bislier imr wenig Ebcon|ilax6 in den **Dachknollen (Roof oodules,** nidit in den eipentlichen Torf-d(tf.nni(iMi iitts dean Flöz) von Shore Littlehorougrli, England.

Anhang.

Rhexoxyion lUrnmt, in Tr.Trifiact. Linn. Hoc. Botany VIIIL fSSS; **Witten**, Tran*. Roy. Soc. B. 215, 1933, .- 7'. I.-niu-n, die iu> tirr Kar<n Knriiui-tion Sitdnfrikus* !<taiiuneo, aJ«o aus Goidwatuk-Littttift^ti. vom JVnnokarlion tii? zuin Kliiit vorkommvii. I'-r •Juerschm:- •••••-ich ?.<>iielwt fwiysU*!; m ist ein innerrr Kin^ **FOB** im QiKTsrlnrtt rumilidjeu bis elliptbeiu'n Holikorf«*rn vorhanden, ^on denen ilit- rii'-^ti-n US liucin **mftchtigen** uuwren Scknnd&rboU u»d eineoi **erhwfteheraa** 3iittt'-ii <>stehen, <> in **Binoo**) Markgt-webe nit **Sekretiooskanlteti wriwfam** DM IIA* Ganie lic^i >iu **tttAerei** Holzkörper jui6 nomuUem **8ektu»dfabotz** mit gvwAbnlii-li*n floftQpfdn meiat mit Zuvachs-zonen. Das Sekundärholz i eixdiHint 'funii markartieic. **IBfil>lnilltlfWI<fc**) QtfWvta i tin-zelne H[ol2M-ili' **sadogt** I'tf **BUoktor i>t Dicbi** ipinifr w> **f<gvlm&fii^** wi« bier f^stcJiildert-Hie nahttliegcndt! lind au«b (irvptitilii'li'*) Ainialunc. d-iU at rieb urn em **etwai*** al'weii-h-l des Qlied der MeduJloKflpn handle, ist n **teh** dM ' iit*>i>iirhnp*;n von Walton auffrejr""^ worden, and man hi'tr.n' -••••• Statnmiypu* «1* *•inen ^oldieu mit **ftboormen Dicken-wachstuni. ist DAcb** Art h'u*;..••••• r I.iajien aofff*^'iit s*in *o!L Bjn **mtden**r, ebenfalls aus Gondwana-Gebie. ••••• Holotypus (Südpol): **Antarcticoxylon** Seward wird Von W. aticL zum *Iihf:rfx>tl<ni-Tyvm* g-ert'ohnct.

von ihm liess, die früher von Sewall; die *nStrobilites* guttelfert wird Oder *palmito* von Krasser *uii* besonderem *Qattungwuunen* belegt worden ist: *Aututdt*. Vorkommen: Allen *ms* *Seltenhett* im Form *ran* Aututi.

Rhetinangiaceae.

Rhetinanglum **Garden**, m *Tnwis*. **Roy**. Si*. Edinburgh 48, IV. (1861). Es ist *nur* *sine* Art *tnd* *Gattan\$raiu* dem *achotti&chen* *I BterkarboD* (Pettycur) liekanut. **Dor** *Sk&am* *ilmi*?lt in *iminchcii* *ih'trrangium*, tiesiui uine *m&ttate* *Stele*, *b<&teh<9ld* *JIN^* *Qntppen* *YOU* *Tra<*beiden mit etwas *Markgewebe* *il;i/<ii-riirii*. *harum* *U\$gt* *efrte* *Zone* *vni* *Sefctndftrholz*



Fig. ut. *i'tit'nuu*... *istit* *Km.* *siniirritiittr-clilit* *Itin'* *itiii'li.* *'- u. ^A* *wutritiiL-ui--* *Sjlein* *niii* *Phloami* *a^ u. jp** *iantrip<t<Jw* *\vi....nnd* *i'i.....m;* *u. p>>* *tonewfti* *Zon<*
MIL.T. *Btvr<* *TWkf.* *u...iii...n.i., ...* *A.ii.m.* *<K^I,* *it,-*
[mult *nuSoattj*

jilnilrh ciin'in i'i>rdain'ii't;iii'in mit gefilhortem Mark oosftiebt. *Hr^l* *BlattsteUuog* ist *^/>*. **Die** *Blattspnr* *ist* *ili**k.* *nod* *imr* in den *Blattaqruren* in *Protaiylena* *dcbtbaf.* *sic* *.siid* *ganx* *vni* *Bekundftrholz* *uungBbea.* *Dte* (*Uads* *i>* *akbi* *bekwmt* *Diner* *RbwsLdieade* *Typua* *ist* *nur* in einer Art (*M. ScotH* *Ssmu(d)* in *dfn* *»Daefcnolleii<* von *Lancwhire* *grfunden* *worden.*

Calamopityaceae.

Hit 1 *Ylgm.*

Calamopltys *tJnfiiM* (*Utoratup* 8. *b680Wjers* *Scott*, *Studies* *Po<-* *Botwjy* *III*, *B<1.* *2* [1989] *tend* *Trims.* *Boy.* *30C* *K.linlmrjeli.* *LIU.* *III* [liu^lj]. *Siiniriiv* mit *Sokmulilrhoiv:* *mid* *ICaric,* mit *Pirfcfirboli* *ia* *Mark* *od(r* *an* *iler* *Maricfrone* (*Hg.* *17'.* **Die** *Blattbfndel* *nehmtii* *Djren* *Uraprangbei* den *Primftrbtadtobi* *mid* *ivrehlattfea* *du* *Bektmldrliok,* *du* *bof-* *getupfelt* *1st,* *W18* *difl* *mt*i>*ten *diescet* *SOuer,* *mid* *ilann* *dip* *Kimtr* *TEU*II* *mlirn.* **Dio** *StroktUF*

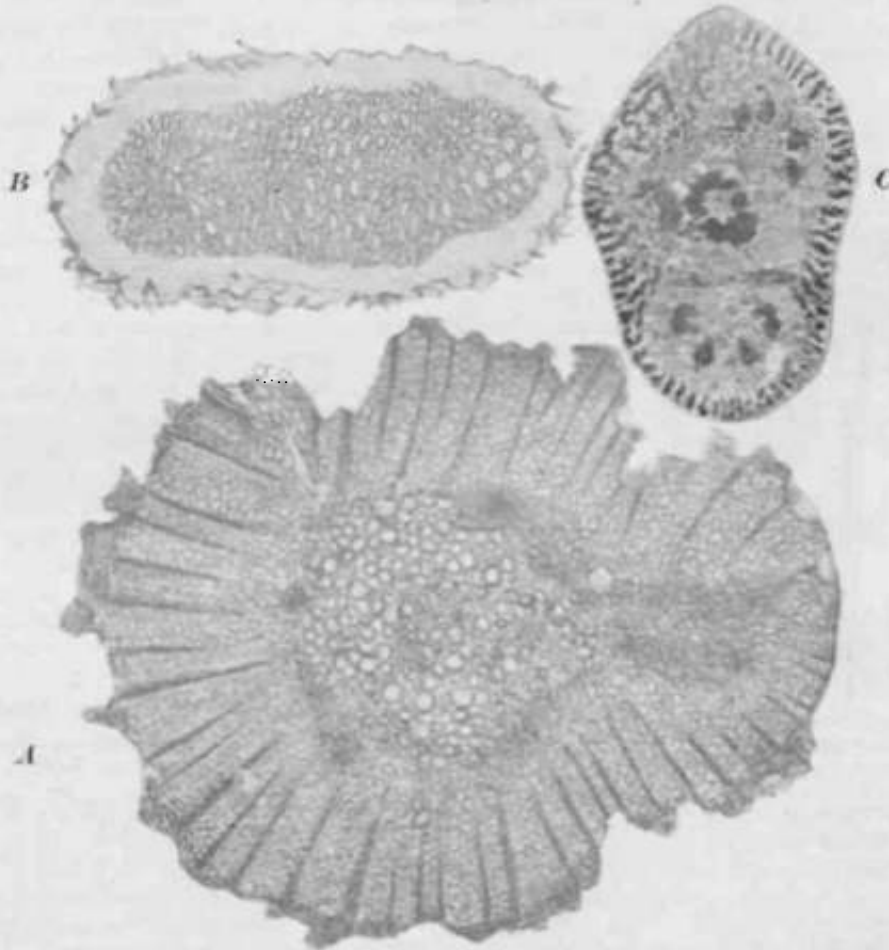
K i o ff

IIIMI *V<:i?i* *hit-* *Uinle* *Sttfgf* *cin* *Sehi* *mOchtiges,* *del* *rdohendea* *ineebani-* *M-IICS* *System* *roi* *Skelettsträngen* *imter* *CIP* *Oberfllliche.* **Die** *spiralig* *>ii'tiid<'li* *Blattbasen,* *die* *naan* *gt-* *hunli-n* *lini.* *sind* *fast* *so* *j^roQ* *wh-* *dr* *Stamm* *selhsL* *DIP* *BlattsptirtMi* *zeigen* *oinfj* *Anz:ilil* *von* *bn* *Qaer-* *scmitt* *xii* *LF-furmigen* *Qmpezi* *zu-* *sftinmentrotencen* *Xylemteil'ii.* *• Ji ** *Ktemlicli* *dtcht* *gelagert* *sind.* In *tJicsor* *Form* *Lxlil* *tlüf;* [*Jiindel* in den *RhLttstir!* *üilter;* *ilas* *Xylcui* *vat* *biet* *exarch* *mtd* *bat* *k<-in* *BetomdSilurfa.* **Die** *QIOBe* *dei* *Blattbaen* *tegt* *die* *Amiahmp* *finer* *stJtrk* *^eSohwolHeieQ* *BlattBiieibaaia* *oah&* **Der** *Typna* *Ist* *jrwar* in *nstaiu'lipin* *mit* *dcu* *Lyifinu-* *il-[* *ln<pn* *vi'rwandt,* *bri* *aber* (*Jurch* *-!:* *At;* *dl* *- V • rh;* *altens* *der* *Blatt-* *spurbündel* *...* *chend.*

MegaJoxylaceae.

Megaloxylon *^* *w.inl.* in *Proc.* (*umbridgi* *Phil. Soc.* *X.* *III* (1899) **168.** *Stantm* *mit* *Zentralstele* *ond* *iliiiii.* *iii* *Sakndatbolz;* *'las* *^nf-* *fiilmd.-'tr* *sind* *bra* *dtltttCQ* *die* *in* *Trimiirlnilx* *TOrfaandeien* *selir* *kn-* *lea* *Tracheiden,* *3i<aach* *!*reiter* *als* *^, .l!* *sin.l* *niu!* *strlr* *nft* *zu* *liomoiit.i* *gestellten* *»Qu0rfitcher<* *aufösen,* *u* *diiO* *did* *Form* *im* *Längsschliff*

ernmert in nuuichem an *hyg&RO&amdetm*, Btrtrffitartng mitl Fruktitikaaiun siml {?mv. unbe-
kunii. Die eteuwliien Trim. rsträn- MI>l meufoh: b<i «*hor Art stud nwh einzelne
Triw'tc'UWu tm KarkkOrpei (aUo «in ptmi«lai« lUrk) »qcfcanden. in dieser Bwfobnag
bes it:ht also wwfb efae .\i'äherung. n ih'towMfium. Vi- BtattbtUnSel dad sran&ebst ein-
Each, teilen Bich Rber beim iJnrrti laufen des S. IntndArb. 11- mit einfaehen Stfirkstnhlen
dtm^OgQD i^i. in swtfft l>ie BlatUtielr Im-r/u sind <lie Kti^/mwiffattpii TKiur- ITj von
Dagei; sit- besteJien rarisl aus pan nrj.M!i:itiM-tifin Qran^gaw^e, In cla> fine Anzahl
klojner Loftblndd fcoBaentrineh angewndtoQl dad, mttotniB' HUMIL- von iSSpargwMo-Struk-
tur. wit* mini <lon bei difisen kAchonJBChen l\trn- hwx. PtflridoBpennensteDgdn häufigen



Pfg, IT. rnlwiiiiti/K SotmTPi ' nger. I HWUumK •schliff auf Uwfc. ^-kirmiili Irul^ iimi t'riiiiihrthnlit
** dw UuUcrono; cmhts Hlin-i''..i'.<ntiB. if Kuti spurbündel aus rlw Itimlc mil SPRdtanrtangruppan.
0 itliitt-itii-i^iiiiTM'liiitT Urabffmaut Ungctf Kulm ma SMitMil. (I Dn4 B nftah SoIm»-L*.ubRch.

Uiiii't-iil>:ni neiMH fwlo hi'i M.ilt huifluttu hiin'li die BLattstlele MLUI 4it- CSiAkmopIt ganz
von Lygiu'xtfn/trati v*-i^•hu-iltii. hi •ler lirnjtjii- i-t IIDHL cjiic l i-nm|...< Q«ttnog oder
l/ntdrgattuog antenddcdeD warden: Erhttopftyton Zalewky, du ^Uh niriht betrftchtUch
von deni aUg^meinei Typm BÜtetsoieiftet. Die Form konmt im QstekuchoD in Europa
und iit N<in!im<Tik:i *Cti Vt'Twuiiii^hiift besteht tuiBei mil li'i'i lyfriniuli inii. i Q mit iiffn
Pityreti. iihit (He l>i'i doD t'tinhutqfm zn V(TU'li>licu ist-

Neucrdingy Ji;u 9Le6ti Boca Lntweasantfl F-H-HK-M dw Gmppo i"-k;timt gemaefat
• I.,I.Ii. K(24i, iinter denen >KU aob bssonden Oatbmgen befinilea. Zm&ohat oino C/a-
mopihs rattiata, bed dm: rich (ibui^ne MadotrsMeai enocm yerlreliam. Fsrner

Endoxylon inunfum KldAtoit] Scottj 6*nnM-r>ihciil i -i.-h vonden vorigen besonders
dmefa die typiftdten >Jabtesru]ge« uod «-lir niedxtgen Miirk>n-:t)ilc». na Mark ist sehr
groß, mill 11 ir^ HinMi- besfieM sns mksessfven Peridennsooen. Tiic ProtoxylcaiatrSngo *ind

zicralieh groB und eudaruh gebaut Tracheiden und Skelettiester im Mark fohlen. Sehr cigentiimlich ist

BJHgnea Kidston. Bei dieser sind mir die inneres Gewebe bekannt, die Rinde foliit Uas Zeattum besteht aus sehr kurzen ziemlich weiten Tracheiden mit zahlreichen Hofstüpfen. DUBO. Zentralstele ist umgeben von dem Primärxylem, an das sich am Sekundärholz anschließt. kontinuierlich wie bei den vorigen, mit sehr niedrigen Markstralien. Dieser in dieser Kunitz zirkulär ist in der Typus der Einheitlichkeit in die vorigen aus dem Unterkarbon.

Stenomyelaceae.

Stenomyclon Tuedknum Kitistou (Kistowski) mid (Jwynie Vauclien, in Trane. Roy. Soc. Editilmrgli 48. II [1918]). Hat eine dwflappige Zenfcralstele, bei einer An mil reia

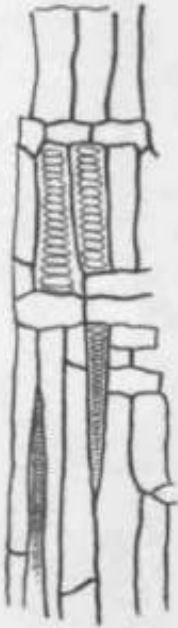


Fig. 18. *Protopitys Buchi-*
ma Goeppert. Radialschliff
ititt MrkMrnhlrii uul (Töp-
[KinnL]L< II MiifBpfolJ.
^turkvj^rirr. Ktihu con
xIsch-Knlki-til" rir. Niri

Goe IM tr%

angeho Iljirkkörper zwisdion den pitizvnen Steleittilpn, die nür aus Tritflifiili'i nit bebOftan Tapfeln litiistehen i PriuittlioJz mpeidBJZtag verdickt wit gew^hnlich). Von den Enden der Lppen gehen T* Bnttsprran JUSI die BeblSttermig war wahrschiriilii-h jicli. Um die Zeitralstele liegt ein Sekundärholz-kür> mit meist bohei) Alnrkstr:il)en. Die Rinde hat wieder Sparfimt~tLuk.tur, nud nu?i sifhtxalilrpit-lie Blattspuren darin. Die BUTspures teilun si<h in zwei und. verlipen in der Kinde >hm SefcondSrholz und xcigon dann nur trepJHiiiformijj verdickte Zellrn. Ks sind zwei Artfn bGSObidben wordcti, von drinii die <^w noch gr<^tU Sckret/c]leu im Zeittim iiesitzt; beide kommen im I'nteren Karbon vor (Schottland).

Protopityaceae,

Mit 1 Fjrrur,

Protopitys Backkma Goeppert (vgl. besonders Solms-Lftubach, Bot Zeitnig II [18i*3], VJT). liacitit^ Stjmmu< mit elliptischfn Mrk. dffl von <incm [riuiLirlmlzring^ limgelxin wini. Das j^irt:irlnilx ist <m rri/eliinrit.eii an don beiden spit7.en Ende der Klilpc^ von wo ain'li die llla-Uspun n MUGohOB; Die ganzy Pflanze wir ti:ih^r mil / w t* i ZeQon von Illiittorn beftgtst, wie bei nutaeben amdarn paltzoist^ien Ptaridophyten, iher sonst nicht bfi rtridosjicriiir'ti. Uts Skutidarhnlz ist koniferenartig, weicht jrdnrh durrl djl Art. dt-r HoftiipfH schr :il>, die si-lir !>clten riinllifh. nifist ;>jtkr qnefg^ZogOO siinl mid lifi oln cfiSchlicfeOT Betraohtong Enehr den Eindntck von leifatrOnolgur INS Tropfen-verlickiui^ maebjeo fp^f. l^i- Dia Maritstrahlen dud einfach.

sicli Beim Au^d-itr in */wri: to Elolxkfilrpet ^^lr- hier rut seinander had stittdit daiten irfedei Ufib dem Dnrdfalddt Aet Bltttsptr. nit-Foxm itt in mebr-Eachez Badebtng rfsmlfeli budiaii and wittfla von Solmi ffr eins Ptaridophyte gehalten, wirii ailer j^t/t vnn dan Antetran w den CycadofBtCM gyreohset) WBH hei dieser Gruppe ('iitsfliit'iifn iinch ni<^iir I Iriind \orlianden i^t ;ilri bflj 'Ion vorn helnirni'li-n CSadjfHtyleeIL

C. Belaubung der Cycadofilices und damit in Zusammenhang gefundene Fruktifikationen.

Im Fol^fMiden wrld eins Obflafchi 8ber die Blattrefite von lltauuttgeai Sabitufl gc~geben, die zu den GycadofUiGGi gehiren. Ein* stienge Scheidung iler »Pterictophyten< nach Farn^ii und GycadofUceg ist sohwierigi bei vfelea Gxuppen bt iiea jedoch mfiglich, (ibwtihl dii^M^ j; i nnr i r<iriit^; utiiii^en . ii. !i. anf firitnd roin jhiUciiflicr Mi-rkmalf der BlJlter und Hliltt')*>n Mt^aohiedeiva Binheiten sind. Yie&e TOO dicsen m.ohmi iher den Kindrnk natürlcher Gattangen. An K:md dtT ^cfri'lii ic'ii Altbildungsn wird emc Itrieiittenmg Isiclit möglich sain. Kino AiraU] 3<c Bltttreate <ind mil. s-imen u<w. im Zussaamenhftng <> fundt-n word<-n: dit^M- Fmul-, die hier liewinnlrs iitciosien'ii. WQideH bei den betreflenden Gnippen initgi-lfilt werden. Soweit >^i (iii^,irli Zns.'tiiijntnljtiip- mit Sea voni beschriebenen Stammrttm mit Sirukuir liekamt odnr a&XBBflhmra sind. wird darauf ebenfalls hinzn-weisan sein.

Archaeopterides, >Altarne«.

Mit 3 Figuren.

Ein jünger inhomogener Gruppentypus, den man hier als Eiiisnnhinslos d. m. ObetdovOB mitl. Unterkarbon eigentümlichen FontWJ zusammenfassen, deren z. T. r&rhiltuismitijr groß-spreitige Blättchen etcl. durch fcyfpeche Fkchradt'nmjr Sffizeidtnen 1 Fclileii &Qf Mittel-ader).

Adiantles QOBppwt, Fw*. Forakr. 11888) 2Hf ^ T. (AUimtUifcs Sebmper) (Fig. 19) einri Fiauen mit moral. nn infl. (p>ffii<*ru'm WedeA, destw tin'ette 'Vejhi vorwiegend Am-jrekchrt kr-illi>rmip sind. PliiHill•tkinnn tiM imt^kuTint bis ailt tinm Vn\ cJtoKch den von D. Wh itp hewhriebeoen vlt*''ntites (U?fmfte«j fertilis mis Nnr<lanierika. be] <lem kleini' Sloan wtlititund geluntien ri*d (SmMffl, misc Colt. 4, T. 3 [1^04j, 822). Be! Cten saiiH-iitr.intiKliii TVI>n BudhahU fiffi Sprite witr<lril<kt. mif' fff> klainen Samen Bfehen i.iininai an Stfda Dig AatOTa) tudten mit, wii i te die kipitifn ea t^ om grofien Samen flir wirMiche Hainan. Alf Arn-n der so pefasten Gattutip sind p;uz sicher Pteridospatmen; die Anatomie <U> veget*ivi>rt (Irvine ist gnbekannt Die Fornien kommen vorbrmt** im Knlm v<r. schr sjelten NachKügter im l'nm>n Oberkarbon.



Kg.1B. AiUtatiittoblatgtfcUu\$Ooepp. tJnUtnte* Ob<r-
klt r. on. S')ti.-r>i'tilt'>i>ii. i'ti<li Il. E'otonii',!

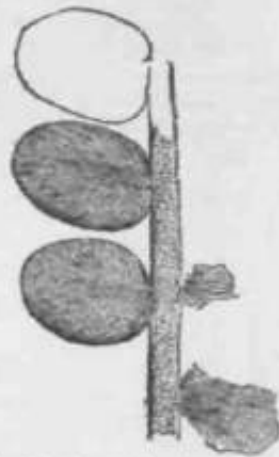


Fig. 20. Cardia (nach M. 1'otonii').
Utlm. Nl.'trT-'li!>len. (Nach M. 1'otonii').

Cardioperls Schiitlter. Trait.' I (ISTO) -i'l B%; BO. Wedel imr einmal gefledert, Blfittor grol. niillifli. fficheradrig. ytonpt'l mit zahte lffhi i unterbrochenen kleinen Qti-r-riefen (? Struktur jhnlic) UHvntm/tuw Qrk r>i). Obw<U Fniktifkaticm tmtl Anatomic Olcht hekiiiml, gan7. sidier XQ t!*> Ptf>ri<i--). m M L.lnirig. In etii odn zwei ArUm iin Kultu Hitt<Iearapae htaflg h& gemcin^ S.abe ver>n>Hi die in >iaigyn Ztl^>n abweichende GattfSg Cardtopteridiutn Nathorsi [Spitabergen, SchotUami). Nin'h noafen Funden k>nnen hiaraa, We luch *ieltelc&i WUD toTgwidwi dgenmmBd i FnikiifikHtitnu'ii geh>rt haben, dip UIIUT dtMii Namcn Calnihiaps Goeppert angegeben worden >>iid (vgi. Gotfaaa mid SchloweTj Ifig4) und TOM Vaffic r (Aim. Tntv. Lyon. N. S. I. 7. 8. 1-1 Ily mif. IH-recht m Alcironopteris Kiditton gesU-lll. wuniifii >-. liiiifen).

Sphenopteridium Srhitnjicr^ Tniitt' 111 (1874) -1^7. Weilil elnma] gegabelt. 'ial>rl-fulist(k:k gefieijert, GuVmlstirkf int'isi nur l'iiiiiiial ^(>u^Urt > i'?. LI >. Fiederchen sphenopteridisch, liiir'jil-ki'ilftirmif r />i* nimilitili, inetet eingwdjnitten. dio vollspreitigen typisch fächeradrig. Achse grdb querriefig. Aastomle 3es Btaogeb vermutlfeb idnilit-li wie von Cardiopteri i, Fniktifkatinn niiltt irpniü brkannt flf. ft.). Vorkoimn(*>: im Kulin verbreitet mil teitend wie die vorigen.

Triphylopteris Bdlimpfr, n, a. 0.. Ill i l^Tt, 4M. >Uisr BeltCOUn OatttUQg, BUltidipn-Eonoan manche Arten fiw TOriWn Gattimg crinnernd. W<ddattfb% n (dsw rein ticilrig ohm. Querriefunp. Kruktiikntinn nirlit bekAont iV Calath&opa*\$ka)ieü). itweifeQiafte Bporangkm werden m bftifills ang^ebell. l'em frinxen Typup nu<h li;indrtt f> 8tch um eine Pterido-Rpernie (OoUian tmd SoMo>> a. a. 0. Ifl84).

(*Archaeopteris* Dawsou aus item Oberdovmi *hi sin Ptaxi&p&pwaai* nngesehen worden, jedoch m. E. unrichtig, oiler wenigstena unbesriltidw. da die Fruki.ilikntionen mHir *tttix*-artij: Mini: aiidi *Rtiaaeptt tit Bckimper* ist ein Farn.)

Sphenopterides, >Koifame<.

Hit ft FlgTir> lu

\>U SiiiiiimphTiilen, xn d^Dfn <lie achflMto. . . .til ricrliciisten Farnbliitter des Karbons
gehören, wurden vnn st u r suuiwgru pan nl> Pane angeachen tmd entbalten tnt.sacWich



Fig: tl. *SjphauplridiinB dimuetwm* Goepp.
Külm.NIBtlwaebleatm. NJH-II H.PotonI#J

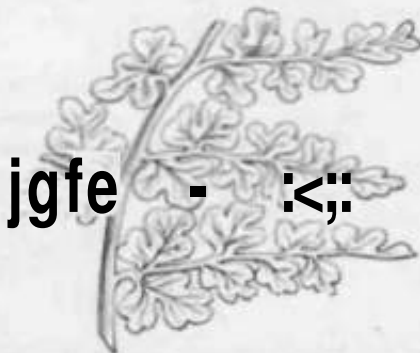


Fig. W. Sij** nptirf* utifuutulm jir< *nun
Sllttl. Knrbiwi.

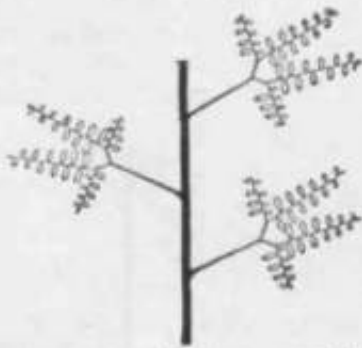


Fig. ii. Si'ht'itin tti-r 'li'il"tui(maischen-
Wedel von *Mariopteris*. (N1 H.PotonIé)



Fig. 2. Ci-'U'T's StOok stn<Mj^A«Hy>ttf4i uuft (lor Lj/ffitta-
i,,,ifo.)-T\y\W mt| Baaptstamm («wj nu4 uuiteond. . . .efo*
mat Btagmbolten \Wiii-ln. Oa, *Jr. OberMhlMUEbci Rjuron.
Otttrmtrr S d ften.

- im- profit- Meuge von KarnLyp^n. Kinc groti*¹ Aniabl dagegen geiiJVrt richer TO ikn Pterfdo-
spermen, doch ist PS ^-liwicnj;. all*- dBauthgem Gruppen dnreb kilnstltche Mki km.i l< pHum
)ns?.iischeidon.

Sphenopterfs Brongn. i. e. &.(*EuSphmoptBiia*). Ponnes nit groBen Wedvlu. dk- :m-
svlitMiifnl ntit Vorliebe vi'mi:il ^t>^:iiii't wuren, sehi wtark differanzieri Blsuirbt'ii rundlieb bis
eiffirmig: (Fig, L'i. fust imuer ^anzrandig. Stengel mit tetBtrautdn Qaerriefen oder platL
Die Anatomie itnd fertiJen Or^ruic HIII<t nicht bekannt, docii ist oinc Ztijrcharigkeit zti den
Pteridospermen anzunehnfii. Als J Ocgtuse werdeu Telangiuii :mir><:fbeti fS, Kij.

Hierher liJutlge Arten besonders des Mittleren OUckurbnjits (*Sph. obtusiloba* Brpf., *Soar veuri* Crfipin new.).

iini|i|i(i. dor *Sphenopteria Baminghami* Brgt Wie iwireits vorne auseinandergesetzt stellen die Arten dieser Grippe die Belaubung der Lyginodendreen dar. Die Wedfl siuü rinmal gegfttota mil t>elililtl*rtcm FntV-Mlek (Fig. 23). die Sfrnir»l inpj8t mil Haaren •»/»-r Schup- >Mü liesi m. ilie St.-iiiiiiic von dor Stritkttir von *Ltfgltiodendron* >Iiiityoxyl<mriult*« usw.), die Hliittchen moist stiirkcr acrtmlte snhenopteridische Formen . Vorkommen: Häufiger odor >clti'iicr ini lintcreii und Miltleren Oberkarbon.



Marlopteris Zriller. in Bull 3) e. Géol. France (1879) fl3. Wfdcl dtplo- tineiiiiatiscli v^rzweigt, <i. li. (lopjiRlt- gablif ii:if)i dfim .Schema von Fig. 24. BeblflUenmg hnll> iio<f>j>tetidisch, halb aphenopteridist-li. Steuge] in«isi grob iiuerriefig. StSmmfl Khz lanp, so iluli FIU. a. stook d«s flrYdeu v».. ,i^r/,,r.,, muricata SeMoth. kfftl. Obcdurbon. EStcb H. Potontt.) tltto Pflinze als Stilt./- Oder KlcitT- jtl:uiz<' vorzustellen let, wia attdh die vorige. Fruktifikalidiu'ii nit-lit geauu l)fk:innt: toooUJg* GftbUde wnnlcu am Siumni ge- rm.,irrii. fletea Nata» (? Brawn, BmtknospaaJ unklun toltoraleatraafe niota pither bekannt ie Artec gehDten z.T« wie .U. muricata Schlotheim (Fig. 86) /» den gewcinsten K;irljon- l>laivleri des Mittlt*n*ii Ctebonfi uml maren »ahr«cheMi(* Elettftp. odor StfltapflAnzen.

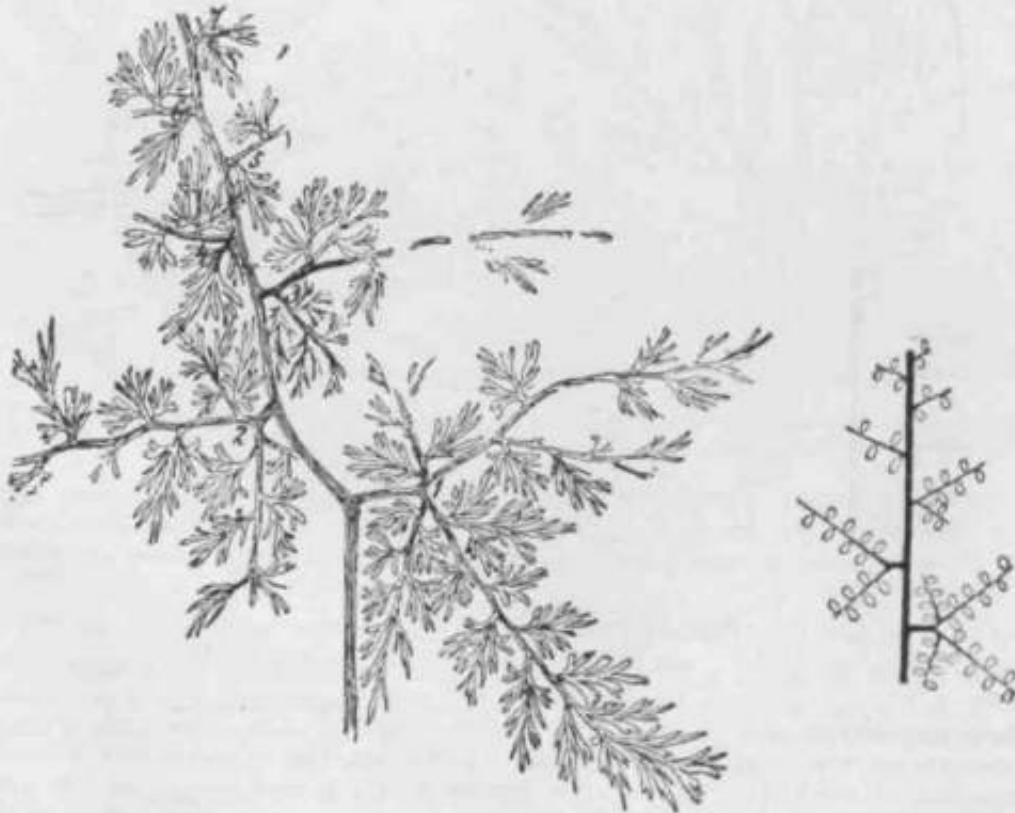


Fig. 26. *Vittm.iilt>)>le.rl, f>i<al»* (Hronjni.) il. r.n. Kttttt UUi-rknrl. . . . ratlllii ->. . . . In- .!., s \ufbnn i» Btttoks B^Uwtimisch. fNndi H. PotOnii.)

Lonchopteris Brongn., Prodr. pi. fies. (1828) 'SI. Genan wie vorlinr, aber **Aderoag** nmschig (**Fig: 29**). Lokal selir Ij.üuSge Formcn, im mittlcrcn Teil des Mittlfrcn Oberkarhons, daier schr gute LeitfosBilien (*Lotichopteris rutjosa* Brgt.).

Palaeoweichsella M. Pot. und Gotban, Abb. it. Beschir. VI (1009) **110** (*Pecopteridium* P. Bertr.). Pecopteridische Formen mit eigentümlich geschwungener alotliopteridischet Adennijr uml mil Noipmig zu M^Hit'iiiuMnug, Itishev car tp Saiirbrilokeu in der Mittlereii Flamm'ikohl&, sicher **pteridoopera**.

Callipterides.

MU 3 Figuren.

AletbpteridiEclia bis sjihenoptcridisuiie oder peco^teridische Fonncn an fiedri:: verzweigten WedelD. Uas Cbaraktdrisitir'hL' fler Smppfl besteht in dem D>fsitz von Zwischen-



Fig. 31. Stückerhen von *Callipteridium pteridium* Schloth. Oberstes Ubwtartwa (WnfMir Hnlilili ten), Thüringen.

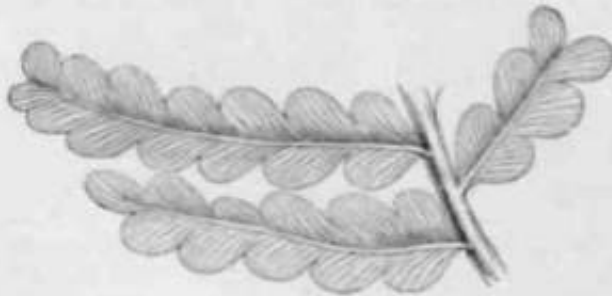


Fig. 32. *Odontopteris semicircularis* - il:il. It'' Hegendes, Thüringen.



!IK w. S^h«B«d«irrW(rtifwt»rii»'nStiH'Ji^ i'ii

fiedern ia dn Hacoptuihw **Fig¹. BOX** M* taten gans dcher ptartdotpenn, otrvohl l-ruk-tifikation and Aiiununif **HBbekamil f?** ob meduQosaaTi^}. Eg .^itxi jUngrae Potmen des obersten **Obodcarbons und Rotliegenden**, Sfinvfn aoofa im Eupfersctiefex.

Callipterls **BitOOglL**, T:ibl. 18tt) -4. Fonnenn vnn *AltikopterUt*- uiid *S/ilif>itofil<ris*-Charukter, in cintr **AMWW** von teflwsise odar loka] bftafign Arton i n r^MIM^cnilcj von Mitii-li-umiM. Noril-'iiMhTtka, Mitu-lasien (? 0>t;i>iiin. Votsjflgliclfl LfitfosBilieo des Rol-Uegonden **fC oonferta Brgt** Wig. 80], *C. tyraüfolia* Qoepport uaw.).

Callipteridium K. WciC, in Ztsolir, D. **Gcil** 8^ (1870) **B& PeeoptMta+xtigo** Fornien mit ^enkreclit Hbstchondpn lilJltclien iinii cifrcniirtifrcm Wmlelaufbiu. *C. pteridium* Sehlotlioim (ol>erstes **Oberkwrboo**), *C. gtgas* OntWer **CBotHegendee**] (Fig. 31, 32).

Odontopterides.

Mil. 1 Figur.

Formen, (ifien l'inv.nliu- llluLHu'ji pertipi^ridi^rli his aJetlmpteridisHi Bind, Fächer-
 nderung' besitKen -itlso olme Mitteladur), StmtUcli ^IHHT Pterfdospenaen, aiu'l die Artel)
 die hier liruppu iUinliili wfe die VOrigea fiir di« hfiheran ScMchten des Obfirkarhrjn und Kot-
 liegenden d ka i j l s) se. Stirmme waliraeiioiidiHi medullosaartig, Saoien nichil- nek ami I.

Odontopteris mit L'ti.. Hist. pi. fit-s. (1831) 251. Die Blattform hat die Charaktere: rter
Grün, i-, tmrten denen nn-isi tmr eine Qfittttm^ tmtorse^kden wtri BekAimta Arton sind
0.pswuiwdaB/bfWfeSdilohtda,0.tihorwnt, Mi ••••• Art is . fcinToOsttndigen Wedeln
iir.kaniit, <liw itu Aufbati k nen gew sst i Kavepb riden entsprch i ••••• nit deneo sis ebeuao
wio nit den Alethopteriden
wahrscheinlich nahe vet
wandt sind (Fig.33).

Neuropterides.

• lit- iminitntlii'h im illittrl- uml
Oberkarbon aebe Eifinfig auf-
triti. Die Vfedd rind Mkr
gmtt, die ISUitrLcti xtillgvn-
tGrtnig mit tadligm (Bcbe-
rlgei) • • der maschiger Ade-
ruajf. I'h: Kngi a it Kii
don I'lr-ri'locpnmei, liml
uwar xir den Medulloseen ist
hier zffeifellos; fie Sttn --
tragt'ii sdttr %. \\\ ausgespro-
chen den Ih;inikter von *Au-
locopteris-Myeloxyltm*. Bei
einigen von ilun'ti sfnd ;inrl

Profiktifikationen bokaant.
 Wie Fig. iWj wlg, sind end-
 ständige iSanicii bei einigen
 Arten htikiinnt, din den Tri-
 gonocarpus- oder B&abdocar-
 pus-Tyrraa entsprebeo diirf-
 tm: ;m[.]prdfiii wiril ein Vor-
 kommen wit¹ Fijr. U C &la i
 Fndililik;iti<ii! dendibtt d *)ni|ti> gadstttet Man kuim die
 Neopteren TKIH dfoa Wedalaafuui in KWJ Hauptgruppen tiilt-u: 1. die Jni>aripin-
 naten oder Uapaarippefl*Hiert< (Fig. !S), JUI denen die ebon ganannteD Bamen >^w.
 ^efunden wurtti und die -|'-/i'll rn <|>n M<IUIIM^I-H gabOroP.; bal ilmtji i'i noch
 das Auftri tt ti potei kni-rujLiit-r IHatter au der H< A Qesamtwedelfl bemerksenswerl
 (Cyvhtp<ris HrntiLtt. , 'ii. meist is. liert vorkommpn (VII. Odoflto^teriA); 2. dk Paarip-
 gederta (Paariljhmiti), dere » Weddrftldte mit £ B15ti.!tn endlgon^ und iii^ außerdem
 an (ITM Il:u|>ti li. n />i- 'tiMiflwlerang^ ztMfen uail . r. r in Einzelnl&ttfaen zerfallen
 ;il^ du- i r-tt-Ti. Vi.u <|t>u h<IiWiili Pu^iUMtaa sind eijentiimlifu' (>r<:iii! bekaant, die
 als Ufcrosporousaektrfigst gedsttai wetdea PotonMa ZdQer a. d^., Fig.84 d), jin>r keine
 Samen. Außerdm ^rilit « eino .u:/ilil Arten, die Minchinend voder in die Blue, iioch in
 die Grappe gehOreu, wie die hubiurtf A', fclipurhzeri Hoffm. Ea i>t wthrscheinlich,
 daß die obige Zweiteilang der Gathmg dor aatfiiofluni EUnteflang t'nt>piifn.,; man hal
 sic) aber damn gewObnt, am praktitohen QrOnden die Qnqpipe utcfa d'r Aderung t'in-
 zuteilen un*! cmt<xBcbotdot tUthci die Porman mfl ledriger Aderang ais Neuropteris, Hit<
 mil nuschlg&i Adenmg all Lhmptrijs, irobel jnli' diesor »Form<gattODged wfedennn

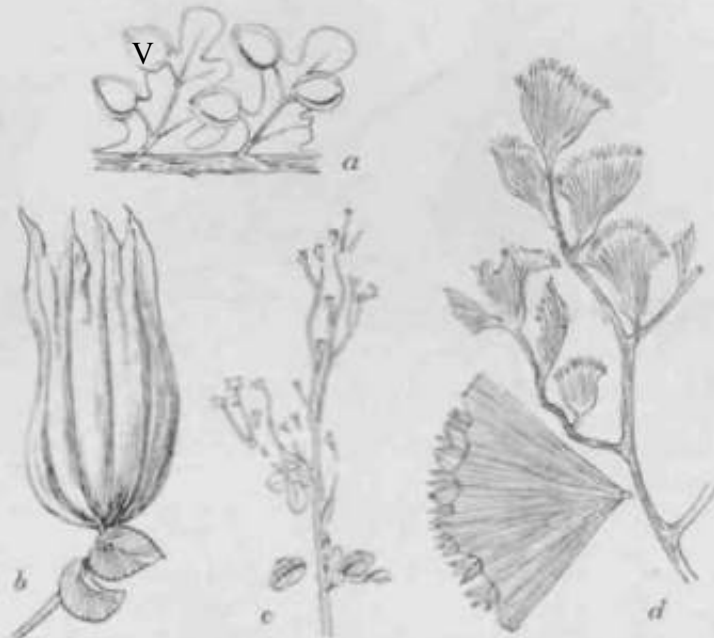


Fig. 34. a Percent, b% = 100 percent; c Schloth., mtt Snimm ncf der illnii-
untoraeltto. * d PrukltiksCJonej iron S'wroptcrclchMi. b endständer
Suite roa SbahdouritUKduurtLktuur bid Nmtropturt heterotaphy
Dnakimi. c mikilipit. Inlilihil. Uruum- dneU Am Art. ri YaA...
JWiu'u'fii iIM Mik'l'o'sHil:lilit;'llilriU'i rti illuk- mil,u rlmar vrr-
größert) vim Sam/gtiri* elgopim ttder Perwaadtoo. CStch Br*B<l'
Kilry. K!*(.-lin ti. < il rti > r- l'. (!*vIrun.li

nach der obigen Methode zweigeteilt werden kann; die einzelnen Arten sehen sich i. T. bis auf die Aderung vollkommen gleich.

Neuropteris Brogniart, Prodr. (1888) 58. Die meisten Arten enthält, die unpaarig-gefiederte Gruppe, wie *N. heterophylla* Brongn., *obliqua* Brongn. usw. im mittleren Oberrhein: weissen. aber zum Teil sehr häufige **Arten** enthält die paarig gefiederte Gruppe • *N. ffigattsa* Sternb.).

Linopteris Lr. sl. in Sternb. Verf. 11 (1838) 167 < *Pityo-pteris* Guttierj (**Fig. 86**). Bei dieser Gattung sind die paarig gefiederten Formen häufig; die **zweipaarig**; diese treten meist erst in den jüngsten Schichten des mittleren Oberkarbons bis zum **SottJBgon-**deti auf.

Aus der **AM** : Daubreeia Ziffer, Commeny 1188) 8. Wegen **h** & **h** mit



Fig. 38. *Neuropteris kitmptre* ~ Brauer. Mini.
in der Kijirbii.

Piffle, *Lhtaptirto rtmavptetokm* < iah > Nouro-
J. l. r. l. t. f. r. i. t. t. M. i. r. l. i. t. i. m. l. i. t. m. u. \ 11 l. i. l. (i. l. u. r. U. s. u. l. u. l. i. i.

tlen fbeugeuایی U'ji jrofielii **kreis** **Ormijr** ^ ii Bftsalt U'dern lii < r **arw** & **hnt**. Ks sind (rot Sc. tladi srdli Uorraig **erschdi** & **eiuta**, in Wirklichkeit aber trichlorophyllen **Matter** (**Bach** Zi'llor mflj-**Licherwe** **Sse** **favoluota**), die **erne** radialstrahlige, nach dem **Zentrum** des **Trichters** konver-**giert** < **Mili** Adnung' iifigen. Xur **else** Art *M. patrae* **Uirmis** Gennar sp.. IUS **Seheflheit** im iVrmokarbon **gefunden**, der st^lluug nach problematisch.

Taeniopterides.

Mit 1 Figur.

Taeniopteris **Brongniart, Hist. (1831) 202.** Formen mit meist einfachen Wedeln oder solchen, die **taa** i-hun;ti **rorziregi** **tSoi** **na**) **langes** **bandi** **Onn** ^ on) **Qedrtg** **geade** **Tcea** **Bliit-**tern (Fig. W). Urt Frötkitikalidium u>w. sind unlx-kamii, **dtorfl** dürfen die (i. iJitozoi'slu-u **Pormen** dieser Art **Ptetidotpetmen** **Min.** Die äußerlich ihnen ähnlichen 'lypfii > U-? **Mrs** < > zoikums gelieren anderen 'hippyn an, z. T. den **[iKJiti** **etidl.** **es.** Die pñJiozotiedien **Fonneu** **Bind** **Qbarakteri** **Etisoi** für die hochsten K;irbemschichten tuid fürs Rorlicrcjidi'.

Glossopterides.

Mit 2 Figuren.

Wedel einfach, wenige **Zeaiixasti** **Bt** bis filigros. mit abgestumpftem Gipfel und allmählich **verflachmalerte** **Basis**, «fter mit eistn **kanen** **Stiel** **MtiHader** **rot** ^ andn oder ffiiU'iid. Die AdreiiTig ist die **eiufodh** maschig, doeli kimn'nii auoh liomolo^e Formt'ii ohne Mawln-ti **vor**, die B.T. mit den **betreffenden** **Gftiongen** mit **KBto** **JieBadorn** woil naie verwaidd sind. iii **Sbnllchei** **Weiso**, **vna** **Etomologformeu** bñj **Alethopteris** **Lonchopteris**, **Ntiuropteris** **Umopteris** **St** ('ien ^ **Pseudoetettis** **nair.** existieren.

Die **Znsai** **BDKTT** **fins** **rip:** d< r narhlmr /n **twwlire** **Benden** **Formen** z< **sine?** **Gruppi** **ge-** **Bchieht** **ranthgt** **auf** **Grund** der **9tt0di6o** **Obawktew** **ib>** **Hiath-r.** **da** **die** **Fw** & **tifflicatio** **Den** **utid** **Sttante** **nur** **vernrtngswdsfl** **bekannt** **Bind**, **Das** **Vorkomm** < a aller dieser Formen **besciir.** **Hiikt** **steli** (bis auf **dM** der hifr aut-ii nur verlp< jni[lif;itswt>isc **unte** **Tgebracht** **Oftfoog** **Lesleya**) **auf** **die** **Qondwai** **gebiete**, **deren** **Florenge** **mef** **Mchart.** "if vorn S, a, **Fu** **Notc** **gesagt**, **nafl** **ilmen** **juti** **li** **all** (•iossopterUflnri bezeichnet wiril **J** > i> **Fbrmea** **komnten** **i** • **den** **GJondwanawhietren** **vou** **den** **iUeren** (Permok&rboa) **an** **vor**; einzflif **Ponaea** **h** & **bea** **noch** **Residuen** **in** **der** **Rhtt** **Uagflora** **liim** < rta < 8 < n (**Qtossopteris** in Tonkin).

Gfossopteris **Brc&gB* Profit**, [1B2») 54. **Biftttei Biota** mit **Iftttelafler**, Aderung etn-
fach **tiuiKclij**[^]; die Ad&rnmaschan **IBJggestr** > i i odar kur/iT polygonal, wonaeh 7creohie-
dene Arti-n iinii'i>'liio+i),» warden. 1% littuflgataii Bind ';/ . iadica Schimpez and f;f. 8w>w-
N'UIKJ BrongtL I Fig. 38). Ifobsa den groSen efgentlichen Bliitli-m bdtB (*itemsoptvris* nocfa
kleinere, mehr BChuppenfOnnige Bkiiter an der Bast, die nut den gtoSen am Uli[^]om be-
featigt wiu'en. Sie zeigsn < berglng* zu den Donnaleu Bfttttrn.

Die Blatter haben augensdiaiQttcli Bach mditarea Punden in Sobopffotm geeosseu.
Die StUnime sind fler j\ntonii«» ttnch **ti** > iat . . . i- r ^ i wint. Ybn Btherige isl unter
dem Natneii *Blecfotoxylon taibragareitse* ain bebQimflrkea Stttounehen ft-us Austratien)>
Hcliriebtci wonlon, das BSttffit atmlich kltimoi *Gtos.mptertettitiU-hvii* in SchOpfen trlgt.
Dte Ktrnktiir ist ;selir iiiiingtelhafl erhalten, man aiebt aber sovitd, rlaB nin Sang von >< kun-
d&holx vorhaiideii ist, weslialb das St&inm-
r]i>i 7,u ik'U l'tr-ridoapernienstamnifii HL'SIPIII
wird.

Kiiiklhikali'mi/h Rind ttichi gSB&Qtt ""-
kannt, aber van ilieser (rattimg augegeben
worden. Man hat Sporangien tin * 11 i'< lättern,
IHKW. Sori an doti BSttcm
zu ftndeü gfiglaubt, wai
sieli abfr als irrliimlr!
heransstollte. AHCH -ti-
Mitteilung vim A r b a r ,
der aifi Siidafrika mit
Glossopteris auf'ti^fti'-ii!

schuppen- bit sackförmige
Organe kanntgemacht
hat, die -'s Sporangien-
kapseln deutete (die spä-
Far auci iu Brasilien ge-
hmdon wurden, hat sich
als wenig bdddtend er-
ft'iesen. da die gt'utanten
Schuppen keinen Inhalt
erkeniun lifBmi. Saner-
dings h&i Walkn m im-
H t dt-jn Nainpii *Nummuta-
spermum* Samen bekasnt
gemacht, •lit- tr als zu
(*lossupterbt* gehrtig an-
sieht; ein Zusammenhang

ist aber night bewiesen. Vuti Reward wirf iñ niaem Ssaodbud EKL III 1817],
1411 angeg^en, daB n SBBUXI *OarpoBtha wniñ* Fttstm. in rotcheinendam Zu-
Biunnichiiiffr mit Sehltpjwnbtittani WOD CBoWOjrffrfa ^efondan L;ir, Nimmt man
diese Angaben und die Beschaffenheit des evtl. zu *Glossopteris* gehörigen oben er-
wähnten SMhM•!•••• UUj (j,vs f-uindiptt Fehl<n \mi Sori an den Oiossopteria Bl&tteni xu-
sammen, so Ueibt die Zugchfrigkeit dw Qatttrog mid won] der fraiwn Gmpjfi /u din
Pteridosperiffti rmrli d*» Wahneoeinliciffte. Hlt-r kunii ant-li nrwilnl werden, dafi iik-
eipentftitilir.lifu halb ajiblt-tii* n;irtiv' aiiifwln'iuifii. TOO 1*. White ale *Arbrria* und *Derbyg&a*
beechriebonan Hltttr nit Fruktiftk<t*HMisorgJuien von *Olossopivrs* in VeiWnduog gebraehi
wovdiMi, umt dai . . . gilt, von dor wie cin g<stfilter F&char anMehrenden *nthu-anu*
Zeiller <Ff.istmntyliu ZeilleT), wa^ abet r^ine Vimaittt&ge] Bind, Al* Hhixfiue werden xii
Glossopt&is .li., >,i'i'i;imiii'i 'ii(il>r;iri(/ii getaebnol iVertebrarfa Royle, Fig, 86), die
schon Uinger lickaimt wai>n. dereo Zusantnmbaig sbxs rrsj von Zeill ST and Old bit in
erkannt wiirde. Eine Doutnng d<;\$ etwss rm>rkwilrdiftpu ^nfiwttn 316861 Bhtzanis Inn be-
sondera Zeiller jegeben: 'uii dem >li(tel>ninki»- d*s LtlmoniH pingiMi strahfig USD
auffin keilfArnu^r Segniente j>», die in den AUdrHvkfi) wic qttergeglied^ri ersebfitten dnnU
die in die Wittier uustrinciidi'i LeitbttndeL ZafUer mOohte die Fertafrario-Stroktut bis



Fig. 37. *Tenuiopteris jejunifolia* K. I. Bot. Atlas.



Fig. 7. *Browniana Brongniartii* (Nol.)



Fig. 38. *Vertuaria indica* Boy li. (Nach Feil-1 ra, 11 t el.)

zu gewissem Grade mit den Stammchen von *Struthiopteris germanica* vergleichen. Die Art kommt am häufigsten in den unteren und mittleren Gondwanaschichten vor und erlischt im Rbiiit, nur ausnahmsweise sind noch Residua im Rhät-Lias von Tonkin (angeblich auch Mexiko) bemerkt worden.

Linguifolium Arber. Nur in Blättern bekannte Homologformen von *Glossopteris* ohne Maschenaderung (s. o.), die aber jedenfalls der natürlichen Verwandtschaft nach *Glossopteris* sehr nahe stehen, wie auch Seward annimmt, und nur von einigen Autoren mit Unrecht aus den Glossopteriden herausgenommen werden, bei denen manche Stücke auch nur wenig Maschen zeigen. Bisher in rhätischen Schichten von Neuseeland und in Chile, an letztem Punkt nach den Angaben von Solms-Laubach bzw. Steinmann (vgl. Arber, New Zealand Geol. Surv. Pal. Bull. VI [1917], 38 und Solms, Neues Jahrb., Beilage Bd. XII [1899], 593).

Gangamopteris Me. Coy in Ann. mag. Nat. Hist (1847) 151. In der Form *Glossopteris*-ähnlich, aber im Umriss unregelmäßiger, ungestielt, ohne Mittelader, mit öfters buchtigem Rand. Die häufigste Art ist *G. cyclopteroides* Feistmantel, die für die untersten Schichten der Gondwanaformation charakteristisch ist. Außer in den echten Gondwanagebieten auch im nördlichen Rußland gefunden und auch nach Zaleski in Sibirien.

Lesleya Lesquereux, Coal fl. Penns. (1880) 142. Formen, die sowohl an *Linguifolium* wie auch an *Taeniopteris* erinnern, in der äußeren Gestalt *Glossopteris*-ähnlich, mit einer sehr dicken Mittelader und auffallend feinen verzweigten Seitenadern, die im Gegensatz zu den echten *Taeniopteris*-Arten stark schräg aufwärts verlaufen. Trotz mancher Beziehungen zu den genannten Formen dürfte man der Gattung Selbstständigkeit zuerkennen. Die Form kommt im Permokarbon vor. Bis zu gewissem Grade *Lesleya*-ähnlich ist *Paiaeo*vittaria* Feistmantel der Gondwanafloren, die aber keine Mittelader hat, also gewissermaßen eine *Gangamopteris* ohne Maschenadern darstellt.

Belemnopteris Feistmantel in Journ. As. Soc. Bengal (1876) 370. Aderung maschig wie bei *Glossopteris*. Blatt pfeilförmig mit einer Mittel- und zwei abwärtsgehenden Hauptadern. Mittlere Gondwanaschichten Ostindiens, hier nur provisorisch untergebracht, da wahrscheinlich in irgendeiner Verwandtschaft zu den Glossopteriden stehend.

Megalopterides.

Megaiopteris Dawson (vgl. Lesquereux, coal fl. Penns. [1880] 147). Wedel und Blättchen groß, einmal gefiedert. Gipfelfiedern schief, lanzettlich, ganz; die eine Seite der Fiedern stark an der Achse herablaufend, daher die Spindel stark geflügelt; Adern schief auf den Rand treffend, gegabelt. Fiedern durch die Mittelader meist asymmetrisch geteilt. Eigentümliche Formen, charakteristisch bisher für die unteren Schichten des Karbons von Ohio und Illinois.

Bemerkung. *Megalopteris* Dawson ist nicht zu verwechseln mit *Megalopteris* Schenk = *Gigantopteris* Schenk, die wir unter den Farnen behandeln, die allerdings von einigen Amerikanern als Pteridosperme angesehen wird.

D. Fossile Gymnospermensamen des Karbon und Perm.

Die Zahl der aus dem Karbon und Perm in kohliger Erhaltung bekannten Samen ist recht groß; außer diesen kennt man aber auch eine beträchtliche Menge von strukturzeigenden Stücken aus den Dolomitknollen des Karbons und besonders aus den Kieselsteinen des französischen Permokarbons (von Autun). Die Literatur besonders über die Letzteren ist ziemlich groß. Beschreibungen kohliger Samen finden sich in allen möglichen Karbonfloreten zerstreut. Wir geben zunächst eine Übersicht über die wichtigere Literatur und machen besonders auf die zusammenfassende Darstellung Seward's in Bd. 3 der »Fossil Plants« S. 300 ff. (1917) aufmerksam, der wir uns hier wesentlich anschließen.

Wichtigste Literatur (außer dem eben genannten Seward): Scott, Studies II (1923) 3. Aufl. — Arber: Seed Impressions of the Brit. Coal. Meas., in Ann. Bot. XXVIII (1914) 81. — Brongniart, Graines silicifiées, Paris 1881; mit sehr schönen Tafeln. — C. Eg. Bertrand hat die einzelnen Samen des Brongniart'schen Werks nachuntersucht (vgl. namentlich Bull. Soc. Bot. France 1907/8). — Oliver, *Trigonocarpus* und *Polylophospermum*, in New Phyt. III

(1904) 96; Ann. Bot. XXI (1907) 303; *Physostoma*, in Ann. Bot. XXIII (1909) 73. — Oliver und Scott, *Lagenostoma*, in Phil. Trans. Roy. Soc. Bd. 197 (1904) 193. — Oliver und Salisbury, *Conostoma*, in Ann. Bot. XXV (1911) 1. — Salisbury, *Trigonocarpus Shorensis*, in Ann. Bot. XXVIII (1914) 273. Andere und ältere Arbeiten von Williamson, Fiedler, Berger, Nathorst u. a. sind in der genannten Literatur zitiert.

Vor Entdeckung der Pteridospermen kamen als samenträgende Pflanzen im Karbon eigentlich nur die Cordaiten in Betracht, zu denen im Rotliegenden die Walchien und noch einige wenige Samenträger hinzutraten. Man war in Verlegenheit, wohin man die vielen im Karbon vorkommenden Samen bringen sollte. Zeiller wies darauf hin (Elém. Paläobot. 1900, S. 220), daß dieses Mißverhältnis aufhören würde, sobald Formen wie die Potonié'schen *Cycadofilices* als Samenträger erkannt sein würden. Dies ist nun seit den Untersuchungen von Oliver und Scott über *Lagenostoma* und *Lyginodendron* geschehen, und wenn man auch die Zugehörigkeit der meisten karbonischen Samen zu bestimmten Arten der Pteridospermen, seien es nun Stämme mit Struktur oder Blätter, nicht genauer kennt, so ist doch die Zurechnung der meisten Samen zu den Pteridospermen sicher richtig. Soweit ein solcher Zusammenhang bekannt ist, ist dies bereits im Vorigen gesagt worden. Die bisher bekannten Samen (mit Struktur) zeigen eine Anzahl gemeinsamer Eigentümlichkeiten, gleichgültig, ob sie nun zu den Pteridospermen oder Cordaiten oder noch anderen Gruppen gehört haben mögen. Sie sind alle orthotrop, alle haben eine Pollenkammer, wie sie heute bei den Samen der Cycadeen und von *Ginkgo* vorkommt. Man hat häufig in den Pollenkammern verschiedener Samen Pollenkörner bemerkt; fossile Pollenschläuche sind aber nicht erhalten geblieben. Nach Analogie der Vorgänge bei der Befruchtung der Cycadeen und bei *Ginkgo* ist anzunehmen, daß auch die Pteridospermen noch bewegliche Spermatozoiden entwickelt haben, jedoch ist diese Annahme ein reiner Analogieschluß auf Grund der Samenstruktur. Viele der Samen hatten eine äußere fleischige Hülle (Sarcotesta) und eine innere ledrige oder holzige sklerotische (Sclerotesta). Der Natur der Sache nach erhält sich oft nur der sclerotische Kern und besonders bei den kohlig gehaltenen Samen sieht man nur selten Spuren der Sarcotesta; auch bei den echt versteinerten fehlt diese oft. Außerdem ist zu bedenken, daß die Sarcotesta bei kohlig erhaltenen Samen als feinerer Außenrand, also wie ein Flügel des Samens erscheinen kann. In manchen Fällen ist sie aber leicht zu erkennen an der Streifung auf der Oberfläche des Samens, herrihrend von dem Leitbündelnetz der Sarcotesta. Der Leitbündelverlauf, dessen Ansatz und Eigentümlichkeiten spielt bei mehreren Autoren eine besondere Rolle in der Diagnostik der Samen; im Ganzen erinnert er an die Verhältnisse bei den Cycadeen. Daß ein Embryo in diesen Samen bisher niemals beobachtet ist, war schon früher erwähnt worden. Bei den meisten ist der Nucellus frei innerhalb des Integuments, **aufier z. B. bei der *Lagenostoma-Giuwe*.**

Da die Samen fast immer allein gefunden werden, ohne Zusammenhang mit den anderen Teilen der dazugehörigen Pflanzen, so hat man unabhängig von den Fragen anderweitiger Zugehörigkeit eine Spezialklassifikation der Samen vornehmen müssen, wie es schon Brongniart getan hat. Man unterscheidet zwei Gruppen; 1. Samen mit bilateraler Symmetrie, die meist ziemlich flach sind und sich durch eine Ebene in zwei gleiche Hälften teilen lassen (*Platyspermae*). 2. Samen mit radialstrahligem Bau, die sich also durch mehr als eine Ebene in gleiche Teile zerlegen lassen (*Radiospermae*). Nach diesem Prinzip hat auch Seward (a. a. O. 1917) die Samen aufgeführt. Eine andere Einteilung mit zahlreichen neuen Gattungen, die anscheinend kaum etwas gebessert hat, hat Arber für kohlig erhaltene Samen (»Impressions«, a. a. O. 1914) gegeben. Wir geben diese Fassung nachher anhangsweise.

Radiospermae (Samen mit radiärem Bau).

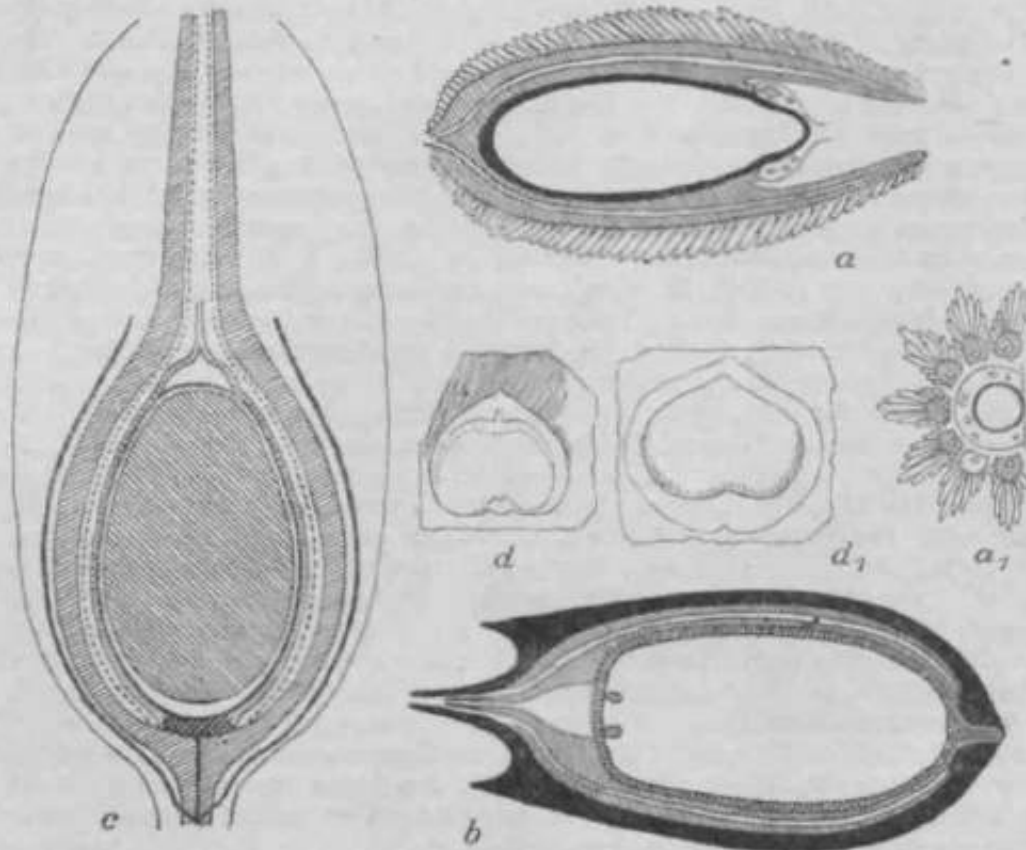
Mit 3 Figuren.

a) **Lagenostomeae.** Kleine Samen, deren Außenseite meist mehrere Rippen zeigt. Nucellus nur am oberen Ende frei, etwa von der Höhe der Basis der Pollenkammer an. Der oberste Teil des Integuments ist oft gelappt, wobei die Lappen frei sein können oder verwachsen. Die Samen sitzen öfter in einer Cupula.

Lagenostoma Williamson. Die wichtigste Art dieses Samens, *L. Lomaxi* Williamson spielt in der Geschichte der Paläobotanik eine besondere Rolle, da sie zuerst die Gymnopflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 13.

spennennatur eines biahre uubedenklich zu den Farnen gerechneten Karbongew&cbEes darJegte- EB ist der Same von *Lyginodendron-Sphenoptfris Hoeninghausi*, ultt;r d&m wir schon vorne **8. 10 gssprochen** haben. Ks ertlbrigt awh dahtir, liier Weiteres mitzuteilen.

Physostoma Williamson (Fig. 40a, ot). Klein« Siinei), ca. 6 iniu liliig. 2 mm breit, mit 10 **Rippen,anfio** pi^ntiiliulieh bchaarL Eine besondere Eigreutiimliehkeit. dieses ^;uiiens ifit, djifj statt der Mikroj^lp ein Rin^ von 10 freien Inngeih etwas auspebroitueu (**Teatakdn**) **L&ppeii** auagel>Udet ist, eieue iu der Pflauaeuweit **biflher** diwig dastelionde **Stndctttr**, die von Oliver als piraitiv angesehen wird. Difl Pollenkamraor ist ziemlici



Kic. -to, SchomAtn der Stniktur **raa** rtulittr gebsutn Snuicn c)« Karlmiis. n, a, *Physostoma elegans* Will, n Laijfir*(j(rhllir: atiQcu U) 11nun', <*hen ctle Fiill^iikmmrir: liiliituiJiciH BchrS^ Hflirnfriort, Lolt- itOudol ilnrin lt?..ll« Liuiu; it, yuiTselnilT In llGliu <W PollfulcBJimier mil Jrji 10 fr<Ji«ji l,tij[n-ii nub. n. — **8 Ste.** huHtisprmm aketiUMt* Broiifcn^ oben mit i Archt-jjonlen, dnrllebe.r ilUi **Pollenkummer**; Sklerote^tn n&wanL — e Tr^osweorjnu /*firA*H*pxi HroiiK'i-. L)luK>>>c)lhT; ouitm [h .s«rk(if>Ti;t; **wdfgg tchrtfBtrt**; Skli'n>tf*In; **tnsen**: fri'i-r Nuvellua uml **PoUeokMUMri** ulien **Ufa** Intj^e Mlkrojiyle. — rf *U'rdiacarpHfi drupaceu lititl** Surkotesta AchrafJlerl: d; *Car/tincarpwt Gutbitri* H, B. Ge;i«. (!>b«rkarhtn u. Kotlff:eD<le6. (Nach Oliver, Brongniart.)

grol, nnd man hat oft Pollen darin gefundeo. Wozu dieser Same gebOrt, ist nicht bekaunt. **Englisches Karbon.**

Conostoma WiUiamBon. Zeigt im unteren Teil 6 Rippen und EUL- Art schwaebe **Sarkotesta**. Das Integument zeigt oberwiirts 6 Lappen um die Polknkamuior, die kiirxi r ist als bei Physostonia, kenie rOhrenfOrmi'o Fortselzung *Her* l'uU'itikamuior iiach <•ben. Im eiglisthcii mittlren und unteren Karbon.

Sphaerostoma Bonbon (a. S. 14), nalie mit *Conostoma* verwandu Hat wie dieses einn Quirl VOQ L;i]pen um die Mikropyle, eine groQe INillrnkiuniner uml eine **persistie**- Tfnde KpidertniB Über der Aufra^ung oberhalb des Kmbryosacks.

Gnetopsls Renault. Samen, die ettit verstinert und kolilig bekaunt aind. Sie saflen zu 2—I in einer Cupula. Ursprilnglich nar mit Struktur bekaunt, spSter auch in kohligter Erhaltung im mtttlereii Karbon von Carpenlier gefunden (Fig. 41 d). .Selir cigentamlich

Bind die **dnü hie** vier fedenirfigen Organe, offuiibar Flugprgane, am tiipfel. Die Samen Hind nitbt ganz rund und neigen ?,u den Platy^H-rmae¹ {Fig. ^i & rechts ein Querschnitt).

b) Trigoflocarpeae, ijamiin, d.w be&onders zq dm Mcdulloseei gerechnet *cr-tlen. Din Sajnoi grigou nieifet 8 Rippen odeT tin MehrfacWs davon. Diese si:«n auf der Sklerotesta, die von tiner ileischiguti Hulle (tinrkotesta) urogebon ist, die J*Wl bei den Foasilien meist Itililt, wo man iur den Ke.ru sieht Das Integument bfidet über dem Nucolius cine Mikropylarrlihe von pOBERer Litwge. Der Nu.cellus ist freistehend im Integument sichtbar, ntir An der Basis angeheftet. Einige ArUn t'ind »«hr bin ~g und weit veTbieitet im Karbuu

Trigonocarpus Brongn. fHg. 40 c, 416. frj), dessen beido hJiufpste Arttt 7\ Pat-Mmoni Brongn. uud *T. floeggerotki* St«mberg) gewfihniich zxi Ah'thopteriM gwechnt werden.

Tripterosperrnum Broitgn. zeigt drei sttirke vorspringende »KIQg^U (?).

Pachytsta Brongn. {Hfetjalotspermitrii Arler). Selir grofi^ Samcu. 11—12 cm lJUig, als Abdrfcke und mit Struktur bekannt. Die Bxo^esta ist schwammig, •aß-ii und iniiit'ii mit skleiotiscfecu Lagon uiwl mit «wei Reihen von Leit-bftndeln. J • i * • Endote ist auch z. T. jjcbwamintg. Die Enott^ti ifit iu drei Toile gpteilt tlurch drei radiale Flatten, durtb wolclu: xwei Flatten nach tinnen jrehon. Der Nncellus iat frei vie obfsn. In Ab-drieken wigen di Samen starktr littiigstippeii von den Lctbtlttifleln toe Exo-t.c>ta berrubrend. Oberes f lbwkarixMn und Botlie-gendea,



Fig. 10. a ftHfoiini^fliw Br.-iuni. b, b1, TrigonocarpusTM Rrtmini. Kern.— rWf, l.,, apia Goep. d Goe.,, u., a. 4 «klWw«Jun Burkcr. ob>r- kurliDii u. K< ili.,, n. l<'. iXarli H(TK<r, Brongniart, Renault u. a.)

Dt.«i.»^ 4.U TMTM
fiycnote«anrongn.
Samen illif. B & tai" k vor-
springenden »Flügel«,

die von der gefalteten Sklorotesta gebildet werden, ttiinlieli wie bei *Tripterosperrnum*.

Hexapterosperrnum Urongn. Schrsccbige Samun mit 6 Rippen (= Heiagonocarpus Renault?), **Peniwkarboa**

Stephanosperrnum Brongn. EUipsokHschi: SflBftn, wahniebuntich mitfloischigt: SarkotesU- Der Keni ungerippt Nmiellus gnnz frei vom Integument, VrrliJilinis-mJUig selir dicke Sklcrotesta, *lio auflen ein PallisadenK<llftti(rij;wcbQ zcigt- Die Ski. eprhigt mit tfnem vorstehenden Ring natli olxn vor, so da(i dfr .Sattien wie g^krHnt .iiissioht (Fig. 40b), dahor (li-r Name. Der Nucellus ist von einem kk'inen, Icitbunclel-ieigenden Gewebe umgeben un*I durcL einen Zwischenmuitt von der SklerotEsta getrennt (Trachelidenmntiti]. Zwei Arciegonien stnd bemerkt worden tind in der Pollenkammer mebrzellige Poll«n. ItTiukarbon.

Codonosperrnum Brongn. (Fig. 41 a). Ein acbteckiger Pamf, der dttröh oino Eiu-BohnflroBg in vnm groBeren oberen Teil mit dem Nuclllus usw. und in eine kleinere untere lufUTftillte Kammer geteilt iat, die velloicüt als tirlwiimin;ij>]tir:ii diene, Permo-kirljon.

Poiylophosperrnum Bron(rn. fKig, 42 a). Samen mit Sarko- und SMSrotefcta, Lotxten mit (i vorspriiil'ciultn Ripp0Q umt kleinere<wtachen dem Kanl«ru Die Tofta. trUgt nach oben fiinen Portfiatz, dor den Samen obon me eine Kammer Qbenvtilbt, in deren WitU', ttnteu die Mikrnpyle sitzt Pi-rmokarbon.

Aetheotesta Brongn. Panien mit groUet Pollenkamnter, Sarkutesta nach oben stark verdjckt uud verlängert. mit Luftkanfien im tiwebfl. Renault reclinet dieae Sanien, allerdings ouue zwingeidcn Grund, m Dolcrophylium. Pennokarbon.

Eriotesta Brongn. tuangelliaft bekaimter Typua. DM GHebe gilt von Gaudrya *Qt.E.* Samen mit langer Mikropyle und großer Polhenkammer.

Platyspormae.

Samcii mit bilateral-symmetrischem Bau. (*Cardiocarpus* im Sinne von Seward.)

In der Organisation selbsten die Samen sicli den Trigonocarpeen an; sic be&itzen dah«T Sarkotflsta, Sklerotesta, freien Nucellus und Pollenkammer, Wabreud von den frtther genannten Samen die Oberzahl zu deu Pteridosperron gerechnet wird, gehtiren von den Platyspermen viele zu den Cordaiten, und bei mehreren bat man den Zukammenliang damit nachgewiesen. Die Samen sind fast alle in Abdrücken berandet bis geflügelt, entweder durch den Besitz einer ± dickoo Sarkotesta, oder durch wirkliche hautige Flttgel. DIP Arten kommen vom Karbon bis zum Rotliegenden vor.

Cardiocarpus Brongn. (Fig. 40 d, it¹). Im ganzen herzforinige Samen mit apitzlichem Oipfel und schmälicher Berandung. Von dieaem Typus wenig- verschieden sind die als *Cordaicus* Geinitz bezeichneten Samen. Hflufig im Karbon; auch mit Struktur bekannt. *Cordaisperminit* Hen. ist mit dieaer Form tdetitisch,

Cyclocarpus Fiedler. 'Kreisrundo Samen, ursprünlich als Abdrucke, nachlit-i' von Brongniart. mit Struktur tiektint gemacht. Karbon.

Cycadinocarpus Htm. Ist im Leitbündelsystem von *Cnnturarpus* verschieden. Ob \i'kli*ji eine besondfre Gattung vorliegt, HunkJar.

Rhabdocarpus Meger (Fig. 41 e). Diesen Namen will Seward für kobtigo Samen reservieren, *Rhabdospermtim* für solche mit Struktur. Die Samen sind oieist von eiförmiger bis ellipsoidischer Gestalt und zeigen sicli auch in Abdrücken noeh von der Sarkotesta umgeben, deren Leitbündel in Form, eines ± stark linjssstrengen Cberzugs hervortreten und d'w. nicht mit Rippen d«s Samens selbst verwechelt werden dflren. Von

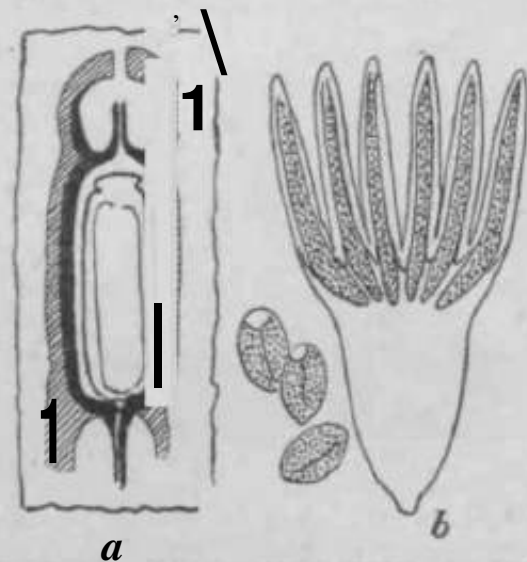


Fig. 4a, « i'tilytnphnspvruiH Bronim. (». Text)
h CodnmitJitca Bollartfl, ltnkt I'oHenk-BimT aas
den MikroBporophylon. (Sank Ilruijtn iort U.
SnUrds.)

Cardiocarpus unterscheiden die Samenkerji« sicli durch das Fehlen der herzforinigen Basis. Zu dieser Gruppe g«horen auch die an *Neuropteris* gefundenen Samen (*Neitrospermum* P. Bertrand). Die Samen sind nicht, selten im Karbon und Rotliegenden zu finden und gehoren teils zu Pteridospennen, toils zu Cordaitalee,

Mitrospermum Arber ist ein mit Struktur bekannter Typus, der durch den Leitbündelverlauf und in einigen Einzelheiten von *Rhabdocarpus* abweicht. Nach den Darlegungen von Scott gehirt dieser kleine Same nicht zu Pteridospennen, sondern zu *Aleoxylon*, einer Gattung der *Cordaitales*.

Diplostema Brongn. fin durch zwei schwache Kiele ausgezeichnete Same des französischen Pennokarbons.

Taxospermum Brongn. hat seinen Namen von der Ähnlichkeit mit *TVmtt-Sainen* aiegt aier im Verkuif der Lwtbimrtvl dot Iiteguments Besonderheiten.

Leptocaryon Brongn. Ein Same unklarer Verwandtschaft, da die Anatomie nicht genügend bekannt ist. Wie die vorigen im französischen Permokarbon.

Composita Bertrand, schnell im grofen und pinzen *Hezapterospermum*.

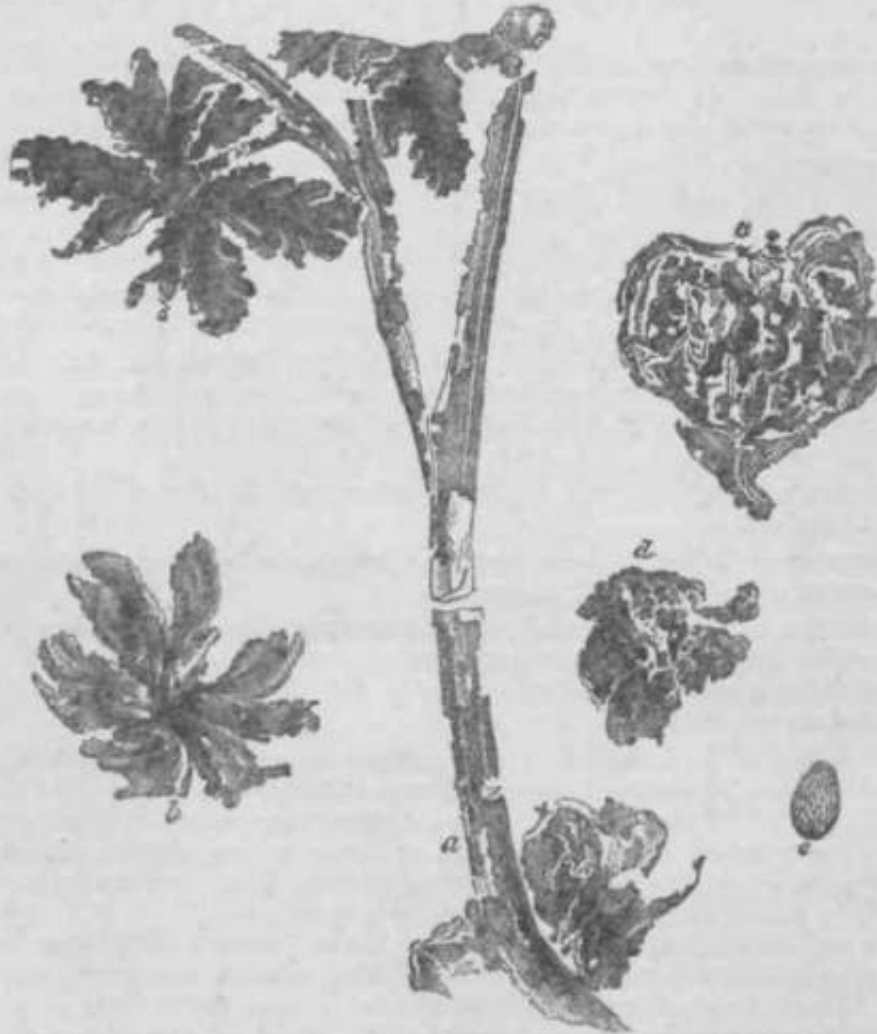
Samaropsis Oeppert (Fig. 41 c), meist kleine Samen mit deutlicher bis starker Flügelung, die aber wohl nur z. T. von wirklichen hautigen Flügeln herrührt und auch mit dem Vorhandensein einer Sarkotesta zusammenhängen kann. [k'sim Xanien aolle. man nur auf Samen mit kohlgiger Erhaltung xmwenden: eine mit Struktur bekannte *Samaritopsis*

Pterospermum Samen mit drei großen dicken Fühlheln, wobei der eigentliche Same nur klein ist

E. Formen zweifelbarer Verwandtschaft, die mit oder als Fruchtkationen bekannt sind. *mm TeU* zu den Cycadofilices geföhrt, zum Teil aber besonders Gruppen darstellen.

Mit 3 Figuren.

Aphlebloxarpus Stw, in Abh. k. k. Geol. R. A. Wien, VIII, II (1877) 304 (Kg. J3). An den Enden verzweigter Spindeln **bemerkt** man fternt)rtnigr gTUppte pelnjptf Sprei-



F₁, a. *Apilebiuturpui StMtM* Star, a—d n. Or. d mit •£\$arugUn«; I <•» BOLDiaa Smnl vorgr. Cat. Ouerkarbon, BHeduwAleK, (Sfueh siur.)

ten, denen zahlreiche kleine Bporaiigiuiartipi Ucbilde oder Samen angeheft<t sind. hi*¹ **wenigm getondenm Bxesiplus** sehea BO aus, nU ob sie die Fruchtkation irgi^ndeiner B<ra> janz antlers aussehenden Ffl;uizp rlarst<uen. Eine *VxamtStm* tier .Sportuipi<?n Wire empEeldenswert Bisher nur in den Waldeuburger ^thirlit<n NiederschlesienB.

AlcicornopterU Kidstm, in T&O&. Rtiy. Soc, Ed.XXXIII (1887) 152 .aus drnn sciot-tifdien Utt'ik.irliftu (elno Art win! tins Fr;*iikt*ich ftUgOgebm, die alter m CalatMops ?.u NUTIPH ist> aind ebenlaJB rttsdlufta Fnktifikationen, die »gew©ihart3g« aussehti (wolicr fiat Name stammt), an denen Samen- oder sponvgienahiililif Kfttpex bttngec Ober die Pflanze, zu denen sie gchftren, isl uichts bokainit.

CateChkqwQodppen, PalMont, XB M^HJ 268. EbenfaUa Kruktifikationen mit g>|>-lijrer oder wnregplmittSi^rer Verzweigung da Stougeis, an denen obenfalls schopffilnnigo kletnere oder grffiere •kflrbehenartigw Hliitenorgnno ansitz«n, deren einzclne Lupptw

schmal-lineal bis breiter buccettlfc rial Wif oben 8.28 1x Cardiapteris berrorgolioben, scheinen diese Fructificationen imch flea Fuiirluinsciiclen am etwsten zti gewissen Archaeoptoridei zu gehOren. Ks isl aVier Qabe^&niit, ob es sich mn \$ oder ^ Fructiikatioiifcu handelt. Kuini, Ij'mher Beltra (vgl. *Alcicornopteris*).

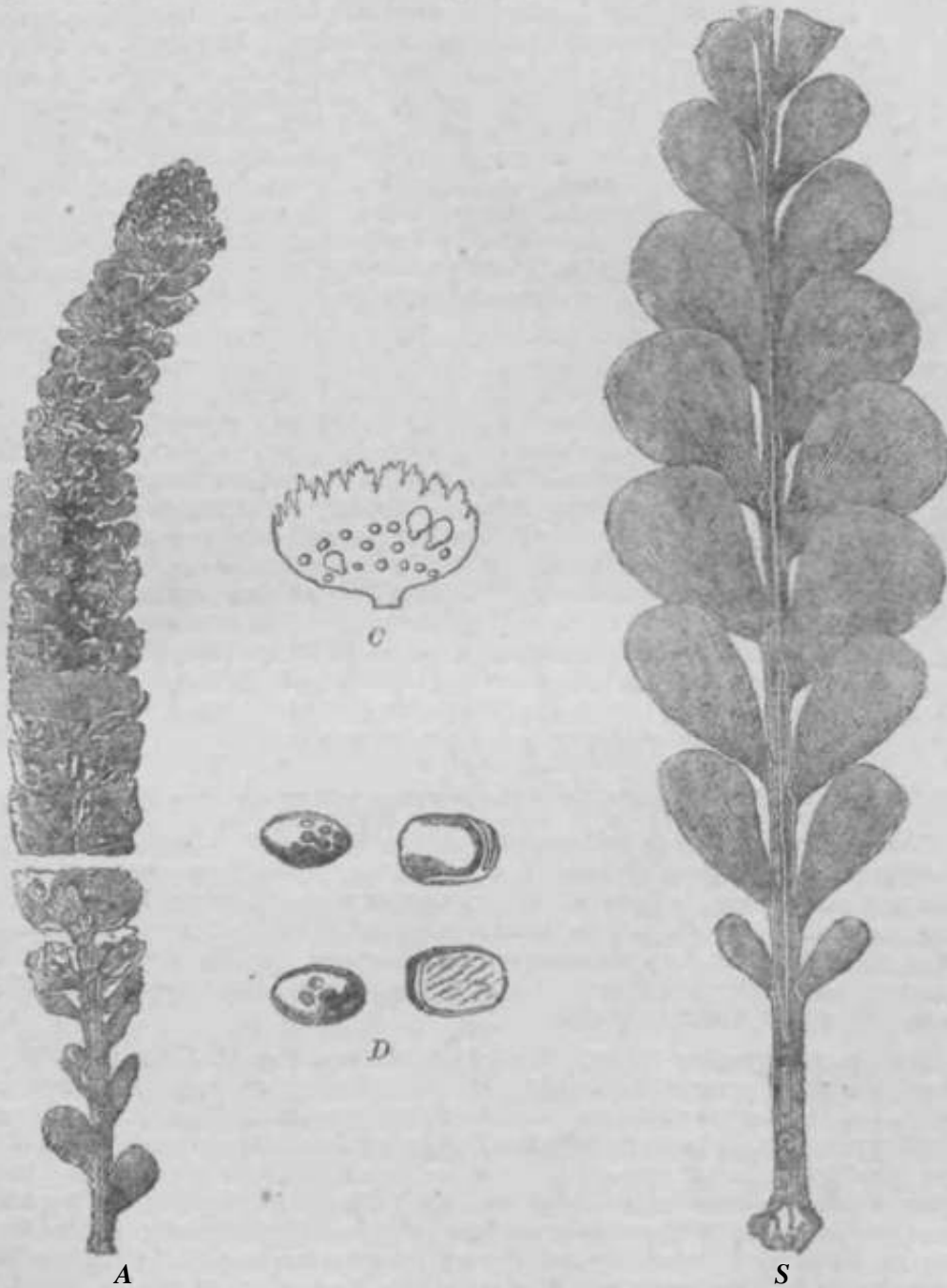


Fig. 44. *tfuggffrtUhta* !.ts., M Sticnib. A Siptan, u Hfcartlar WodeK-tetJ. C 2»jfenachnpiw tod t 3 »Spo-
ntiisJflit mid AntattfeBUeP ton BOKfKM. /> >Si>orAiidcn< (HiilCl) mil SjiirPii ilirin, -fniitl \ergr.: fzehta
RlnxHim liporfiit, stKrjlnr i«rjfr, BfilulMfaM Qbatkutoan <lfjikont/j. (Xat'h stur.)

Noeggerathia Sternhcrjr (vgl. bes. **Star** AW), k. k. GcoL R. A. Wieu XI, 1 [1855J 9)
(rait **Auaschl** der von verchiedenen Autoren liUsdilich so bezeidiueten Blatter, die xu
den Cordaiten gehiiren), I-Jiinial gefiederte, mit fScheradriren, ecbiei insyrierkin grofio
Btfittero liesRt7,tf **Wedei** von cmlertit *Cardiopteris*- Vjs *Rhopterls-atoiWcbmi* Charakter.
Di« fvitikG Teiles der Wedel sind **voHattodig** ander? gestaltet und zeig-n eine Anzaal von

dicht gestellten, eine Art Zapfen bildenden Sporophyllen, die auf der Oberseite eine Anzahl ellipsoidischer »Fruchtkörper« tragen. Nach Stur enthalten diese im Innern eine Anzahl Sporen (Fig. 44), indes ist die Natur dieser Körper nicht klar; vielleicht handelt es sich in den Sporangien um Samen. Eine Untersuchung des Sturschen Materials mit modernen Hilfsmitteln ist leider noch nicht ausgeführt worden. Die beiden abgebildeten Wedelteile sollen nach Stur übereinander gegessen haben, doch können sie auch gesonderte Teile der gleichen Pflanze darstellen. Von Wichtigkeit ist, daß Sterzel (Abh. Sächs. Akad. [1918] Nr. 5, S. 300) bekanntgemacht hat, daß die ebenfalls *Noeggerathia*-ähnlichen, bisher als *Plagiozamites* bezeichneten, zu den Cycadophyten gestellten Blätter zu *Noeggerathia* gehören; die Auffindung eines fruktifizierenden Stücks, das sich dem Verhalten von *Noeggerathia* anschließt, bestätigt dies. Potonié hatte die vorliegende Pflanze zu den *Cycadofilices* gestellt, wo wir sie ebenfalls provisorisch unterbringen. So eigentlich ihr Äußeres, so beschränkt ist ihr Vorkommen. Häufig kamen die *Noeggerathien* nur in den böhmischen Becken (Radnitz usw.) vor. Nur ausnahmsweise sind Exemplare im sächsischen und einmal im oberschlesischen Karbon gefunden worden.

Dolerophyllum Saporta, in C.R.Ac. Sci. Paris, 87 (1878) (*Doleropteris* Grand Eury). Ursprünglich wurden von Goepfert mit diesem Namen echt versteinerte, zusammenge-rollte Knospen mit dicken Blättern aus dem uralischen Perm bezeichnet, die Goepfert mit Musaceenknospen verglich. Von Saporta und Renault (Fl. Foss. Autun und Epinac [1896] S. 262 ff.) wurden später ausgewachsene Blätter von *Cyclopteris*-Art dazu gerechnet, die aus dem französischen Permokarbon stammten. Weiter hat Renault dazu schildförmige, dicke blattartige Organe gerechnet, die in länglichen (radialstrahlig verlaufenden) Taschen des Mesophylls Haufen von eigentümlichen, großen, längsseptierten Pollenkörnern zeigten. Diese Objekte (*D. fertile* Ren.) fanden sich zusammen mit den dazu gerechneten Blättern von *Cyclopteris*-Arten. Ob all das Zusammengerechnete zusammengehört, ist noch zu erweisen. Die unter der Gesamtbezeichnung vereinigten Fossilien sind jedenfalls sehr merkwürdiger Natur. Die sporenführenden Taschen des Mesophylls sind jedenfalls bei keiner anderen lebenden oder früheren Pflanze zu finden. Sollten die ausgewachsenen *Cyclopteris-Bisxites* dazugehören, so würden sie wohl schwer von den gewöhnlichen *Cyclopteris*-Arten zu trennen sein.

F. Organe mit Mikrosporangien, die zu Pteridospermen gehören oder gerechnet werden.

Von solchen war bereits gelegentlich vorne im Text die Rede, wo bei *Lyginodendron* die sogenannte *Crossetheca Hoeninghausi* besprochen wurde; ferner war von den § Organen von *Neuropteris* die Rede (S. 29) wie *Potoniéa*, worauf hier also nicht weiter eingegangen zu werden braucht. Erwähnt war auch schon *Telangium* Benson, das zu *Sphenopteriden* vom Charakter der *Sphenopteris obtusiloba* usw. gerechnet wurde (S. 24). Hier sollen noch einige Objekte dieser Art besprochen werden, deren Natur aber z.T. nicht klar ist. Dies ist z. B. der Fall bei

Pterispermotrobus Stopes, in Canada Geol. Surv. Mem. XLI (1914) 76. So werden verzweigte Achsen genannt, die in geringen Abständen Organe tragen, die geschlossenen Cupulen von *Lagenostoma* oder *Calymmotheca* ähnlich sehen. Die Bezeichnung als -*strobis* ist irreführend, es sind keine eigentlichen Zapfen, sondern Infloreszenzen, die an *Lagenostoma Sinclairi* Arber erinnern. Die einzelnen Organe konnten nicht näher untersucht werden, man weiß daher nicht, ob es sich um Pollen- oder Samenträger handelt. Ich möchte nach der ebenfalls vorhandenen Ähnlichkeit mit der folgenden *Codonothea* am ersten an § Organe denken. Die Bezeichnung ist außerdem unglücklich, da die Pteridospermen keine Zapfenträger sind. Hier und da im Karbon.

Codonothea Sellards, in Amer. Journ. Sci. XVI (1903) 87. An einem kurzen Stiele sitzt ein becher- bis glockenförmiges Organ von der Gestalt einer gelappten Cupula (Fig. 42 b), das unten stark fleischig und oben in 6 Lappen geteilt ist, von denen jeder in einer innen verlaufenden Riefe zahlreiche Sporen angeheftet trägt. Die Objekte sollen zu einer *Neuropteris* gehören, die damit zusammen vorkommt, doch ist der Zusammenhang nicht erwiesen. Karbon von Illinois.

Pterispermotheca Carpentier, in Rev. Génér. Bot. XXXII (1920) 346. Sporangien von 2,5—3 mm Länge, die am Ende von dünnen Fäden hängen, die zu kleinen Gruppen oder

Biindeln vereinigt sind. Ob diese Formen wirklich zu Pteridospermen gehören, muß dahingestellt sein; an eine Zugehörigkeit zu dieser Gruppe kann man auch für die von Kidston aus dem englischen Karbon beschriebene *Coseleya* denken, die aus einem Gehäuf von kleinen Sporangien besteht, die, ohne dafür irgendwelche Spreite sichtbar ist, an Stielen sitzen (Trans. Roy. Soc. Ed. L, I (1914) 97; Foss. pi. carb. rocks Gr. Brit. 4 [1923] 368).

Kidston ist tibrigens geneigt, einen großen Teil derjenigen Karbonfarne, die mit ringlosen Sporangien versehen sind, wie sie bisher mit Vorliebe zu den Marattiaceen gerechnet wurden, als Mikrosporangien von Pteridospermen anzusehen. Er geht hiermit nach unserer Auffassung zu weit. Nach den bisherigen Funden hat man noch keine Ursache, an der Farnnatur vieler sporangientragender Blattreste zu zweifeln, die deswegen auch unter den Farnen behandelt werden. Ob diese Formen dagegen zu den Marattiaceen gehören, ist eine andere Frage. Wir möchten vorläufig selbst Formen wie *Urnatopteris* Kidston und *Crossothea* Stur, bei denen die sporangientragenden Teile keine Spreite zeigen, die also irgendwie an die vorliegende *Pterispermothea* angeschlossen werden könnten, noch bei den Farnen abhandeln, geben aber die Möglichkeit zu, daß auch Pteridospermenreste darunter sein können. Kidstons weitgehender Standpunkt erklärt sich ja mit dadurch, daß er die Zugehörigkeit einer *Crossothea* als zu *Lyginodendron* gehörend für zweifellos erwiesen hält, was nach unserer Meinung nicht der Fall ist (S. 11).

Schützia H. B. Geinitz (*Dictyothalamus* Goeppert). Mit diesem Namen bezeichnet man Stengel, an denen in zwei Zeilen in geringen Abständen tibereinander ungestielte oder kurzgestielte, kätzchenförmige Blüten oder Blütenorgane sitzen, die nur in kohliger Erhaltung bekannt sind. Sie erinnern am ehesten an gewisse Blütenstände von *Cordaites*, mit denen sie auch die zweizeilige Anordnung der Kätzchen teilen. Schuster (Sitzungsber. Akad. Wien, CXX [1911] 1125) hat Objekte dieser Art nach seinen Angaben im Zusammenhang mit *Walchia-s. T.* Ästen gefunden, und gibt an, daß er auch andere Organe darauf beziehen könne, die er als Samenträger ansieht. Die Zugehörigkeit sämtlicher als *Schützia* bezeichneten Objekte wird aber von den meisten Autoren noch für unsicher gehalten. Schuster hat aus ihnen durch Maceration Pollen bzw. Mikrosporen gewonnen, wonach jedenfalls \$ Organe vorliegen. Ob diese etwa teilweise zu den *Cordaitales* gehören oder auch zu gewissen Coniferen, oder ob auch, was wir annehmen möchten, Pteridospermen in Frage kommen, bleibt ungewiß. Es würde sich wohl verlohnen, diese Objekte neu zu untersuchen. Selten, am häufigsten im Rotliegenden von Braunau, viel seltener im sonstigen Karbon. *Schützia* scheint z. T. mit *Calathiops* vermengt worden zu sein.

PUnthiothea Zeiller. Eine in ihrer Zugehörigkeit unklare Fruktifikation, die aus einer rundlichen, mit dicker Kohlschicht bedeckten Schicht besteht, die vielleicht schildförmig gestielt ist, etwa 3,5 m Durchmesser. Sie ist durchzogen von einem Adermaschen-netz, das vom Zentrum ausgeht, und ist auf der ganzen Oberfläche dicht bedeckt mit kleinen Kapselchen (ca. 1 mm Durchmesser), die zu vieren nach Art von *Asterotheca* zusammenstehen; jede Gruppe nimmt ein kleines Quadrat ein (vgl. Zeiller, in Mém. Soc. Géol. France, XXI [1899] 54).

Anhang.

G. Pflanzen von Farncharakter, meistens mesozoischen Alters, die allermeist zu irgendwelchen Gymnospermengruppen, zum Teil wohl besonderen Familien gehören dürften, nach den bisherigen Kenntnissen jedenfalls keine Farn sind.

Mit 3 Figuren.

Im Mesozoikum, jedoch teilweise schon im Perm, treten eine Anzahl von Farnlaubformen auf, die man früher zu den Farnen gerechnet hat, worauf auch die Endung *-pteris* bei den meisten hinweist, die die meisten Forscher jetzt aber aus den Farnen ausscheiden, einmal weil sich niemals an ihnen Spuren von Sori gefunden haben, die allerdings irrtümlich manchmal angegeben wurden, andererseits weil die Konsistenz, die oft auffallend ledrige Beschaffenheit der Blätter wenig Farnhaftes an sich hat. Zu welchen Familien der Gymnospermen, zu denen diese Blätter gehören müssen, die einzelnen Formen zu rechnen sind, ist unbekannt; bei den meisten hat man gar keine Hinweise auf die Fruktifikationsorgane und bei den wenigen, wo diese vorhanden sind,

gg00 tsie iulit, um die **betreffenden** Formen **Bystem&tisch** **hioreiehend** zu eharakujrisieren. Die Aijjahme dtrifte richLijj **Beia**, dali emigre davon **besondere** t'ainiliem von (jynmospennen ri'priisientierpn. Man lwit **wth]** **verBuchi**, einzelm¹ Bii <lcu Pteridoajjurnen **untenrabringfo**, wit- t, B. *Ct/cadaperis*, doeli enUwhren diese Konstriktioneei einer ir^endwic genQgenden Unterlage. Iis bleibt bei dieser **Sachlage** iuu:lits iv*>iter flbriff. als ^ie hintereiuander auf-j-nfiiliroti und auf die raOglicherweiae voriutactenen gegctiseitiseii Bezieliun^en liinzuweisen. **V«rmSge** der letiigtM Knnsistenz der Bk'itter karni luari VOD den raeisten gnte HaKcrations-prftpantto heretellen.

Thlnnfeldia **Bttfngnh«men**, in AMt. k. k. **GtoL** B. A. Witu, II. a. AW- 4. (1853) 43 (Fig. 45). Wedel meist einmal_T stHener zweimal gtfiurtfirt, dann **Btets mit ZwischeofledetD**. **Fiedera** alethopteridiscli, an der Basis oft eingezogen. Spreite dickledtrig, oft bciderseits

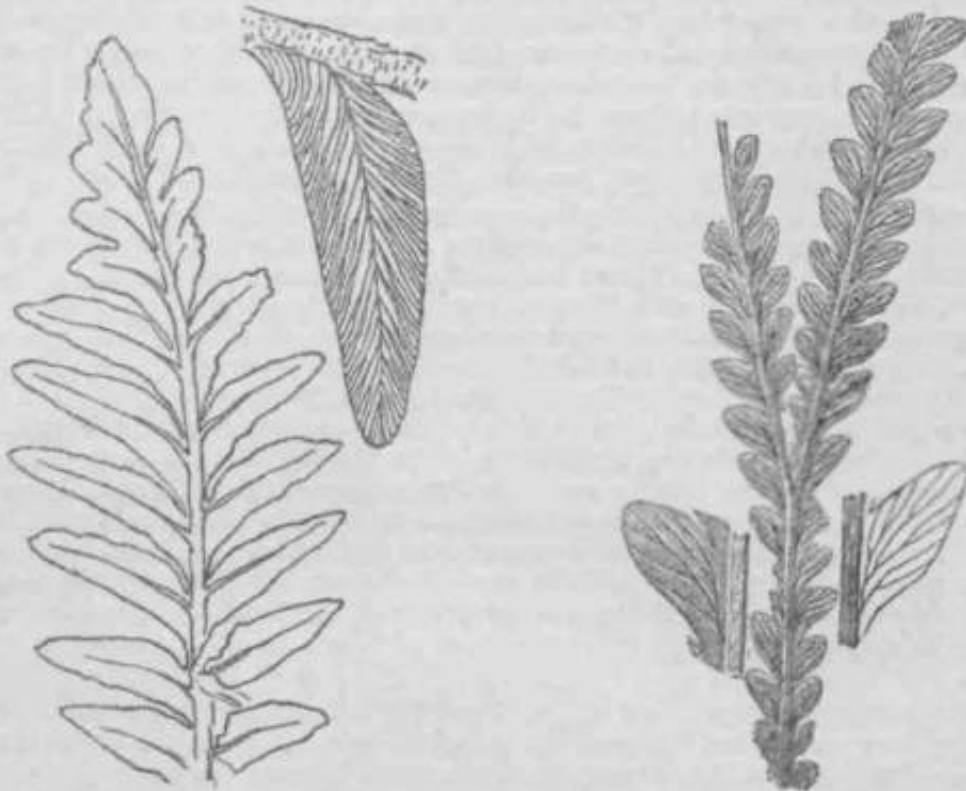


Fig. 45. *Thinnfeldia rhomboidalis* Ettingshausen. Set GrOOa. Liu* - Fthit von RSptb«S» (Nach Gothan.)

KIB. ^C, *IrrokiittM* (TltiutMiaJ odoutopteroides (Jlorrl&i. UliUu Sdiinfrkn C8tORObei'gMhl<dtUl>, Xdt. Gr. (Nach it. PotoulAJ inun:t«>u Buttoton la 2/1.

mil SpalWffiuingen, di« von einem Kninz konzenlriyti gestellter Zellen ttberwölbt Bind. Eng v(?rw;indt mitrA.sind die als*Factiyperte* Brongn.bRzeichneten Fonoen.dcrenAliening frililit^r nUschlich als bloS aus einer Jlttelader bestfiht-ml **bexeiduwt** wurde. Die /Varten sind fiber meist mehrmals (fofiedert wnd besitzon Jteiiie Zwischenfiedern, was <inen selir bwiuemen Unterfchie*! darstellen wQrdfl. Die Arten kommen vor vom liliit-Lias bis zmn **nttitteran** -lura, **8dt«D** hOher und sind in oini(jen Ofbieten rectit hiiuig: Die Anicrikaner rechnen mil Uiireclit Gormen iua der Kreide luerher.

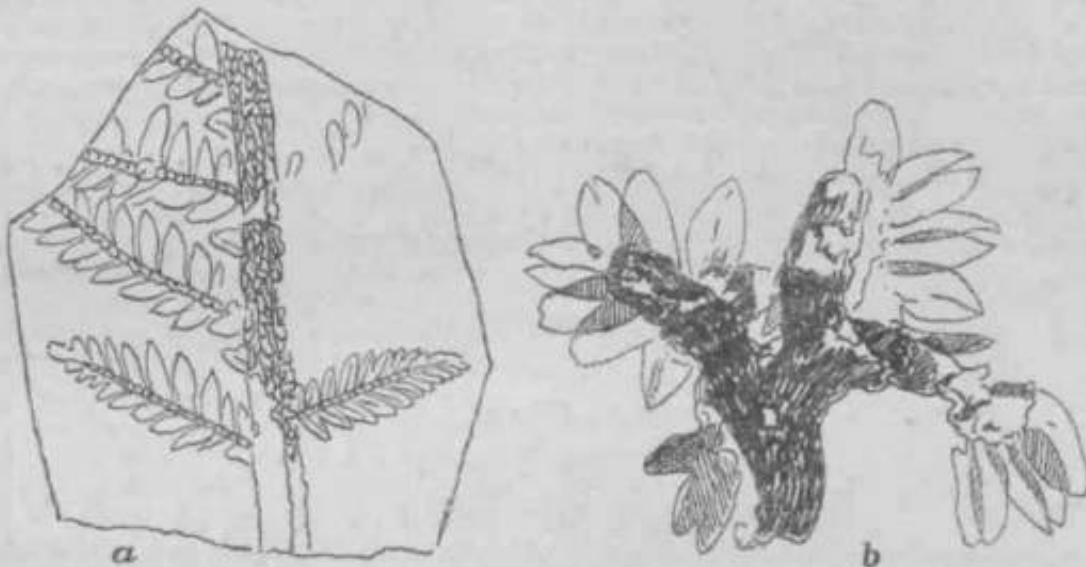
Dlcroidlum O'ottiao, in At>b. **Sfetb**. CM. Number^ XIX (1»J2) 75. (Fig. J(ij Form, deren Abtrennung von *Thinnfeldia*, unt«r der eie frdlor ^oftilirt wurde, noch nicht allge-iu'.in gutgeh«iOen wird. Die Dtiittchen sind mehr odontopteridiscJi. d. li. oline Atitttlader. and die ffeffl] **rind BtetS** fioma.I {jGjrtljeli, mit bebliittertein Fuliectick. Niir wenige Formen zeigeu an den Gabelstiecktii mt't]rin:ili^e Fitidemng. .Die lilattchen sind weniger leder(f als die 'echten Thinnfeldit'ii, seljtMticii abt-r jiltuliclie Epidemiissimktnr zu liaben- Sic komtuen lUisschlieBlifli **ijj**: **Bhit dei** i;ninJwrtna-Gobiete vor (ArgpntinieU, .Siidafrika, OsU laden, Au^tralien. Nfus^f-hmdj uml ?ind fiir dip **Gondwaaagebi^te ob«n*o kennzeichnend**, wie *Glostopteris* u. dg\.

Stenopteris Saprota, Pal. franc., I (1873) 290. Ein- bis inelfache gedrige Wedel mit dicken **Behalten** **Bisttem**, meist run mit inner Stützfächer. die **arilgerwelbe** mit **Thiwt-fcUia** und **PachypUrris** **verwaadt** sintl, Seltencro **Formen** im Khl und Jura. Eine Form (*St. rloiuiffita* C; irr.) ». :t. als Befleit-art von *Dicroidluta* im oberen Gondwana,

Dichopteris Zigno, Flor. foss. form. ool. I (1866) Ziemlioli trotte, cimul glldigo Wedel mit dicken Bliittchen rni etwa sphenopteridscher Form «nd rait Facheradermig. bis zu **gwrissen Gluts** an ein z-weinal Oediige» *Dicroidhan* erinneri Kl. Der Typus ist *D. fstaftica* Zigno. Alf Peltenheit im Liae.

Seiropteris S?i.piiTi:i, a. :u O. (1878) 364. Meist fitftri^ verzweig"te Wedel vom Habitus einer kleinen *Sphenopteris*, **tihne** Zwischeufiedern, mil. >liikon Slattern. Lias niui Il-jinnjiira.

Zamiopsis Fontaine, Monegr. I. St. Geol. StuT. XV (1890) 160. Zu dieser **Gattuog** werdpn von den Amerikanern (Fontaine mid **Barry**) eine Anzahl Formen **RUS del** linteren Potomac-Formation (= Unt«re Kreide) gezojjen, die einen leiliich umgretubaren



k'iii. IT. » *lfjidojiteri** *QttQilU* (Göpp.) **SehlBp**«r. **Rutt, SetHUWL** ? *Anlhoiithni*. *Xrilhri* Natlwrst. EthRt, **Sebonen**.

Fornienkrois darzuatellen schinen. Es sind tuoRt zw«imal **SedrigeWedd** mitxiemliehdiclit **stehende**, sclirfig ansitzpndei odontopteridischen llingljchei bjiittchen, deren Ghaxalite-ristikum darin bestchi, dati diosclbei nacli ilem OJpiel ?u feinerp odeT grbbere scharfn **Zähne** aufweisen. Die ledri!e Beacliaflenleit der Bljitt^r, iler Muiigel an Sort verwaist **iraeb** diese Formert zu den Gymnospermeu Von *Ctenopteris*, mit. rlor sie nacli deu Amerikanern Terwantit Roia sollen, scheidet sic die etUrkore liiffercuZiprung des Wedela, die Ziilini'luTig; der Fiedern und der viJUige Maug«l von Zwischenfiptern.

Cycadopteris Zigno mid Lomatopteris **Schimper** fVgL 1J**. Hirnicr, PiUae-ontogr. 66 [1924] 127). **Bbeif** lie liierlicr gehOrigen Fomien Let neucrding'S von Hirmer (PalSontogr. LXVI [1924] 127) eine klitronde Untersudmnjr **auBgefilhrt** wrdrd-n, **wonafib** beidt **Qatomgea iraMUBmensaai^t** **dud. Eki** **Wed** **sindein&d)** **Oder sweifach** gcfi>. lert nuL 7-eigBii d;ijiu Zwi^clipnfirderTuig. Char: **kteristisch** ist an den Blättchen der dicke Ratid, der eehr auffallend i^t, wenn die **Interseite** **1<T Btfitter** **O^PT** **dem** Abdruck **Tori** **legt**. Bri den meiaten Art:n ist **Ha** Ol«rhaut d« **BUTtee** ttnfirmrrifntlich **ffiAk**, und sie **macht** **beeonderB** **dk** **Diddddtigkeit** **dec** **BUTter** **ant** Die rnten-pidfrnii» Ut Hugs von «nem tiitiken Raiiflo von der Busrhaffcuheit diT C'lierepidennii iung*Wu: der K^u<i umgibt cnt-Wedei ringsum die **bedeutaad** dfinnere **VwtBC9fUnnak** die Spr tloffnun^en und dw.wLschen HaarauBRUQ zeigt; otier manchainai lic^en die »p<Jtf>flnun<jfnhrnd<iü Teile der Unterhaut in schragverlaufetiden TascLen, die **sonttchst** wie Atlorn anssaiim. J-iiii-re Kunnen sind mit **TinttnfyfiUn** **verwechaelt** worden. Die Arten kummen vom **Dnknen** bis Oberfen Jura

vor, sind aber nur stellenweise häufig. Mit dieser Gattung hat man Samen in Verbindung gebracht und auf diese Weise eine Zugehörigkeit zu den Pteridospermen behauptet, was aber als unbewiesen gelten muß.

Glenopteris Sellards. Sehr *Thinnfeldia*-ähnliche Formen, bei mehrfacher Fiederung anscheinend auch mit Zwischenfiedern; die Seitenfiedern oft mit einem stark herabgezogenen Basallappen von ledriger Beschaffenheit. Daß die Formen nicht mit *Thinnfeldia* zusammengezogen werden, liegt, abgesehen davon, daß die Epidermisstruktur noch unbekannt ist, daran, daß dieselben im Perm vorkommen, und zwar handelt es sich um isolierte Funde im Perm von Kansas (vgl. Sellards, in Kans. Univ. Quart. IX [1900]).

Lepidopteris Schimper (Fig. 47) (Vgl. besonders Antevs, Kgl. Svenska Vet. Ak. Hdl. 51, 7 [1914]). Durchaus farnartig aussehende Wedel; ca. zweimal gefiedert, mit pecopteridischen, etwas ledrigen Blättern, wenigstens z. T. mit Zwischenfiedern, die Stiele mit dicken Papillen besetzt, die bei der einen Art durch Mazeration noch als Ausstiilpungen der Epidermis nachweisbar waren. Diese Papillen hatte Schimper für Schuppen angesehen, worauf sich der Name bezieht. Zu dieser Gattung werden \$ Bliitenstände gerechnet (*Antholithus Zeilleri* Nathorst), die in Schonen massenhaft damit zusammen vorkommen; es sind kleine sternförmig gestellte Sporangien, die bis zu gewissem Grade an *Calymmotheca* erinnern und zahlreiche Pollen enthalten. Eine Art im Mittleren Keuper (*L. Stuttgartensis* [Jaeger] Schimper); die andere (*L. Ottonis* Goeppert) Leitfossil im deutschen und schwedischen Rhät (niemals im Lias).

2. Klasse Cycadales.

Cycadaceae

von

R. Pilger.

Mit 35 Figuren.

Cycadaceae Lindl. Nat. Syst. (1836) 312.

Wichtigste Literatur: L. C. Richard, Comment. bot. de *Conifereis* et *Cycadeis* (1826). — F. A. G. Miquel, *Monographia Cycadearum* (1842), 82pp.; *Prodromus Systematis Cycadearum* (1861) 36 pp. — E. Regei, *Descr. Plant. IV. Cycadearum Generum Specierumque Revisio* (1876) 48 pp. — A. De Candoile, *Cycadaceae* in DC. Prodr. XVI. II (1868) 522—547. — A. Braun, Die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen, *Monatber. Akad. Wissensch. Berlin* (1875) 241 bis 377. — G. Bentham, *Cycadaceae* in Benth. et Hook. f. *Gen. Plant.* HI (1880) 443—447. — A. W. Eichler, *Cycadaceae* in E. P. N. Pfl. Fain. II. 1. (1887) 6—23. — G. R. Wieland, *American Fossil Cycads I.* (1906). — J. M. Coulter und Ch. J. Chamberlain, *Morphology of Gymnosperms* (1910); *Cycadales* p. 91—162; 2. Aufl. (1916).

Weitere Literatur vergl. bei den einzelnen Abschnitten.

Merkmale. Bliiten zweihäusig, nackt, meist ausgesprochen zapfenförmig oder (bei *Cycas* \$) aus einem lockeren Aggregat von Fruchtblättern gebildet, terminal oder seitlich am Stammgipfel einzeln oder zu mehreren, groß, zylindrisch, oblong oder eiförmig. \$ Bliiten nur aus Stam. gebildet, die an der Unterseite zahlreiche Sporangien (Pollensäcke) tragen, Stam. schuppenförmig, keilförmig, mit sterilem Ende, flach oder am Ende schildförmig; Sporangien in Gruppen (Sori), ellipsoidisch oder fast kugelig, sitzend oder kurz gestielt, mit Längsriff aufspringend. \$ Bliiten meist dicker als die ♂ aus offenen Carp. gebildet, die seitlich meist zwei, selten (*Cycas*) 4—10 Samenanlagen tragen; Carp. schuppenförmig, ganzrandig oder (bei *Cycas*) am sterilen Ende eingeschnitten, flach und in eine Spitze ausgezogen oder mit schildförmigem Endteil; Samenanlagen geradläufig, sitzend, mit einem dicken Integument; Samen steinbeerenartig, Samenschale mit fleischiger Außen-schicht und harter Mittelschicht; Nährgewebe fleischig-mehlig; Embryo axil, gerade, an knäuelig aufgewickelterm Träger (Suspensor) befestigt; Kotyledonen zwei, oberwärts verwachsen. — Holzgewächse mit gummösem Saft, knollen- oder säulenförmigem, unterirdischem oder oberirdischem, meist unverzweigtem Stamm und dicht gedrängten, großen,

einfaeh, geiteii doppolt geteieierten, st.irren Laubblättern [TVedeln]; mit der Formation der Laubblätter regelniKSig abwechselnd eine Formation von schuppenfOrmigen Niederljlättern, die die Laubblätter in der Knaspe decken. Ungefflhr 85 Arten in den Tropen und Suli^ tropen der alten und ncuen Welt,

Vegetationsorgane. **Wurzel.** Die prioiin; Wurzel ist am Embryo noch uicht vorhanltfii, (tifi entsteht erst, wenn das Hypokotyl aus dem Samen ausgetretea ist {vergl. Keimung); dann eatwickelt ste sich zu einer dauerndeti dtarken Pfahlwurzel, an der Seitenwurzeln von gewiUmlicher Form entspringen. AiiBeidem kommen noch dichotomifich verzweigte kurze Seiteuwurzeln vor, die nahe der Oberflache **entspxtograi**; sic sind negativ geotropisch und ktinnea tiber die Erdoberfl&ctiR cmporwachsenj am oberon Ende sind fiie kurz, reichlich gedrungebüschelig verzweigt und bilden so koraltenförmige dichte KiJptohn, die oft rasenweise den Bodes am tlen Stamm llerum tiberziehen (Fig. 49). Ober die endophytischen Algen und Pilze in diesen Wurzeln vergl, unter Anatomie.

Stamm. Bei einer griiBereri Anzahl von Artt-n bleibt der Stamm **danernd** knollen- oder rflbenförmig mid tst ± unterirdisch. so vieliach bei Zow»Vi-Arten (Fig. 50), die aberhaupt zu den kleineren Formen der Cycadeen gehOreu. Bei *Bowenia spectabilis* ist der rabenförmige unterirdist:h« Stamm fast 1 m lang und (rilt sich aiaeti unter der Erde in mehrere, bis 4—5 Zweige, die all© Blätter und Zapfen tragen (Fig. 51); bei der verwandt*n *B.serrulata* trägt der dick runkel-pabenfOnnig"r" Stamm am obcren Ende fi—20 dUnue Zweige, die die Erdoberll.iche erreichen oder noch etwas liber diese hervorkomroen; l?ei beiden Arten gehen die Zweige aus Knoepen am Ende des Hauptstammcs hervor. Ähnlich **ist** der Stamm bei *Stangeria paradoxa*, bei der auch einige unterirdische Aste gebildet •wevtlen.

Meim. aber entwickelt sich in späterem Alter eiti eaulenffirmiger, normal unveraweigtet, palmenttlinlicher Stamm, der am Ende ftinfl Krone von Blättern trflgt und mit den Beaten der Blätter bedeckt i«t Die Hiihe, diB schlieOUch vom

Stamm erreicht werden kiuin, iat bei den Arten sehr Terschieden^ meiat sind e\$ nur wenige Meter; die iochwichsiiste bekannte Art ist die australische *Macrosamia Uoei* mit Ma 18 m StamaihUbp; *Enrppfialnrto UmTmtianm* und *Mtrocycas calocoma* werden big 10 m hoch, annilberml **ttu nao** hoch einEgt* *C't/cas-Artea* lAngaben Ober noch groBere HOhe Ijci Cycos-Artun »ind zwetfelhaft); *Encyphalartos BUdebrandtU* erreicht 6 m HOhe. Cbarakteristisch EM rtlr viele Cycadeen die Schuppenpaazcnmg des .Stammee, die von den persistierenden (**nedarbUttan** und Laubblattfuflea eebiidet wird. So bleibt bei *Ceratozatrria*, *Encephaiartos* Nfn, *Dioo* edttft*, *Macroiamia Atoorei*, *Cycvs revotuta* und antieren der **Bchuppenpaossr** /ciiti'licus erhalten; man kann auch am Sltercu Strumm jode Ulattbasis bis zum **Grand*** des Stammes unterscheiden. Bei *Cf/cas drcinalis* und *C. Rumphii* pereitieren die BlattniGe lange Zpit, schliefllich aber werden sie ganz abgeworfen; zuniebst bleibeii die GrundHaclien als rautenfarmige Felder tlbrig, dann verschwinden auch djese, und es



Fig. 49.

Fig. 11 libJS: *Cf/cua Xormail,ifana*. Dte lioldtn Pig. rechts *Cycas titediit*. iNttch V, M tt11. [.'r»inii. l'lijt. Austr. Bd. V1U: ft V, I, Aufl. 11. 1. V. 6.)

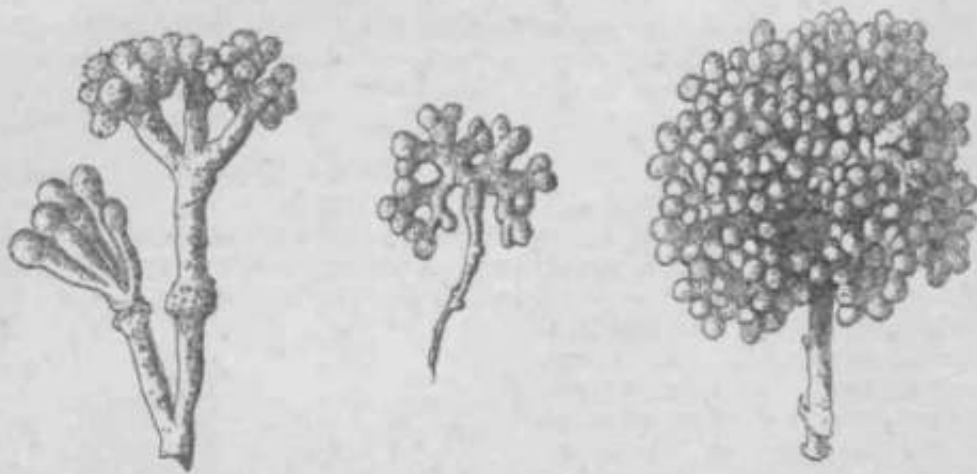


Fig. 43. Dichotoraigcli veuwdgta Waraeln von nmij,i>Tf(Hfril HHtblmm&tH, (^AT«ch J. Schuster.)



Fig. 50. JSmla floridaiKi. A PflmüMi fn «|,Gr(JBc; Uer SUMM unterlrdiscb, am drunde tn (il« primäre Wl ftd.sjri.jii\L»(L. der ot*er« blatt- nnd suipfcentragendo Tell *pJuiidlr. B ZtpfiMi an«i Elobersfläche ilin Hiaur abKeathuJHuü. (Snc\ Wieland, Amuriunn FOHSII Qycuda p. 183.)

entsteht eine unregelnUfiige, srhwammipr korkige, otwas rissigo Oberitiiclie; iiliüj<-li ver-
bitlt sk'h />foo« spinviosum, MiCTocyca-i bal im hOheren Alter ei»e Borkc, die den ?tamm

*J Did nut X Schuster beieichneten Figuren eind von Ilerru Dr. J. Schuuter JUIS
seiner noch iinvertffuutliohten muDographischod Bcarbitung¹ der Cycadaceen j«r Vorf^igung ge-
stellt worden.

- etwa 1/3 des jRrtws-Stamm gleichen iLSt; der jtingcre Stamm zeigt Ringe in Abutaitden, die die Stelle Where* tenoinaler Knospen aadeutefti; diese vaxtthw&Miei) scbitefilicfa .in ilteren Exeiiplareu in unteren J.<U.

Im GtegeoS&is W den Arten mit gepatizertem Stairnn stehen diejeuigen, bei deium die Bliitter voUstJiJidig nbeatoflen ivcrien, so dali der Stamna fine $\pm$ platte l)berfliebe ers<lt; bterher geliOren *Stangeria* mid Znswit*.

Schon oben warfte erwähnt, dali die uiterirdischei Stamme von JtowaM und *Stangeria* versweigt sind; ebenso (dud die kurzen Ktiimme von *Zamia* oft mit efndnea oder mclireren Aaten ver8i?)tfn. Boi *sAulenirtalgen* Stitomen, tie normal unvorzwei(jt sind, kommt getegentlich elne Art giibtliche Ver7.weigii.tigf voi, so dafi dor ritamui eicli in {fleicliwertge Aate teiJt (*Mivracycax*, *Dioon* und andere). Eine stiirkere Verzweigung zeigen die in den Oitrtu Japans kiittivierten Exemplare von *Cycas revoluta*, besonders Zwergfona t. nod iwai kaim liier cine Art HaupUtium vorluui.Jtn teiu. von dem gewuidtene Xste ausgehen, od'r der Sionim k:um meirtaeh get<ilt fiin liis xur A<flfWHJ; is tin buschige- reich verzweigtes System. Aa dtQ StJUnnen nden sich z:ililreielie zwie-Dclfbmipf.1- kl**in© KnupCB, die hie urn) Sa xu Peitentiebon ;ui^wach«n- Dlee i nospe n aind aber aach der I'ntersuchung roo 1L(X Stopt-s*) keine normalen axillären Ki•spen, son Ian Advctivknoapeu, dio bei Site-ren FfJanzeo iu }4dt> Zeit und in ptfiz unreffelmii'ger Verteilung auf ilt'm uHt^rt'n noch I^bstderiUtigeTi Teil der in!:-•.renilen Btattb—en, and rw»r grwOhnliirli auF deren Obi Mile, Mlstakan. ^ele^enUeb wenlen an diesen Kaospen MMh b n i Wuntrln erreogt. K* ict oiebt un-waJiTsriniilii h, d.ilt in dec moisten Fall'i'ii von Verzweig-ten Cyci-dee-vi-Stimnien Sw Dupnug «ltr Zweige auf BQlobe A.ivritiv Knospeu zurQckiufohrfri ist, wobei bei sUrker Kntwicklung der Tritt* die*e mit dem Eauptstamm rtvaliftptren kOnnen. So berichtet Chamber-I Ji t n aueh van Itiaott cdu/e, dafi Knospt'n wie bei *Cycas revoluta* vorkommen; diese finden sich gelegentlich nahe der Bjis is alter St&DU&e, und nahe dem fliiifp] siid eie aehr häufig; einige der Knospei wadisen su gut entwickelten Blattkronen heran. Derartige Knospen können zux Vermehrung benutzt werden. Bei *Eucephalartos* Bind dio Stämme nur gelegentlich vereweigt, doch kfinnen nach Marloth die jndsten Arten Triebe aun dem nnlerirdischen Teil des Stammea hervorbringen, die Gmppen von Pfla?en dio Entstehung geben. Solche Triebe kflnsen wie Stecklinpe verpilanzt wcribti.

BemerkfMiswert iwt die Lfibenszitbig'keit der Stämme. So beriebtet Ifarloth von Stammen von *Encephalartos AueiisteinU*, die vier Jahre lan^f gelegen hatt*n ujal naeh AuBpflanzun im niichsten Sommer neue BISTter hervorbracbttn.

I'ber nypodialen oder monopodiak-n Aofbau des Stammes vergl. bei BlQte tmd Anatomie.

tilatt. Bei den Cycadeen las.*en sich zwei Formntionen von Blatlern unter-scheiden, NiederblUUer und Laubblfttter. Sie stehen in spir&Jigcr Ordnung- (nach Divergenzen der sognnannten Hauptreihe**) und hedocken den. Stamin so dictit, daB keine freie



Fig. 61. flffitem't *fyttiabit*, D«r Stnnmi unter >or Kfde d) 3 AtfU geieilt, flic BWtter Irngen; ilie Wnle. dentot die Erdoberftflcie u, .Vuchpijftii kiiUivlprtpn Exeinplor. (Xneb J. Schn*ter.)

") M. C. St o p o a : Adventitious budding m>d br-tnehic in *Ct/cas* (The New [*hytologist IX 1W10] 235-241).

**) Ver^J. A. Brau n, *Gymnosp. d. Cycad.* p. 819,

Oberfläche zwischen ihnen übrig bleibt. Die beiden Fortsetzungen folgen sich im periodischen Wechsel: einer Reihe von Laubblättern **geht** stets eine meist beträchtlich größere Anzahl von Niederblättern voraus, die die Laubblätter in der Knospe bedecken; die aufeinanderfolgenden Perioden sind durch eine meist 1 Jahr, zuweilen auch länger dauernde Ruhepause getrennt. Innerhalb einer Wachstumsperiode entfalten sich die Blätter meist alle gleichzeitig, seltener einzeln nacheinander (*Zamia*, Arten von *Macrozamia*). Die den Stammgipfel bedeckenden Laubblätter gehören alle einer Wachstumsperiode an, oder die Beblätterung kann, wie bei *Ceratosamia ntexicana* oder *Dioon* aus zwei Schüben bestehen, einem frischen und jüngeren und einem älteren dunkelgrünen.

Der Wechsel zwischen Laubblättern und Niederblättern beginnt schon bei der keimenden Pflanze, indem die Niederblätter sich direkt an die Keimblätter anschließen oder aber ein Laubblatt vorausgehen, dem dann die ersten Niederblätter folgen.

Die Niederblätter sind nichts anderes als Laubblätter, deren Spreite frühzeitig verkrümmert ist, und die sich allmählich zu einem schmalen oder breiten dreieckigen, zugespitzten, bald dick und hartleierartig, zuletzt holzig (z. B. *Encephalartos*), bald mehr lederartig oder hautartig (z. B. *Zamia*); bei den meisten Arten von *Macrozamia* lösen sich die blattartigen Schuppenblätter allmählich in Fasern auf. Ebenso wie die Blattbasen können die Schuppenblätter nach Verlust der bald vertrocknenden Spitze erhartend stehenbleiben und zum Panzer des Stammes beitragen, oder sie fallen bei ungepanzerten Stämmen ganz ab.

Die Laubblätter (auch Wedel genannt) stehen bei den stammbildenden Formen in eine Krone gedrängt am Stammgipfel. Diese Krone ist bei alten Stämmen oft prachtvoll entwickelt und kann bis 100 Blätter enthalten (z. B. *Macrozamia Moorei*, *Cycas* und *Encephalartos*-Arten). Meist ist die Zahl geringer, bei einigen Gattungen werden gleichzeitig



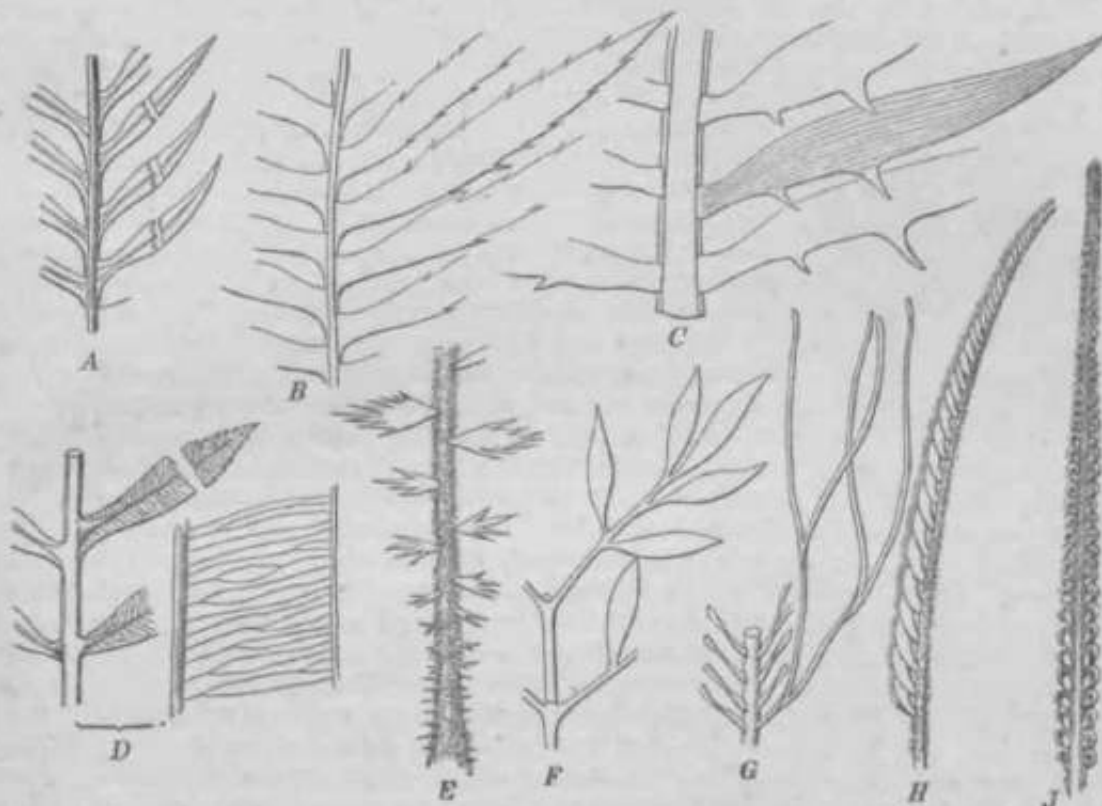
Fig. 10. Verzweigter Stamm von *Ocyropsis*. (Nach J. S. Moore.)

aberhaupt nur wenige Blätter entwickelt (*Stangeria*, *Bowenia*, *Zamia*-Arten). Selbst kleine Formen von Blättern besitzen einige *Zamia*-Arten, meist sind die Wedel ansöhnlich und reichgefiedert, bei *Macrozamia Peroffskyana* und *Cycas Thouwsi* werden sie bis 3 m lang, bei *Cycas circinalis* bis 2½ m.

Die Blätter sitzen mit scheidenförmig verbreitertem und ± verdicktem Grunde am Stamme an. Diese Basalteile bleiben, wie oben erwähnt, bei vielen Formen nach Abfall der Blätter am Stamm stehen und erzeugen die Panzerung des Stammes. Bei *Ceratosamia* hat der Basalteil des Blattes am oberen Rande jederseits einen nebenblattähnlichen Seitenzipfel, dessen Innenrand ± auf die Vorderfläche des Basalteiles hereingreift. Auch die Niederblätter sind hier zum Teil dreispitzig.

Von dem Basalteile aus geht das Blatt zu einer kraftigen Rhachis über, die unten einen kürzeren oder längeren Blattstiel darstellt und im oberen Teil die Fiedern trägt. Der Blattstiel kann bestachelt sein (*Zamia*-Arten) oder auch Dornen tragen, die aus den umgewandelterten unteren Blattfiedern hervorgegangen sind (*Cycas*-Arten). Nur bei *Bowenia* ist das Blatt doppelt locker gefiedert, die primäre Rhachis endet blind, die sekundäre Rhachis endet mit einem Endblättchen; sonst stehen überall die Fiedern in zwei Reihen

längs der Hauptrhachis des Wedels. Die Fiedern entspringen rechts und links an der Oberseite der Rhachis, gewöhnlich in zwei Funken, die durch eine meist breite Mittelrippe gesondert sind, nach abwärts in den Blattstiel sich verjüngen, nach der Spitze des Blattes zu mitunter in eine zusammenlaufende. In diesen Fiedern sitzen die Fiedern bald mit breiter, bald mit ± zusammengehängter und dann schwach venigter und gegliederter Basis auf, selten sind sie mit kleinen Stielchen versehen (*Wollemia Wallisii*). Die Fiederrückseite ist meist paarig mit rudimentärem, oft als Stachelspitze entwickeltem Rhachis-Ende, doch verbreitert sich dieses auch gelegentlich zu einem Endblattchen (*Ocotea circinalis*, *Stangeria*). Die seitlichen Fiedern stehen bald opposit, bald ± abwechselnd, ohne Blühstiel: Koitstanz bei den einzelnen Arten. Ihre Zahl wechselt von einigen wenigen (*Zamia*-Arten) bis zu 100 und darüber (*Macrozamia Peroffskyana* a. a.) auf jeder Seite;



via. HI Rand. Nervatur, Äußerer und mittlerer Einzelblättchen (hier Cycadeen-Flechten oder -Blätter: A *Cycas* *W(i(«b», li iHurti *ptotototum*, 0 Enr*) > vidditi *hanidti*, I) *Stimperfa* pvradnt. K i'nc, *ttUomtgf* uuterer Tell 4es Blattes. F finifertitt trptfritilit., <i .p|ncrri; <imi.j AMWOIMH H *Ceratoc* •inin m^isonn, K-rttiBpeTilnpi., / llttgL von *CI(I;OM ftwüluta*. Allos Terklelnert. nai-h dfr Nmur. (B. P. I. And. IX. i.p.fl)

bei jüngeren oder schwachen Exemplaren ist sie, wie auch die Länge des ganzen Blattes, geringer als bei vollentwickelten, am ersten Blatt der Keimpflanze sind oft nur wenige Pinnen entwickelt.

Noch sei erwähnt, daß die Fiedern an der Rhachis ± hinab- und auch ein wenig hinaufzulaufen pflegen. Bei *Cycas* und *Dioon* erfolgt das Hinablaufen bis zu den nächsten untreu liegenden, hinter denen danti der bembkommende Satim verewendet,

Die Fiedern wecheln in ihrer Gestalt von schmal linealischen bis zum oval-cifunigea, am häufigsten sind sie linealisch-lanzettlich, dabei oft schief oder aichelförmig; sehr achmal linealisch und oft fast drehrig sind t. B. die Fiedern bei *Macrosamia Patdo-Gtletmi*, am breitesten bei einigen *Zamia*-Arten. Ihre Größe ist gleichfalls sehr verschieden; bei *Wollemia pumila* sind sie nur 3-5 cm lang, bei einzelnen Arten erreichen sie dagegen 1 m an Länge (*Macrosamia Peroffskyana*, Fiedern linealisch-lanzettlich, *Zamia Ulei*, Fiedern sichelförmig, *Z. Wallisii*, Fiedern oval-eiförmig, *Cycas circinalis** Fiedern bis 30 cm lang, linealisch-lanzettlich). Die Kräftigkeit ist lederartig in verschiedenen Modifikationen. Meist sind die Fiedern atarr, am stärksten ausgeprägt bei *Encephalartos-A. rted*. Die Fiedernblätterfamilie, i. *Xuti*, Ud. IS.

ist reingrün, aelterer glauk (*Encephalartos funridus*). Im Jugciitkustand sind die Blätter häufig mit einer zottig-lilzigen Behaarung* versehen, die nadilier meist viihig verschwindet. Die Fiedern sind entweder vlllig giuzrandig oder aber mit ZJhnen versehen, die namentlich nach der Spitze zu Jiaiflg- sind und oft in schaxfe DONichen auslaufen; bei einigen *Encephalartos*-Arten (z. B. *E. torridm*) finden sich am Uterrante der Fiedern 1—3 giofie lappenartigB Zabne (Fig. 53 Q. NUT bei wenigen Formen sind die Fiedern stjrker zerteilt eingeschnitten; so zeichnet sich *Cycas Micholitzii* durch die ein- bia zweimal tief diciiotomisch eirgeschnittGDon Blatt fled ern aus und bei *Macrozamia keteromera* sind die Fiedern bis fast zum Grunde diciiotoniiech in 4—8 schmale Segments geteilt (Fig. 53 GJ. Gelegentlich tritt eolche Teilung auch bei dnzulnen Formen von Arten. mit eonst nnfreteilten Fiedern auf (*Macrozamia spiralis* var. *diplomera*),

Sehr eigenartig ist die Nervatur der Blattfiedern, die nur nodi bei einzelnen anderen Gymnospermen in libnlicher Weise wiederkehrt; die Nervatur mit ibren konstanten Typen ift audi inneihalb der Familie systematisch von großer Bedeutung. Drei Eigentiimlichkeiten sind besonders hervorzubeben: das Fehlen der Anstomososenbildung¹ (gelegentliches Auftreten aolcher nur bei *Stangeria*), die Hiiufigkeit der dicbotomen Teilung, die GleSchwertigkeit samtlicher Nerven (mit Ausnahme von *Stangeria*).



Fig. W. Blatt von *Tjuwtnia* In der Kno*genlage, (Sach J. Schust-)

Bei *Stangeria* (Fig. T & D) ist ein Alittelnerv vorhanden, von dem niedrig zahlreidie Seitennerven fast senkrecht ausgehen, die ungeteilt bleiben oder sich 1—2mal diciiotomisch teilen können. Bei der Gattung *Cycas* fehlen die Seitennerven, es ist nur ein Mittelnerv vorhanden. Bei den tribigeo Gattungen sind die Blattfiedern von ± zalirichen parallelen oder bogigen, ungetuilton oder gabelig geteilten Längsnerven durebzogen. Ungeteilt bleiben die Nerven bei *Dioou*; hier treten bis zu lfi Nerven gesondert aus \$St SjinnJrl hervor und gelien paraBd bis zur SpiUo hindurch. Sonet findet tneist 1—Smalige Gabeltcilung statt und z-war um 80 reichlich, je mehr sich die BUittchen nach oben verbreitern. Nach A. B r a u n untercheidet man z, B, bei *Encephalartos Hildvbrandtii* am Grunde der Fieder 4 Nerven, in der halben Länge dereelben 15—18, bei *E. AUensteinii* unten 8, in der Mitte ungefiibr 24, bei *Zamia Stiffneri* am Grunde 6, in der Mitte 12. Bei letzterer Art treten auf dem ganzen Umfang 36—38 Nervenenden in den Rand ein, bei *Zamia furfuracea*

bis G2, bei *Zamia Wallisii* bis 78. Bei *Bowenia* tritt ein einziger Nerv in jede Fieder ein, durch dessen wiederholte Teilung 32 oder mehr Nervenenden entetehen, von denen jedoch nur 4 das stark zugespitzte Ende erreichen.

Von besonderem Interesse ist auch die Knospenlage des Blattes und der Fiedern; 65 kommt hier verechiedentlich Einrollung vor, die an die Fame erinnert, ohne daB jedoch viillige Obereinstimmung herrscht. Bei *Cycas* ist in der Knospenlage die Rhadiis des Blattes gerade auageestreckt, wahrend die einzelnen Fiedern eiiigerollt sind (Fig. 53.). Bei *Stangeria* ist das Blatt eingebogen; der obere Teil mit den entstehenden Fiedern ist acharE gegen den Stiel zuruckgebogen und streckt sich allmablich mit der Verlangerung der Rhadiis; jede einzelne Fieder ist nach Smith in der Knospenlage liings eingeroUt, Ebenso ist diese Einroilung bei *Bowenia* vorhanden. Bei den anderen Gattungen ist dagegen meist das ganze Blatt sowohl wie seine Teile gerade gestreckt; die Fiedern legen sich in der Knospenlage flach aneinander (Fig. 53 H); sie decken sich dabei teilweise, und zwar von oben nach unten (oberflachliche Deckung, d. b. vom Rtlcken aus gegeben deckt der untere Rand der Fieder den oberen Rand der vorausgehenden). A. B r a u n weist darauf hin, daB diese Art der Deckung ein besonders bemerkenswerter Charakter der Cycadeen ist, der sonst nur Selten vorkommt, so tritt den Kernen bei *Botrychium*.

Anatomie der Vegetationsorgane.

Wichtigste Literatur: BE von Mohl. ttor ich HLU des CycadeciiKUunmes. Vermischte Schriften botaa. Inhalts (1845) 19S—SU (umgearb. aus Ahh. K. bayr. Akad. MUnchen 1832). — G. Mittenius, Beitrage zur Anatomie der Cycadeen Abh. K. SScha. Ges. d. Wiaenach. VII

(1861) 565—608, mit 5 T. — J. Reinke, Beiträge zur Kenntnis der Gymnospermen-Wurzel. Morph. Abhandl. Leipzig 1873. — H. Graf zu Solms-Laubach, Die Sprossfolge der *Stangeria* und der übrigen Cycadeen, in Bot. Zeit. XLVIII (1890) 177—187, 193—199, 209—215, 225—228. — W. C. Worsdell, The Anatomy of the stem of *Macrozamia* compared with that of other genera of Cycadeae, in Ann. of Bot. X (1896) 601—620, T. 27—28. — D. H. Scott, The anatomical characters presented by the peduncle of Cycadaceae, in Ann. of Bot. XI (1897) 399—419, T. 20—21. — Charles J. Chamberlain, The adult Cycad Trunk, in Bot. Gaz. LII (1911) 81—104, 20 Textfig. — Ward L. Miller, Polxylic stem of *Cycas media*, in Bot. Gaz. LXVIII (1919) 208—221. — H. W. Pearson, Anatomy of the Seedling of *Bowenia spectabilis*, Hook. f., in Ann. of Bot. XII (1898) 475—490, T. 27—28. — Reinhardt Thiessen, The vascular anatomy of the seedling of *Dioon edule*, in Bot. Gaz. XLVI (1908) 357—389, T. 23—29. — Helen A. Dopey, The seedling of *Ceratozamia*, 1. c. 203—216, T. 12—16; Vascular anatomy of the seedling of *Microcycas calocoma* 1. c. XLVII (1909) 139—147, T. 5—6; Embryo and seedling of *Dioon spinulosum* 1. c. LXVII (1919) 251—257, T. 10—11. — J. Reinke, Zwei parasitische Algen, in Bot. Zeit. XXXVII (1879) 473—478. — Albert Schneider: Mutualistic symbiosis of algae and bacteria with *Cycas revoluta*, in Bot. Gaz. XIX (1894) 25—32. — A. C. Life, The tuber-like rootlets of *Cycas revoluta*, in Bot. Gaz. XXXI (1901) 265—271. — Franz Zach, Studie über Phagocytose in den Wurzelknöllchen der Cycadeen, in Ost. Bot. Ztschr. LX (1910) 49—55, T. 2. — Gr. Kraus, über den Bau der Cycadeenfiedern, in Jahrb. Wissensch. Bot. IV (1865—66) 305—348, T. 19—23. — A. Nestler, Ein Beitrag zur Anatomie der Cycadeenfiedern, 1. c. XXVII (1895) 341—368, T. 11—14. — H. Matte, Recherches sur l'appareil libéro-ligneux des Cycadées, Caen. 233 pp., T. 1—16. — W. C. Worsdell, On » Transfusions-tissue «: its origin and function in the leaves of gymnosperous plants, in Trans. Linn. Soc. II. Ser. V (1897) 301—319. — H. Feustel, Anatomie und Biologie der Gymnospermenblätter, in Beih. Bot. Centralbl. XXXVIII. 2. Abt (1921) 177—257.

Anatomie des Stammes. Im Gegensatz zu den Coniferen besitzt auch der erwachsene Stamm bei den Cycadeen ein stark entwickeltes Mark und eine dicke Rinde, während die Zonen des Xylems und Phloems, die durch Cambium getrennt sind, relativ schmal sind. Durch die breiten Markstrahlen, die die einzelnen Xylem-Teile trennen, ziehen sich Gefäßbündel hindurch, die durch die Rinde verlaufend in die Blattbasen eintreten; diese Blattspurbündel können mit den Xylem-Teilen kommunizieren und stellen so eine direkte Verbindung zwischen der Bündelzone und den Blättern her. Das Vorhandensein von Blattliken im Bündelzylinder ist ein Charakter, der auf phylogenetische Beziehungen zu den Farnen oder *Cycadofilices* hinweist. Im Gegensatz zu der letzteren Gruppe wird aber bei den Cycadeen im Stamm kein zentripetales Holz entwickelt; über das Auftreten desselben in den Blattspurbündeln vgl. weiter unten.

Die dicke Rinde wird außen von einem borkebildenden Periderm umschlossen.

Im Parenchym des Markes tritt oft in reichlicher Menge Stärke auf. Ferner finden sich Gummikanäle, die ein Netzwerk im Mark bilden; solche sind ebenfalls in der Rinde vorhanden und beide Systeme anastomosieren durch die breiten Markstrahlen hindurch. Die Gummigänge sind von einem Epithel längsgestreckter dünnwandiger Zellen umgeben; diesem Epithelring schließt sich ein zweiter Ring etwas derberer quergestreckter Zellen an. Der Inhalt der Gänge entsteht durch Verschleimung der an den Gang grenzenden Membranschicht. Bei *Macrozamia* und *Encephalartos* sind markeigene Gefäßbündel nachgewiesen worden, die anastomosierend in verschiedenen Richtungen das Mark durchziehen. Die Lage von Xylem und Phloem variiert bei ihnen in bezug auf den Stammumfang. Dagegen besteht eine feste Orientierung zu dem die Bündel begleitenden Netzwerk von Gummikanälen; diesen ist stets das Phloem zugekehrt. Während die Gummikanäle, wie erwähnt, durch die Markstrahlen mit denen der Rinde in Verbindung stehen, treten die markeigenen Bündel nicht in die Rinde ein, sie bilden ein kaulines selbständiges System. In der Nähe der Stammspitze sind nur Gummikanäle vorhanden, die Markbündel bilden sich erst allmählich später heraus.

Eine ganz andere Bedeutung haben die markständigen Bündelspuren (Fig. 55), die sich meistens bei den Cycadeen finden, wenn sie geblüht haben; diese sind eine Folge des sympodialen Aufbaues des Stammes (vgl. unter »Blütenverhältnisse«). Ihr Verlauf ist von Graf Solms-Laubach zuerst ausführlich bei *Stangeria* beschrieben worden.

Treibt der Stamm einen terminalen Zapfen, so geht die Stammbtriebszone, sich kegelförmig verengend, in den Zapfenstiel über; bei weiterem Wachstum wird dieser zur Seite gedrängt, während sich der Stamm sympodial fortsetzt; der Bündelkreis der Stammverlängerung umgibt allmählich den sich ± nach der Horizontale neigenden Kegel der Zapfen-

stiel-Bündel und mnscheidet ihn geivissermaßen. Auf Querschnitten der älteren Stantteile zeigen sich dann *makrotaodige« Gefäßbündel innerhalb des normalen Bf&dabisgeB} dieser ist die Stelle der Verästelung, wo der Kegel in den Zapfenstid-Rest antritt. Solche Stt[[en folgen an älteren CycadeeD-Stämmen oft dicht aufeinander. Der Zapfen besteht also dann immer aus dem Wachstum einer Achse, nachdem sie vorher Laubblätter oder Schuppen hervorgebracht hat, die Sporophyll* sind nur eine Krone stark metamorphosierter Blätter. Sobald ein Zapfen sich zu entwickeln beginnt, entsteht dicht an einem Stiel ein neues Herhenn, das den Stamm fortsetzt. Eine Ausnahme von dem oben beschriebenen Verhalten machen *Cycas*, *Macrozamia* und *Encephalartos*, bei welchen Gattungen die wirre, kegelförmige Gestalt der Krone wie die Laubblätter und das während der Entwicklung das Ende geht nicht in einen Bündelkegel über. Stattdessen bleibt der Zapfen terminal und wird durch die Blätter lateral.

Dieses stark entwickelte Mark umgibt die toterten Leitbahnen (gefäßbündel) durch ihre seitlichen Vernetzung ein Netz,



Fig. 1. Querschnitt durch den Stamm von *Zamia integrifolia*. Die Leitbahnen sind im Zentrum des Stammes angeordnet und von einem Mark umgeben. Die äußere Schicht besteht aus Laubblättern und einem sich entwickelnden Zapfen. (Nach Pilger, 1902, in BoC li&t. LTLk)

dessen Maschen von den Markstrahlen ausgefüllt werden. Das Xylem zeigt sich auf Querschnitt als ein das Mark umgebender Ring. Hier durch die breiten primären Markstrahlen in keilförmige Abschnitte zerfällt, danelben finden sich im Xylem sekundäre (2–4 Zellreihen breite und bis 50 Zellen hohe) sekundäre Markstrahlen. Das sekundäre Phloem ist gut entwickelt und korrespondiert mit den Xylemaleilen; außerdem bleibt davor das ausgedrückte primäre Phloem sichtbar. Im allgemeinen ist der sekundäre Zuwachs nicht bedeutend; als Beispiel seien die Zellen für einen Stammquerschnitt von *Dioon edule* nach Chamberlain gegeben: Mark 6, d. h. Xylem 1,5 cm,

Phloem 8 mm, Rinde 3,2 cm, Blattbasenreife 1,5 cm; bei einem Stammquerschnitt der *Macrozamia Moorei* von 45 cm Durchmesser betrug die Zone des Xylems und Phloems nur 5 cm. Doch wird bei einzelnen Arten auch ein alterer Holzring entwickelt, so nach Chamberlain bei *Dioon spinulosum*, bei welcher Art an einem Exemplar das Holz 10 cm Breite erreichte, während das Mark 8 cm Durchmesser hatte. Hier sind auch deutliche Zuwachsringe zu unterscheiden, die mit der Bildung von Kronen oder Zapfen im Zusammenhang stehen; die Zahl der Jahre ist aber danach nicht festzustellen, da Kronen und Zapfen zusammen oder einzeln im Jahr gebildet werden; andere Cycaden lassen keine Wachstumsringe erkennen.

An der Innengrenze des Xylems nach dem Mark zu liegt das Protoxylem, das auch bei älteren Stämmen noch deutlich ist; das Bündel ist aus, da nur nach außen hin (zentrifugal) Holz entwickelt wird, »endarch«; das Protosylom besteht aus Spiraltracheiden und aus Leitföhren; die letzteren allmählich in die Trichtertracheiden des Metaxylems über, die die Hauptmasse des Holzes ausmachen. Die sind mit spitzen Enden versehen und haben an ihrer Radialwand 2–6 Reihen von Höftspitzen; gelegentlich treten auch an der Tangentialwand Höftspitzen auf. Neben den Tracheiden enthalten das Xylem lange Zellen mit geraden Querwänden, die zuerst dünnwandig und starkelastisch sind, dann verdickt und getüpfelt werden. In den Zellen der schmalen Markstrahlen finden sich Störke und Kalkoxalatkristalle.

Das sekundäre Phloem enthält viele stark verlängerte Bastzellen.

Bei einer Reihe von Gattungen, nämlich bei *Qycas*, *htacrozamtu*, *Eucephalartos* und *Bowenia* werden außer dem normalen Bündelring weitere konzentrische Bündelringe in den Rinde angelegt (polyxyler Typus; Fig. 36). Der erste anomale Bündelring kann auf dem Querschnitt von gleicher Breite oder sogar noch breiter als der normale sein, dann folgen weitere Ringe, die schmaler sind und aus weiter voneinander getrennten Segmenten bestehen; die äußerste Zone ist nur hier und da entwickelt und fehlt in großen Teilen des Stammumfangs, so daß der Ring undeutlich wird. Die einzelnen Hinge, besonders der normale und der erste anomale, stehen durch Xylem- und Ploembänder miteinander in Verbindung, so daß eine vollkommene Kommunikation zwischen den verschiedenen Teilen des Leitungsgebietes des Stammes hergestellt ist. Nach den Untersuchungen von Miller an *Cycas media* bildet sich nur der normale Bündelring im Aferistem des Stammgipfels an, die anderen dann erst weiter unten in der Rinde außerhalb des ersten Ritiges. So kommt es, daß nur die erste normale Zone ein Proxylem nur ein Proto-phloem hat; den weiteren anomalen Zonen fehlen diese, ihr Holz ist nur gleichförmig aus gleichförmigen Tracheiden zusammengesetzt, ausnahmsweise kommen Leittracheiden vor. Die Kambialzone zwischen dem Protoxylem des normalen Bündels und dem Xylem des ersten anomalen Ringes besteht rein aus Rindenzellen.

Die Tatsachen sind für die Auffassung der gesamten Stammstruktur der Cycadeen von Wichtigkeit. Man hat wegen des Vorkommens der äußeren Bündelringe bei *Gycoa* und anderen Gattungen den Aufblick mit dem der Medullösen in Verbindung bringen wollen. Die Bündelringe sollen angesehen von ihrer alten Struktur, die in Ringen oder Lagen von konzentrischen Gefäßstrahlen bestand; im Laufe der Zeit wurde das Cambium der inneren Teile solcher »Stelen« mehr und mehr funktionsuntüchtig, das der äußeren Teile mehr und mehr aktiv. Die Cycadeen mit mehreren Gefäßbündelringen entsprechen dann den Medulla-Bündeln mit mehreren Ringen von Stelen, die übrigen hatten ebenso wie *Lyginodendron* nur einen Ring von Stelen, bei denen Protoxylem, Pith- und Sekundärgewebe, das zur Markseite gehörte, allmählich verfiel. Danach ist also der Bau aller Cycadeen vom polystelen Typus ausgegangen. Begründeter ist wohl die Anschauung, nach der die Cycadeen monostel sind; als Grütform kann man sich eine solche Stele vom Typus von *Qetermffbtm* vorstellen; bei dieser fossilen Gattung ist eine zentrale Stele mit Tracheiden und Pithchym vorhanden, bei der also kein sekundärer Markkern (wie bei *Lyginodendron*) vorhanden ist; an der äußeren Rinde

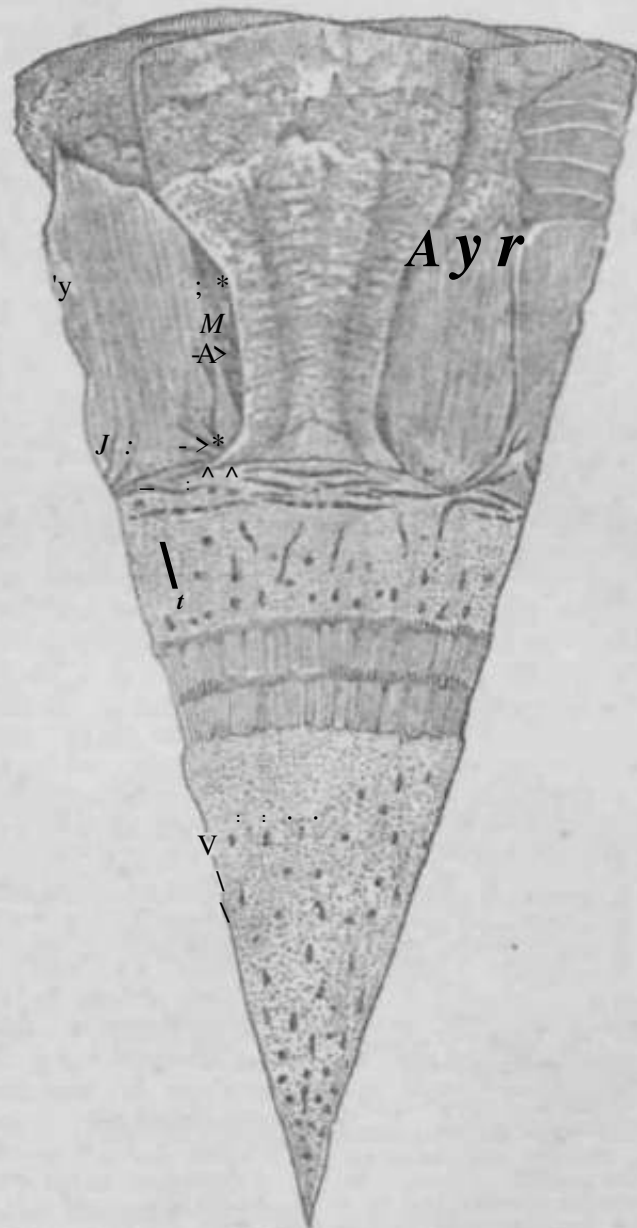


Fig. 36. Stammquerschnitt von *Tinijm* mit 2 Bündelringen, auffallend die Bänder. (S. v. I. SolitttarJ)

der Stele liegen vmesarchea Btndel, bei denen das Protoxylem mit Uvn kleinsten Spiraltraeheiden in der Mitte liegt. Bei Auftreten eines Markers kann hieraus der *Lyginodendron*-Typus, und wenn das lenticipetale Holz schwindet (das Protoxylem also ganz innen liegt, das Btndel also endarch wird), der Cycadeen-Typus abgeleitet werden. Die weiteren Btndelzonen bei einer Anzahl Cycadeen-Gattungen sind dann also nicht Reste einer alten Struktur, sondern Neubildungen.

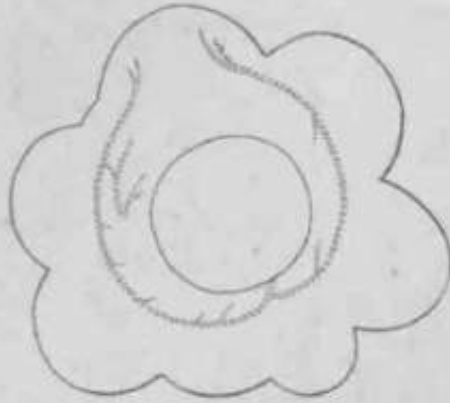


Fig. 57. Verlauf eines Gefäßbündels in der Blattbasis. (Nach Mettenius.)

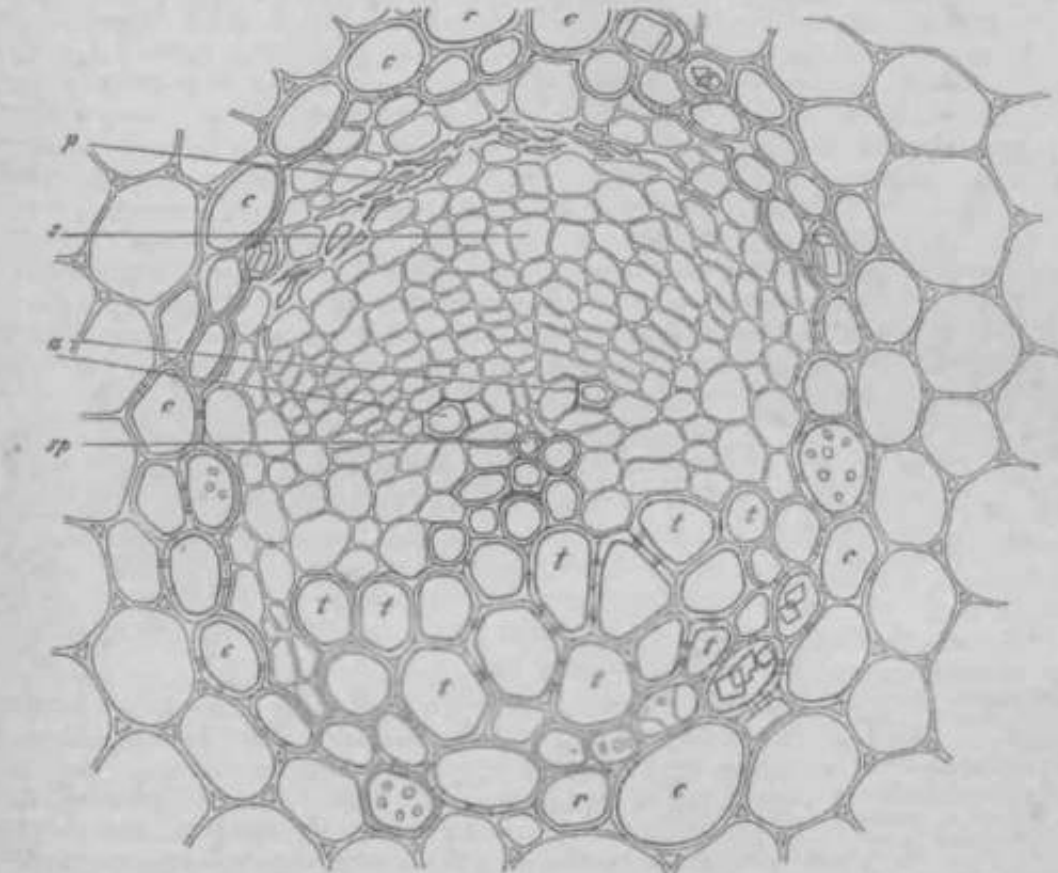
dann in der Rinde die Bildung von weiteren lokalen Peridermen und Borkeschuppen. Bei anderen Gattungen wie *Cymatosamia* und *Encephalartos*, bei denen der Panzer erhalten bleibt, geht die Peridermbildung nicht auf den Stamm über. Die Blattteile alter Blätter bleiben dauernd wachstumsfähig, so daß trotz der Umfangsvergrößerung des Stammes keine Lockung des Schuppenpanzers erfolgt. Die Peridermbildung findet in der Spitze (der Blattspitze) statt; indem weiter innen neue Peridermschichten gebildet werden, kommt Borkbildung hinzu: es entstehen schmale abblätternde Borkschuppen, deren mehrere aufeinander sitzen bleiben. Die Borkbildung bleibt also auf die Blattbasis beschränkt. Arten von *Cycas* wie *C. circinalis* und *C. Rumphii* zeigen ein vernetztes Verhalten. Die Borkbildung erfolgt zunächst in den Blattbasen, dann aber werden die alten Periderm- und Borkreste abgeworfen und neue Periderm und Bork entstehen auf der gesamten Oberfläche.



Fig. 58. Querschnitt eines Blattes von *Cycas revoluta*, nat. Gr. r. d. r. B. U. t. i. H. n. a. ; If C. Q. r. t. e. i. K. t. r. & n. g. ; bei n. d. m. ; Blatt (ii. ert. l. t.) n. , B. i. i. r. d. e. ; B. t. e. t. e. t. t. ; U. r. b. e. t. J. e. n. S. p. u. r. ; H. u. r. t. e. l. l. e. In den Stämmen leicht zu verfolgen (nach Do Bury, E. P. i. Aun. n. i. j. i.) ..

treten an die Gurtel Zweige von Markscheidenbündeln, die an der f. * f. l. i. i. (-il. < i. i. s. U. ; n. 8. t. e. l. l. e. n. den Holzring verlassen, heran. Es entsteht so in der Rinde ein kompliziertes Netzwerk, das seitlich und vertikal an die stärksten Gurtel angeheftet ist. Die gurtelartigen Bündel umkreisen also in horizontaler Lage den Holzring, zwei solcher Bündel, die in verschiedener Richtung von gemeinsamem Ursprung aus den Stamm umlaufen, treten in den Blattstiel ein. Jeder Gurtel muß sich mit den anderen Urteilen der Blätter desselben Blattaykluft kreuzen. Ihr Verlauf erfolgt mehr mitten in der Rinde oder, wie z. B. bei *Dioon*, näher an der Oberfläche; das Periderm kann sie abschneiden. Die kollateralen Rindenstränge haben ihr Phloem nach innen und ihr Xylem nach außen gerichtet.

riellr bemerkenswert ist die Veriinderuu^, die in der Struktur der kolJateralen GofaJAbundel w&hrend ihres Oberganga in den Blattstiel eintritt. Die Bjndel aind in der Rindc nodi endarch, d. b. die eraten Holzelemente, das Protoxylem, liejren am innersten Ende dea Xyleras, entfemt vom Phloeii^ die gauze Entwickhing des Xylems iat xontrifugaL Beim Obergang IE die BlattfuBe werden die Biindel dagcgen mesareh, die Spiraltrachtetden des Protoxylenis liegen inmitten des Xylems, Em Blattstici Bchon naher an das Phloem ^ertickt; die Entwicklung goht dann also in zwei Richtu.ngen vor sich und zwar mehr xenripetal ala zcntrifugal (Fig. 50). Die Entwicklung der beiden Xylemteile



(•IK- ftii. MciuirehciiJ ftefUUhtntel Jiit« 4lt>nt UlntHtini atste jungau PBaxnut vim Cym* Mpolilfri. c Scheldt
 •ifta BUinlels; »/, S.]mUrat:ljijtk>[j dH Pruluiyjem; (spolla Ttlpfeltmohciden (Its* xiinrijmUlen Sjlcnu;
 <* Ttrpteltmehcfdcn (Jc* untrifosklOI Xjrl<ms; « SlehrOhrra. cluroh «irt«» Pnrenchyui gfeirflunt; p wu-
 sammengedrückter HuC>nir Stublell. Vwgn «n-h Do Wary. K. r. 1. ,l>n. It 1. p. ID

variirt stark; in den feinen Blattnerven kaim das zentrifugnlc Hoh fast ganz verachwiaden.

Anatomische VerliillLniBse des Embryo. Neuere Untersuchungen ilber den GefaCbiUdelverlauf im Embryo lialten znm VeraUindniB ties Stammbaume der Cyadeen beigetragen. Der GefllBbtindolzylinler des SUMmcbeis iBt eine Protoatele, d. h. eine Stele, bei der noch kein Alark rein auagegliedert ist; das Xylem tst nach auBen ra kompuki, wetter naeb innen zu mit Parenchym-(Mark-)Zellen gemischt, waiirend acbliefiUch im Itteren die Halxzellen nur eingestreut KTK; eine Pbloemzone nni<^lt Ann Xylem. Die Stele ist niir sebr km, stellt also eine Platte dar, die von ungefilhr (quadrati-acher Gestalt ist; an jeder Ecke He& Quadrates liegt eine Protosylem-Cruppe; diese Grup-pen erstrecken sich von dor Platte aus weiter nach unten, ura das Protcxylew der Wurzel m bilden. Bei *Microcycas* 1st keine Protostele-Platte vorhanden^ die 4 Kotyledonen-Btindel bleiben bis zum Cbergang in die tetrarchc Wurzel voneinander unterecheidbar.

Von d^n Protoxylemgruppen der Platte geht nun zunachst je ein Gefaflbiindel aus; diese 4 Biindel verBorgen die beiden Kotyledonen (F%, CO). Ein Bunrlcl geht gaoz in jnden

Kotyledon, wo es sich bald teilt; die Teilung kann auch schon so bald nach dem Austritt aus der Stille erfolgen, daß hier je 2 Bündel in den Kotyledon eintreten; von den beiden anderen Hauptbündeln aus den beiden anderen Ecken der Stile geht je ein Ast in je einen Kotyledon, so daß hier die beiden Kotyledonen am selben Stielteil Anteil haben. In vielen Keimblättern teilen sich die Bündel weiter, jeder Kotyledon kann dann 8–10 Bündel haben, bei *Zamia* und *Cycas* sind es weniger. Bei der Trennung von der Stielplatte tritt die Bündel endarch, werden dann bei ihrem Aufwärtsverlauf mesarch und zuletzt fast exarch.

Nach den Untersuchungen bei *Zamia* und *Ceratozamia* erfolgt die Bündelversorgung der ersten Laubblätter oder Schuppenblätter so, daß jede aus der Platte 4 Bündel erhält. Ihre Ursprungsstellen sind nicht sicher flüchtig, doch sind sie über den Umfang der Platte verteilt, jede an einer Seite des Quadrates. Bei *Dioon* kommen zwei Bündel auf der Seite heraus, auf der das Blatt liegt; diese treten ± direkt durch die Rinde in den Blattstiel ein; die beiden anderen kommen auf der entgegengesetzten Seite heraus und fassen sich in einen Bogen rechts und links um die Platte, ehe sie sich aufwärtskrümmend in den Blattstiel eintreten* wobei sie sich dann wiederholt verzweigen. Schon die Bündel des ersten Blattes beginnen also mit der Girtelbildung. Die Bogen der folgenden müssen sich mit denen des ersten Blattes kreuzen. Bei *Ceratozamia* ist dagegen eine Girtelbildung bei den ersten Blättern nicht vorhanden, die Bündel steigen schräg an; erst mit dem radialen Zuwachs der Blätter und des Stammgipfels beginnt die Girtelbildung.



Fig. 60. *Ceratozamia mexicana*. Schematische Darstellung der Bündelverteilung im Wurzelquerschnitt nach Sitter H. (aus Angeln. (Nach Coulter u. Schimper, *Bot. Jahrb.* 1901, p. 101 J)

Die Bündel sind ebenfalls bei ihrem Austritt endarch und werden dann mesarch, bis fast exarch.

Beim heranwachsenden Keimling wird der Durchmesser des Leitungszyllinders oberhalb der Platte allmählich größer; eowies neue Blattprimordien erscheinen, werden neue Bündel eingefügt und füllen den Raum zwischen den ursprünglichen Bündeln aus, so daß dicht unter der Platte der Bündelzylinder schon kompakt ist.

Anatomie der Wurzel. Die Wurzel der Cycadeen ist bogenförmig, doch kommen auch vielfach 3–5 alternierende Xylem- und Phloemteile vor. Das wechsellagernde bei denselben Art. Das Protosylem, aus Spinotracheiden bestehend, liegt außen, die Entwicklung des Xylems geht dann bis zum Zentrum vor sich, so daß bei diarcher Wurzel eine Xylemplatte entsteht, der auf jeder Seite ein halbmondförmiger Phloemteil vorliegt. Die Seitenwurzeln entstehen endogen im Pleromzylinder, die jüngste Wurzel zunächst dem Vegetationspunkt; daneben werden auch von älteren Wurzeln Adventivwurzeln erzeugt, ferner teilt sich gelegentlich die Spitze dichotomisch. Nach Reinke entspricht die Bildung der Wurzelhaube-Gewebes im der Spitze des Coniferen-Typus: im Pericycle der Spitze wird nach vorwärts die Wurzelhaube*. Nach Reinke ist die Wurzelhaube neu. Die Wurzelhaube ist sehr eckig bei *Cycas* entwickelt. Und bei *Ceratozamia* und *Zamia*. Ein Calyptragen oder Dermatogen ist also nicht vorhanden. Die Stille ist von einer Endodermis und einer mehrschichtigen Pericycle umgeben, auf das die breite Rinde folgt. In der äußeren Rinde wird bald eine Phallogen-ähnliche Struktur ausgebildet, die bald eine Rinde im Pericycle gebildet hat; das Gewebe, das im Bereich dieser zweiten Schicht liegt, wird bald abgestoßen.

Eine auffallende, bei vielen Cycadeen beobachtete Bildung sind die Wurzelknollen, die eine blaugrüne Alge enthalten. Sie kommen an den dichotomisch verzweigten Seitenwurzeln vor, die meist nahe der Oberfläche entstehen (vgl. Lunterwortel). Reinke beschrieb zuerst das Vorkommen einer blaugrünen, von ihm als eine *Anatocna*-Art bezeichneten Alge in diesen Wurzeln (später wurde die Alge als *Xostoc punctiforme* [Kütz.] Hariot bestimmt). Sie kommt nur in einer bestimmten ringförmigen Zone der Rinde vor, deren Zellen dadurch zu einem besonderen Wachstum veranlaßt werden. Zwei aufeinanderfolgende Zellschichten der mittleren Rinde bilden nämlich schalenförmige Ausstülpungen, die sich ineinander schließen und so eine Art Palissadenschicht bilden, in deren

Interzellularräumen die Alge wuchert, die bei reichlichem Wachstum die Palissadenzellen stark zusammendrückt. In nicht von der Alge befallenen Wurzeln findet sich eine solche Schicht nicht. In den von der Algenschicht nach innen zu gelegenen Zellen der Knöllchen kommen auch Bakterien vor, die den bekannten Knöllchenbakterien entsprechen, auch sind hier Pilzmycelfäden gefunden worden, die die Pflanze teilweise auflöst und verdaut. Das symbiotische Verhältnis der Organismen zum Wirt ist noch nicht völlig geklärt.

Anatomie des Laubblattes. Die beiden in das Blatt eintretenden Gefäßbündel gabeln sich wiederholt und ordnen sich auf dem Querschnitt des Blattstieles zu einem nach unten konvexen, oben an den Seiten auseinandergeschlagenen, etwa 0 f 6rmigen Bogen. Die randständigen Gefäßbündel versorgen die Blattnerven. Diese enthalten bei *Cycas* nur ein mittleres Gefäßbündel, bei den anderen Gattungen zahlreiche parallele Bündel, die als Äste eines Bündels in die Nerven eintreten und an der Spitze oder in den Zähnen frei endigen. Bei *Stangeria* verlaufen im Mittelnerv der Nerven 6—8 Bündel, von denen die seitlichen niedrig geordnete, teilweise bogenförmig anastomosierende Seitenäste abgeben.

Wie schon erwähnt, werden die Gefäßbündel beim Eintritt in die Blattbasis mesarch; das zentrifugale Xylem tritt immer mehr zurück und fehlt z. B. bei *Dioon* in den Nerven schließlich gänzlich, bei *Encephalartos*, *Zamia* und *Ceratozamia* ist es stets noch vorhanden.

Die Epidermiszellen sind verschieden gestaltet; bei *Stangeria* sind sie von oben gesehen gestreckt, mit geschlängelten Wänden, bei *Cycas* und *Encephalartos* 3—6-eckig, bei *Zamia* langgestreckt prosenchymatisch, verdickt; bei *Ceratozamia* und *Dioon* treten sie in zweierlei Form auf, teils als langgestreckte, stark verdickte Zellen, teils als kurze, rhomboidische, stark verdickte Zellen. Die Zahl der Spaltöffnungen beträgt 29—81 auf das mm^2 ; die kleinen und schmalen Nerven haben die größte Zahl auf einem bestimmten Flächenraum. Nur *Bowenia* hat oberseits und unterseits Spaltöffnungen, sonst kommen diese nur an der Unterseite vor, und zwar gewöhnlich zwischen den Nerven regelmäßig verteilt; bei *Cycas* liegen sie ordnungslos zu beiden Seiten des Mittelnerven. Sie sind stets $\pm$ eingesenkt und entsprechen im allgemeinen dem Gymnospermen-Typus. Auf die Epidermis folgt ein Hypoderm von dickwandigen bastähnlichen Zellen, die oft später durch Querwände gefächert werden. Eine starke Entwicklung zeigt das Hypoderm bei *Encephalartos*, wo es beiderseits 2—3-reihig ist; bei *Ceratozamia* ist es dagegen nur am Rande entwickelt, bei den *Zamia*-Arten in verschiedener Weise, bald einreihig, bald in Zellgruppen, die der Epidermis anliegen.

Das grüne Blattparenchym ist $\pm$ deutlich in Palissaden und Schwammgewebe gesondert. Bei *Bowenia* z. B. sind keine typischen Palissadenzellen ausgebildet, sondern es folgen auf die Epidermis kubische Zellen, sonst sind häufig ziemlich langgestreckte Palissaden in einer Schicht vorhanden. Das Schwammgewebe ist $\pm$ dicht oder auch lacunös, häufig vor der unteren Epidermis wieder palissadenähnlich. Bei Cycadeen mit paralleler Nervatur der Nerven findet sich zwischen den Gefäßbündeln ein eigenartiges Parenchym, dessen Zellen in der Quere des Blattes gestreckt sind und in der Blattlänge zwischen sich große ovale Lücken lassen. In der Rhachis des Blattes sind stets Gummigänge vorhanden, die bei einigen Gattungen auch in die Nerven eintreten.

Eine besondere Erwähnung verdient noch das von H. von Mohl so benannte Transfusionsgewebe, das in den Blättern aller Gymnospermen vorkommt. Unter den Cycadeen ist es besonders ausgeprägt bei der Gattung *Cycas* zu finden. Es tritt hier in enger Verbindung mit dem zentripetalen Holz des Blattgefäßbündels seitlich an diesem auf und besteht aus kleinen Gruppen von kurzen verholzten tracheidenartigen Zellen mit Netzverdickung und Hoftüpfeln, die einen größeren Durchmesser als die Tracheiden des Xylems besitzen. Bei anderen Gattungen ist das Transfusionsgewebe schwächer entwickelt und öfters nur durch einzelne Tracheiden angedeutet. Während ältere Autoren der Ansicht waren, daß es aus dem Parenchymgewebe des Blattes entstanden ist und nicht zum Gefäßbündel gehört, faßte Worsdell es als seitliche Verbreiterung des zentripetalen Holzes auf; er stützte sich dabei besonders auf *Cycas*, wo man den allmählichen Übergang von den Xylem-Tracheiden zu den breiteren kürzeren Elementen des Transfusionsgewebes verfolgen kann; Bernard bezeichnet das Gewebe direkt als zentripetales Holz. Die Frage nach der Natur des Transfusionsgewebes ist besonders für die Coniferen von erheblicher Bedeutung, da hier sonst eigentliches zentripetales Holz im

Blattbiindel nicht vorkommt; in dem Transfusionsgewebe hätte man dann den Rest des zentripetalen Holzes zu sehen, das bei den Pteridospermen im Stamm, bei den Cycadeen nicht mehr im Stamm, wohl aber noch im Blatt, und bei den Coniferen nur noch als Transfusionsgewebe vorkommt. Biologisch wäre es von Bedeutung als Verstärkung des Leitungssystems, das nicht mit derselben Vollkommenheit wie bei den netzadrigen Angiospermen ausgebildet ist. Gegen diese Auffassung des Transfusionsgewebes sind neuerdings wieder Bedenken geltend gemacht worden, die sich auf die seitliche Entstehung gründen, die selbständig ohne Verbindung mit dem Biindel im Perizykel erfolgt. Dem Transfusionsgewebe ist danach keine phylogenetische Bedeutung beizulegen; seine Funktion ist in der Wasserspeicherung zu suchen, es ist eine sekundäre Bildung, die mit anderen xeromorphen Charakteren der Cycadeen im Zusammenhang steht.

Bei *Cycas* kommt im Blatt noch ein weiteres Gewebe aus tracheidenartigen Zellen hinzu, das sogenannte Querparenchym (accessorisches Transfusionsgewebe nach W o r s - dell, Hydrostereom nach Bernard). In der Mitte des Blattmesophylls erstreckt sich nämlich ein Streifen von Tracheiden von der Mittelrippe bis zum Blattrand; die Zellen sind parallel zur Oberfläche bedeutend verlängert, verholzt und mit Hoftüpfeln versehen. Dieses Gewebe ist für *Cycas*, wo die Blättfiedern nur einen Nerven haben, von Bedeutung.

Blütenverhältnisse. Die Blüten der Cycadeen sind stets zweihäusig, nackt; sie stehen einzeln oder zu mehreren am Gipfel des Stammes zwischen den Wedeln; im allgemeinen sind sie von ausgesprochener Zapfenform, lockerer bei *Cycas*. Die Blüten können an der Hauptachse des Stammes terminal oder lateral stehen; im ersteren Falle können sie von der Hauptachse durchwachsen oder nach der Blütezeit zur Seite gedrängt werden. 1. Terminale Blüten. Die Durchwachsung findet statt bei *Cycas* 2; die 2 Pflanze trägt keinen kompakten Zapfen, sondern geht an der Stammspitze von der Laubblattbildung über zur Bildung zahlreicher gedrängt stehender Fruchtblätter, die zueist aufrecht sind und dann abspreizen und herabhängen; der Vegetationspunkt im Inneren bleibt in Tätigkeit, die Achse wächst nach der Frucht reife weiter und kehrt zur Niederblatt- und Laubblattbildung zurück, um dann später wieder eine Blüte zu erzeugen. Der Stamm bleibt demnach ein Monopodium. Zur Seite gedrängt werden die terminalen Blüten bei *Dioon*, *Ceratozamia*, *Zamia*, *Microcycas*, *Stangeria*. Die 1 und 2 Blüten haben hier stets Zapfenform; geht der Sproß in eine Blüte aus, so wird seitlich ein neuer Vegetationspunkt gebildet, der den Stamm fortsetzt; der neue Sproß drängt den Zapfen zur Seite, was aus dem anatomischen Aufbau ersichtlich ist (vgl. bei Anatomie). Der Stamm ist also, nachdem er geblüht hat, ein Sympodium. Die Regel ist, daß nur ein terminaler Zapfen gebildet wird, doch kommen neben diesem (besonders bei *Zamia*) auch ein bis mehrere seitliche, axilläre Zapfen vor. 2. Laterale Blüten. In diesem Falle werden ein bis viele Zapfen seitlich erzeugt, während die Hauptachse fortwächst; der Stamm bleibt ein Monopodium. Hierher gehört *Macrozamia* und *Encephalartos*. Am auffallendsten zeigt diesen Typus die 1 Pflanze von *Macrozamia Moorei*. Nach Chamberlain sind unverzweigte Exemplare mit 20—40 1 Zapfen nicht selten, in einem Falle liefen sich sogar 103 1 Zapfen konstatieren. Die Zapfen stehen in einem Kranz unterhalb der neuen Krone und zwischen den Blättern der vorigen Krone; in den Basen der Blätter der neuen Krone versteckt, sind schon die jungen Zapfen der nächsten Periode zu finden; das Zentrum der Krone ist dagegen frei von Zapfen. Die Stiele der Zapfen sind zwischen den Blattbasen versteckt und Schnitte zeigen, daß die Zapfen in den Blattachsen entstehen; sie sind alle lateral. Die 2 Zapfen und ebenso die 1 Zapfen der anderen Arten sind in geringer Zahl vorhanden oder auch nur einzeln; aber auch dann entstehen sie seitlich. Das gleiche gilt für *Encephalartos*. Die 2 Zapfen werden hier einzeln oder zu 2—3 gebildet, selten mehr, die 1 zu 3—7, selten einzeln. Die jungen Zapfen stehen in einem Kreise um die Knospe.

Die Blüten beiderlei Geschlechtes sind im allgemeinen einander ähnlich, doch sind die 1 meist dicker als die 2, und die Zahl der Carp., ist geringer als die der Stam. Die Zapfen sind ± lang gestielt, ihre Form ist eine zylindrische oder schmalere oder breitere eiförmige. Besonders die 2 Zapfen erreichen bei einigen Arten eine gewaltige Größe und Schwere. So wird für den Fruchtzapfen von *Microcycas calocoma* eine Länge von 80 bis 90 cm bei einem Gewicht von 9,5 kg angegeben (1 Zapfen 20—30 cm lang); eine gleiche Länge für den Fruchtzapfen von *Macrozamia Peroffskyana* bei einem Gewicht bis zu 35 kg; bei einigen *Encephalartos-Aiten* erreichen die 2 und die viel schmäleren 1 Zapfen eine

LSnge von $\frac{1}{2}$ m; der ♂ Zapfen von *E. caffer* soil ein Gewicht bis zu 45 kg haben. Die kleinsten Zapfen finden sich im GegensaU dazu bei einer Anzahl von *Zamia*-Arten: *Z. pumila* ♂ Zapfen 5 cm lang, *Z. media* und *Z. angustifolia* < ♂ Zapfen 5—6 cm lang. Zwischen solchen Extremen sind bei den anderen Gattungen und Arten alle vermittelnden GrÖßen vertreten. Damit wechselt dann auch die Zahl der Sexualblätter von weniger als 30 bis über 600. Andere als Sexualblätter sind in den Blüten nicht vorhanden, doch bleiben nicht selten die untersten und zuweilen auch die obersten steril; so bilden in den ♂ Zapfen von *Dioon* orstere einen gegen den fruchtbaren Teil deutlich abgesetzten Kranz, während bei *Zamia* die obersten sterilen Schuppen am Zapfen zu einem kompakten Körper verwachsen, der den Zapfen spitz zulaufen läßt*).

Weibliche Blüten. Wie schon oben erwähnt ist nur bei *Cycas* die Zapfenform nicht deutlich ausgeprägt; die zahlreichen Carp. bilden hier ein Aggregat am Stammgipfel — die primitivste für eine Blüte denkbare Form. Entsprechend sind auch die einzelnen Carp., in ihrer Ausgestaltung den Laubblättern noch am ähnlichsten; Sie sind bis 30 cm lang, ihr Endteil ist verbreitert und fiederig eingeschnitten (*C. revoluta*) oder gezahnt (*C. circinalis* u. a.), der untere Teil ist stielartig. aehmal, der mittlere Teil

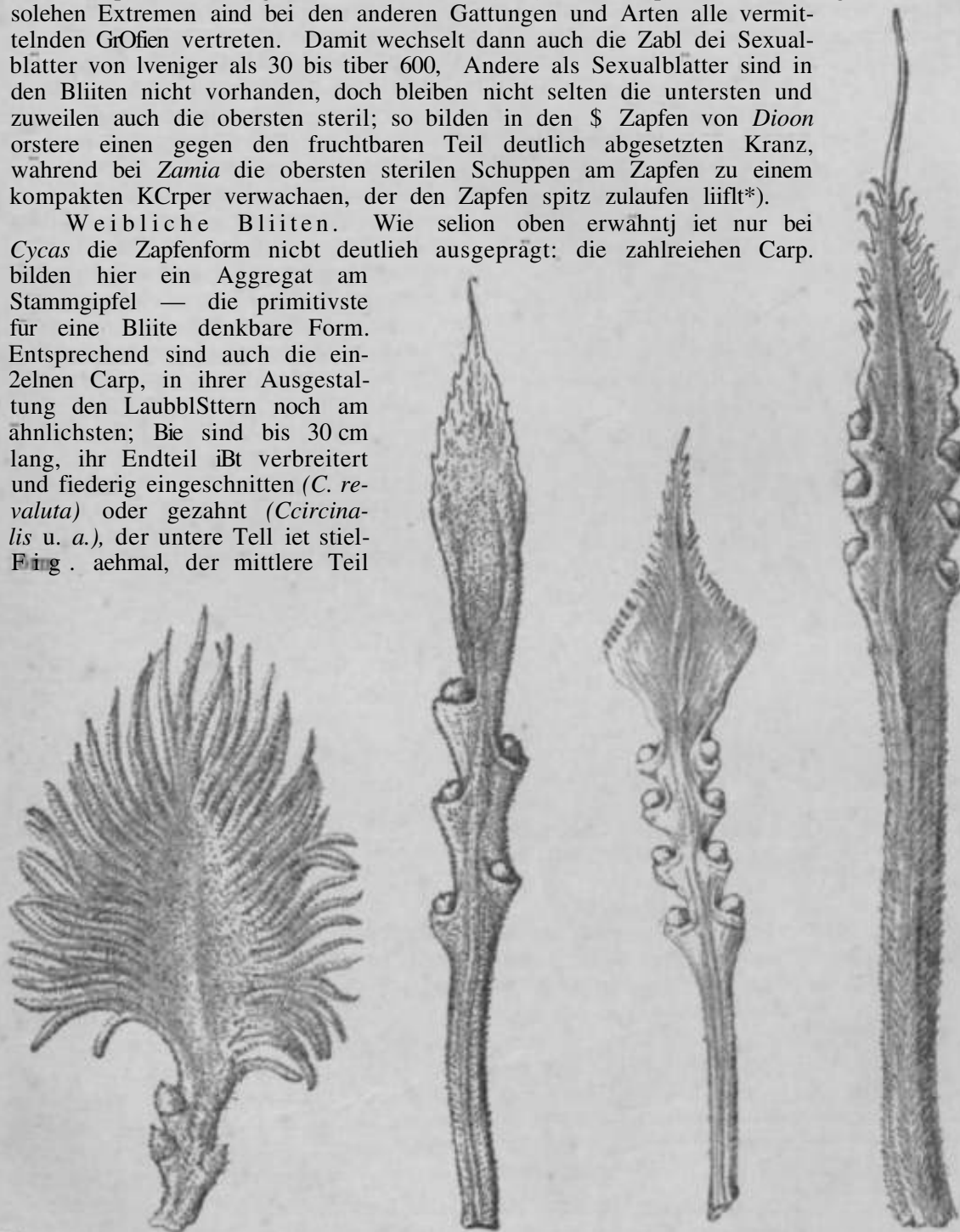


Fig. 61. Carpel von *Pyran*. Von Hnck nach rechts *C. revoluta*, *C. thornaraii*, *C. rtmphii*, *C. circinalis*. Vgl. einert. (Nact J. S; h uK t er.)

gleichfalls schmal, in ihm sitzen seitlich statt der Fiedern oder Zähne mehrere (jederseits bis 5) gegenständige oder abwechselnde Samenanlagen (immer bei den australischen Arten

*) Vergl. A. Braun l. c, S38 ff. Die Anordnung der Zapfenschuppen ist entweder nach Divergenzen der Hauptreihe oder in 2-uniaufigen Cyklen, die bei gerader Zahl ihrer Glieder alter-

C. formanbyana und *C. cairnsiana* ist die Zahl der Sainenanlagen auf zwei reduziert. Die große Zahl der Samenanlagen ist gletebfallB ein primitiver Charakter und für *Cycas* inaktiver. Bei allen anderen Gattungen bringt das Carp, stets nur zwei Samenanlagen hervor. Ebenso bildet bei allen anderen Gattungen die Blüte einen Zapfen von wohlumschriebenem Umriß. Am meisten nähern sich an *Cycas* noch die Formen an,

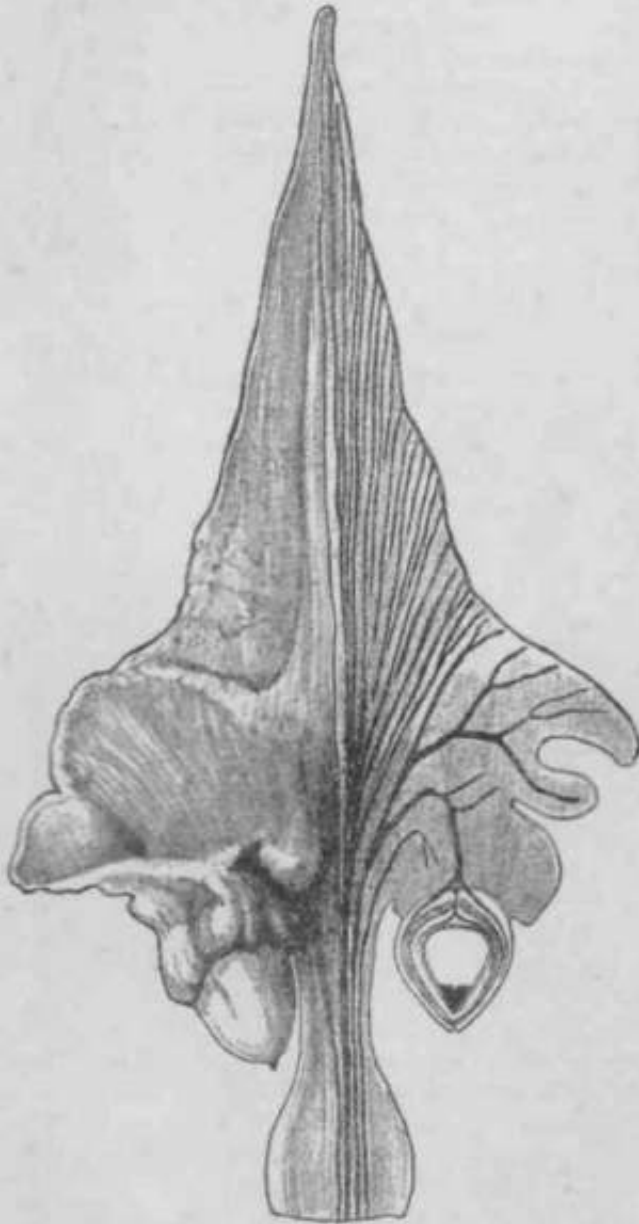


Fig. 1. *Cycas formanbyana* (J. Schuster.)

bei denen die Carp, in freie blattähnliche Spitzen abgeben (*Dioon*, Arten von *Macrozamia*). Viel häufiger sind die Carp, weiter derartig metamorphosiert, daß von einem schmalen Stiel aus der Endteil sich schildförmig verbreitert; die Schilder schließen mit reihlichen Kanten aneinander, so daß der Zapfen von außen gefeldert erscheint und die rechts und links vom Stiel gelegenen beiden Samenanlagen von den Schildern versteckt werden. Die Carp, sind entweder nackt und glatt oder ± wollig oder filzig behaart, besonders außen an den Schildern.

Bei *Dioon* sind die Carp, noch verhältnismäßig locker gestellt, kurz; gestielt und aus breitem Grunde langsam verstmittelt; auffallend ist (die polsterförmige Anschwellung am Grunde der Samenanlagen (siehe bei der Gattungsbeschreibung). Den Übergang von dieser Form zu den außen schildförmigen Carp, kann man bei *Macrozamia* verfolgen; auch hier gibt es Arten, bei denen die Carp, flach und lang verschmälert sind, bei anderen Arten verdickt sich aber der Endteil über dem Stiel so stark, daß die Carp, von außen gesehen als rhombische Felder erscheinen, wobei die Spitze zu einem Stiel ± reduziert wird.

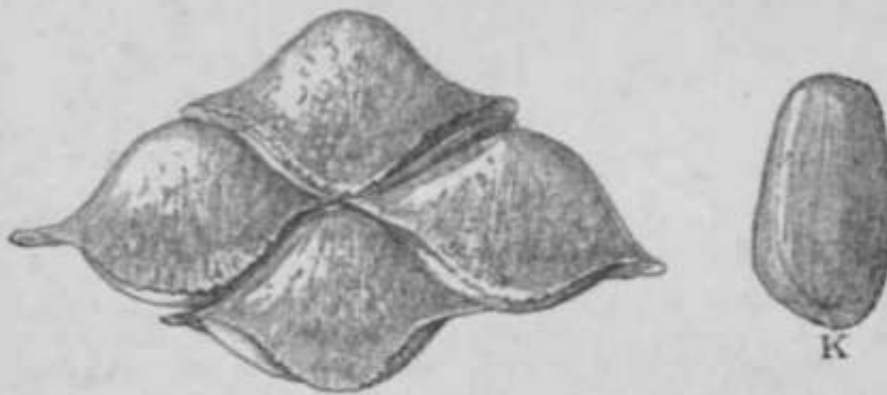
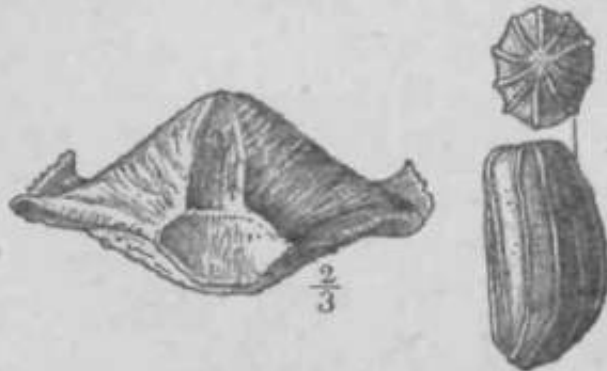
Als Beispiel des achtmittigen Typus seien einige Arten von *Encephalartos* aufgeführt, die schon A. Braun genau beschrieben hat. Bei Betrachtungen eines jungen Zapfens von außen sieht man nur die Felder, erst die sich zu Samen verformen, treten hervor und lockern den Zapfen auf. Bei *E. Hildebrandtii* sind die

Felder ausgezogen rhombförmig, in einer Breite von 5 cm und einer Höhe von 2 cm; die obere Ecke ist abgerundet, die untere Ecke wird von einem kleinen besonderen Feld (Ab-

oderatide Querschnitt. Die Hauptmehre findet sich u. a. bei *Macrozamia* (13/10 bei *M. Prickii* 1/10 bei *P. Peroffskyana* g) und bei *Encephalartos* CVss bei *B. caffer* g und J); 2-un- Uuiftgo Stelluogen, die an den Zapfen sehr atigenfällige, oft etwas geneigte Geradseilen hervorbringen, sind bei *Zamia*, *Ceratonia*, *Dioon*, *Starigeria* u. a. anzutreffen («. B. s/10 bei *Zamia muricata* £, */«—a/10 bei *Ceratonia mexicana* \$, "fn—2/*, bei *flioon edide* ^). Zuhilfenahme der Fruchtblätter haben \$ Zapfen gewöhnlich niedrigere Divergenzen als die zugehörigen ^.

^uUungsfl&che) emgenommen, das 15 mm breit und 7—8 mm hoch ist. Das kleine Feld ist aber nittht das wirkliche uotere Ende des schildffJnnigen Carpell-EndteUea, sondern, von autlen niebt sichtbar, ist ein schmalerer unterer Rand des Endteiles vorländen, der natsh der Zapfenspindql zu scharf zurfickgebogen ist. Man kann das ganze mit der Apophyse der Ptoos-Fruchtschmppe vergleichen, das kleine Feld entsprifilit ikinn *IOEI l'mbo, der untere Teil dee Apophysen-Feldes ist BchniHler und natb tier Spindd auriakgebogen. Von dem Ideinen Feld verlaufen nach dem oberen H.ind des ganzen Feldes zwai deutliche Kanten, die die obere Fläche in drei Teile teilen. Der Stiel dea Carp. ist schmal. 5.5 em lung, auf der Riickpneite schieJt, qner in zwei ude Ua^atiga Le^en ak*- S ^ . * ^ ^ SZfXSSZSiSZ
nod rm dtr Stiti g»iii. >, trub j. Sefauuii r.)

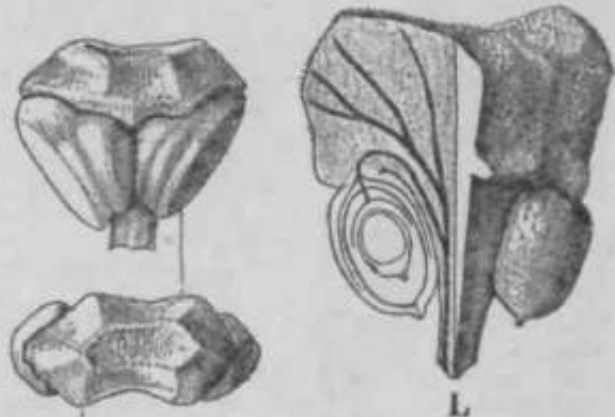
gebildet; vor iliesor Leisto liegt die Insertion der herabhsji^ud^n Samen-anlagen. Uei E. *ulosus* fñhlt die Atwtqtunj^flldie; TOD atiben ist ubenso wie bei E. *Udebrandtii* nor der obere, hier gleichmSige AtachniB de* FeH«s fder Apoplqrse) zu When, der untere Rand rteigt in starker Biegtmg hcrab; die Qtierleute der Apophyse an



Fist. 64. *Encypharctos villosus*, links vier (iiri"-Ni- \nu ftiiUi-ii gaebta; rechts Stelnkem dot Smerns. (Nach J. Scim si e w)

der lijeg-ungsstelle ist mit einem lmmmartigen gezahotcn Saum besetat. Bei E. *Altensteinii* ist die AbstutzungstiSictie, der linibo, VñHñor -voilianden, doeli unit dem Cnfendbied KPgenUbtr E. *Udebrandtii*, d&B eie durch die sicli keg-^lriirmig verlriiigernde Apriphyae ± hoch emporgehoben wird.

GleichmiLBiger ist ilte Apophyse <Je3 Carp. z. B. bei Zamf« ausgebildet, so daB der Zapfen von auUen regelmABig gefoldert erscheint, wobei die Felder zu aenkrechteu LiLngsreihen zusammenschlieBcn. Die einzelnen Felder oder Schilder Bind sechskantig und kflnnen ziemlich flach od'r etwas vorgewAlbt sein; bei einer Reihe VOQ ATten ist aber das Schild konisch verlHngert, und ea entsteht so am Ende ein kleineres Schldclien% von (lftm zu der Urundltache 6 Kanten berablaufen es eind so im etuizcw siebnn Fl&clifln vorhanden, das kleine Mttolsbildchen



vi «f*- Carpelle von yjan,ia. Lfrika z. VM, CnrVM TOD der Seite und von auBen gesehen, rechts Z. *integrifolia*. (Nach J. Schuster.)

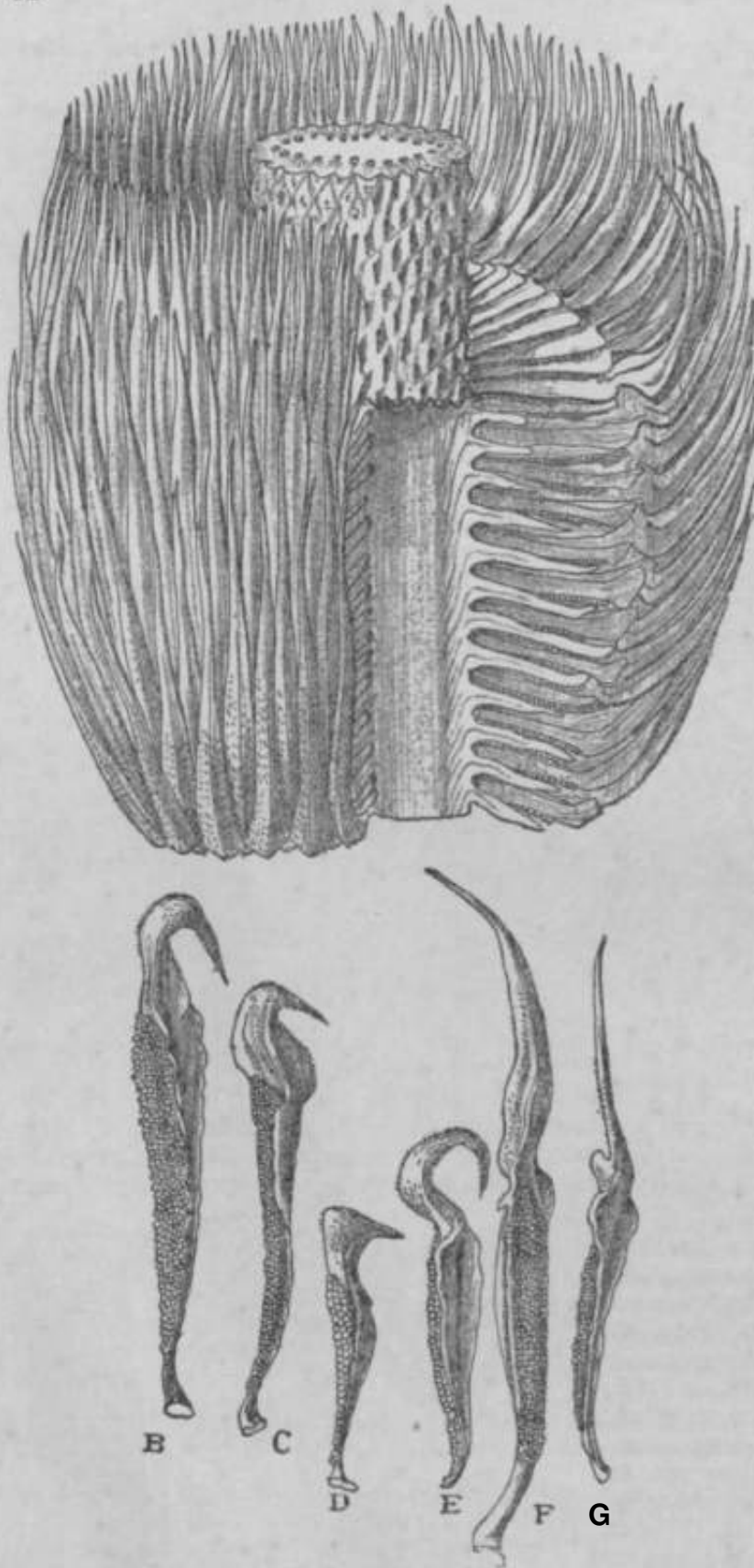


Fig. 66, *Cycoa*. Oben Teil eines männlichen Zapfens von *C. circinalis*, an der linken Seite nur die aufgebogenen Spitzten der Stam. sichtbar, auf der rechten die ganzen Stam.; B—E Stam. von *C. thovargit*; F—G dgl. von *C. circinalis**. (Nach J. Schuster.)

und sechs eckige Seitenflächen. Weiterf Einzelbeiten über Ausgestaltung der Carp. sind bei den Gattungsbeschreibungen zu vergleichen.

Männliche Blüten. Die 3 Zapfen sind den *Uhlidb*, aber meist schmaler; die Spindel trSgt /iitilreiche, gedrungte, $\pm$ senkrecht abste-hende Stam., die oft durch den gegenseitigen Druck kantig eind. Laubblattähnliche Stam. entsprechend den Carp, von *Cycas* kommen nicht vor, der Gruiidtypue ihrer Form ist überall ein mehr einheitlicher. Von einem kurzen oder sehr kurzen Stiel aus verbreitert sich das Stam. schmal bis breit keilförmig¹ und trägt hier auf der Unterseite der $\pm$ verdickten Fläche die zahlreichen Sporangien. Dann folgt ein steriler Endteil ähnlich wie beim Carp. Ist der Stam. flach, so ist dieser Endteil eine sich allmählich verschmälernde Spitze (*Cycas*, Arten von *Mw-crozamia*); verdickt sich &s, & Stam. nach oben zu sehr stark, so kann der Endteil zu einem bchildförmigen Gebilde wie beim Carp, werden, und der Zap-U'n kann von außen wie der \$ gefeldert erscheinen (aufgepTagt bei *Zamia*, dann *Encephalartos* usw.).

Die **PoUensftcke** (Sporangien) bedecken entweder gleichmäßig die ganze Unterseite des fertilen Teiles des Stam. ohne Unterbrechung

[*Cyca*, *Stangeria*, *Ceratozamla*, *Macrozaniih-An&a*) oder aieeind durch einen freien Mittelstreifen in Ktvei Felder getctlt {*Zamitt*, *Uacrozumia-Anm*)\ bei *Zamia* sind die Spomig-ien filters ganz nadi den Il^ndern verschoben. Die Sporangien, die sitzend oder kurz gestreit Bind, aind in Oruppen (Son) vou 2—6 vereinigt, und zwar entspringt der Sonis fitters einem Kissen meristeinatischen Gewebes, das sich etwas (liter das Sporophyll erhebt {*Zamia*, *Ceratozamia*): Iici anderen Gattungeu ist eine solclie Mr eine Gruppe von Sporangien gemoinaame Hervorw&lbung nitht vurhanden. Die Sporangien selbst Bind von l&uglicher bis last kuglicher Form, eie springen oberseite durch einen Hifi in der Mittel-linie tad, so <latt die Spalten bei einem Some utrahiig von einem Mittelpunkt auslaufen. Die Zaiil der Sporangrien. an einem Stam. Ut meiiit betr&chtlich: bei *Cycas circinalis* und *Encephalartos coffer* 700., bei *Macrosamia Miquelii* 600, bei *Encephalartos viliosus* 500, bei *Cemtoztmia mexicana* 250—300, bei *Dioon edxde* 100—800; am wenigstesa Sporangien tragen die Stain, bei *Zamia*, Offen* nur ungefahr 25-^tO, Die Sporenstahl im einzelnen Sporangium ist scbr verBchieden: bei *Zamia floridana* 500—600, bei *Ceratozamia mexicana* 6000, bei *Encephalartos viUosus* 26000, bei *Dioon edule* im Durchachnitt 30 000.

Die Entwicklung des Sporangiums beginnt in einer hypodermalen ZeUe, aus der durch 2 antikiine Teilungea cine Platte von 4 Zellen ant steht, dann erfolgt eine perikline Teilung; aus der iluBeren Lage von 4 Zellen entsteht durch weitere Teilang die Wand, die inncre Lage von Zellen gibt deni eporogenen Gewebe die F^ltstohung, deaeeen Zellen zu Sporen-mutterzellen werden. Aas der itiBersLen Zellschicht dea sporogenen Gewebes geht eine Tapcten-Zellschicht hervor.



Die Miltrosporangien der Cyca- Fig. 87 Btom. vo» *Xmciipfudarto* rndtrtd GmOOmt* «ndl <ieen beaitzett ein Exotliccium (vgl. G o e b e l, Organographie der Pfittn-zen 2. Aufl. [1923] 1534), d. h. die iluBerBto ZeUochicht (= Epidermie; es kOnnen in ihr Sildff nungen vorkonunen) besteht aus verdickten und in der Lilngsrichtung des Sporangiums gestreckten Zellen; an aie schlieBen sich mehrere ScUkhten kleinerer, dunnwandiger Zellen.

Baa dor Samenanlage, Befruchtng, Embrrobildung.

Wichtig*te Literatur: E. W ;i r m i n (: . Uudorsflgelser ag Br.tragtningor (ivcr Oycadeerne, in Overs. K. p. **VHanak. Sdak.** I »rii. (1877) Sep. 1—57, I W a u m * 1—16, T. 2—i; Bidrag lil Cycadeernes Nattirhintoriv. 1. t. ^79) S <p. 1—1ft, B4«um6 1—6, T. 6—6. - K . T r e u b , Rechorclics stir k^« Cyndles. i.] >, v d o p p f i t n c i i L d r t a c t p o l l i n g t i c s d u l a m i a m u r i c a t a , 2. Devcloppouutnt de l'ovule tt du sso embryonnaira duu 1c *Ceratasamiiia lonyifolia*, in Ana. Jurd. Bot, Bultcnz. II (1881) 82—59, T. 1—7; RiiLhMcb« 3. Embryogsn* do *Cgcas cirdnttlis* 1. c. IV (1884) X—11, T. 1—3. - S J t e n o , IJio Spemuusoouan TOD *Cyctu mmtvt**, in Bot Mak- Tokyo X (Nov. 1896; Japanisch); VorlSuflo MilWilung ober die ^itnnato«tiden bd *Cyems rcvalata*, in BoL **Oentantbl** *J» (1897) 1—3; S, I k e n o and S. H i f f t i « , Sp«autoM>i'la in **QrmwMpmM**, In Ann. of BoL XI (l&n 344—845; S. I k c o o , **Untersuchun** Jan fiber di« Entwicklting d*T OetchWbtiKvrgaii*- um] dm VoTg*ng ilnr Bqfruchluog bet *Cycas tevuhua*, in Jaarb. WISWUCIL Bot XXXII H*)» 867—608, T. 6—in. — H. .1. W e b b e r , Peculiar structure or.urring in ih* pollen tube of *Zamia*, in BoL G** XXIH (1867) 463-456, T. <; Tlic developmeot of th? nUumtoidi of Zaaia. L c XXIV fl89T) 16—22; Sou* on thn foenndatioa D(*Zamia nml* the pollen l>be *pr*r>toit ot *Gittkffo*. I. c SSft—245. T. 10; .Spenuotogmesii and foundation of Zamto, t_n. St. Pop. Apic. Bur. H. indwtiT Bull 2 fliWll 100 pp., "T. — J. M. C o n l i e r and Ch. J. C h a m b e r l i n , 8pmmtr>g«nwiB in *Diotm *dnh*, In Bot **Qax**. XXXV flOOS) 184—IM, T- 6—fi. — F. W. O l i v e r , The ovules of the oM>r gymnosperms, in Ann. of Bot. XVII (1903) 451—478, T. 24, 24 Fig. — Marie t\ S l o p e s , Beirfige Jnr Kenntnis der Fortpflanzungsorgane

der Cycadeen, in Flora XCm (1904) 435—482, 37 Fig.; On the double nature of the integument, in Ann. of Bot. SIX (1905) 561—506, — K. Miyake, Über die Spennatozoiden von *Cycas n-voluta*, in Ben Deutsch. Bot. Ges. XXIV (1906) 78—83, T. 6. — C. b. J. Chamberlain, The ovule and female gametophyte of *Dioon*, in Bot. Gaz. XLII (1906) 821—35(3, T. 13—15; Spennatozoiden in *Dioon edule*, L c XLVII (1909) 215—230, T. 15—18; Fertilization and embryony in *Dioon edule*, L c. h (1910) 415—429, T. 14—17; Morphology of *Ceratosantia* L c. LIII (1912) 1—19, T. 1; *Stangeria yamdoxa*, L c. LXI (Mf) 853—372, T. 24—26a, — O. W. Caldwell, *Microcycas calocoma*, in Bot. Gaz. XUV (1907) 118—141, T. 10—18. — W. B. Saxton, The development of the embryo of *Eticepbalirtos*, in Bot. Gaz. XLES (1910) 15—18, T. 2. — G. Kallay, Notes on the pollination of **nut Bostil** African Cycada, in Trans. Roy. Soc. South Africa III (1913) 370—370. — Paul J. S. d'gwick, Life History of *EncepAalartos*, in Bot. Gaz. LXXVII (1924) 300—810, T. 21—22,

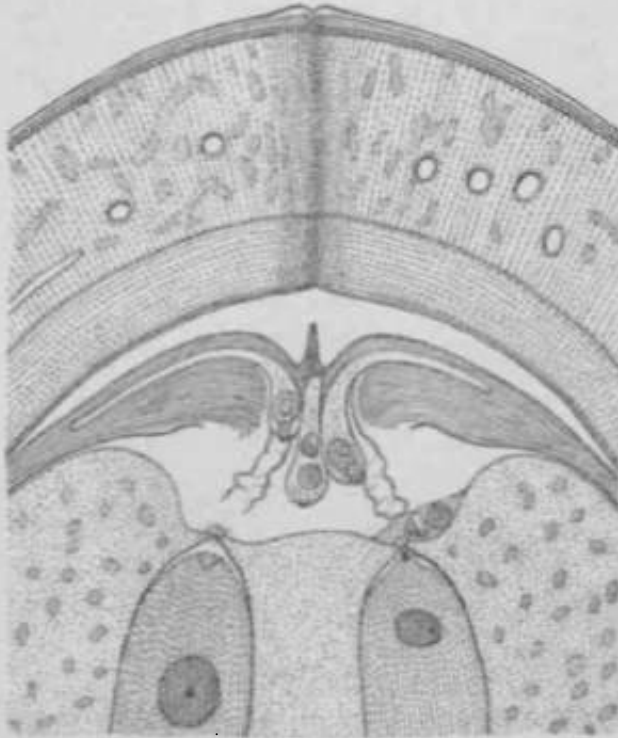


Fig. 68. Oberer Teil der Samenanlage in der Zeit der Befruchtung; d. Embryo (in Arulic-gonien) liegt oben frei; von der IV. Pl. (in Arulic-gonien) ist die Arulic-gonien (in Arulic-gonien) abgeschlossen ist, sind die Pollen-chifuciert, die lellwi'la m'htu ibren Inhalt entleert i.al.*n. Uililo Arehft-toslmki Ul net r. w. BtTli: nitliffi linn iltokn Into-gument dtT Sanii'ionlLtr (Nach i Cb.»mberUin, lti Bol Gaz. L, T. 14)

1. Innerer Ban der Samenanlage. Allgemeines. Die Samenanlage ist von einem dicken Integument umhüllt, das am Gipfel eine lunge und achmale Mikropyle freiläßt. Das Integument ist mit dem Nucellus bis auf eine kurze Strecke am oberen Ende verwachsen. Es besteht aus drei Schichten, einer äußeren fleischigen Schicht, einer mittleren steinharten Schicht und einer inneren dünneren **flebeUgCQi** Schicht, die vom Nucellus nur unvollständig unterschieden und später oft nur schwer kenntlich ist. Die äußere Schicht besteht aus Parenchym, in dem tanninhaltige Zellen und Osmunkanäle reichlich zerstreut sind. Die Steinschicht aus verholzten dickwandigen Zellen, die in verschiedenen Richtungen verläuft, ist oft gekrümmt, was zur Erhöhung der Festigkeit der Schicht beiträgt.

Am Gipfel des Nucellus entsteht vor der Bestäubung (durch Desorganisation des Gewebes eine kleine Pollenkammer, in der sich die Pollenkörner, die durch den Bestäubungstropfen (vgl. weiter unten bei Bestäubung) in die Mikropyle eingesogen worden sind, ansammeln, die Spitze des Nucellus selbst wächst dann als spitzes sebnar-

belartige Gebilde in die Mikropyle hinein und verhärtet; die Pollenkammer wird dadurch nach außen abgeschlossen.

Zunächst ist die Pollenkammer vom oberen Ende des Endosperms, wo die Archegonien liegen, durch einen Streifen des Nucellus-Gewebes getrennt. Dieses Gewebe verfallt aber auch allmählich (Desorganisation), so daß von der ursprünglichen Pollenkammer aus die Lücke sich vergrößert und schließlich bis zum Endosperm reicht. Dieses hat sich mittlerweile vergrößert und durch atavistische Wachstum der Rinde hat sich eine Grube an seinem Ende gebildet, die Archegonienkammer, an deren Grunde die Archegonien liegen. Dadurch dem Endosperm alles Gewebe des Nucellus der Aufhebung verfallen ist, steht schließlich die Archegonienkammer mit der vergrößerten Pollenkammer in offener Verbindung und die Archegonien sind für die Befruchtung direkt zugänglich.

Sowohl die äußere wie die innere Schicht des Integuments ist mit einer Anzahl von Gefäßbündeln versehen, deren Verlauf bei den Gattungen ein verschiedener ist. Bei *Cyca* (Fig. 69) geht vom Sporophyll ein Bündel für jede Samenanlage aus, das aber schon vor

dem Eintritt in die Basis der Samentiihluge zwei Strilnge für das Integument abgibt. Diese Strilnge teilen sich beim Eintritt in die Samenanlage wieder; je eiii LiumJel gelit in die iuflere Schicht des Integmmentes uzid ungeteilt durch diese hindurcli bis zur ;?pitze der Sameiianlage. Die Jiufiore Schicht bat also nur zwei Hilndel, die in der Hlaupfebene der SamenanJage liegeo.

Je ein Bttncel tritt ebenso in die innere Schicht des Integumentes? ein und teilt sich hier diehritomiscli in eine Anzahl von Zwetgei^ die den Nucellus in einemTcil »eine« Umfanges, der den SuBeren Bilndeln entspricht, timgcl'ipii. **Daa** msprunslirhe Zentralbilndel geht in der ilitto bis zur Basts der ^amenanJflgf **sad** teilt sich Im* eleiclifails in eine Anzahl von Zweigen, die in der **inneren** SrSiicut des Integumentcs **den Nucellm** umgcljen und zwar in dem Teil deB Umfanpes. der von den voiber erw&hnten Bliuddn der iuneren Srhichi Ereigclasseii wurde. Wie die Fig. 69 von *Cycaa Rumphu* zeigt, -% hier die innere Schicht des Intoguineates stark entwickelt, bei anderen Fonnon i«t sie vi«l dtlnn^r. Da ste nifht deutlich voin Nueellus ^espint-d'n ist, sind die Btndel der inneren SciicJtt frilher als NuccHar-BUNCJe) **btWtdHKj** nor-den, doch gehiiren alle Gc-filBl'fndel d'm Integument an. Dies zeijrt sich auch daran, da& die BQndeI der inneren Schicht bis in den freien **Tdl** de« Integunientes flber den Nuceilus hinans gelien kinnen. £• ist auch die Auf-faeang vertreten worden, tlaS daii lawguwent der Cyca-deen nicht einfach ist, sondern dali in der Tat die Cyc*-deen-Samenanlage zwei JnU'jjumenie besitt, die miteinander verwachsen Bind; das fluSere Set danach die auSere fleischfere Schicht + SteiiiKeltenschicht; es Boll sich phylo-genetisch aus der Cupula cntwipk^It hnben, wio sie dio SainenanJa^e fnssiler *Cycadoftiices* umgibt

Daa dio Pamenanlag© vcr^orgende BQndel ist kon-
Wntrisch, der Zentralstrang in der Samt'lianlago konzen-
trifich bis mesarch, dio anderen BtlnDET kollateral und
nwsarch.

Von diesem *Cycas-Typus* sind mannigfache Abweichungen bei anderen Oycadeen vorhanden. Bei *Cycas revoluta* »sind schon die Hinfel der Hinfieren Schicht einmal geteilt, so daß nicht nur zwei Hinfel!, sondern zwei Paare von Hinfeln besitzt Diese Teilung geht bei anderen **Gattungen** **ireitw.** He! *Zamfa* &int 6—8 OefABHinfel in der StöBeren Schicht to einem Ring geordnet, das innere System besteht aus vie)en veräweigten Str.lngen. Bei *t* **1000** gehen 2 Hinfel aus jedem Sporophyll nach der **Samen** anlage. Diese sind von verschiedener Störke. **dM**

eine, daß einen Zweip eines Btindeia der Lamina des Sporophylls darstellt, veraorgt **mm*** einen kleinen Teil der Samenanlage. Das atarkere BQmler **entapftcht** dem Zentrafetrang von *Cycos*. Beide Bflndei teilen sieh in innere und Sudere StrHngf: **tad dm** QnprRrhntt **ateht** man dajin J0—17 Bilndel in der KuBoren fleischigen SchlüchL lisa g^äeiche gilt r *Cvrato-sawia*. Bei *Macrozamia* taufen nach jeder Samenanlage 3 Bilndel de* SporophyllB, die sich unter der Samenanlagebasis vieUach verzweigen; ein Zontnlstrang ist nicht unterscheidbar.

Mehrere Anzeichen deuten **darmaf bin**, daß das tiicke **IntegoMBt** aus nwhreren Einleiten der Litnge naeh verwachsen ist, deren morphotogisclie Natur timicher irt fvgl. bei Coniferen, ferner De Ilaan, Contrib. to the knowledge of the morphoi. value ami the phytogeny of the ovule and its integuments. Dissert, tironingen **1620**). So ißt bei *Macrozamia* die Mikropyle, wie nach Etttfemung der fluderen Qeisdliigen **Beblicht** ?\i fiehen rat, von 8—11 Rippen umgeben, die durch *kune* uibJ tiefe Oubcn getrennt Bind; bei *Ceratozamia*- und *Enceptialartos-ArtQn* laiißen deutliclie ttippen Über die Steinschicht des Samens von der Basis nach der Mikropyle.

2. Etitwjeklunger der Megasporen und der 2 Gametophyten. Im Nucellus zeigen sich ztmadist 3—4 in einer Reihe liegende auffallend inhaltsreiche Zellen; die unerste von diesen vergrößert sich auf Kosten der anderen und wird zur tief im



Fig. 69. Lll<ip*ncilitllT (lt-r Snncii-
anlage V<n Ogtas Bnmphli In ilcr
Hauptchene. Vrrlmf ilrr (ffillU-
bündel; näher: O KrklJiruHif fin Tout-
Die StefaHichfclt dm Intasoma-
tH in tier Signr imnktiert, fin-
Gefäßbündel duukli'r. DIE Zwoiif-
des Zentralbündels Oiebt n>ge-
riihrt, in sJc Dflsil In ille I
iter eigirtUlen. A111 Kadfi <*> Xu-

011 v o r, tn Ann. of IVL XVII ;

Nucellus-Oewebe liegeudon M«ga«pore (Enibryosack). iJiese vergrOBert sich bald und nimmt später den größten Teil des Nucellus ein. Die die Megaapore umgebende Zellschicht des Nucellus ist besonders differenziert und hebt sich vom übrigen Nucellus-Gewebe ab; sie spielt ihre Rolle bei der Ernährung des Endosperms, besonders im Anfang, aber, wie auch die Ernährung der Zentralzelle des Archegoniums erleichtern (vgl. weiter unten), existiert hier nicht. Die Megaspore ist von einer kräftigen Membran umgeben, die z. B. bei *Dioon edule* in jüngeren Samenlagen 3—5 μ , im reifen Samen 9—10 μ dick ist. Die Membran reißt zunächst an den ganzen Gametophyten herum, zerfällt aber später am oberen Ende, so daß die oben erweiterte offene Verbindung zwischen Füllkammer und Archegoniumskammer möglich ist.

Die Entwicklung des Gametophyten (Endosperm und Archegonien) erfolgt gleichzeitig nach Ausbildung des Embryosacks, der bei weiterer Vergrößerung nicht in gleichem Maße an Cytoplasma zunimmt, so daß sich im Inneren eine Vacuole bildet. Nun setzt freie Kernteilung ein; es liegen dann zahlreiche Kerne an der Wand des Embryosacks.

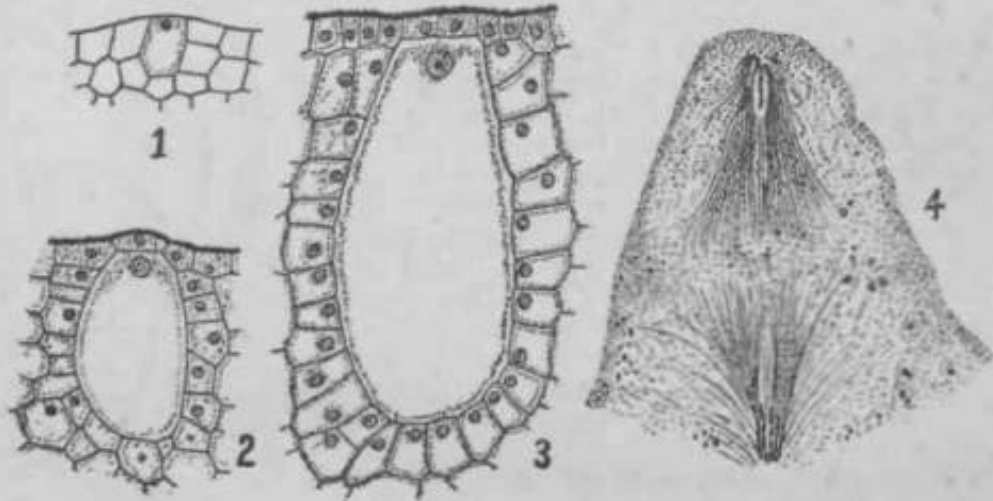


fig. 70. Kntwrlcklung des Archegoniums von *Dioon edule*. 1. Querschnitt durch die Nucelluswand mit der Megaspore. 2. Querschnitt durch die Nucelluswand mit der Megaspore. 3. Längsschnitt durch die Nucelluswand mit der Megaspore. 4. Längsschnitt durch die Nucelluswand mit der Megaspore, die eine große Vacuole enthält. (Surh Chamberlain, in: Bot. Gaz. XLII. T. II.)

Daher folgt Wandbildung, die sich allmählich ins Innere des Embryosacks erstreckt, der schließlich ganz durch das Gewebe erfüllt ist (Frothsisua, Endosperm). Zuerst wird der Zucker gespeichert, dann tritt die Stärke auf, die im reifen Embryo reichlich in den Zellen existiert. Am oberen Ende des Endosperms entstehen die Archegonien, die in geringer Zahl, ca. 3—10, vorhanden sind. Soweit bekannt, macht hiervon nur *Microcycas* eine Ausnahme; bei dieser Gattung kommen bis zu 200 Archegonien vor, und zwar nicht nur am oberen Rand des Endosperms, sondern überall in seinem Umfang. Jedes Archegonium nimmt einen Ursprung an einer Randzelle, diese Initiale teilt sich zunächst in eine Halszelle und eine Zentralzelle. Die erstere Zelle teilt sich wiederum ungleich. Eine Kanalzelle wird entgegen der Richtung der Teilung geschnitten, dabei findet eine Kernteilung in der Zentralzelle statt, die einen Bauchkern und einen Eikern entstehen läßt; der erstere verabschwindet meist bald. Das reife Archegonium ist also sehr reduziert, es besteht nur aus 2 Halszellen und der Eizelle. Die rasch heranwachsende Zentralzelle (Später Zelle) wird von der umgebenden Zellschicht des Endosperms ernährt. Ihre Membran verdickt sich, doch bleiben Stellen der Wand unverdickt, und hier werden vom Cytoplasma der Zentralzelle aus kurze Protoplasten in die Zellen der umgebenden Schicht gebildet, die eine direkte Verbindung herstellen. In diesen Zellen des Endosperms wird die Stärke in Stärkeform gespeichert. Die Eizelle der Cycadeen erreicht die außerordentlich große von 5—10 mm, der Eikern ist bei *Dioon edule* „im Nüchternzustand“

3. Entwicklung der Mikrosporen und des Gametophyten, Bestäubung. Als wichtigste Tatsache sei zunächst hervorgehoben, daß die Befruch-

tang durch bewegliche, sehr *gtoQe* Spermatoicoiden geschleibt, Oft aus den PollenBChUluchen auBtreten und sich frei in der Poilenkarjimi¹ bewegen. Die Kntwk-klung der Spemtatozoiden wurde fñst glicbzmig von dem japantschen Forecher Ikono {1896—1898} für *Cycas* und von dem ajnerikanischen Foracher Webber {1897 und 1901} für *Zamia* narhgewiesen.

Die Mikrosporen (PollenkGrner) eittstehen Ju viert in der dickwandigen Sporen-mutterzelte. Sifi babfia eine dentlich geschedene Lxine und Intine. Beide sind bei *Ccratozamiu* Ubcrrall gleiehdelek, wahrend z. B. bei itotui die Exine an der Basis viel diek«r i«t, und dio Intine wiederum an den S&iten venlii-kt ist

Die ivoil«re Entwicthung beginnt schon, wahrend die Spor«n noch im Mikrospnran-ginra Hegcn. ZunHchst wird eine klfine Prothallium/ellr- a%eselmilti>n: die groliero Zrllr

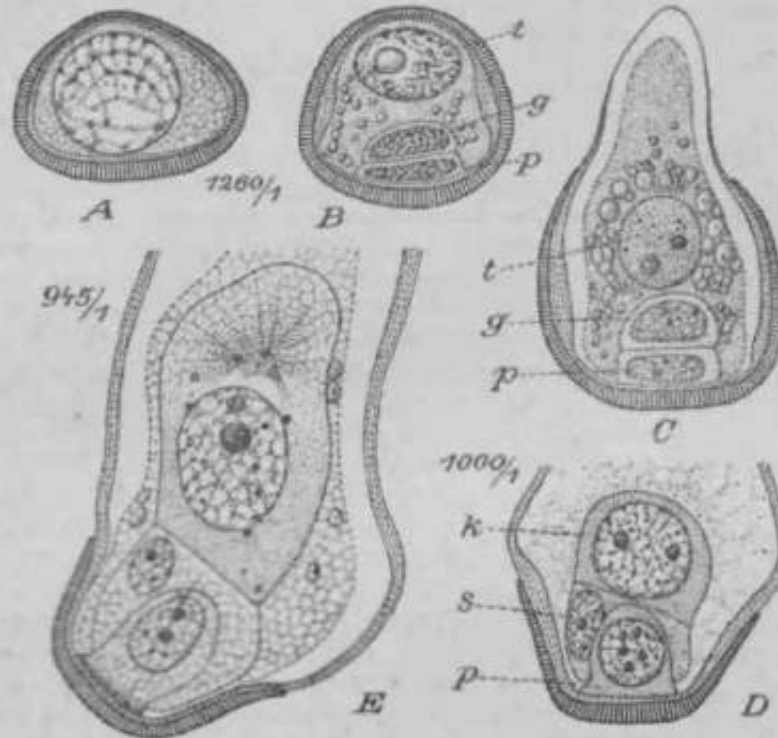


Fig. 71. Entwicklung <!* mJnnllchen (iniiMi>>b.vti-ii bed Di....«dtii«. -i PolUnfesro uiltKera; Exine und Intine unterschieden. B Weiteres Stn<linin ig generativf ZIU-. /> tñ.ihJilHutBstcHe. (Pollenschlauchkern). C Beginn des Austreibens des Pollenschlauches. /< T«lntin dw BÖnerattvra 7.ilt- jñ Stielzelle s und Körperzelle k. E die Körperzelle stark verlängert, dto Blepkuvpluttui Mr.hltlar, <|—O 1260/1, D 1000/1, /> »tf./i (Sacia Ch>mh.rtnln. En RaL tior. £LVU₁ T. 1A)

teilt HCU dann nochmals in die generative Zelle, die, relativ klein, der Prothalliumzelle mltegt, und in die Zelle, die ispatet answachsend den Polltschlauch liefert (Fig. 71 b). Worm das Pollenkotn zur Be&Uubung fertig ist, Bind In ilini oi-o iwef reg^tatiTe Z«llcn (ProthaUjumaelle und Pollenschlauchzelle) und eine generative Zelle vorhanden (Fig. 71 t>).

Die Boatilubung erfolgt wohl meist durch den Wind: die PoUenkdrner wenlen durrrh einen groBen B(?&taubungBtropfen, der an der Mikropyle tier Sunena&lage *u*trilt, auf-gefangen. Bei einzelnen siidafrikanischeu Arten ist. IIP*ktfnltestivjbuny nachgewiesen worden, dk besonders durch einert Kafer a«* der Gattung *Phlaeophagus* vennitteU wird. Bei *Enceplutartos viUotut* t. B, tnacht echon d» Stellung der \$ Sporoplij H» die sich nach unten goneipt decken. die WindbesUtubung unwjihnchemliph. Der 5 Znpfen stñmt einen Ktarken l/«nich »us, der die Inseften anlockt: nach dem Besuch der \$ Zapfen, bei dem sie sich mit Pollen betaden, pchen die lnaekten auf die 5 ZapE^n zur Eiallage Qler. Gbcnso ist hei *E. AltetutHmU* Insektenbeetlohon^ wodl airrier hSuSg, doch ist WifldbeBtHubung nicht iinntgtlch oder auflr nur uiwahr*rheinlich.

Nach rrfoigter BettAnbung gelaogen di# P*U*»nk5ñiCT in die FoUenkanuner und bilden hier oinen rnHenschlauch IUS, der sich aber von dem der Coniferen und Angio-

spermeu wesentlich verschieden verhält. Der Pollenschlauch dringt hmtorienartig in das Nucellusgewebe ein, wo er sich auch gelegentlich verzweigt, das Pollenkorn selbst mit dem generativen Apparat siebt in die Pollenkammer heraus (Fig. 68). Der Pollenschlauch hat also nur die Aufgabe der Befruchtung und Ernährung, nicht die des Transportes des Kernes. Man kann annehmen, daß die Funktion eines Haustoriums, wie hier bei den Cycaden, die ursprünglich die des Pollenschlauches ist, erst bei weiterer phylogenetischer Entwicklung bei Aufgabe der Spermatozoidenbildung bleibt das Pollenkorn liegen und wird der männliche Kern vor dem Pollenschlauch transportiert.

Die generative Zelle teilt sich dann und bildet so die Stielzelle und die Körperzelle (Fig. 71 d); die letztere, die spermatogene Zelle, stellt ein Anthoridium dar. Sie teilt sich nochmals und bildet zwei Spermatozoiden-Mutterzellen, die je ein Spermatozoid erzeugen. In jedem Pollenschlauch sind also zwei Spermatozoiden vorhanden; diese sind mit zahlreichen Cilien versehen und beginnen sich schon zu bewegen, während sie noch in der Mutterzelle liegen; dann werden sie aus dieser frei und bewegen sich im Pollenschlauch,



Fig. 72. *Cycas*
Uda, Potiwmi Wtwehr
ende, die beiden
Spermatozoiden fertig
gebildet, Beginn
der Bewegung. Ver-
kroft. fun. ? fie. (Nad,
Miyake, in Ber. D.
Bot. Ges. XXIV, T. VI.)

Dieser platzt schließlich auf und entläßt die Spermatozoiden; zugleich tritt aus dem Pollenschlauch Flüssigkeit aus, die den Spermatozoiden erlaubt, ihre Bewegung in der Archegonienkammer zu den freiliegenden Archegonien hin fortzusetzen (Fig. 68). Die Bewegung ist stets mit einer Rotation um die Hauptachse des Körpers verbunden. Ebenso wie bei der Bildung der Archegonien stimmt auch hier *Microcycas* den anderen Gattungen gegenüber eine Auenlinie ein, indem im Pollenschlauch nicht nur eine, sondern 10 Körperzellen vorhanden sind, die je zwei Spermatozoiden erzeugen.

Die Spermatozoen sind kurze, dicke Körper von außerordentlicher Größe, die Maßließe z. B. für *Zamia floridana* 212 bis 332 μ ; 222—316 μ , für *Dioon edule* 800 μ : 230 μ , für *Cycas revoluta* 180—210 μ , für *Microcycas* 60 μ .

Eigentümlich ist die Entwicklung der Cilien, die zahlreich am oberen Ende in einem Spiralband angeordnet sind, das 5—6 Umläufe zeigt. Sie nehmen ihre Entstehung von zwei abgeplatteten bewickelten Gebilden, die in der Körperzelle vor ihrer Teilung erscheinen (Fig. 71 e), und zwar an beiden Seiten des Kernes; die Blepharoplasten sind von feinen aus dem umgebenden Cytoplasma gebildeten Strahlen umgeben. Während der Teilung der Körperzelle zerfällt der Blepharoplast in Körnchen, die mit einem Spiralband verschmelzen, das sich mit dem Spermatozoid verbindet.

4. Befruchtung und Embryobildung. Während der Ausbildung der Spermatozoiden hat sich die Pollenkammer, wie erwähnt, soweit ausgedehnt, daß der ganze Nucellus über den Archegonien erstreckt ist, diese also von den Spermatozoen umflossen werden können. Das ganze Spermatozoid tritt durch den Hals des Archegoniums in das Ei ein; die Kraft, die diese Bewegung durch den geschlossenen Hals ermöglicht, ist noch nicht sicher erkannt, einfache chemotaktische Vorgänge wie bei den Pteridophyten kommen hier nicht in Frage. Bald nach dem Eintritt des Spermatozoids in das Ei verläßt der Kern die Hülle, die mit seinen Cilien noch einige Zeit im oberen Teil des Eies kenntlich ist, und vermischt sich mit dem Eikern. Nach der Befruchtung erfolgt die Bildung eines Proembryo. Zunächst folgt eine Periode der freien Kernteilung ohne Wandbildung. Die Gattungen verhalten sich hierbei verschieden. Bei *Zamia* sind die zahlreichen Kerne durch das gesamte Ei zerstreut, wobei sie sich zahlreicher an der Basis anheften; meist achimatig treier Kernteilung, die 250 Kerne entstehen läßt, setzt dann die Wandbildung an der Basis des Eies ein. Bei *Cycas* und *Nanozamia* entsteht in der Mitte des Eies durch Desorganisation des Plasmas und der Kerne eine große Vakuole; im oberen Teil des Eies ist dann noch ein Wandbeleg von einer Schicht von Kernen vorhanden, während sich am Grunde zahlreiche Kerne anheften. Für *Dioon* und einige aridere Pflanzengruppen ist es charakteristisch, daß bei der Bildung des Proembryo nach einigen Teilungen das gesamte Ei von zarten Wänden segmentiert wird, so daß etwa beim Stadium von 64 Körnern 64 einkernige Zellen vorhanden sind, deren Wände dann aber wieder verschwinden. Die Kernteilung erfolgt so schnell, daß die Wandbildung zunächst nicht

nachfolgen kann, erst spatter entetehen dann an der Baeis die ersten pennanenten Winnie. Die Fiichenmg ist ein ancestraler Cbarakter, ein Oberbieibsel von Vorfahren mit ditrchauszelligem Embryo.

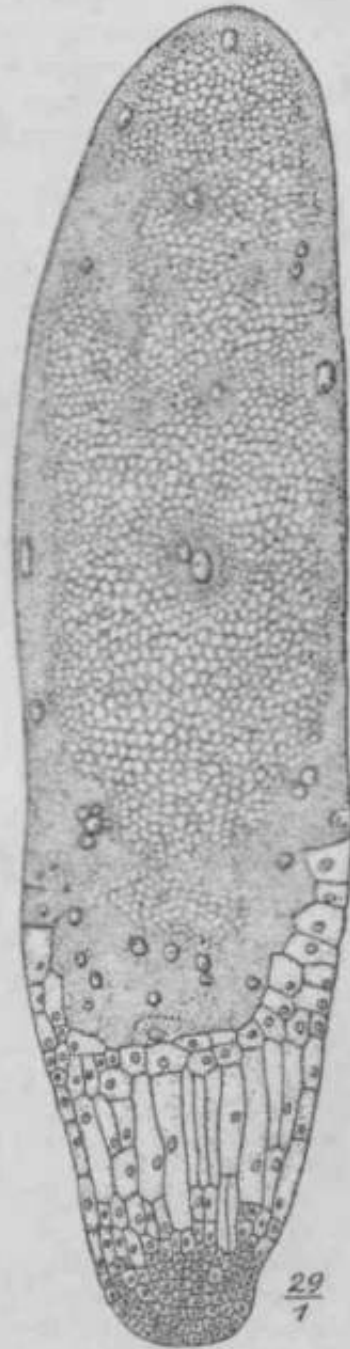
Die weitere Entwjckung geht von der Basis des ProcmbryoB aus. An seinem Grunde bleibt cine Gruppe aus kleinen meristematischen Zellon, die dann spiUer den eigentlichen Embryo bildet. Die dartiber liegenden Zellen atrecken sich bedeutend und geben dem aogenannten Suspensor die Entstehung, der durch seine Verlangerung die Spitzengruppe, den eigentlichen Embryo, in das Nahrgeewe vortreibt (Fig 73). Der Suspensor wird bis 5—7 cm lang und ist wegen des Widerstandes des Endospenngewebes vielfach gewumlen und gedreht. Da eine Anzahl von Archegonien vorhanden ist, kdnnen mehrere Suspensoren, die stch nmwtn den, ihre Embryoanlage in das EndoBperm vorEtofien. Schliefilich entwkkelt sich aber nuT ein Embryo weiter.

Anbangsweise mfigen noch fiir zwei FULle Zeitangaben fUr die Beatiubung und Befruchtung initgeteilt werden.

1. *Cycas revoluta* in Japan nach Ikeno. Juni bis Juli: Bestfiubung, Pollenechlauchbildung, Entatehung der Archegonien; August: Bildung von Stiel- und KiSrpewilf; August bis September: Weiteres Wachatum der Archegonien und der Eizelle; September bis Oktober: Bildung der Spermatozoiden, Befruchtung; November: Entwicklung *Urn* Embrj'os.

2. *Dioon edule* in Mexikq nach Chamberlain. In September erfolgt die BeBtfiubzng, im Oktober die Bildung von SticI- und Korperzelle und die Befestigung durch den Pollenschiauch. Dann folgt eine Ruheperiode, erst ein halbes Jahr spfiter kommt eB im nachsten KrUhjahr zur Bildung der Spermatoaoiden und zur Befruchtung. In der Samenanlage ist die InitialzelJe der Archegonien kenntlich im Oktober, dann folgt sofort die Teitung in Halsszellen und Zentralzelle; die Teilung in Baticlikanaikern und Eikern fiendet erst im nachsten Frflhjahr statt. Die Ausbfldung des Embryo geschieht im Mai.

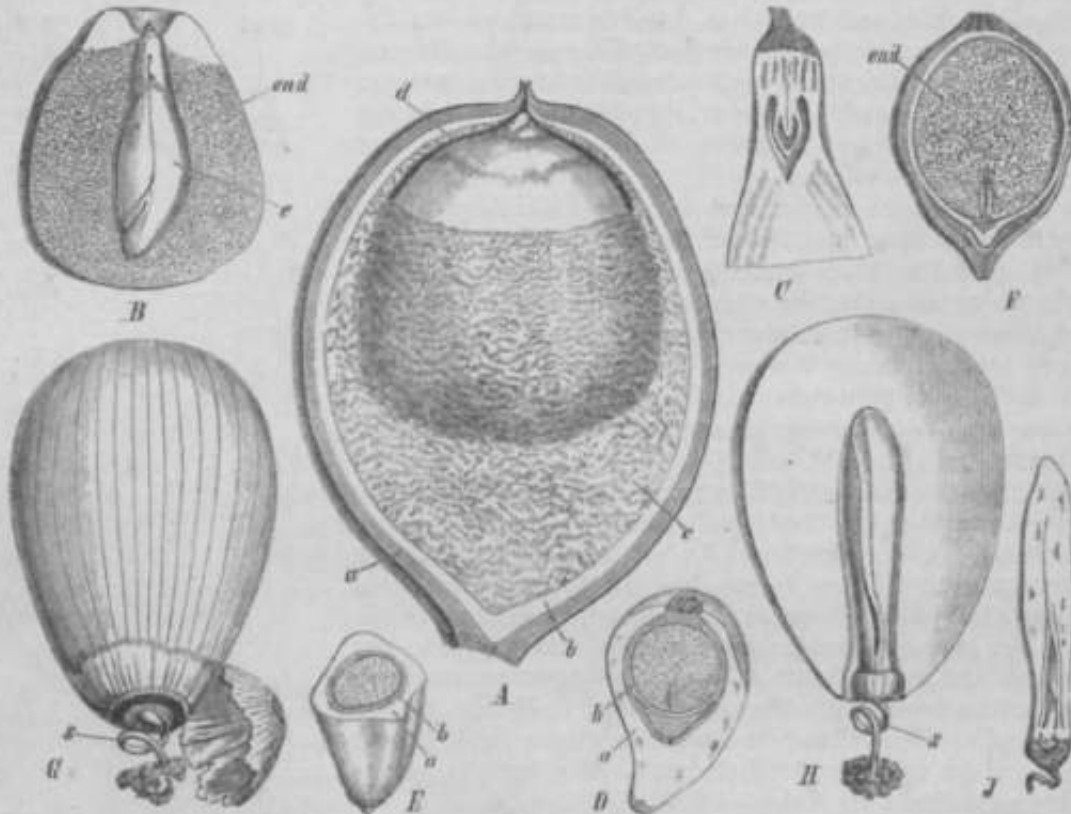
PfUClit and Same. Die Fmcht wird von dem reifen 9 Zapfen gebiklrl, der schlieBlicfj auEinanderffillt oder bei *Cycas* nur die FruchtblJlter abwirft, wihrend die AcbBe zu einem neuen Lanbtrieb fortwSchst. t)ber Form und GrtiBo d« Fruchtzapfens ist schon beim Kapitel fiber die \$ BIute das notige bemerkt worden. Die Samen sind eifflrmig oder brpit ellipsoidisch bis fast kugelig; die grOGten kommen bei einigen *Cf/cas*- und *Macrozamia*-Arten vor (*C. ThouarsH* Same bia 7 cm lang und 6 cm breit, Steinkern bis 6,5 cm lang, *Macrazamia Hopei* Same bis 6 cm lang), die kleinsten bei *Zamia*-Arten (*Z. pumila* Same etwas fiber 1 cm lang). Die Samen aind raeiet schftn gefSrbt, oft heller oder dunkler rot, eelten wei0. Dae Integument wird mehrtchieftig, zu HuBerst ist eine fiefachige Schicht auBgebildet, dann folgt eine $\pm$ dicke Schicht von holziger Beschaffenheit. Innerhalb dieser Steinsphi^ht liegt eine trnckene Membran, die zum Teil aus dem Nuccllus, zum Teil aus der inneren fleischigen Schicht doB Integuments horvnrgegangen ist und das innere GefaBbfndelsy^tem der Samenanlage entliillt. Das deo Ramen erflllende Endosperm ist reich An Stfrkfi. Der reife Embryo \&t eehi¹ gToB, er erreicht ca. *fi bis fast die gauze Liinge des Endosperms, dew er eehr feat anhangt; der Hauptaclise nach besteht er aus den fleiechigen beiden Kotyledonon, die nur im unteren Teil oder



Flff. 73. Entwcklimtt von Embryo und -SusjKMisor hv\ Zamfa. (Nach Coulter und Chamberlain, In Bot. owl, XX XV, T. 7.)

fast itner ganzen LUnge- nach miteinander verwachsen sind und so die ersten Blattpriin- ordien in der HOhlung am Grunde einschlielien. Bei *Ceratozamia* abortiert ein Kotyledon, iler andere entwickelte umschlieBt rings die Achse; bei *Dioon* kommen gelegentlich 3—4, bei *Microcycas* regelmaBig 3—6 Kotyledonen vor. Das Hypokotyl ist kurz und endet stumpf; im Zentruui ist am Ende noeh lange der Suspensor sichtbar; eine Wurzel ist vor der Keimung noeh nicht vorhanden.

Die Keimung der Samen kann gleich auf die Reifeperiode folgen, eine Ruheperiode ist anscheinend bei alien Cycadeen nicht erforderlich; die Keiinkraft bleibt nicht sehr lange erhalten, fiir *Dioon edule* sind fa9t 3 Jahr festgestellt worden. Bei der Keimung



Klg. 7i. Same und Embryo von *Cycad*. 1—C *Cycas circinalis*, A Same, aach Ablösung der vorderen Hälfte des Integuments, a tultre ilotseliige Schicht, h barte Sehtbt, c intiere Schicht, d der calottim- förmige Scheitel ties Xucellus; l; ESndoaopens («td») und Embryo (e) ini LUn^sficLnttt; C LatiK^l'iilt durch Ucu tiasaleo Teil des Embryo, die Plumula. zuigend. D—G *Zamia integrifolia*. D Oanzer Same tin L!lnResellntt, nut. Rr., u fltiaoliige Seliicht, & innure hart* SeWeht des Integuments; E deraelbe Sairu; im Querschnitt; /* LHngischnitt durch dlt Ukrte Inuenseliicht und dns Nahrgewebe mit einer aburtlurten KelmaitleRc; O reifer Same nach L.09lfsuiig des calottenfOrmlgeu NioelluK-Sobeltels, » Suspensor; // NVhrgewebe mlt dem Kuibrvo Im Lfingsschnltt; J Embryo im LB.njar»9i;hnltt. tNach Richard; B. P.

1. Aufl, IT. 1. p. 17J

bleiben die Kotyledonen wenigstens zum Teil im Samen stecken und wirken als Saug- apparat; daa Hypokotyl tritt durch das Mikropylarende des Sametis aus, dann beginnt noch vor der Entwicklung der Laubblätter die Bildung einer starken primären Pfahlwurzel], die dauernd erhalten bleibt.

Aus der Spalte der Kotyledonen wflcbst die Plumula zum Hauptstamni einpor; die ersten Blätter können Schuppenblätter sein, oder es kann gleich ein gefiedertes Laubblatt gebildet werden. Bei *Dioon edule* entstehen in den ersten 3 Jahren 9—10 Blattprimordien, von denen sich jedoch nur 3 zu Blättern entwickeln, die anderen bleiben schuppenförmig; bei *Cycas* beträgt die Zahl der Niederblätter, die am Keimling dem ersten Laubblatt vor- ungehen, 1—7, am hHuflgsteii 3; das erste Laubblatt hat nur wenige Fiedern.

Geographische Verbreitng. Die Cycadeen gehfieren ausschlieBlich den tropischen und subtropischen Regionen an; sie finden sich sowohl in der alten als der neuen Welt,

doch in beiden sowohl nach Gattungen als Arten verselmen. In Amerika liegt das Zentrum der Verbreitung in Südost-Mexiko, wo drei Gattungen, *Dioon*, *Ceratozamia* und *Zamia* vorkommen. Die beiden ersteren Gattungen sind auf Mexiko beschränkt, während *Zamia* artenreich von Florida über Zentralamerika und Westindien nach Südamerika (bis Bolivien) verbreitet ist, und zwar dort besonders im tropisch-subtropischen Gebiet; einzelne Arten gehen nach Osten in Brasilien bis in die Staaten Para und Matto Grosso. Von ganz lokalem Vorkommen in Gebirgen des westlichen Ouba ist *Microcycos*. In der alten Welt hat die weiteste Verbreitung die Gattung *Cycas*, und zwar von Süd-Japan und Süd-China bis Madagaskar und dem Sambesi-Delta, auf dem afrikanischen Festland, in Malesien, Papuasien, Nord-Australien und auf den Inseln Polynesiens. Afrika besitzt zwei eigene Gattungen, *Encephalartos*- und *Stangeria*; letztere ist monotypisch und auf Südafrika beschränkt, während *Encephalartos* in Südafrika und weit im tropischen Afrika verbreitet ist. Neben *Cycas* list Ost-Australien noch zwei eigene Gattungen, *Bowenia* mit 2 Arten in Queensland und *Macrozamia* mit einer größeren Reihe von Arten; einige *Macrozamia*-Arten kommen auch in Zentral- und Westaustralien vor.

Manche Cycadeen-Arten sind durch Kultur in Gärten und Parks weit über ihren ursprünglichen Bezirk verbreitet worden; *Cycas revoluta* ist auch nach Süd-Europa eingeführt worden. Im allgemeinen spielen die Cycadeen im Landschaftsbau keine hervorragende Rolle; größere geschlossene Bestände bilden sie selten, doch kommen eine Anzahl

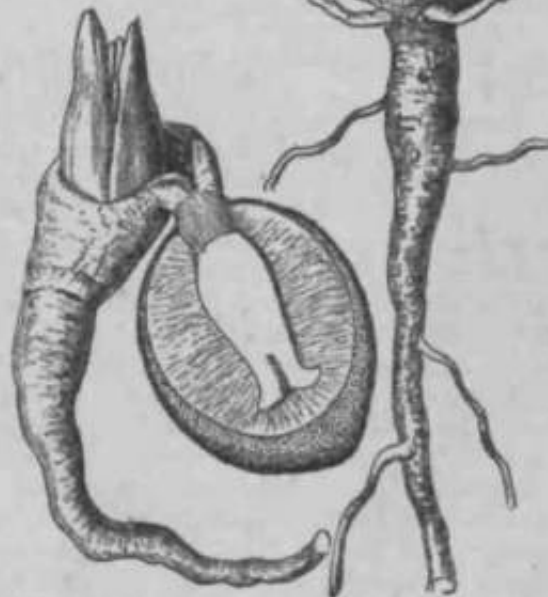
von Arten gesellig oder häufig zerstreut vor und beeinflussen so auffallend genug den Charakter der Vegetation. Waldähnliche Bestände werden für einige *Cycas*-Arten angegeben, BO für *C. revoluta*, *C. cirinalis*; *Bowenia serrata* bildet gesellige wachsende freilebende dichten Unterwuchs im Eucalyptus-Wald; *Thoucasia* an einzelnen Standorten in hunderten von Exemplaren häufig, erstere, letztere gleiche für *Macrozamia*-Arten.

Der xerophytische Charakter der Cycadeen weist auf trockene, besonnte Standorte hin, die

Fig. 7. • Jnhryt von *Cycas cirinalis* mit Suspensor. (Nach J. Schuster.)



Fig. 10. Keimling von *Cycas Thymali*, rastete mit einigen Seitenblättern und den jungen Laubblättern, zwei negativ getrocknete Wurzel oben angelegt. (Nach J. Schuster.)



am besten von den Arten bevorzugt werden. Am ausgeprägtesten xerophytisch ist der starrblättrige *Encephalartos horridus*, der im Karoo-Gebiet in Gesellschaft

von Aloe-Arten und Crassulaceen an offenen Plätzen vorkommt. Ebenso lieben die meisten anderen *Encephalartos*-Arten Südafrikas sonnige, offene Standorte, nur einzelne wie *E. villosus* bevorzugen schattige Stellen; auch die Arten des tropischen Afrika sind Bewohner der Steppe. *Stangeria* gedeiht am reichlichsten in dem hügeligen, grasigen Veldt des Zulu-Landes; das Gras ist hier 30—40 cm hoch, und darüber erheben sich die Blätter der *Stangeria*; die Pflanze ist häufig, aber die Exemplare sind einzeln zerstreut und bilden nicht eine Massenv egetation, wie es bei *Bowenia* in Australien vorkommt. Die australischen *Macrozamia*-Arten sind meist an freien, sonnigen Plätzen zu finden oder gehen in den schwachen Schatten der lichten *Eucalyptus*-Wälder über. Bei den in Südost-Mexiko zusammen vorkommenden Gattungen *Dioon* und *Ceratozamia* ist ein starker Gegensatz in bezug auf ihre Standorte zu bemerken; während *Dioon edule* in Gemeinschaft mit anderen Xerophyten, Opuntien usw. an sonnigen Felshängen wächst, ist *Ceratozamia mexicana* mit einer kraftvoll üppigen Vegetation auf dicht schattigen Standorten bei mäßiger Bodenfeuchtigkeit vergesellschaftet.

Verwandschaftliche Beziehungen.

Literatur: Ch. J. Chamberlain, *Macrozamia Moorei*, a connecting link between living and fossil cycads, in Bot. Gaz. LV (1913) 141—154. —

Die Cycadeen stehen auf derselben Organisationshöhe wie die Coniferen in bezug auf die freien und offenen Carp, der eingeschlechtlichen nackten Blüten und werden daher mit ihnen in der Unterabteilung der Gymnospermen vereinigt, phylogenetische Beziehung zu ihnen haben sie aber offenbar nicht. Sie leiten sich von der Filicales-Gruppe her; eine Übergangsstufe stellen die *Cycadofilices* dar, die gleichfalls wegen ihrer typischen Samenbildung zu den Gymnospermen zu stellen sind, in vielen Merkmalen aber primitiver wie die Cycadeen sind und zu den Farnen hinneigen. Die *Bennettiales* gehören wieder wegen ihrer zweigeschlechtlichen Blüten einer anderen Entwicklungsreihe an. Nahere Verwandtschaft zeigen die rezenten Cycadeen zu keiner ausgestorbenen Gruppe der Gymnospermen. Sie sind die primitivsten aller lebenden Phanerogamen sowohl nach ihrem Blütenbau wie nach ihrem Befruchtungsmodus durch Spermatozoiden. Der Rest einer primitiven Bildung ist auch das Vorkommen von mesarchen Bündeln im Blattstiel der Cycadeen. Die mesarche Struktur der Bündel ist bei paläozoischen Pflanzen (*Bennettiten*, *Medullosen*, *Lyginodendron*) weit verbreitet und tritt auch im Stamm zutage, bei den Cycadeen sind nur noch Spuren davon vorhanden; der Verlust hängt wohl mit der früheren und reichlicheren Entwicklung von sekundärem Gewebe zusammen. Im Obigen ist der allgemeine Abschnitt über die Verwandtschaftsverhältnisse der Coniferen zu vergleichen.

Unter den lebenden Gattungen der Cycadeen sind zwei Wege des Fortschritts bemerkbar; der eine geht von dem lockeren Aggregat der Sporophylle, wie es bei *Cycas* vorhanden ist, zum kompakten Zapfen mit schildförmigen Sporophyllen, der andere von zahlreichen seitlichen Zapfen, wie sie ausgeprägt bei *Macrozamia Moorei* vorhanden sind, zum einzelnen terminalen Zapfen. In beiden Richtungen können die einzelnen Gattungen verschieden weit fortgeschritten sein.

Die lockere Sporophyll-Krone ist für die *Cycadofilices* charakteristisch, bei den *Bennettiales* sind die Sporophylle in der Blüte locker angeordnet, und es sind ± zahlreiche seitliche Zapfen vorhanden. Beide Merkmale (seitliche Stellung der Zapfen und lockere Anordnung der Sporophylle) sind bei keiner lebenden Cycadeen-Gattung mehr vereint. *Cycas* hat das noch nicht zum Zapfen zusammengedrungte Sporophyll-Aggregat, doch sind keine seitlichen Auszweigungen vorhanden, die Fruchtblätter werden am Stammgipfel erzeugt, dessen Meristem weiter wächst und nicht in den Zapfen aufgeht. In der Gattung selbst ist *C. revoluta* in bezug auf die Blattnatur der Sporophylle noch am ursprünglichsten, andere Arten haben weit weniger eingeschnittene Fruchtblätter und die Zahl der Samenanlagen kann bis auf zwei reduziert sein, wie es dann bei allen anderen Gattungen der Fall ist. Das nächste Stadium stellt *Dioon* dar; der Zapfen ist noch relativ locker und die Sporophylle sind noch blattähnlich; doch ist hier der Zapfen endständig und das Meristem des Gipfels geht in ihm auf. Von *Dioon* aus kommen wir zum kompakten Zapfen der anderen Gattungen mit den schildförmigen Sporophyllen.

In bezug auf die seitliche Entwicklung der Zapfen ist wiederum *Macrozamia* am ursprünglichsten. Bei *Macrozamia Moorei* sind sehr zahlreiche seitliche Zapfen vor-

handen, die \$ in geringerer Zahl, ebenso die <J und \$ bei den anderen Arten. Das gleiche gilt für *Encephalartos*. Bei beiden Gattungen wächst der Stammgipfel vegetativ weiter; die anderen Gattungen haben einen terminalen Zapfen (gelegentlich dazu noch einige seitliche), so daß ein Sympodium entsteht, dessen Zusammensetzung aus dem inneren Bau hervorgeht (vgl. bei Anatomie).

Hutzen and Schaden. Infolge der Eigenart ihres Wuchses und der oft prachtvollen Ausgestaltung ihrer Krone mit den langen Wedeln sind die Cycadeen gesuchte Gewächshauspflanzen; zahlreiche Arten befinden sich in Kultur. Die Wedel von *Cycas revoluta* (Palmwedel) werden zu Sargdekorationen u. dgl. verwendet und bilden einen wichtigen Artikel der europäischen Handelsgärtnerei.

Eine Anzahl von Arten (*Cycas revoluta*, *C. Rumphii*, *Encephalartos*-Arten) liefern eine Sorte Sago aus dem Mark des Stammes; bei *Encephalartos* wird auch aus dem jüngsten Teil des Stammgipfels eine Art Palmkohl bereitet (vgl. unter *Encephalartos*). Ebenso werden nach Warburg die jungen Blätter von *Cycas Rumphii* auf den Key-Inseln als Gemüse gegessen. Verschiedentlich wird auch der stärkehaltige Same zur Mehlbereitung benutzt (*Cycas*, *Dioon*, *Macrozamia*). Die Verwendung zu Speisezwecken hat nirgends eine größere wirtschaftliche Bedeutung. Von den Liukiu-Inseln berichtet Warburg, daß die Stämme der häufig kultivierten *Cycas revoluta* nur in Notzeiten, bei Zerstörung der Ernte durch die dort häufigen Taifune, zur Stärkegewinnung niedergeschlagen werden dürfen. Eine Reihe von Arten enthalten nicht scheinbar bekannte Giftstoffe in den Blättern. So berichtet Chamberlain von der australischen *Macrozamia Moorei*, daß die Blätter für das Vieh gefährlich sind, und daß daher die Pflanze von den Viehzüchtern ausgerottet wird.

Einteilung der Familie.

- A. Blattnerven nur mit einem Mittelnerven; Stamm die Blüte durchwachsend, diese nicht zapfenförmig, Carp, locker gestellt, im oberen Teile ± blattähnlich, allermeist mit mehreren (6—8) am unteren Teile der Carp, randständigen Samenanlagen
 - I. Cycadoideae Pilger. 1. *Gycas*.
- B. Blattnerven fiedernervig; Blüte zapfenförmig, Samenanlagen 2.
 - II. Stangerioideae Pilger. 2. *Stangeria*.
- C. Blattnerven parallelnervig; Blüte zapfenförmig, Samenanlagen 2.
 - a. Blätter doppelt gefiedert. III. Bowenioideae Pilger. 3. *Bowenia*.
 - b. Blätter einfach gefiedert.
 - a. Samenanlagen auf polsterförmigen Erhebungen des Carp., Carp, in einen lockeren Zapfen geordnet, aus eiförmigem Grunde lang verschmälert, flach
 - IV. Dioonoideae Pilger. 4. *Dioon*.
 - P. Samenanlagen einfach sitzend. V. Zamioideae Pilger.
 - I. Stam. und Carp, mit schildförmigem Endteil, dieser mit zwei börnchenförmigen Fortsätzen. — Amerika. 5. *Ceratozamia*.
 - II. Stam. und Carp, mit schildförmigem Endteil, dieser ohne börnchenförmige Fortsätze.
 - 1. Zapfen klein, Stam. und Carp, in deutlichen, senkrechten Längsreihen; Blätter einzeln entwickelt; meist kleinere bis kleine Pflanzen. — Amerika. 6. *Zamia*.
 - 2. Zapfen groß, Längsreihen nicht ausgeprägt; Blätter in Gruppen hervorkommend; oft starke und hochwüchsige Pflanzen. — Afrika. 7. *Encephalartos*.
 - III. Stam. und Carp, in eine Spitze ausgezogen oder mit abgesetzter Spitze. —
 - Australien. 8. *Macrozamia*.
 - IV. Stam. flach, Carp, mit schildförmigem Endteil. — Cuba. 9. *Microcycas*.

Die Tribus-Bezeichnungen *Zamieae* und *Cycadeae* werden zuerst von Reichenbach (Consp. Regn. Veg. [1828] 40) gebraucht, der bei den *Zamieae* nur *Zamia* und *Arthrozamia* (nicht beschrieben, = *Encephalartos*), bei den *Cycadeae* nur *Cycas* auführt. Miquel (Prodr. [1861] 5) gibt folgende Einteilung: Tribus I *Cycadinae* (*Cycas*), Tribus II *Stangerieae* (*Stangeria*), Tribus III *Encephalarteae* (*Macrozamia*, *Encephalartos*, *Lepidozamia*), Tribus IV *Zamieae* (*Dioon*, *Ceratozamia*, *Zamia*). Bei Regel werden besondere Tribus nicht unterschieden. A. De Candolle (Prodr.

XVI. II. [1868] 525) teilt die Cycadeen in Tribus I *Cycadeae* (*Cycas*), Tribus II *Encephalarteae*, Subtribus 1. *Stangerieae* (*Stangeria*), Subtribus 2. *Encephalarteae* (*Eficephalartos*, *Bowenia*, *Macrozamia*, *Dioon*), Tribus III *Zamieae* (*Microcycas*, *Zamia*, *Ceratozamia*, *Lepidozamia*). Benth am (Gen. Plant. III [1880] 443—444) hat nur 2 Tribus: *Cycadeae* (*Cycas*) und *Encephalarteae* mit den Subtribus *Eucephalarteae* (*Dioon*, *Macrozamia*, *Encephalartos*), *Stangerieae* (*Stangeria*), *Zamieae* (*Bowenia*, *Ceratozamia*, *Microcycas*, *Zamia*). Eichler (N. Pfl. Fam. II. 1. [1887] 20) unterscheidet I. *Cycadeae* (*Cycas*) II. *Zamieae* a. *Stangerieae* (*Stangeria*) b. *Euzamieae* (*Bowenia*, *Dioon*, *Encephalartos*, *Macrozamia*, *Zamia*, *Ceratozamia*, *Microcycas*). Ähnlich A. Engler (Syllabus der Vorles. [1892] 60): § *Cycadeae* (*Cycas*), § *Zamia* * *Stangeriinae* (*Stangeria*), * *Zamiinae* (*Dioon*, *Encephalartos*, *Zamia*, *Ceratozamia*). Die übrigen Gattungen werden nicht erwähnt. In der 8. Auflage (1919) werden die *Stangerieae* (*Stangeria*) den beiden anderen Gruppen gleichwertig gegenübergestellt. J. Hutchinson (Kew Bull., 1924, 49—50) unterscheidet I. *Cycadeae* (*Cycas*) II. *Encephalartaeae* 1. *Encephalartineae* (*Dioon*, *Macrozamia*, *Encephalartos*) 2. *Stangeririeae* (*Stangeria*) 3. *Zamineae* (*Bowenia*, *Ceratozamia*, *Microcycas*, *Zamia*). R. Wettstein (Handbuch der systematischen Botanik, 3. Aufl. I [1923] 423) unterscheidet 2 Familien: *Cycadaceae* (nur *Cycas*) und *Zamiaceae* (die übrigen Gattungen).

Wie ersichtlich, drückt sich in der Gruppierung der neuerdings allgemein anerkannten 9 rezenten Gattungen der Cycadeen (*Lepidozamia* ist mit *Macrozamia* zu vereinigen, vergl. dort) eine recht verschiedene Auffassung betreffend der Verwandtschaftsverhältnisse der Gattungen aus. Die Gattungen sind, wie es bei einer Familie, von der heute nur noch Reste einer ehemals viel reicheren Entwicklung vorhanden sind, grofenteils sehr selbständige Typen. Ich habe dementsprechend vier Unterfamilien unterschieden, von denen drei nur eine Gattung enthalten. *Dioon* scheint mir nicht mit den *Zamioideae*, deren Gattungen einander näher stehen, vereinigt werden zu können; in bezug auf den lockeren Zapfen und die nächst *Cycas* am meisten blattähnliche Gestalt der Carp, nähert es sich dieser Gattung. *Microcycas* war bislang wenig bekannt, erst neuere Forschungen haben die eigentümlichen Verhältnisse bei der Befruchtung bekannt gemacht (vergl. dort), die neben den morphologischen Merkmalen *M. calocoma* als eigene Gattung charakterisieren.

1. **Cycas** L. Spec. Plant, ed. I (1753) 1188; Warburg, Monsunia I (1900) 17&-181. (*Todda-Pana* Adans. Families des Plantes II [1763] 25 et 611.) — § Zapfen mit vielen keilförmigen Stam., diese unterseits mit zahlreichen Sporangien, meist in eine scharfe Spitze plötzlich verschmälert. Carp. (Fig. 61) zahlreich um die Stammspitze gedrängt, zuerst aufrecht und einen lockeren Zapfen bildend, dann abspreizend, dicklich, lang, flach, langgestielt, jederseits an schmalen Mittelteil seitlich 1—5 gegenständige oder abwechselnde, voneinander entfernte, ± eingesenkte Samenanlagen tragend; steriler Endteil verlängert, lanzettlich bis eiförmig, gezähnt bis fiederlappig eingeschnitten; Samen grob mit harter Steinschicht. — Stammbildend, Stamm dauernd gepanzert; Blätter gefiedert, Fiedern 1-nervig, nach dem Stiel zu oft in Dornen umgewandelt; in der Knospenlage die Rhachis gerade, die Fiedern eingerollt. — *Kvxas* bei Theophrast eine Palmenart. Typische Art: *C. circinalis* L.

Zirka 15 Arten von Siidjapan und Südchina bis Madagaskar und dem Sambesi-Delta auf dem afrikanischen Festland, in Malesien, Papuasien, NO.-Australien und auf den Inseln Polynesiens.

A. Samenanlagen an jedem Carp, mehr als zwei. Aa. Steriler Endteil des Carp, fiederlappig eingeschnitten. *C. revoluta* Thunb. in Siidjapan, Liuki, Formosa, in China in Ytinnan, Kwangsi und Kwangtung, in der Kultur weit verbreitet; stammbildend, Blattkrone mit zahlreichen starren bis 2 m langen Blättern, Fiedern zahlreich, schmal, bis 15—18 cm lang, stachelspitzig, Rand nach unten gebogen, Blattstiel mit Stacheln; Carp, bis ca. 20 cm lang, dicht gelblich wollig-filzig, steriler Endteil breit, mit zahlreichen schmalen, in eine starre Spitze ausgehenden Fiederlappen; Samen 5—6, rundlich, zuerst stark wollig behaart, schließlich verkahlend, orange, Japan. Name Sotetsu. — *C. pectinata* Griff. in NO.-Indien; Stamm bis 3 m hoch, steriler Endteil des Carp, breit, kreisförmig, tief schmal kammförmig eingeschnitten. — *C. Beddomei* Dyer in Siidindien (Madras); Stamm niedrig, sehr schmale Blattfiedern am Rande stark eingerollt. — *C. siamensis* Miq. in Burma, Siam und Cochinchina; steriler Endteil des Carp. eiförmig-rhombisch. — *C. taiwaniana* Carruthers in Formosa, verwandt mit *C. revoluta*, aber die schmalen Fiedern flach. — *C. Micholitzii* Dyer in Annam, ausgezeichnet durch die 1—2-mal tief dichotomisch eingeschnittenen Blattfiedern, Stamm ganz kitz, afters fast ganz unterirdisch. — Ab. Steriler Endteil des Carp, weniger eingeschnitten, nur gezähnt oder fast ganzrandig. *C. circinalis* L. in Siidindien, Ceylon, Westmasesien (Java, Sumatra), Formosa, Philippinen; Stamm bis 5—6 m hoch; Blätter bis 2½ m lang, Fiedern zahlreich flach, linealisch-lanzettlich, stachelspitzig, bis 30 cm lang und über 1 cm breit; § Zapfen bis 20 cm lang, Stam. locker dachig, aus kurzem Stiel keilförmig, spatelig mit aufgebogener, scharfer, steriler Spitze, fleischig, oberseits mit dicker Rippe, unterseits konvex und bis auf die abgesetzte Spitze überall sporangientragend, Sporangien einzeln oder in Gruppen bis 4; J Zapfen jung eiförmig-kugelig, ziemlich locker, Carp, dick lederig, rotlich behaart, bis 30 cm lang, im Umfang lanzettlich,

langgestielt, mit 6—8 kahlen Samenanlagen, steriler Endteil kaum verbreitert, lang zugespitzt, nach oben zu $\pm$ gesägt; Same elliptisch-kugelig, bis zur Größe eines kleinen Hühnereis, glänzend. — *C. Rumphii* Miq., in Malesien (Celebes, Timor), Papuasien (Neu-Guinea), Polynesien (Karolinen, Mariannen, Timor usw.); verwandt mit voriger Art, aber ausgezeichnet durch kaum gespitzte Staubblätter und dreieckig verbreiterten sterilen Endteil des Carp. — *C. Schumanniana* Lauterb. in Neuguinea, mit schmalen Blattfiedern. — *C. Thouarsii* R. Br., auf den Komoren, N.- und O.-Madagaskar, eingeführt auf Mauritius und in Ostafrika, vielleicht heimisch im Sambesidelta; bis 6 m hoch, Blätter bis 3 m lang, mit kahlem Stiel; σ Zapfen bis 30—40 cm lang, Stam. mit stark aufgebogener hakiger Spitze; Samen bis 7 cm lang und bis 6 cm breit, der harte Stein bis 6,5 cm lang. — *C. media* R. Br. in Queensland.

B. Samenanlagen zwei am Carp. *C. Normanbyana* F. Muell. in Queensland; Stamm bis 3 bis 4 m hoch, steriler Endteil des Carp, lang lanzettlich, Samen orange. — *C. cairnsiana* F. Muell. in Queensland; steriler Endteil des Carp, rhombisch-lanzettlich, Blattfiedern schmal, mit zurückgebogenem Rand.

2. *Stangeria* T. Moore in Hook. Lond. Journ. Bot. and Kew Gard. Misc. V (1853) 228; J. Smith l. c. VI (1854) 88; Hook. f. in Bot. Mag. t. 5121 (1859); Ch. J. Chamberlain in Bot. Gaz. LXI (1916) 353—372, T. 24—26 a. — Zapfen einzeln, kurzgestielt, ihr Stiel wenig über den Erdboden hervorkommend. $\angle$ Zapfen zylindrisch; Stam. dachig deckend, kurz gestielt, basaler Teil der Schuppen horizontal abstehend, breit keilförmig, uuterseits auf der ganzen Fläche bis 150 ovale in undeutlichen Gruppen von 2—7 stehende Sporangien tragend, oberer steriler Teil aufgebogen, breitgezogen dreieckig-eiförmig, behaart. 5 Zapfen aufien dicht behaart; Carp, breit gerundet, mit diinnem Rande, von innen gesehen breit eiförmig, konkav, jederseits am Grunde in einer HShlung eine Samenanlage tragend; reifer Same kräftig orangefarbig. — Stamm unterirdisch, knollig; mit starker Hauptwurzel und 2—4. kurzen Asten am oberen Ende, ungepanzert, glatt, da die Blätter ganz abbrechen; Blätter wenige, einzeln oder einige im Jahr gebildet, einfach gefiedert, Stiel am Grunde dicht wollig, Fiedern mit starker Mittelrippe und zahlreichen feinen, von ihr fast senkrecht ausgehenden Seitenerven, die nahe dem Grunde meist einmal, selten zweimal gegabelt sind. Name nach Dr. Stanger, Surveyer General of Natal, der die Pflanze 1851 nach England sandte. —

Eine Art, *St. paradoxa* T. Moore in Natal, Pondoland und westlich bis in die Gegend von Port Elisabeth reichend, im Grasland häufig in einzeln zerstreut wachsenden Exemplaren vorkommend; die bis meterlangen, aber oft kleineren Blätter sind in Form und Randbildung stark variabel, Fiedern bis zu 24, paarig oder auch $\pm$ abwechselnd, bis 40 cm lang, oval-lanzettlich, $\pm$ gesägt bis tief eingeschnitten, oder kleiner, lederig und ganzrandig (letztere Form als *St. Katzeri* Regel beschrieben). σ Zapfen 8—20 cm lang, σ 5—8 cm.

Stangeria wurde zuerst von Drege und von Gueinzius bei Port Natal gesammelt und von Kunze als *Lomaria coriacea* bestimmt (Linnaea X [1836] 506); in der Tat ist *Stangeria* in ihrem Blattbau, besonders auch in ihrer Nervatur, die farnähnlichste Cycadeen-Form; später benannte sie Runze (Linnaea XIII [1839] 152 und XVIII [1844] 116) als *Lomaria eriopus* Kunze, doch ohne eine als Artdiagnose zu bewertende Charakteristik zu geben, BO dafi der Artnamen *St. paradoxa* bestehen bleiben mufi.

3. *Bowenia* Hook. f. in Bot. Mag. T. 5398 (1863) u. 6008 (1872); Chamberlain in Bot. Gaz. LIV (1912) 419—423. — σ Zapfen dicht, wenige cm lang; Stam. obovat-keilförmig, sehr kurz gestielt, unterseits vom Grunde bis zur Mitte sporangientragend, oben abgeschnitten und behaart. Carp, mit ziemlich langem, nach oben verbreitertem Stiel, quer verbreitert, oben abgeflacht ohne Spitzen, von aufien gesehen ungefähr sechskantig, am Grunde der herabhängenden Samenanlagen wenig vertieft; Fruchtzapfen bis 10 cm lang, kuglig-ellipsoidisch, zuletzt stark aufgelockert, Samen eiförmig-kuglig, mit dick krustenförmiger Schale. — Stamm unterirdisch, kurz, rübenförmig bis kugelig; Blätter wenige, groß, locker doppelt gefiedert, lang gestielt, primäre Abschnitte wenige, untere meist zu 3—4, obere gepaart, sekundäre Fiedern 9—25, meist alternierend, groß, kurz gestielt oder fast sitzend, schieflförmig-lanzettlich bis fast eiförmig, Nerven bis 20 parallel, Sfters gabelig geteilt. — Namen nach G. T. Bowen, dem ersten Gouverneur von Queensland.

2 Arten in Nordostaustralien, Queensland, vom nördlichen Teile bis zur Breite von Rockhampton. *B. spectabilis* Hook. f. (Fig. 77) mit unterirdischem rübenförmigem, bis m-langem Stamm mit 1—2, manchmal auch 4—5 diinnen, blätter- und zapfentragenden Zweigen am Ende; Blätter wenige, 1—2 m lang, Fiedern ganzrandig, 8—16 cm lang. — *B. serrulata* (Andr6) Chamberlain mit fast kugeligem, kopfgroßem Stamm mit 5—20 dtinnen Zweigen am Gipfel, die etwas über die Erdoberfläche treten und je ein Blatt tragen; Fiedern am Rande gesägt; im südlichen Teile des Verbreitungsgebietes.

4. *Dioon* Lindl., Bot. Reg. (1843) Misc. 69 (*Dionf*)\ Miq. in Linnaea XXI (1848) 567 (*Platydamia* Zucc. in Abb. Akad. München IV [1845] 23, T. 4). — <J Zapfen zylindrisch, fichtend, am Grunde von lanzettlichen Schuppenblättern umgeben, außen weißfilzig, stam. tang, lach, dachig, auf der Unterseite im größten Teil eporangientragend, hier außen & oberer Basis ringförmig verbreitert, oberer steriler Teil aufgebogen, eiförmig, außen wolligfilzig (bei den Stam. im mittleren Teil des Zapfens bedecken die Sporangien den fertilen Teil der Unterseite ganz, bei denen im oberen und unteren Teil des Zapfens sind sie durch eine sterile Mittellinie in zwei Felder geteilt); Sporangien 100—300 am Staubblatt, In



Fig. 71. *Botouita tipectabilis*, nach Hot, Mag. Taf. sow*; weibl. 1. *Staxe*, rechts vollständig verkleinert, links der Zapfen in natürlicher Größe: a Prachtblatt, b und c ähnliche Blätter, d Strobilus, verkleinert, e Strobilus von unten, d von oben. e vom d a. lte. {E. P. I. Anfl. II. i. p. III

Yucatan. — *D. Patropusit* Row in Puebla, mit kahlen Blättern, mit kahlen Blättern, Fruchtblätter 10—15 cm lang, Samoa fast kugelig, 1 cm im Durchmesser.

5. *Ceratozamia* Brongn. in Ann. Sc. Nat. Ser. 8, V (1846) 7 T. 1; Ch. T. Chamberlain in Bot. Gaz. Liu (1847) 1—19, T. 1. (*Diplocazamia* Lehm. ex Lindl. Veg. Kingd. (1847) 225, nomen!) — \$ Zapfen kurzgekeult; Stam. in Langsreihen angeordnet, einkreuzförmig von der Zapfenbasis abgehend, bis über die Mitte hinaus dreieckig und unterseits dicht gleichmäßig mit 3—4 stehenden Sporangien bedeckt, Endteil schmaler und dicker, an den bei den äußeren Ecken in 2 scharf abgesetzte divergierende hornartige Spitzen ausgehend. 5 Zapfen dichtgeschlossen, Carp. in Längsreihen, mit schmalem Stiel, Endteil

Qrappan von 3—5, 2 Zapfen breit eiförmig, außen dicht wolligfilzig. Carp. (Fig. 62) ähnlich denen von *Cycas* am meisten blattartig, verhältnismäßig locker gestellt, kurzgestielt, aus eiförmigem Grunde lang verallgemeinert, außen (und bei ± sterilen oberen und unteren Schuppen auch an Teilen der Innenseite) dicht wolligfilzig; Samenanlagen zwei jederseits am Grunde des Carp, rechts und links vom Stiel, auf einer polsterförmigen Anschwellung des Carp, und von dieser an ihrem Grunde ausgehend, auch öfters durch einen Auswuchs des Carp, mit einer Art Stiel versehen; Samen kantig-eiförmig bis fast kugelig. — Stammbildend. Stamm gepanzert, mit reicher Blattkrone: Blätter lang-, einfach gefiedert, Fiedern zahlreich, dicht gestellt, starr, breit an der Basis sitzend, herablaufend, parallelverlaufend.

3—4 Arten im mittleren und südlichen Mexiko, am häufigsten bekannt *D. tuttlei* Lindl. in San Luis Potosi und Vera Cruz, mit 1—3 m hohem, kräftigem, gepanzertem Stamm; Fiedern sehr zahlreich, lanzettlich, stachelspitzig, bis 13 cm lang, nicht mit der Rinde gegliedert; g Zapfen 10—20 cm lang, 7 bis 11 cm im Durchmesser, Stam. bis 4 cm lang; Fruchtblätter 20—30 cm lang, U bis 30 cm im Durchmesser, Carp. 10 bis

15 cm lang. Sam. 3 : 2 cm, bis fast reif weiß, dann orange; das Endosperm wird gegessen; Dolora paja, c. xio Taraal der Eingeborenen — *D. sp. Miwum* j. y. m. j. stachelzahnförmige Blätter, in Taxua und

•) Lindley schrieb 1. c *Dion* und leitete den Namen ab von *Stictis* et wov *Mitella* in Linnaea XIX (1847) 414 sn: *Dion* (Dion?); eheindem ist die Schreibung *Dioon* gebräuchlich worden.

abgelacht, dick, von außen gesehen regelmässig sechseckig, mit 2 auf der Mittellinie des Sechsecks stehenden divergierenden abgesetzten bractienartigen, lichten nri suharfen Spitzen; Saruenaalagen 2 neben zwei Stiel, von der unteren abgetrennten wollig bebaarten Seite des Eitteilchens hängend. — Blattstiel kurz, von den persistierenden Blattstüben gepalziert; Blätter locker fiederteilig, Fiedern parajelnervig, meist zierlich breit, Starr. — Name von *sepius* (Horn) und *Zamia*. — Typische Art *C. mexicana* Brongn. —

Kirka 4 Arten im südöstlichen Mexiko. *C. tenebraria* Brongn., im Jalupii, Surom bis 2 m hoch, ziemlich dünn, oil gebogen und niederliegend; Butler bis zu 20 in der Krone, bis 3 m lang, jedes mit 40—50 ledrigen, lanzettlichen oder oval-lanzettlichen, etwa skelförmig gebogenen, 30 cm langen und 2—4 cm breiten Fiedern; Fiedern je nach dem Alter der Pflanze von verschiedener Länge und Breite (dieneh nach Kulturexperimenten mit *Arceuthobium*); *C. alipha*, verjüngt schmal konisch, 10 bis über 20 cm lang; *C. zapfen* bis 30 cm lang, ungefüllt zylindrisch, Eitteil der Carp, nach außen schwach konvex; *C. amnifolia* bis 180; Samen bis 6 : 1,8 cm, reif eiförmig mit ziemlich dünner Steinhaut. — *C. Aliquellam* Wenig, Blattstiel bis 6 cm breit; O Zapfen tingefahr eiförmig, Endliche der Carp, mit deutlicher *KinU*: in der Mitte des sechseckigen Teiles, die seilich in die unregelmäßig gebogenen *EUS* ausgeht, die länger als bei *C. mexicana* sind. — *C. Kuesteriana* Bregel mit schmaler Blattfiedern,

6. *Zamia* L. Spec PL ed. II (1763) 1659 (*Patma-Fuix* Adans. Families des Plantes II [1763] 21. — *Aulacophyllum* Ueg., in Gartenflora XXV [1876] 140. — *Palmifolium* [Trew] O. Ktre., Rev. Gen. II [1891] 80S). — Zapfen klein, einzeln oder bis viele, kurz gestielt, am Ende durch die in einen soliden Körper vereinigten sterilen Schuppen ± gespitzt, kahl oder die Stam. und Carp. außen kurz filzig behaart. Stiel und Carp, von außen gesellig in Langreihen angeordnet, schildförmig aneinander geschlossen. Zapfen oblong bis zylindrisch, Stam. mit dickem, ± verbreitertem sporangientragenden Teil, Sporangien wenig zahlreich, die ganze Fische bedeckend oder in zwei getrennten Feldern angeordnet, Endteil schildförmig, dick, von außen gesehen ± regelmäßig sechseckig, breiter als hoch, flach oder eine kleinere Mittelfläche konisch emporgehoben; vordere Mittelfläche laufen dann Kanten zu den sechs Ecken des Sechsecks. Zapfen dem ähnlich, aber größer und dicker, Carp. weniger zahlreich, an den Seiten des dicken Stiel mit nral Satoenanlagen, Endteil wie bei den Staubblättern flach oder mit erhobenem kleinen Spitzchen oder auch mit quergestellter Furche. — Innerhalb klinisch kien bis kleinere Formen: Stamm ganz unterirdisch. Obenflächig, oder oberirdisch niedrig, nur mit den Blattnarben bedeckt, da die Blätter bald gefallend abfallen; Blätter wenige, einzeln nacheinander entwickelt, locker gefiedert, Stiel glatt oder mit harter Rinde; Rhachis in der Knospenlage aufrecht oder wenig eingebogen. Fiedern breit oder schmal, von der Rhachis flach abgliedernd, parallel-nervig. — Typische Art *Z. pumila* L.



Fig. 78. Fruchtblatt von *C. crinita*. (Nach J. Schimper)

Ungefähr 50 Arten im tropischen und subtropischen Amerika, nördlich der Florida, dann beinahe in Sfantamaria und Westindien verbreitet, in Südamerika im tropisch-andinen Gebiet, südlich bis Bolivien, nach Osten in Brasilien bis zu den Antillen Para und Matto Grosso.

A. De Candolle fit Prof. IVL 2) bei Uet die beiden Sektionen *Chigua* und *Euzamia*. Bei der letzten ist das Schild der Stam. ± flach, fächerförmig, bei der ersten hohl wie ein chn Uenw Uittchildehen. so dass sieben Ueine röhren vorhanden sind, das fächerförmige und sechs schlängelnde Seitenröhren (vgl. Gattungsbearbeitung). Da Ewisdirt von Formen Cüergänge vorfinden sind, lassen sich die Sektionen nicht nach der Art der Zapfen unterscheiden, auch sind die Zapfen vielfach noch nicht bekannt, so dass die Einteilung der Arten nicht möglich ist.

A. Kienrich hat ohnig die beiden Sektionen. Aa. Haltetiel hat Atarhelt. Ana. Fiedern im oberen Teil breit, Z. murtcofa Willd. ist VeneuHa; Stamm nicht rig, Blätter bis 1/2 m lang. — Z. fittmüll Waritw, in PanjilDw, mit mfrhellen itimm, Blattfl wenige, Fiedern 7—11, im oberen Teil buhlig geformt, Schuppenblätter Isnzettlich. lang vewhinfelrt; 1/2 Zaiien su 8—4, rostbrun behaart, Stam, mit konisch erhobenem Mittelfeldchen, ungefüllt glänzend. — *Z. Wallixit* A. Bruun in Kolumbien, mit dick zylindrischem niedrigem Stamm, der vorigem

Art verwandt, aber mit treit dreifkijgen, kurz versclumJertai Schuppenuliitem; £ Xapfen bb 10 cm lung. — Z. *Vtei* Dammer, im Aniassonaszbiet am oberen JuntS, nUmmlos; Blittrr groil mit 1 in Liigfin SUEJ, Fiodern , jederseits 5—8, tiefGncig¹, bis 50 cm Uiig mid <i tai bn .': 0 ZtpfBB 20 cm lang und a cm im DurchmMwr. Carp. \ 8 LagwrtUum, dae «e»k»BUge BeUJ 12 mm hooa mi.) 22 nun bntt, >iai<i 15 ma lang. Aap. tiedern ganxrandjg. Z. *Tuerckkeimii* Donn. Bat. in Guatemala; Stamm 1,5-3 m lao(r, tsent blagecd, daan uwtefetitd; Ptdotnn 14 anf jeder -eite, broil oblaoeoUt, 19—24 cm lug, 4—6 cm breit, nut ungnUhr 40 >ierven; J ZaptoU «chmal ijlin-drtsch, 14 cat Uoff, Stun, mil konisch erhobeaeem Sefcldefea*; J Zapta 15 cm lang, ScM <pw-gczogen «ch*kanUg. mil Querfurchc. Ab. BlMteti^i unbtstach. ii. Z. *Pocppigiaua* Mart. «t Eichl., in Oarptrn: kl>t au(Terlutleadn JkaactOmphb. nil kritrbMHlem, wnrwlsdta Stamm: Flodern Vb—U JednMtti, bit 35 cm Uttg, btejt ttdt«UOnnip-Uitnttlleh, bn oberen Teil bta dtatlkh p. agst. ^U—jtt-tvn-iff, ^ Zapftn S3 cm Ung. Sbua. is 14 UnfneOtcn, iporan^ientragender Teil breit drei-etkig, Kcilcr Utr Sponagieti dnrrh eine sterile Kitt«llinic geuennt, EndU-U mil koobch nraobcnrm MlttelsthiWdiCtt. — Z. *obiqua* A. B n u in Kolamfaiea; mil KhUnketa, MB 2',, m bob»-m Suuim. Fiedcro 6 jederaeiU, eifOrtaig oblouj, nach ohea in »urhelig^eOjt; >j Zapfen dicht >j tindriseh. ScMlder mil *rtaben«ni ^bUdchen.

B. F W w lanwttQirh, nuttdfro& Ba. BlmltsUtl bwtuhdt. Z. *Loddigsii* Miq.; Sianim niedrig, lyliudrisch; Blatter Ms ffeftsi 1 in Uog, rieden LuuetUlch odtr IbnaHKb-Iuncidich. Ua 19 cm lung und 15 cm breit, 22—27-nervi. «M der Spieue bU uoter die Mitte ftegl — Z. *Le-colntei* Ducke, in Brseillcit, SUit P*ri: Stumo tmn jrrSEkes Teil nntcrirditch; BUttatiel bis 00 cm lang, t^cdern Jcdcr>ctts 80—38. llnwdbch^Uniettlidit, 80—ST cm lanp. 1—1^ cm breit, IB M^BXVlg,



Fig. 19. Blatt^HMua

Zamia pumtifi L. (Na<h C. Fiedern klein, brettlich. — '/> *pimtia* L. atff Kubn; kkin, tnit untrirdischflm Stomm; Blatter wenige, klein, Blattstiel unbfsiachelt, Firrfm 10—17 jederseits, locker angcordnet, oblong, Btumpf, mit

asimal iaB*mmengezogcnor Basis aufailznd, 3—6 cm lang, 7—8 mm breit, im oberen Teil dcullich fein ge^agt; 3 Z>p(<> etlipenidwcb. 5 cm lanjr, StieJ bi< 3 cm Uny, Schild Att> Carp, flach, Samen ntwaai illjer I en last' - twpifrlhaft, ob die*' kaJbeutrh« Art iririclich die TOO Linn & he&cbriebeat Art frt, di« von Hinpaniol* ttunAm wit! and nur *nf fine Abbildang TOB CO m m e • 11 n hln anfr>«tllt worden i<3

D. Fiedtro UaejUisch bit irhma) liaralbh, BUttel wwlrmii^hiTt Z. <t*rnirti!olia .larq. «af den liaham*, Fled^rn RMirandc. — Z. *mttifoUoia* A. PC, *uf Cub*; ttuomLM, FiHern nU-Tpob, locker »n^«>rdn*, «ebr schnuU lintialisch^ giuiTaiidlr, j Zipffn tylindrwh, 8 cat Ung. — Z. *portoricttu* Urban. »nf Portorico, rerwandl bit Z. dnywft/ofw; Witter mil 20—SI Fietfem jfder^if. * Zmpfen tyilmri-ch, 5 cm l>np, Schild sfth-Lantig. br>unflsif.

7. EncepbaUrtos I^timanD, NOT. et minus cogn. utirp. pugillus VI. (183^1) £: A. Braun, B*mertmpen fber einige Qycadeea, in Sitx. Ber. naturf. Fn-tinde 17. X. 1876, 113—115; 1). Praia in FL Trap. Afr. VI. 2. {1917) 346—854. (*Arthrww'it* ReichSn). Consp. [18281 ^n. nomen! i. — <J and 2 Zapftn eiDieln oder bis 10 in einer Krone. \$ Zapfen ktirz gestielt.' im VmriS obloog bis elformiier, meist gn>8 rFnicht bis 'i m Ung), Carp. fvgf. fiber diese den allgcmeinen Teil) daehip. dicht g«KbJossen und die Sameninlagen versteckend. diese erst zur Fnifhtreit die Carp. anMUumderdrilngend- Carp, lang pretielt. Endtttl schild-fnrmifr. rhombisch, abceflacht >»f* ± kejeHOrniff vorgeio^en, mit odnr ohne deutliche kleinere Abvtatzungsfliche. kali! oder ± dirht wolltp-filrip bchaart^ Sanirnanla^cn 2 nfhm deni oben bogenWrmir verbreiUrtim Stiel; Sunes eliipftoidisrh iwler oblong, pewtrBUoh dtirch Umck etwu kantig. \$ Zapfen eyindriFch bis oblonp, oft proB, Staubb ttec dirht dachlg, unterer sporangientrtgder Teil keHfSrraig bis br^it dreieckig, untersoits dicht mit Spornnjriprn bedeckt, Endteil schmaiet schildffinnig als befim Carp., ewas herabgebogen, mit oder ohne kleinere Abstutzungsfliche, kahl oder behaart, — Steom Diedrig, bfters ina

Umfang ellipsoidisch, oder sulenförmig bis 10 m hoch (z. *Laurentianus* De Wild, im Kongogebiet), gelegentlich verzweigt, von ledrigen Schuppen und holzigen Basen der Blattstiele bedeckt; Schuppenblätter oft reichlich wollig-filzig behaart; Blätter aufrecht oder die äußeren geneigt, gefiedert; Fiedern **zahlreich**, linealisch-lanzettlich bis eilanzettlich, meist sehr starr, stachelspitzig, am Rande oft stachelzahnig, längs dicht viel-

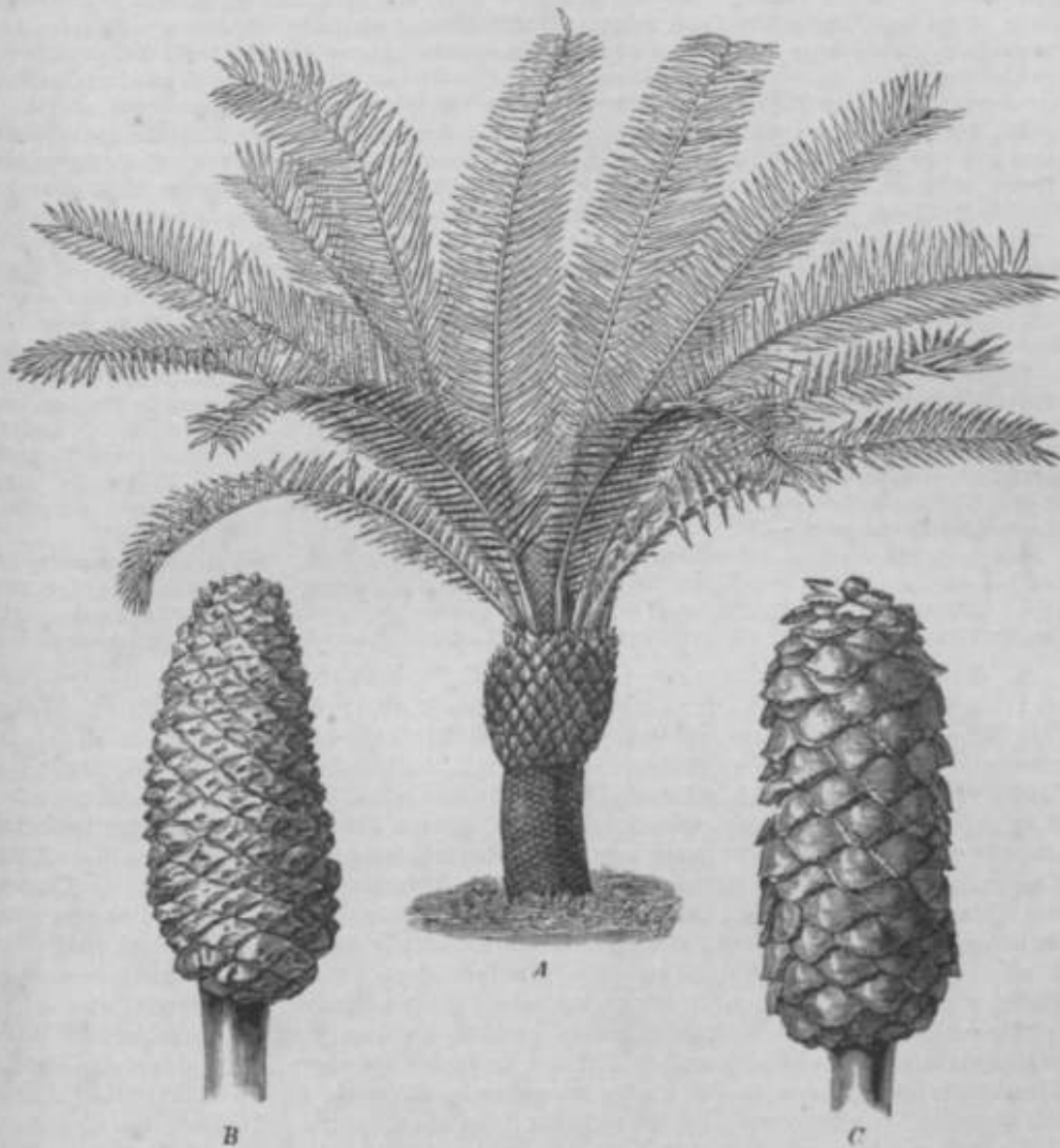


Fig. 80. A *Encephalartos fidebrandtii*, blühende weibliche Pflanze. B) Blüte der selben. C) Weibliche Blüte von *E. uilioti*. A um das 10fache, B und C um das 10fache vergrößert, nach der Natur (R. P. I. Ann. II. 1. p. 23)

*nervig*¹, in der Jugend oft behaart, in der Knospenapo gerade. — Der Name nach dem Autor Lohmann l. c. von *kufni* (Geliin) und *in* (Brot); die Verwendung der Pflanze, von der der Name ausgeht, wird verschieden angegeben. Teils wird erwähnt, daß bei einigen Arten, z. B. *E. caper*, aus dem stärkehaltigen Mark von den Eingeborenen eine Art Sago bereitet wird (Marloth), teils, daß (ähnlich wie beim Palmkohl) der Stammgipfel mit den unentwickelten Blättern herausgenommen, eine Zeitlang in der Erde vergraben und dann geknetet und verbacken wird (Thunberg-, vgl. Bot. Mag. t. 4903), Kaffir- oder Caffer-bread, — Typische Art: *E. caffer* (Thunb.) Lehm. —

Zirka 15 Arten im südöstlichen und tropischen Afrika, in Südafrika von der Gegend der Algoabay an nördlich und nordöstlich, im westlichen und (östlichen tropischen Afrika, nördlich bis zur Goldküste, dem Ubangi-Schari-Gebiet, dem Niam-Niam-Gebiet und Uganda; an trocknen Standorten, in Steppengebieten, Buschgehölzen und an felsigen Abhängen.

A. Endteil des Carp, rhombisch, nach unten gezogen, ohne deutliche Abstutzungsfläche (vgl. den allgemeinen Teil). *E. villosus* Lemaire, in Natal; mit kurzem Stamm, Blätter bis 2 m lang, Fiedern in 60—90 Paaren, linealisch-lanzettlich oder fast sichelförmig, gezahnt; 2 Zapfen bis über 40 cm lang, Samen die Carp, auseinanderdrängend, 3 cm lang, lebhaft rot; <J Zapfen bis halbmeterlang, Staubblätter mit dreieckigem Endteil, dessen unterer Rand gekerbt ist. — *E. Friderici Guilelmi* Lehm., in der Provinz Albany (= *E. cycadifolius* [Jacq.] Lehm. ?) mit linealischen, in der Jugend behaarten Fiedern und dicht behaartem Fruchtblatt-Schild; stammbildend. —

B. Endteil des Carp, breitgezogen rhombisch, mit deutlicher kleinerer Abstutzungsfläche am unteren von außen sichtbaren Rande, diese aber nicht kegelförmig emporgehoben. *E. Hildebrandtii* A. Braun et Bouche, vom Sansibar-Küstengebiet bis Britisch-Ostafrika; Stamm bis 6 m hoch; Blätter bis 3 m lang, in der Jugend ebenso wie die Schuppenblätter weißwollig, Fiedern lanzettlich, jederseits mit einigen Zähnen; \$ Zapfen schmal, bis 45 cm lang; £ Zapfen bis 40 cm lang, rhombisches Feld des Carp, bis 5 cm breit, 7—8 mm hoch, Stiel 2½ cm lang; Samen lebhaft rot. — *E. Barteri* Car ruth., in Nigeria, Dahomey, Togo; mit sehr niedrigem, ellipsoidischem Stamm; Blätter dünnledrig, hellgrün; sporangientragender Teil des Stam. sehr breit dreieckig. — *E. gratus* Prain, in Nyassa-Land, mit kurzem, kugeligem oder ellipsoidischem Stamm; Fiedern deutlich sichelförmig.

C. Endteil des Carp, mit deutlicher Abstutzungsfläche, diese durch kegelförmige Verlängerung des Endteils emporgehoben. *E. Altensteinii* Lehm., in der Provinz Albany; Stamm bis 5 m hoch, zylindrisch; Blätter zahlreich in der Krone, bis 3 m lang, Fiedern linealisch-oblong; £ Zapfen eiförmig, 30 cm lang. — *E. caffer* Miq., in Kaffernland; mit kurzem Stamm; Blätter starr, Fiedern ganzrandig. — *E. Lehmannianus* (Eckl. et Zeyh.) Engler, im Karroogebiet; £ Zapfen bis ½ m lang. — *E. Poggei* Aschers., im Kongogebiet; Stamm nur ½ m hoch, dick; Blätter graugrün, 2 Zapfen bis 25 cm lang. —

Die südafrikanischen Arten sind ihrer systematischen Stellung nach teilweise noch nicht sicher bekannt, so *E. horridus* Lehm. im Karroogebiet, die am ausgeprägtesten xerophile Art, mit starren Blättern und großgezahnten Fiedern; das gleiche gilt auch von der nördlichsten Art, *E. septentrionalis* Schweinf., die im Ubangi-Scharigebiet und Niam-Niamgebiet vorkommt.

8. *Macrozamia* Miq. Monogr. Cycad. (1842) 35, T. 4 und 5; Bailey, The Queensland Flora V (1902) 1503—1507; Ch. Moore, Handbook of the Flora of New South Wales (1893) 378—380; Chamberlain, in Bot. Gaz. LV (1913) 141—154 (*Lepidozamia* Regel, in Gartenflora VI [1857] 11. — *Catakidozamia* T. Hill, in Gard. Chronicle [1865] 1107). — \$ Zapfen einzeln bis zahlreich, eiförmig bis zylindrisch; Stam. dachig, sporangientragender Teil schmal bis breit dreieckig, unterseits auf der ganzen Fläche mit Sporangien bedeckt, Endteil verbreitert, abgeflacht oder von außen betrachtet breit rhombisch, in der Mitte mit einer Spitze versehen oder in eine aufgebogene Stachelspitze vorgezogen. \$ Zapfen einzeln bis mehrere, eiförmig, Carp, mit kurzem Stiel, von dem rechts und links je eine Samenanlage sitzt, und breitem, stark verdicktem Endteil; dieser bleibt ± flach und geht sich allmählich verschmälernd in eine lange aufgebogene scharfe Spitze aus (dabei die Endteile von außen gesehen nicht als rhombische Felder zusammenschließend), oder er ist so stark verdickt, daß die Carp, von außen gesehen als quergezogene rhombische Felder zusammenschließen, wobei der untere Teil des Endteiles als obere Hälfte des rhombischen Feldes erscheint und das in die Spitze ausgehende Ende als untere Hälfte; der in die meist kurze Spitze ausgehende Rand erscheint dann als erhabene Mittellinie des Rhombus, und die Spitze ist ungefähr in der Mitte des Feldes aufgesetzt. — Stamm knollig und ± unterirdisch oder aufrecht, zylindrisch, bei *M. Hopei* die größte bei den Cycadeen beobachtete Höhe von 18 m erreichend; Stamm von den Schuppenblättern und den persistierenden Blattbasen bedeckt; Blätter einzeln gebildet oder in reichblättriger Krone gleichzeitig erscheinend, einfach gefiedert, Fiedern schmal, meist ganzrandig, mit parallelen Nerven; Fiedern manchmal dichotomisch geteilt. — Name von *paxgog* (lang) und *Zamia*. — Typische Art *M. spiralis* (Salisb.) Miq.

12—15 Arten in Australien. Benth, in Benth. et Hook. f. Gen. Pl. III (1880) 445 teilt die Gattung in 2 Sektionen:

1. *Eumacramia*: Blätter nacheinander entwickelt; Schuppenblätter zuletzt faserig-zerteilt; Stamm meist eiförmig.

2. *Lepidozamia* (*Lepidozamia* Regel, *Catakidozamia* T. Hill): Blätter gleichzeitig entwickelt; Schuppenblätter niemals faserig-zerteilt; Stamm zylindrisch.

Regel unterscheidet seine Gattung *Lepidozamia*, deren Typus *L. Peroffskyana* (*M. Denisoni*)

lit, auch noch dadurch von *Macrozamia*, daß die Carp, flach abstehen und keine rhombische Endflüchle haben, und tiefer die Fiedern breit aufsitzen und hernauhen. Sicherlich sind nach dem Baue der Stamme und der Blätter und nach der Form der Carp, recht verschiedene Typen bei *Macrozamia* vorhanden, doch ist es mir auch *Acm* mir vorliegendes Material nicht möglich, die Arten in den beiden Sektionen unterzubringen, zumal auch die angegebenen Charaktere nicht gleichmäßig bei den Arten vorhanden sind. Die wichtigsten Arten lassen sich folgendermaßen unterscheiden:

A. Kiedern mit breiter Basis inseriert, herablaufend, die Länge der Mittellinie der Obereite der Rhiachis inseriert, die beiden Löhnen nur durch eine Schmalen Furche getrennt (Fig. 83). *H. Peroffskyana*.

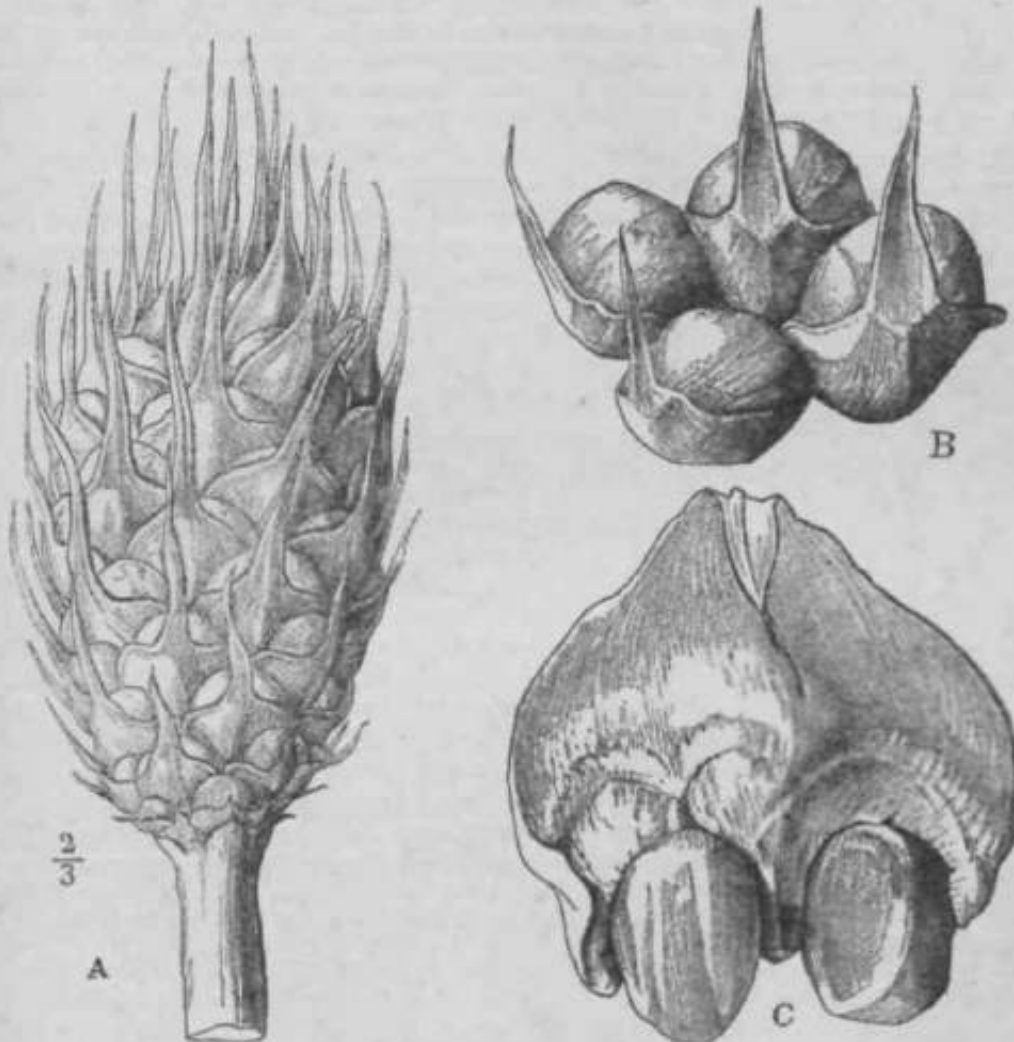


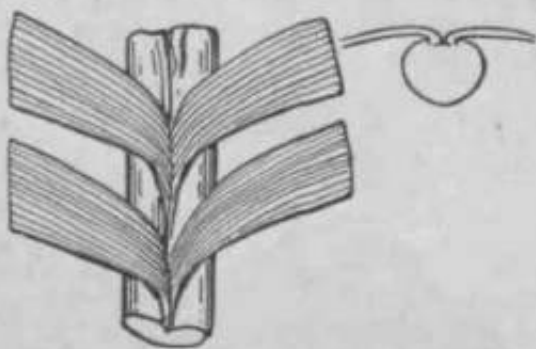
Fig. 81. *Macrozamia*. A 9 Zäpfchen von *3T. spec.*; B die Fruchtblätter der *Art*; C Fruchtblatt von *Jf. Peroffskyana*. (Nach J. Schultze)

kyana (Beg.) Miq. (*M. Denisoni* Moore et F. Huell), in Queensland und Neufeldwales; Stamm bis 1 m hoch, Blätter bis 5 m lang, Fiedern bis 100 jederseits, sehmale linealisch-lanzettlich, bis 50 cm lang; 2 Zapfen dick, bis 10 cm lang (Chamberlain gibt für *M. Denisoni* an, daß die Zapfen fast 1 m lang sind und bis 35 kg wiegen), Cnrip. in eine lange Spalte verschmälert, — *M. Hopei* Hill, in Queensland; Stamm bis 18 m hoch; Zapfen bis 50 cm lang, Carp, bis 7 cm breit, Samen bräunlich bis 10 cm lang.

B* Fiedern seitlich am Hauptstamm oder an Zweigen der *Uthia* inseriert, am Grunde ± zusammengeknüpft, — Ba. Fiedern bis fast zum Grunde didymotomisch in 4—6 schmale Segmente geteilt oder solten nur (zufällig) partiell. *M. Marmorata* Moore in Neufeldwales. — Bb. Fiedern ungeteilt oder nur aufnahmeweise eintarbig fiedrig. — Bba. Fiedern sehr sehmale und oft fast dreieckig. *V. Pauli-Guicini* Hill et F. Kuril. In (Urwald und Xensiwaldes; Stamm kaum über den Erdboden hervorsteht, allenthalben Kletterpflanzen entwickelt; Zapfen nur 10 cm lang, gerundelt, die Löhne der Blätter kurz und breit, die Löhne 5 Zapfen 15 cm lang. — Bb/t. Fiedern breiter. — BbjZ. Stamm dick oder mit Kletterpflanzen, (Jickan Stammes ist, *Miqtelis* F. Muell, in Queensland; mit dickem unter-

irdiAchem KhUom **und** einer Krone von 80—100 2 m langon Blfttteni; <J Zapfeii 15—20 cm *laag*, Stam. sebr kurt, Bporangientnigenden Tcil 1 cm lang-, oberer Teil sohr stark verdickt, voa auBen gesehen rliouibisdi, dio MiOollinie erhebt sirli in elno HCTIMHO 8 mm laiige Spitee; £ Znpfen 20 cm **lang**, rhonibische Fclder der Carp, gut nusgeprHgt, mit eentraJer, scharfor Spitze. — *M. spiraiis* Miq., in Queensland und NeusUdwales; suunmlos oder mil kuraum Stamni; Blatter oft spiralig gedreht. — Verwvndt *IU. Froseri*, in SiidweBtauBiraaien; Stiimm bis 1 m hoch; £> Ziiijfen big 50 cm lang, eifdrmig; Carj). im Eniiteil 8 cm brttt, in eine bis 7 ctn lange, aufgebogene Spitze aJlmahlkh aiiBgehnri; Stotn. ilach, sporangii'ntrag'enddT Tcil ktlfSmiig, 3 cm lang, Endteil 3 ctn lang, in oiiiie aufg<bt>gt)ne SplUe allmilhlich nuHgehend. — *M. MQCdowili* F. Maell. in Ze<lral>iiBtralieii. — **Bb^H.** Suimm htth^r. zylindrisch. *M. ilnorel* F. Muell., in Nordqiipenslund (Ir.iglich un utirdlichon NcuslidwalcB); Ptamiii **B—^ auch** We 7 m hoch; BJjitter 2—3m lung, bis lth) in euer Krone, Fiedern 40 cm lung, starr, staflhdspiuiig; \$ Zapfen ungewflhnlkli zahlreich, nicht &eltan 20—10 nxillfr, bin 40 cm lang, Stain, mit Wnem zciitralen Stachol; \$ Zapfan gewOhnlich 2—4, selten bis 8, bis 80—90 cm lang, Carp, mit Me 4 cm lauger Sjritee, Seamen **rfttUah.**

9. *Microcycas* A. DO. in DC. Prodi. XVI. U (1868) 538; O. W. Oaldwell and F. C. Baker in Bot. Gaz. SUII (1907) 380—335; O. W. Caldwell L c. XLIV (1M7) 118—141, T. 10—13. — g Xapfen stylindrisch, Stiel kurz, dicht liebaart; Stam. dicklicli, flach, von der Basis bi3 fiber die Mitte keilftrmig und uiiLerseite vOllig mtt Sporangten bedeckt, Eterilcr



Pig. hi. Insertion d<r Fiell'irn voti*Jt/acoc<mitt *Peroffskyana*. (Such 3. Sch lister.)

Entltei eiftrmig, stumpflich, iti der Mitte gekitdt, grauflhig. \$ Zapfen eehr groB, zylindrisch, wenig each oben zu verschinillert, Stiel kur>; ebeaso wi« die Zapferibasis von dicht tllzigen ScJuippenbliittorn bedeckt; Carp, senkreclit von der Achse abste hend, langgesticht, mit 2 groGcn Samenanlgen lSngs des Stielee, Endteilo von auilen gesehen schildftrmi^ aneinanterschlieftend, rhombisch wenig quergezogen, fast quadrati-sch, von dem Bhoibus **ana toot pjTtaaddiBeb** vor&pringend, am Ende abgestutzt mit kleilii'Jii :i>reckigen Th hi. von dem Kanteu zur **rittiobis^ian** (irumflflichB verlauf>n. ganzer fcdl#i) dicht mit gmuun Hooren bekleidet; Samen **rot** — Stammbildend, oft

verzweigt; Borke Jtlderer Stilume glatt (ahnlich eSticiu Kicfrni'Uunin) oder init deutlidien ringf6rmigen parallelen Wiilsten, die die Stellung frfihertr t*>rminalcr Knospen anzeigen; Blatter lang, oft zjhlreich in der Krone, mit vielen **Paaran** v.m nni **Qnodfl** gegliederten Fiedern, Nerven 15—20, dichotomisch verzweigt. — Eine Art, *M. calocoma* (Miq.) A. D>. (*Ztunta caloroma* Jtiq.) im Bergiand du? westlichni Knla (nach Do Candolln anch auf der Islu de Pinos); Stiimm niodrig odor bii gegen 10m hmli, Blfitter 6—10 in der Krone, 0,6—1 m lang, Fiedrrn in CO—SO Pitart-n, 8—12 cm lung, jung Mn tt • haart, #>fiiflr kaJjJ; J Zapfes 25—30 cm lang. Stain. 2—2,5 em lang und J.6—2 cm *br&it*; Q Zapfen jsnr Fruehteit 50—90 cm lang und bis 9,5 kg Bdiwer, Carp. 4,5—5,5 cm lang, 8—4 cm breit, stl-1 3—3,5 nn lung; S&mea bis 8,5 cm long.

Fossile Cycadaceae und Verwandte

ion

R. KrSusel.

ZahlreU'lie Reste namentljcfi aus mesozoischen Schichten sind in die Niihe der Cycadaceon gcflteUt worden. Nicht immer kmin man sic aber Uiesor Familie selbst zuweisen. Sie lassen, obwohl im einzelnen noch viele Kenntnisse fehlen, das eine erkennen, daQ die lebenden Formeu nur Heate eines friiher viel formenreicheren VerwandtschLiftskreiGes darstcllrii. Minflestens 2 weitere Familien, *Bennettitaceae* und *Nilssoniaceae*, bssen sich boreite deutlich abgrenzen fvgl. S. 87), denen aber wohrscheiiiich ein noch hCherer systematieclier Wert zukommt, Andere Foasilien stimmen mehr mit *Cycadaceae* ilbernin. \$ Organe, weniger bekaunt als \$, werden schon aua dem Keuper von Basel angegeben, sioherer sind erst Reste aus Jnni mid Unterer Kreide [*AndTastrobis Nathorsti* Seward). Man kennt \$ Organe vom *Cycas-Typus*. **dansben** Zapfen (*Cycadaspadix* Schnip.) mit wechselnder Samenv.aill. So prinnert *Beania* Carrutti. aus dem Jura an den Zapfen von

Zamia, ist allerdings viel lockerer gebaut. *Microzamla gibba* Velenovsky aus der Kieide von Böhmen ähnelt *Ceratozamia*, doch saßen die Zapfen an verzweigten Achsen.

Schließlich gibt es noch eine Reihe Fossilien von unzweifelhafter Cycadeenverwandtschaft, die aber sicher keiner der 3 genannten Familien angehören. Man kann sie mit diesen zu den *Cycadophyta* vereinigen. Eine natürliche Gliederung ist heute noch nicht durchführbar, vor allem, da in der Regel Stämme, Blätter, Friichte und Samen nicht im Zusammenhang gefunden worden sind. Die verschiedenen Bezeichnungen dieser Teile sind daher auch heute noch nicht zu entbehren. Dies gilt vor allem von den Blättern, für die in ähnlicher Weise wie für fossile Farnblätter ein künstliches, auf Fiederform und Aderung beruhendes System aufgestellt worden ist. Dabei ist die Abgrenzung der einzelnen Formenkreise nicht immer völlig scharf, die Systematik der fossilen Cycadophytenblätter daher noch sehr verworren. Neuerdings sind die vielfach gut erhaltenen Epidermen zahlreicher Blätter anatomisch untersucht worden, und Nathorst glaubte, Bau und Anordnung der Spaltöffnungen usw. zu einer natürlichen Gruppierung verwenden zu können. Näheres darüber siehe bei Gothan, Lehrbuch, 2. A. (1921) 278; Seward, Foss. PL 3 (1917) 511 f. Es scheint angebracht, alle diese Reste vorläufig noch hier der Reihe nach aufzuführen und, soweit Zusammenhänge bekannt sind, auf sie hinzuweisen. Für einige Blattformen ist ja die Zugehörigkeit zu den *Bennettitaceae* erwiesen, ob das dann aber auch für alle Arten der betreffenden »Gattungen« gilt, ist ungewiß, auch sie werden daher am besten hier mit erwähnt.

Fertile Organe.

Männliche. Androstrobus Schimper, Traité Pal. vég. 2 (1872) 199. — Zylindrische Zapfen, Staubblätter mit zahlreichen, dicht gedrängten Pollenfäden an der Rückseite der unteren Hälfte.

Wenige Arten im Rhat Schwedens, andere ± zweifelhaft.

Lepidanthium Schimper, Traité Pal. Vég. 2 (1872) 200 (*Palaeoxyris* Brongn. bei F. Braun). — Lange gestielte Kegel mit kleinen lanzettlich dicht anliegenden spiralig geordneten Schuppen.

Noch zweifelhafte Gebilde aus dem Rhat von Bayreuth, deren Zugehörigkeit zu *Weltrichia* (trotz Schuster, K. Sv. Vet. Ak. Handl. 46 [1911] Nr. 11) nicht erwiesen ist.

Pramelreuthia Krasser, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, M.-N. Kl. 94 (1917) 533. Ein lockerer Zapfen mit langgestielten löffelartigen, am Grunde gebogenen Staubblättern, Pollensäcke an der Unterseite.

P. Habermayeri Krass. im Keuper von Lunz. Die Gattung gehört jedenfalls wie die folgende nicht zu den Cycadaceen im engeren Sinne.

Lunzia Krasser, Abh. Akad. Wiss. Wien, M.-N. Kl. 94 (1917) 492. — Farnähnliche Staubblätter, gefiedert, Fiedern zungenförmig mit in (4 ?) Längsreihen stehenden kurzgestielten Pollensäcken. Pollenkörner länglich, mit Längsfalte.

L. attstriaca Krasser im Keuper von Lunz.

Discostrobus Krasser, Denkschr. m. n. Kl. Ak. Wiss. Wien 78 (1905) 43. Im aufgeblühten Zustand lockerer Zapfen mit gestielten, am Spreitengrunde herabgebogenen Schuppen, die auf der Unterseite Pollensäcke tragen.

D. Treitlii im Keuper von Lunz, ähnliche von Basel und aus der Mongolei, an *Beartia* Carr. erinnernd, und von andern zu den Ginkgophyten gestellt (vergl. S. 109).

Hier können vielleicht die »schotenförmigen« Microsporophylle von *Macrotaeniopteris* Krass. (*Taeniopteris siliquosa* Leuth.) aus dem Keuper von Lunz und Basel (Krausel, Jahrb. Preuß. geol. Land.-Anst. f. 1920, 41, I [1921] 206) mit ähnlichen »Sporangien« wie *Lunzia* angefügt werden.

Weibliche. Cycadospadix Schimper, Trait. Pal. Vég. 2 (1872) 207 (excl. *Autunia* F. Krass.). — Langgestielte, dicht behaarte Blätter mit ovallanzettlicher oder unregelmäßig tief fiederteiliger Spreite und am Stiel sitzenden zweireihigen Narben, an denen die Samen gesessen haben. Danach stand die Pflanze der Gattung *Cycas* sehr nahe.

Findet sich im Rhat (Schweden) und Jura (Italien, Frankreich, Schottland), vielleicht auch schon Keuper. — Eine Kritik der Arten bei Krasser, Denkschr. Wien, m.-n. Kl. 97 (1919) 17 f.

Haitingerla Krasser, Denkschr. Ak. Wiss. Wien, M.-N. Kl. 97 (1919) 2. — Tief fiederteilige Blätter mit zahlreichen Samen an den Rändern; in der Knospenlage tüten-

artig gedreht Dem vorigen Typus sehr ähnlich, Samen aber viel zahlreicher und anders inseriert

H. Krasseri (Schust.) Kraes., im Keuper von Lunz, je 1 Art in der Trias von Tonkin und im Lias von Ostindien.

Cycadocarpidium Nathorst, in K. Svensk. Vet. Ak. Handl. 46 (1902) No. 4. — Kurzgestielte, langovale Blätter mit parallelen Nerven, am Grunde 2 Samen tragend, zu mehreren zapfenartig um 1 Achse angeordnet.

C. Erdmanni Nath. im Rhät von Schweden, ähnliche in Tonkin. Es ist wahrscheinlich, daß hierzu ein Teil der als *Podozamites* F. W. Braun (vgl. S. 86) beschriebenen, häufigen Blätter gehört, die manche Autoren zu den Coniferen stellen (Seward, Foss. PL 4 [1921], 447).

Cycadeostrobus Carruth., Geol. Mag. 4 (1867) 104 (*Zamiostrobus* Endl.). — Sammeltypus für eiförmige, ovale oder längliche Zapfen von cycadeenähnlichem Habitus.

Jura bis Wealden, 1 Art auch noch im Miocän angegeben.

Beania Carruth., Geol. Mag. 6 (1869) 1 (*Sphaereda* Lindl. et Hutt). — Dem vorigen ähnlich, Zapfen aber sehr locker, mit schildförmigen Carp., die 2 oder infolge Verkiimmung 1 großen Samen tragen.

Rhät, Jura von England und Schweden. — Ähnlich einige als *Stenorrhachis* beschriebene Formen, die nach Nathorst vielleicht zu *Nilssonia* gehören.

Zweifelhaft ist noch die Stellung der von Gothan (Abh. Nürnberg [1914] 146) als *Bernettia* beschriebenen Reste (Rhät—Lias, Nürnberg, Bayreuth); es handelt sich um Hüllblätter, die Abdrücke eines Zapfens erkennen lassen. Dieser selbst ist aber noch nicht bekannt. — Einzelne cycadeenähnliche Schuppen und Samen sind als *Cycadolepis* Sap. (Pl. jur. 2 [1875] 200) bzw. *Cycadeospermum* Sap. (*Cycadinocarpus* Schimp., *Ulopermum* Pomel, *Carpolithus* L. z. T.) bezeichnet worden (vgl. Seward, Foss. Pl. 3 [1917] 494 u. f.). Die bis pflaumenkerngroßen, ± ovalen, mit Längsleisten versehenen Samen finden sich meist als Abdrücke oder Abgüsse der Steinkerne, selten mit der runzeligen, früher fleischig gewesenen äußeren Schicht der Schale vom Keuper an bis in die Wealdenformation.

Stämme und Blätter.

Stämme. **Bucklandia** Presl., in Sternberg, Flora d. Vorw. 4 (1825) XXXIII. — In mesozoischen Schichten, vor allem im Jura sind zylindrische, mit einem Panzer aus Blattfüßen umgebene Stämme sehr häufig, die denen der Cycadaceen gleichen und z. T. sicher auch zu diesen gehören, wenngleich sie meist kürzer als bei den lebenden Arten, vor allem von *Cycas*, waren. Nur z. T. sind sie auch anatomisch bekannt, man hat dann auch abgesetztes Dickenwachstum beobachtet (Stokes, Cret. Fl. Br. Mus. Catal. 2 [1915]).

Man hat verschiedene Gattungen unterschieden, ohne daß befriedigende Trennungsmerkmale angegeben werden können (Seward, Foss. Pl. 3 [1917] 480).

Fittonia Carruth. umfaßt hohe zylindrische Stämme, mit dickem Mark und dünnem, von zahlreichen dicken Markstrahlen durchzogenem Holzzylinder, *Clathropodium* Sap. von mächtigem Schuppenpanzer bedeckte Stämme, mit starkem Markzylinder und einem aus mehreren Ringen bestehenden Holzzylinder, welcher von zahlreichen Markstrahlen durchzogen ist.

Andere Stämme sind noch als *Platylepis* Sap., *Cylindropodium* Sap., *Bolbopodium* Sap., *Yatesia* Carruth. bezeichnet worden.

Cycadeomyelon Sap. (*Clathraria* Stopes et Webb), vgl. Seward, Foss. Pl. 3 (1907) 490, sind Marksteinkerne solcher Stämme.

In Jura und Unterer Kreide.

Coimbetes Stopes, Cret. Fl. 2. Cat. Brit. Mus. (1915) 314. — Ein mit Struktur erhaltener Stamm aus dem Aptien von England, dessen Sekundärholz aus abwechselnden Zonen lang-vertikal und horizontal-tangential laufender Tracheiden besteht.

Wenn es sich hier um eine Cycadophyte handelt, so steht sie völlig isoliert da. Rudolph (Beih. Bot. Centralbl. Ab. II, 39 [1922]) hat eine ähnliche Struktur für Medullosenstämmen beschrieben.

Blätter. In mesozoischen Schichten finden sich eine ganze Anzahl farnähnlicher Blätter, von denen ein Teil höchstwahrscheinlich zu Cycadophyten gehört. Noch häufiger sind weitere Blattformen, die ± cycadeenähnlich sind. Die Zahl der hier unterschiedenen, sich z. T. überschneidenden »Gattungen« ist sehr groß, wir folgen im wesentlichen der von Gothan gegebenen Darstellung (Lehrbuch 2. A. [1921] 272 u. f.).

Ctenopteris Brongn. (Saporta, Plant. jur. 1 [1873] 352) (*Ctenozamites* Nath.). — Blätter mehrfach gefiedert, Fiedern ± gerade und parallelrandig, mit der ganzen Basis ansitzend (pecopteridisch), mit parallelen Adern (odontopteridisch), oft ± dick, lederartig, Zwischenfiedern stets vorhanden; Epidermiszellen mit geraden Wänden.

Vom Rhät-Lias bis in den mittleren Jura, eine der häufigsten Arten *C. cycadea* Brongn., wegen des anatomischen Baues zu den *Nilssoniaceae* gezogen (Seward, Foss. PL 3 [1917] 511). Spaltöffnungen eingesenkt, unregelmäßig angeordnet, von den Nachbarzellen überwallt, diese ± verdickt.

Ptilozamites Nathorst, Beitr. Foss. PL Schwed. (1878), der vorigen Gattung sehr ähnlich und auch anatomisch damit übereinstimmend (Antevs, Kgl. Svensk. Vet. Ak. Handl. 51 [1914] Nr. 10), Blätter aber meist nur einfachfiedrig, an der Spitze oft gegabelt, Fiedern ± dreieckig.

P. Heeri Nath. im Rhät von Schweden, ebenso wie *Ctenopteris* zu den *Nilssoniaceae* gestellt.

Ctenis Lindl. et Hutt., Foss. Fl. Great Brit. 2 (1835) T. 103 (*Ctenidiopsis* Racib.). — Blätter groß, einfach gefiedert, Fiedern meist parallelrandig, selten gestreckt dreieckig, seitlich inseriert, herablaufend, ohne Mittelader, die gabligen Adern häufig anastomosierend mit kleinen Papillen auf der Unterseite, anatomisch wie die vorigen gebaut.

Mehrere Arten vom Rhät bis Mittleren Jura. Seward (Foss. PL 3 [1917] 578) stellt *Ct.* ebenfalls zu den *Nilssoniaceae*.

Pseudoctenis Seward, Trans. R. Soc. Edinb. 47 (1911) 691 (*Ctenopsis* Berry). — Blätter wie bei *Ctenis*, Adern aber nicht anastomosierend.

Häufig im Jura, selten noch in der Unteren Kreide (Nordamerika), von Seward u. a. zu den *Nilssoniaceae* gestellt (Foss. PL 3 [1917] 584). Da man aber hier wie bei den vorigen Gattungen nur die Blätter kennt, entbehrt diese Vermutung noch der sicheren Begründung (vgl. S. 97).

Pterophyllum Brongn., Ann. Sc. Nat. 4 (1825) 200. — Blätter mehr oder weniger breit lineal, nach oben und unten plötzl. verschmälert, regelmäßig fiederteilig; Fiedern unpaarig, der Spindel seitlich mit der ganzen Breite ansitzend, die unteren abstehend, die oberen schief aufgerichtet, lineal, mit zahlreichen, einfachen Parallelnerven, diese am Grunde oft gegabelt. Rachis gestreift, oft querrieffig.

Blätter dieser Form finden sich ausnahmsweise schon im Oberen Produkt. Karbon (Arber, Geol. Mag. [1912] 98), andere spärlich im Rotliegenden, am häufigsten sind sie im Rhät und Lias, nehmen dann schnell ab und sind im Unteren Wealden schon wieder sehr spärlich. Es handelt sich bei *Pterophyllum* nicht um eine natürliche Einheit, worauf namentlich der Bau der Epidermis hinweist. Nur die jüngeren Formen zeigen cycadeenähnliche (geschlangelte) Epidermiszellwände und Spaltöffnungen und dürften Bennettitaceen angehören. Man hat zahlreiche, schwer unterscheidbare Arten aufgestellt, die z. T. wohl nur verschiedene Blätter der gleichen Pflanze darstellen. Seward (Foss. PL 3 [1917] 548 u. f.) möchte die Gattung mit *Anomozamites* Schimp. vereinigen, was aber doch zu weit geht. Beide lassen sich in der Regel gut unterscheiden; eine Verwechselung mit *Nilssonia* Brongn. (vgl. S. 97) sollte nicht vorkommen. *Pterophyllum Jaegeri* Brongn. und zahlreiche Abarten im Keuper (Leuthard, Abh. Schweiz. Pal. Ges. 30 [1903]; Frentzen, Verh. Naturw. Ver. Karlsr. 1922).

Pt. angustum Braun, im Rhät-Lias, ebenso *PL aequale* Brongn., *Pt. Braunsi* Schenk, eine Art mit sehr großen Blättern.

Anomozamites Schimp., Traits Pal. V6g. 2 (1872) 140. — Der vorigen ähnlich, Blätter aber klein, lineal- oder bandförmig, fast ungeteilt oder unregelmäßig geteilt, mit seitlich ansitzenden, häufig in rechteckige Lappen zerteilten Blattflügeln; Nerven unter rechtem Winkel abgehend, parallel, am Grunde deutlich gegabelt.

Vom Rhät bis Wealden, auch noch für das Tertiär Australiens angegeben (*A. Muelleri* Ettingsh.). Epidermisbau wie bei den jüngeren Pterophyllen. *A. angustifolius* Nath., aus Rhät-Lias von Schonen, ist die Beblätterung von *Wielandiella angustifolia* Nath. (vgl. *Bennettitaceae*, S. 96). Wahrscheinlich gehören auch die übrigen 4.-Arten zu den *Bennettitaceae*.

Taeniopteris Brongn., Prodrôme (1828) 61 (incl. *Macrotaeniopteris* Krasser). — Blätter bandförmig, oft sehr groß, ungeteilt, Nerven unter rechtem Winkel abgehend, parallel, am Grunde gegabelt, also gewissermaßen ein Grenzfall von *Anomozamites*, auch die Epidermis von gleichem Bau.

Auch hier handelt es sich um einen Sammeltypus, der früher oft zu den Farnen gestellt wurde. Die Arten des Karbon und Rotliegenden dürften zu Pteridospermen gehören, aber auch die mesozoischen Blätter sind anatomisch nicht einheitlich gebaut und werden also mehreren natürlichen Gruppen entsprechen. — Einige Arten sind sicher Bennettitaceen, z. B. gehört *T. vittata* Brongn.

nach Thomas zu *Williamsonietta* Thomas. — *T. simplex* Krasser aus dem Keuper von Lunz besitzt schotenförmige, nach unten zusammengeklappte Mikrosporophylle, die an der Innenseite die länglichen, in Längsreihen stehenden und sich dachziegelartig deckenden Staubbeutel tragen.

Dioonites Miquel, ov. de rangsch. d. foss. Cycad. (1851) 7. — Blätter ziemlich groß, Fiedern an der Oberseite der Spindel mit der ganzen Basis ansitzend, sehr schmal, lineal-lanzettlich oder lang-lineal und spitz, gedrängt, mit einfachen, parallelen Nerven.

Im Jura und Wealden, hier z. B. *D. abietinus* Göpp., *D. Dunkerianus* Göpp.

Ptillophyllum Morris, Trans. Geol. Soc. 2 s., 5, T. 2 (1840) 289 (incl. *Pseudoptilophyllum* Krass.) (*Pctiaezamia* Endl.). — Blätter büschelförmig zusammenstehend, lineal-lanzettlich; Fiedern alternierend auf der Oberseite der Spindel mit $\pm$ breiter Basis ansitzend, dicht beieinander, schmal-lineal, mit dem unteren Teil der Basis abwärts verlaufend, am vorderen Teil derselben abgerundet, aber ohne freies Ohrchen, oft schwach sichelförmig gekrümmt, zugespitzt; Nerven teils einfach, teils zweimal gegabelt. Epidermiszellen mit geschlängelten Wänden, Spaltöffnungen cycadeoid.

Mehrere Arten z. T. häufig vorkommend, im mittleren Jura der Gondwana-Gebiete (hier auch mit *Bucklandia-Stämmen*) und anderwärts, auch noch im Wealden von Deutschland. — Häufigste Art *P. pecten* (Lindl. et Hutt.) Morris, sehr variabel, nach dem epidermalen Bau aber nicht einheitlich (Thomas-Bancroft, Trans. Linn. Soc. 8 [1913] 155). *P. boreale* (Heer), Untere Kreide von Grönland.

Zamites Brongn., Ann. Sc. Nat. 5 (1828) 94. — Blätter büschelförmig zusammenstehend, klein, der Rachis oben oder seitlich angeheftet, oft mit einer schwach kallösen Basalverdickung, am Grunde $\pm$ deutlich abgerundet, oft beinahe herzförmig, Fiedern $\pm$ lanzettlich oder länglich dreieckig, Nerven parallel, am Grunde meist gegabelt.

Zu dieser Gattung wurden sehr viele Formen gestellt, für die heute eine weitere Gliederung tiblich ist; auch in dem beschränkten Umfang handelt es sich noch um einen weiten Formenkreis, der Blätter vom Typus der *Ceratozamia*, *Encephalartos*, *Macrozamia* usw. unifol. Mehrere Arten vom Rhät bis zur Unteren Kreide, z. T. sicher zu Bennettitaceen gehörig, z. B. *Zamites gigas* Lindl. et Hutt., häufig im Jura von Yorkshire usw. — *Z. Feneonis* Brongn. im Oberen Jura, *Z. speciosus* * Heer u. a. in der Unteren Kreide von Grönland und viele andere von sehr ähnlichem Habitus.

Glossozamites Schimp., Trait. Pal. Vég. 2 (1872) 128. — Blätter ziemlich groß, lang lineal-elliptisch, Fiedern jeder Zeile in einer Rinne auf der Vorderseite der Spindel, elliptisch oder lineal-zungenförmig, am Grunde und an der Spitze abgerundet, mit einfachen oder doppelt gegabelten Nerven.

Wenige Arten in der Unteren Kreide der Nordkarpathen, Grönlands u. a., von manchen Autoren zu *Zamites* Brongn. gezogen (vgl. Seward, Foss. Pl. 3 [1917] 530; Halle, Wise. Erg. Schwed. Südpol. Exp. B. [1913] 55).

Otozamites Fr. Braun, in Münster, Beitr. Petref. Kde. 5 (1842) 36. — Blätter büschelförmig zusammenstehend, klein und mittelgroß, nach oben und unten allmählich verschmälert, ungleich fiederpaarig; Fiedern an der Oberseite der Spindel abwechselnd sitzend, dicht gedrängt, am Grunde sich meistens deckend, lanzettl. bis kreisrund, am Grunde plötzlich zusammengezogen, ungleichseitig herzförmig, die vordere Hälfte in ein Ohrchen hervortretend; Nerven von der Basis aus divergierend, alle mehrfach gabelig geteilt (neuropteridische bis cyclopteridische Fiedern). Epidermisstruktur wie bei den vorigen.

Zahlreiche Arten vom Unteren Rhät bis zur Unteren Kreide. Die meisten gehören wohl zu Bennettitaceen (*Williamsonia*), doch ist der von Schuster behauptete Zusammenhang mit *Weltrichia* (K. Sv. Vet. Ak. Handl. 46 [1911] Nr. 11) nicht erwiesen. — Zahlreiche Arten im Jura von Mitteleuropa, aber auch in Bengalen, Grahamsland, Mexiko. — Im Wealden grofblättrige Arten wie *O. Klippsteini* Dunk. ep.

Dictyozaetnites Oldham, in Oldham-Morris, Mem. Geol. Surv. India 2 (1863) 37. — Blätter wie bei der vorigen Gattung, aber mit einfacher Maschenaderung (*Linopteris*-Typus).

Häufig in den indischen Gondwanagebieten, hier in Gemeinschaft mit *BMcAtfanfia*-Stämmen, seltener auch im Jura von Südamerika, Japan, England, Bornholm; nach Seward zu den Bennettitaceen gehörend. Über die Anatomie siehe Nathorst, K. Sv. Vet. Ak. Handl. 42 (1907) Nr. 5.

Podozaetnites Fr. Braun, in Münster, Beitr. Petref. Kde. 5 (1843) 36. — Blätter groß, gefiedert, am Grunde zuweilen von Schuppen umgeben, Fiederblättchen entfernt, alternierend, $\pm$ aufwärts gerichtet, lanzettlich, am Grunde verschmälert oder kurz gestielt,

zweizeilig, nach Nathorst auch spiralig angeordnet, fein paralleladrig. Gehört teilweise zu *Cycadocarpidium* Nath. (vgl. S. 84).

Der morphologische Wert der hier noch als Blätter aufgefaßten Organe ist zweifelhaft. Die Beobachtungen Nathorsts sprechen eher dafür, daß es sich um beblätterte Sprosse handelt, auch Walckenaer's Bilder weisen darauf. Die Zugehörigkeit wenigstens einiger Formen zu *Cycadocarpidium* Nath. läßt *P.* in gewissem Sinne als Mittelform zwischen Cycadaceen und Coniferen erscheinen; Seward (Foss. Pl. 4 [1921] 447) stellt sie direkt zu letzteren, indessen sind die Beziehungen zu Cycadophyten doch wohl enger.

Mehrere Arten vom Rhat bis Wealden, auf der Nord- und Südhalbkugel, am häufigsten im Mittleren Jura. Sehr häufig *Podozamites distans* Presl., *P. lanceolatus* Lindl. et Hutt. sp.

Sphenozamites Brongn., Dictionn. d'hist. nat. 13 (1849) 61. — Blätter ziemlich groß, Fiedern abwechselnd seitlich ansitzend, kurz gestielt, breit oder rhombisch-eiförmig, am schmalwulstigen Rande stachelzählig, seltener glatt, mit strahlig angeordneten, mehrfach gegabelten Nerven.

Die ziemlich seltene Gattung wird schon für das Perm angegeben, findet sich sicher aber im Keuper und Unteren Jura (England, Italien, Mittel- und Südamerika). — Verwandt damit ist möglicherweise *Sewardia* Zeill. (*Wiamia* Sew.) aus dem Wealden (vgl. S. 112).

Sp. Rochet Ren., Perm von Autun, *Sp. Belli* Seward, Jura, England.

Plagiozamites Zeiller, Bull. Soc. geol. France 22 (1894) 174. — Blätter mittelgroß, Fiedern zungen- bis rhombenförmig, am Grunde ± stengelumfassend, Rand gezähnt bis fein gefranst.

Selten im Permokarbon, von zweifelhafter Stellung. Nach Sterzel vielleicht mit *Noeggerathia* verwandt (vgl. S. 39).

Cycadites Sternberg, Fl. d. Vorw. 4 (1825) XXXII. -- Blätter oft groß, gefiedert, Fiedern ± entfernt, schmal lineal, mit breiter Basis ansitzend, mit nur 1 dicken Mittelader.

Dieser Sammeltypus umfaßt *Cycas*-ähnliche Blätter, wie sie vom Rhat bis Wealden, häufig auch noch in jüngeren Formationen vorkommen. Im letzten Fall sind es dann wohl echte Cycadeen, so *Cycas Fujiana* Yokoyama aus Alttertiär. Die mesozoischen Formen werden meist mit *Cycadospadix* zusammengebracht, Seward vermutet auf Grund anatomischer Übereinstimmung darunter auch Bennettitaceen.

Pseudocycas Nathorst, K. Sv. Vet. Ak. Handl. 42 (1907). — Blätter wie bei *Cycadites*, Fiedern aber mit 2 dicht benachbarten Adern, zwischen diesen in einer Rinne die Spaltöffnungen.

Untere und Obere Kreide. *Psc. insignis* Nathorst, Grönland.

Auch *Cycadites Roemeri* Schenk sowie *C. Saportae* Seward gehören hierher (Höden, New Phytol. 13 [1914] 334; Halle, Geol. Foren. Stockh. Föthandl., 37 [1915] 493), es dürfte dies auch noch für andere »Cycaditen« gelten.

3. Klasse Bennettitales.

Bennettitaceae

von

R. Kräusel.

Mit 13 Figuren.

Bennettitaceae Engl. Syllab. Vorles. (1892) 61.



Wichtigste Literatur: Carruthers, On fossil Cycadean Stems. Trans. Linn. Soc. Vol. 26, 1868. — Comte de Saporta, Paleont. française, Paris 1875 und 1891. Im Bande von 1891, von p. 298ff. an, eine »Note sur les Bennettitales« vom Grafen Solms. — Graf zu Solms-Laubach, Einl. in die Paläophytologie. Leipzig 1887, p. 96ff. — Derselbe, Über die Fruktifikation von *Bennettites Gibsonianus*. Bot. Ztg. 1890. — Derselbe, in Cappellini und Solms-Laubach, I tronchi di Bennettite dei Musei Italiani. Mem. d. Reale Acad. d. Scienze dell' Istituto di Bologna, ser. 5, 2 (1892). — Lignier, Végétaux fossiles de Normandie. Structure et affinités du *Bennettites Morieri* Sap. et Mar. (sp.). Mém. de la Soc. Linn. de Normandie 1894. — Derselbe, Le fruit des Bennettites. Bull. Soc. Bot. France IV, 8 (1908). — Ward, Descriptions of the species of Cycadeoidea. Proc. Biol. Soc. Washington, 11, 1—17. — Derselbe, The Cretaceous Formation of the Black Hills. 19. Rep. U. S. Geol. Surv. (1900). — Derselbe, Description of a new genus usw., Proc. Washington Ac. Sc. 1 (1900) 253. —

Stoppe*, New Bennettitaceae Conca. Phil. Trans. B. Soc. B. 208 (1918) 889. — Wieland, American fossil Cycads 1 u. f. Wellington 1906, 1911. — Derselbe, A Study of Borne American fossil Cycads 1—8, An. Jottrn. 3d. 1899—1918. — Derselbe, Ilittorisch. Cyc., ebenda XXV (1908) 88. — Derselbfr. La flora flauca de U Hbrfeea alia. lam. Qtoi KutfM <1>1G> — Derselbfr., Monocarpus und Podoswoocarpus * the Cycadeoids. Am. Ana. Bot. VIII (1921). — Derselbfr., ChiwifeatioB of the Cycadophyta Am. Jaun. Sc. 17 (1919). — Gothania PotonW, Lehrburb d. Palaobotanik. 2. Aufl. (1931) ITS. — Coulter-Chamberlain, Morphology of Gymnosperms, 1 Aufl. Chicago (1921) 66. — Seetl. Stadfc* in foil Botany, 3. Aufl. 2 (1923) 316. — Seward, FowU Plants 3 (1917). — Scott, Extinct plants and problems of evolution, London (1924) 58. — Arthur-Potkin, Origin of Angiosperms, Journ. Linn. Soc. London. Bot. XXXV TU {1907} 29. — Enda, S., A'J/stmta-bed of Hokkaido, Sc. Rep. Tohoku Imu. Univ. 2nd s. (Gaul.) 7 (1925) 57.

KerlUuale. Die trier noch KU eiter Familie zusaianiengefaJiten, heute ausgestorbenen Pflanzen werden von manchen Autoren mehreren Familien zugeschrieben (vgl. S. 82), zeigen aber, soweit die Einzelheiten ihres Baues gut bekannt sind, namentlich im Liliu-rt-baa, große Obereinartigung. Stamm in der Regel kurz und unverzweigt, seltener verzweigt, meist mit einem von den persistierenden Blattbasen gebildeten Panzer bedeckt, mit großem Mark und einem oder mehreren sekundären Holzkernen. Blüten 7-zählige die

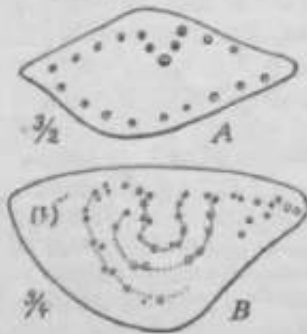


Fig. 88. Querschnitt des Blattes: A von *Cyadeoidea daotrxit*, U von *C. hh*, gmt. t'«t'h WICLIIMI, Am. F. — C. j. l. p. 18, J.

Blattfläche eingesenkt, oder zwischen den gabelig verzweigten Ästen, zwittrig oder diklin oder auch diözisch, nackt oder mit Blütenhülle, diese aus spiralig gestellten Hochblütern oder glockenförmig, Androeum aus zahlreichen Staubblättern, diese frei oder zum Teil verwachsen, gefiedert oder einfach, dann oft auch mit der Hülle verwachsen, Staubbeutel zahlreich, Syngonien bildend; Gynoeum von einer keulenförmigen Achse mit zahlreichen gestielten oder sitzenden Orthotropen Samenanlagen mit dikotylen Embryo, von einem Integument umgeben, das oben einen röhrenartigen Zugang (die Mikropyle) freilässt, diese in reifem Zustand ± verwachsen, Samen ohne oder fast ohne Endosperm; zwischen den Fruchtblättern sterile, oolen keulenförmig verdickte Interseminalschuppen, die zu einem Fächer, an der Oberfläche stark kutinisierten und charakteristisch gefelderten Panzer verwachsen, der die Durchbrüche der Mikropylaröhren freilässt oder gefiedert, eine Epidermisfalten mit (immer) geschlängelten Winden.

Vegetationsorgane und Sprossverhältnisse. Die Stämme der Bennettitaceen sind zylindrisch oder ± knollenförmig, bei *Wielandsonia* ehlanker, bei *Wielandiella* und anderen faisch dichotom verzweigt. Ihre Größe ist sehr verschieden; bei *C. pumila* Fliche et Zeiller beträgt sie nur wenige cm. Das größte bisher bekannt gewordene Stammstück dürfte das von *C. gigantea* Sewarii (On C. g., Quart. Journ. Geol. Soc. London 18117) sein; es ist über 1 m lang und von fast gleichem Durchmesser. Für *C. Jenneyana* Ward nimmt Wieland eine Länge von 3—4 m an. Auch die knollenförmigen Stämme sind mitunter verzweigt. Die Stämme sind ähnlich denen der Cycadeen mit untereinander gleichartig Blattfüßen besetzt, deren Rombische Abbruchstelle eine randständige Reihe kleiner Leitbündelquerschnitte aufweist (Fig. 83). Bei den Angehörigen der *Wielandiella*-Gruppe ist die Beblätterung lockerer, und die Blätter wurden ganz abgeworfen. Ihnen fehlen auch die sonst häufigen, den Spreuschuppen der Farnen ähnlichen Schuppen, die sich bei *Cycadoidea* in wechselnder Menge überall zwischen den Blattfüßen finden. Namentlich bei den von Ward LProc Washing! Ac Sc 1 [1900] 253) als *Cycadelia* abgetrennten Formen bilden sie mit den Blattbasen die Hauptmasse des Stammes.

Die Blätter saßen am Ende des Stängels und sind gefiedert. Bei *C. ingens* Ward und anderen fand Wieland noch junge Blätter am Stamme sitzend, sie sind ähnlich wie bei *Dioon* oder *Macrozamia* nicht eingerollt und beitzen 20—10, bei anderen wohl 60—100 Fiederpaare (Fig. 84). Erwachsene Blätter sind zum Teil sehr groß gewesen, bei *C. ingens* 8 m. Wieland vergleicht sie mit *Zamites Buchianus* Ettibgsh., einem in der Unteren Kreide weltweit verbreiteten Fossil. Oberhaupt ist es wahrscheinlich, daß ein großer Teil der zu den Cycadaceen gestellten Blätter Bennettitaceen angehört (vgl.

S. 83). In einigen Fällen scheint das bereits auctoriell gestellt. *Zamites* rechnet man ebenso wie *Ptilophyllum* zu *Williamsonia*, *Anomozamites* zu *Wielandtia*, *Tacniopteris* zu *Williamsonia*, und ähnliche dürfte für *Pterophyllum*, *Otozamites*, *Dictyozamites* usw. gelten. Bei *Wielandtia* und *Wittmannia* ist die Blattunterseite locker, die Blätter sitzen schopfartig an den Gabeln bzw. spiralig verteilt an den schlanken Zweigen. Zwischen den Gabeln sitzen die Blätter; es handelt sich also um eine Dichotomie, während die Stämme von *Cycadeoidea* aus monopodiale Äste mit zahlreichen fertilen Achselknospen aufzufassen sind.

Matomia der Vegetationsorgane. Der innere Bau des Stammes ist cycadeen-ähnlich. Das Stämmchen wird von einem großen, mit zahlreichen Öldrüsen versehenen Markkörper eingenommen; die Angabe, daß mitunter kleine, markartige Bänder auftreten, scheint sich nicht zu bewahrheiten. Bei einigen Arten fanden sich auch Solme (vgl. auch Caruel, Osservazioni sul genere di Cycadacee fossili *Raumeria*, Boll. del R. Comitato geologico d'Italia 1870) in das Mark eingreifende Peritrichlamellen, die außer einem Teil des Markes noch Holz- und Rindenteile umschließen können, wie solche Lamellen von Solms in der Sproßfolge der *Stangeria* (und der übrigen Cycadeen, Bot. Ztg. 1800) auch bei den Cycadaceen, nämlich bei *Stanleya*, und nach demselben Autor auch bei *Coffea Rumphii* von Miquel angelegt wurde. Umgeben wird der Markkörper von einem Holzsylinder mit Sekundärwachswach. Mit Ausnahme von *C. micromyla* Morifere, wo hin und wieder Hofzellen auftreten, fehlen die Tracheiden stets Tropfenproliferation. In einigen Fällen, bei *C. Yatesii* Oarruth., wurden mehrere Holz- und Baststränge beobachtet. Im allgemeinen ist der Holzzyylinder recht dünn, für einige Arten ist aber ein dicker cordartiger Jochen Holzkörper nachgewiesen. Die Markstrahlen sind ± breit mit Ausnahme von *Williamsonia*, wogegen gibt Bancroft (Trans. Linn. Soc. London, Bot. 8 [1913]) für *W. pectinata* schmale Markstrahlen an. Auch treten hier viele runde, röhrenförmige Tracheiden auf. Die ebenfalls gummiartige aufweiße Rinde ist meist ± dünn. Die Blattspuren gehen von dem Holzzyylinder, je ein Bündel in ein Blatt, direkt und geradlinig ansteigend in die Blattoberfläche und zerfallen sich erst eine Strecke nach ihrem Austritt aus dem Holzzyylinder in feine, reichliche Zweige, ein Verhalten, wie es Solms (Die Sproßfolge von *Stanleya* 1. c.) auch bei den Cycadaceen, die sonst einen vollkommenen *Bhutspurverjüngung* in den 2 Bündeln von *Ceratozamia mexicana* festgestellt hat. Die Blattbündel sind wie bei den Cycadaceen diploxyl. Bei *C. micromyla* soll ihnen allseitig das acentripetale Xylem fehlen.

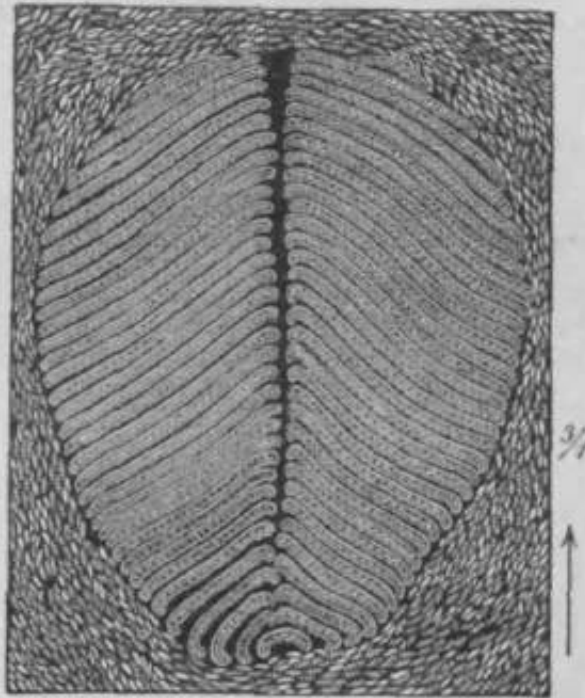


Fig. 61. Längsschnitt des Stämmchens von *Cycadeoidea ingrijii* der Pflanze wuchs nach der Stammachse. (Nach Wieland, Am. J. Bot., 1913, p. 93.)

Somit der innere Bau der Blätter bekannt ist, gleichen sie denen der *Zamia*. Einracher als bei diesen ist die Anordnung der Gefäßbündel in den Blattstücken, die *taxa* voll von Gummigängen durchzogen werden. Die Blattbündel werden von Bastfasern begleitet, das Mesophyll ist in Palisade- und Schwammparenchym gegliedert, die Epidermis besitzt (immer) *Stoma* und *Gummigänge*. Die Wurzeln sind nur unvollständig bekannt, ihre Verzweigung zeigt ein *Leitungsnetz*; die Wurzelhaare sind beobachtet worden.

Biatonverhaitnisse, FrncSt end Samea. Der BHitenbau, aofoage nur von wenigen Pormen bekannt, konnte in zailreichen Fallen namentlich von Wieland unterSucht wfürden und stimmt in dñ Hauptztgen filr tie ganze Gruppe gut ttberein. Bei *Cycadeoidea* sitzen (lie ZwitterblQten eingekeilt zwisciien den BlattUUCii in Form ungestielter i.stamm- liiertiger) oder kurz gestielter



Fig. 85. WieriurHrgtstellte Biuto von *Cycadeoidea bisepala**. (XncU Wieland. Am. FDIHL Cyc I, p. 106.)

bekleidete Hochblittter mit Gummigangen und je 3 oder mehr parallel rerlaufonden Leit- bilndein. Diese Hocliblittter, oft mit haarartigen Fransen veraehon, in anderen Fallen blattartig, umacililolioii die itineren Organe dee Kolbens vollstilndig, zunaebst den aua 18—20 quirilig angeordneten Blitttern bestehenden Staminolkreis (Fig. 85). Die Staub-



Fig. 86. ScheniBtischler LuitgHachnli iJ«r BIute von *Cycadeoidea dacotensis*. (t Gynnovuii: h JQIIROS. <iln- gerolltes, c relfw, entfnlu.to» Staabblait] d HOU- blitter. (Kncb WMnlauAAM. FOHS, Oyc. I. p. 111.)

LSngsfalte versehenen Pollenkiirncr, in denen ein Innengewebe nodi nirliit beobachtet worden ist, ist geringer ale bei den Cordaiten. Eijrenartige Staubbliittter besitzt *C. colos- salts* Ward. Sie tragen auf dem Rtlickon zwei ftflgelartige FortsEtca, die bis zur Spitzo der Bliittter gereicht zu haben acleinen (Fig. 88).

Die Mitte der BHite wird von dem GynOceum eingenommen. Die groOe, mitunter mir im mittleren Teil fertile, meist kegeUormige Acifse ist mit gefittelten oder ungestielten, yon je einem zentratc-n (konzentrischen?) LettbQndcl durchlaufenen Organen besetzt, die

liiertiger) oder kurz gestielter Kolben in wechselnder Hid. Bei *C. dacotensis* (Me Bride) Ward zahlte Wieland 61, bei *C. Dartoni* Wieland sogar auf 1 Seite 400—600. Auffal- lnd ist, daii de Btets alle ± den gleicheii Entwicklungszu- stiind aufweisen. Hieraus wie aus gewissen, als Absterbeer- scheinungeu gedeuteten Merk- maaln dor Blitten an re if en Exemplaren scilicfit Wie- land. daB die Cycadeoideen iapaxanthisch gewesen sind. Die kuze inn! dirkf Haupt- achse des meiBt kegelformigen Kolbens trittgt in spiraliger Anordnimg zahlreicbo flichtigv- drflSgte, mit SpreuRi-huppeii

bljttpr sind hypogyn ineeriert uncl am Grtmde SO einer Art Kragen (dem »dtska W i e l a n d s) verwaclicn. Jang sind eie nach innen oingerollt, in 3te 12 cm langen BIute von *C. dacotensis* (Fig. 86) etira 10 cm lang, mit mehr als 20 Fiedern, deren oberste und unterste sterit Btflr Die Fie- cteni tragen in 2 Rfihon zahlreiche (bis 10 hintreinandersteJieidi>) nicrcnfOnuige, (rcknmn -rtf >taab«titel (Synaogien). W i e l a n d ii«ht diwe als FJedern Lord- nun,ir an, die famblatuhnlichen Staab- blitter waren danach sogar Sfaeb-fiedrig. Ahnlidi sind sie bei *C. ingen** gebant Die seitlich der Mittelachse an f*hefu«ten Syn- angien sind hier breiter al* Inujr, mit 2 Reih™ vnn j*» 20—30 Kammero, &uB«n von finer Schiebt paltoadenfihnlicher, verdickter Zfllen ungeb«a. Die Sjnangten (iffnetpn flich dnrcb Auspinanderweichen der beidei lialffon (Fig. 87), jedp Kain- mer dtirch einen Liitiigsrifi fwie bai Afflrai- ((o). Die GrfiBe dee UngHehen, mit einer

an Hirer Spitze je &len ortholropeu, gatz oder fast endospermlosen Ssimen tragen. Die Rume zweichei dieaen lausnaliinsweisc geg&tolbm und dann 2 Samtii mittfendeD) Stielen werden vollständig von atideren, in derselben Kichtmig gertreckien. **nrfechan** den Stielen dem • Poll-IIT anmtxrnden Organen ausgefüllt, derm van finer Epidermis umschiloaseue, auflen mehr oder minder eklereochymatische, innen p»rcncliyntatutcht< iirumlmBR einzelne GumnigJIngr aafwmpn ban und von rioun oder *mehienn* LeitbSndeJa durchzogen wird (Fig. 89). Zuweilen lusen sie reJuierte Sp*ltOttnnngBn trkonuen. DIMQ nrgane riclicn atwas tilier die *Emnen* hinaus, veThrciteni sicli hier und verbiinirn »ich scitUch eiig mit*in-ander, pine geClderte, soiet homogene AuBenflacie hersUtlend, welche fefaw DurchliUse, die Zug^ngc zu den .SamenaMlat'en, zeigt- Hie Samenanlagen reap. Samen crscheinen daher in die Auflencchicht des Kolbens ein^eflenkt. Die Samen biMen die direkte Fortjietzung ihrer Stiela; dua Au^eugewebe des Stieles zieht sich emo kleine Strecke hinauf, einen den unteren Teil der mehrzell^liehtigen, woW aus nur etnera Integument hervorgegitngonen

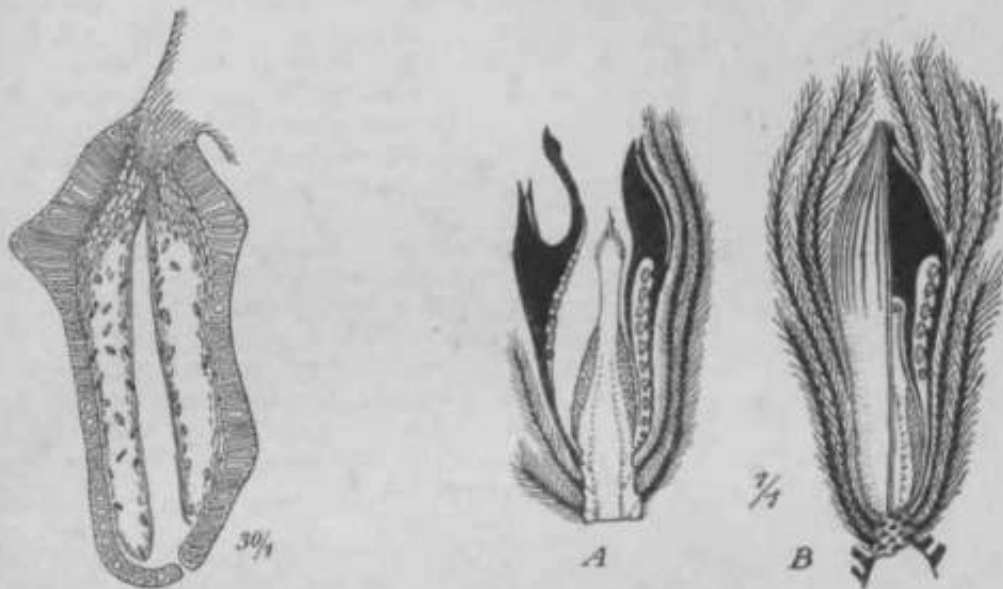


Fig. 87. Utngaftulmlt (lurch den Siaulittoutci von *CycwLmidna dactylota*. (Nach WUInnd, Aiu. FMSS. I^{er}yi I, ji. 158.)

Fig. 88. WleilwUcrnt'jtteUte HIUU* von *Cytadraiir<i colossalis*. Kelitiinallsdi. A Entfaltete HIUtl mlt (li'ti >ifoHllg<Ucm< Sl.ml>-liUUtcm. i) Tunssp. nach **goullbMMne** lilnte, reolits dnfge-smhiiltliiii, tun <U< Anlujftuns der Strtttiheutfl zn eelgm. (Nach Wip.iitnd, Am. Juum. Sc. 4. *. **, p. Iff] und li9.)

Testa umfaisenden Napf darstellend. Dae LeitbitinlH tritt an der Cltala^a in die Testa ein, slcli iier etwas verbreiternd. An itirer Spitze seigt die Testa einen Fortsatz, der in der unteren Halfte nocli fast so breit ist wie der Same selbst, sich ihuui aber zicmlich plotzlich zu einetn dtinnen HohUymder verschinftlert, dessen Gipfr-l **wfedama** etne Bthwache V*;rbrciterung erOont, so daC eine tricliterformipe EinpangsOffnung geachiffen wird (Mikropyle und Polliciiknmmer). Der E. besitzt 2 Cotyledonen mit je roehraen parallel verlaufenden Leitbtindeln (Fig. 90)*

Ton alien Bltt<nt<ilen iat das GyrnVeum am Ubereinstimmendsten gebaut. I>ic Fnge, ob alle *Cycadaoidea*-Artzn zwittrig waren, ist noch nicht sicher entacliietltin. Ks gibt Bltten, die keine StaubWiltter enthalten, bei deneo sicli aber die Ausatzsteilen der Antherenleitbuti'r! mxh nachwoispn la*.sf-n. Audi bd *C. etrusca* Cljpeliini et Solms fand Sol me "'''il PoBeiikOrner am Hipfe! der Blate, dag^gen haben sTh bei *C. Oibnoniana* (Carrutn.). ^ward. uiner rftr am Iliigsten bekanntfn r; iixoln'n Arten mit dieit von Spreu-Belmpfen fiii(reb(il)t>n]?Hitni ebnuowenig wie bei der ihr sehr ahntichei. nur als Einzelblitlo boVwntiOT *C. Morirrfi* Ltpnier SporeD poBentr>|renili'r Organe gelunden. Ala monO-zisch nuicilile Y i Q 1 a u rl f. J> nnryana :iiff; i.--'n. Iw-i 'It r cine Knospe 13 fast reife Staubblätter etithJltt, vthr<*iiJ il-i- 'O III<HIII nodi so mwniwirkeH i>t, daB er Abort vennutet, Morphotogisch i<t d<jr Kolben verschieden gedeutet worden. Leitet man die samltche Anhangeor^ane phylogejieliski von Blattcru her. so mull er nls Blitte bezeichnet werden, ale

Blütenstand hingegen, wenn die in Kede sU-henden Organe ala Stengelorgane aufgefaßt werden; diefe wllreii daan teilfl fertil, teilB steril; die ersteren wlrden in diesem Fall je eine, cur aus einem Ovulum bestehende »Btute« tragen. Drittens kilnnten aber auch morphologlBch die Samenstiela einbMtige Stengelorgane, die zwischen diesen stehenden Organe taingegen Hochbltler sein. Indessen werden die beideu ktzten Deutungen kaum noch ernstlich vertreten,

EB scheint, dull ID vielen Fallen das Androceum eher reif war als der 2 Teil und vor dessen Keife abgeworfen wurde; dfese Arten wSren dann proterandrisch gewesen, ffr C. *Patnei* Ward vermutet Wieland auch das Gegenteil, also Protogynie.

Ob die Art der Bestäubung ist nicht bekannt, auch weil man nicht, ob die Pollenkierner Spermatozoideu oder Spennakerne bildeten. Eife Qynoecen sind mehrfach gefunden worden.



Fig. 89. WieclerhergeMclUo BlQte von *Vycadooldea tiibaomuna*. CSitcb d«u Angalura von Sol in s-L mi bach, PnlJtaphyt. p. 98, ergänzt von Scott. Studies 9. A. t p. 330.)

Die reifen, großen Embryonen nehmen dann den ganzen Raum ein, unter Verdrängung eines etwa vorhandenen gewesenen Endospermns. Ihre Zahl ist oft sehr groß, bei *C. albiana* (Stopes, Phil. Trans. R. Soc. London B, 208 [1018] 380), einer der größten Formen (Durchmesser etwa 20 mm) aus dem AJbten, auf etwa 1000 zu schätzen, ihre Größe gering, bei *C. Gibsoniana* -i. B. 3 mm, oft sind sie noch kleiner. Die Mikropyle ist im reifen Zustand geschlossen und wird durch das Nucleuspewebe erfüllt. Hypokotyl und Rjvdicula sind meist ziemlich groß, dfti grUQtcn Raum nehmen die beiden Keimblätter ein. Bei *C. albiana* werden die Samen von rübenförmigen Sehliluthen umhüllt, die Miss Stopes als wasserpeichernde Organe deutet. Die Testa zerfällt in drei Teile, deren innerer und äußerer fleischig gewesen zu sein scheinen; der Same ist dann oft von einer Art Arillus umgeben.

Die Interseminalschuppen verschmelzen bis zur Reife zu einem völlig soliden, nur die Austritte der Mikropylarrhöhlen frei lassenden Panzer, dessen charakteristische Färbung noch die Gestalt der Schuppen erkennen läßt. Dieses dicke Pericarp ist dann mindestens im äußeren Teil stark sklerotisch, die Epidermis geht in die Furchen hinein.

Im Präkarp sind auch bei *Wuliatnsonta* die Blüten gleich gebaut, sie scheinen aber stets eingeschlechtlich gewesen zu sein, *W. pyramidalis* Nathorst hielt Nathorst (K. Svensk. Vet. At. Handt. 46 [1881] 24) für S, richter ist das aber ebensowenig wie für die schon lange als *W. gigas* (VriUtams.) Carr. bekannte Blüte. Was hier von der einen Seite als »Grönobore and Androceum« gedeutet wird, geht nach anderen gar nicht dem gleichen Individuum an (vgl. Sward, Foss. Pl. 3 [1917] 423, Arber, Ann. of Bot. XXXIII [1919] 173). Am besten sprechen etw. Angahen Wieland a {Fossil Cycads II, 204, Fig. 80 D) dafür, daß in wlteneu Fülle doch auch Zwitterblüten vorkamen. Die Blüten sind teller- oder stem- bis glockenförmig, die zahlreichen Lappen im unteren Teil ± verwachsen (Fig. 92). Sie tragen an der Innenseite die Staubbeutel, können also als Staubblätter aufgefaßt werden, die Blüte wäre dann nackt. Deutet man sich als Blütenbulle, so mußte eine ± völlige Vorwärtigung von Perianth und Staminalkrets angenommen werden. Die Lappen sind im freien Teil entweder gefiedert und tragen von der Mittelrippe entspringende Syngangien; oder sie sind einfach, die gestielten oder ungestielten Pollenacke sitzen dann der Spreite unmittelbar auf. Wie bei *Cycadeoidea* ist die Neigung zur Reruktion der Pollenlinie unverkennbar (Fig. 91); bei *W. pecten* sind sie im unteren Teil zwar vorhanden, aber steril, bei *W. spectabilis urri'tbhtibiensis* Natb. sind sie rudimentär geworden. Die Blüten sitzen an langen, spitzlich angeordnete Schuppen tragenden Stielen und sind teils

nackt, tells werden sie auJJe von $\pm$ languu Involukralschuppen umgeben. Die im oberen Teil zuweilen Bterie Achse trägt zahlreiche, in den Interseminalpanzer eingesenkte S&menanlagen wie bei *Cycadeoidea*. Verkieselt, also mit vblig erhaltener In.nenstrukt.nr tat nur *W. scoiica* Seward bckannt, ein 11 cm knger Zapfen von 6 cm Durchbttmesser. AnsteUe der Spreu&schuppen linden sich hier die Hochblittter einhulleude, einfache und verswetgte Haare, die Zaiil der **Samenanlagen** iat gering, ein Nucellus vorhanden.

Williamsonia und *Whlandiella* scliHofien aicht im Bliitenbau an *WiiUamsonia* an, besitzeo aber Zwitterblaten. Ganx abweichend scieinen die HUiteii von *IVastershemia* gebaut zu sein, doeli sind hier wohl noch weitere Untcrsuchungen abzuwarten.

Verbreitung. Die *Bennettitaceae* sind eitie im Meozoikum weitverbreitete Pflanzengruppo. In der Oberen Trias noch verJi^ltnismJiliig setten iKcuper von Lunz), werden sie im Jura hiiutig. Die HauptblUtezeit von *Cycadeoidea* fällt aber erst in die Untere Kreide (namentlich Wealden), Exemplare wurden gefunden in Indian. Afghanistan, England, Schottland, Schweden, Belgien, Frankreich), italfen, Sardinien, Ungarn, Osterreich, Galizien, Deutschland, Mexiko und in Nordamerika (Maryland, Nordkarolina, Kolorado, SGdkansaa, Saddakota, Prinz Edward Insel). Namenllch dip Fundorto Mexikos mit xaldmchen *Williamsonia-Fonneii* und eintge Orte Nonrlaincrika« sind durcti die Arbeit«n Wie l a n t l * berflhmt gcwordtn. DM jetrt mm Natur-Ectiutzpark nrklrt* Fundg«biet in den Black HilU von Dakota lietertc mehr al« 1000 Stanime von 29 Cyco<fcofd*-o-Arten; tnsgesamt werden Tür Nord-ttBerika etwi Wi Arten anpeg*beo. *Wuliamtoafa* ist dapeg^n im Wealden nur noch Bptlrlich vorhanden. Cber da» Vorkommen einigtsr zweifelhafter Reste im Rhat-Lias **Fncksns** usw. eiehe vfiter hinlen (S, %).

VerwondtichiftHcto **BflStokopn**. Die hier noch zu dor eincn Familie der *Bennettitaceae* zuaamtne-gcfafiten ItUnzen st^hen hit»ML-liUich de» lilllteithaus awar auf gleicher OrganisationshOhe, es darf aber nicht verkaont werden, d*B im einzelnen doch rectit grotte Unterschitxie vorhanden find. So wird bei wachseiidcr CtkenotniB mancher noch ungenilgend bekatiutflr thrtnen eino Aufteilung suufinden müssen, wie sic Scut t, W i e l m d u. i schon vorgenommsen haben. Die Ge&aisiheit nennt man dann am beateu *Bennettitales*. Uatersucht man die Stellung dieser tirujipe im System, so **ergebnt** sich in d«r vegetativen Anatomie von *Vycadeoidea*, riellleicht ancJi *Williamsonia* enpro Beziehungen zu den Cyeadaceen, ebenso in Form und Bau der Blatter. Nur der Verlauf der BlaUspuron ist einfachtr, das Auftreten von Sprensenappen erinnert an Fame. Ab*f man kann nicht, wi» m noch Z p i l l c r vorseUu^, on&ere F<M<Qien in den Oycadaceen --tvlllet), von ilrneo *ie die vftllig abweichpmen Bldicvcrhältnisse irenncn. Der Bau der StaubMiitter erinnrrt nn Karne biw. pteridosperce. in: schließlich]»«««n sich **MM** gewisse Ähnlichkeiten

tnit *Ginkgo* biw. *Torus* nachwei»on fSchenk, Die loss. Pflanzenrcste, Berlin [1888] IM). Die im Alter m einem Pertkarp verschlunclenden IntereeminaUchuppen atellen aber ein Merkmal dnr, daC die Bennetlitaceen von alien anderen Gymnospermen unter-scheidet, so daB sie jedBtalla eine v<^Yg wlbstandige Gruppe darstellen. Dieses Pertkarp, die ZwittertiUeiv, die oft vorhandene Blutentiulle aus Hoch>ShUern, die Anpaa&ungen an



Fly.90. IfUng^ohintt durch dnn Samen von *Cycaditath Gibtoniava*. (NnobSolma-Lftubaeh, T'alliophyt. p. OS)

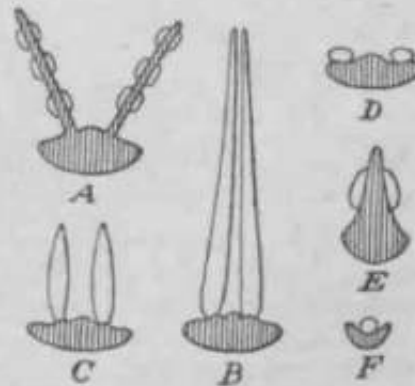
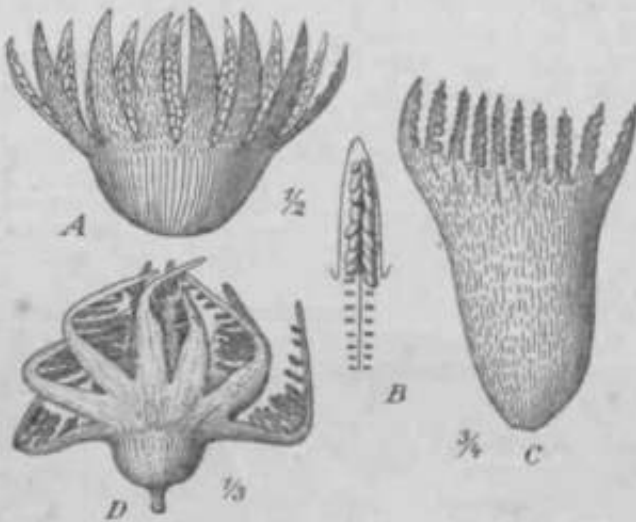


Fig. 91. Schem»tiKbp Querschnitte der Staubblätter v teen mit tort>chr!'.<-iili-r Reduktion der Z*ht der Staubbeutel. A *M^{illi}<in>amia spectabilis*. It *Cifetidor/jihuitix ffitardl*. C *Wetter:.- mirabilis*. !) *Wittifntomim* bymxfo* E *Williamsoniella coronata*. 9 *WitlmdHUa <m>gestifolia*. (Nach Nathorst und Thomas, Phil. Tnm«. Lond. B. aoi. p. 138.)

lie Angio-

spermen. Supporta bezeichnete die Bennettitaceen daher geradezu als »Types proangiispenniques* (Pateont franc 4 [1891]). Zeitlich fällt die Blütezeit der *B.* mit dem Auftreten der — soweit wir heute wissen — älteren Angiospermen ungefähr zusammen bzw. geht ihm voraus. So liegt die Möglichkeit, die *B.* als Vorläufer der Angiospermen anzusehen, mehrfach Anklang gefunden. Wieland u. a. glaubten sogar, dabei gar keine Zwischenform in Betracht zu haben. (Vgl. hierzu Wieland, American J. Paleontol. 1 u. 2 [1906, 1916], Arbutus-Larkin, On the Origin of Angiosperms Journ. Linn. Soc. London B. 38 [1907] 29 u. f., zusammengefasst bei Scott, Studies, 3. A. II [1923] 428 u. f.) Auch die Königsberger Schule sieht in *Wielandiella* die Ahnen der höheren Blütenpflanzen (Ziegenspeck, Bot. Arch. 9 [1925] 37). Die Stellung zu diesem Problem hängt ganz davon ab, welche Angiospermen als die primitivsten angesehen werden. Sind es die *Ranales*, so würde man einen solchen Annahme nicht abgelehnt finden, denn gerade auf diese Art man, wenn man nach »ahurigen« Angiospermen sucht. Ohne Konstruktion einer hypothetischen »Uangiospermenblüte« (Arber-Parkins) ist die Ableitung allerdings kaum möglich, und im einzelnen ergeben sich bei der Parallelisierung

noch große Schwierigkeiten, z. B. wegen der quirligen Stellung der Staubblätter, auf die u. a. Karslen (Zeitschr. f. Bot. 7 [1918] 369) hingewiesen hat. *Cycadeoidea* selbst ist ein so spezialisierter Typus, dass er als Ahnenform irgendwelcher Blütenpflanzen wohl nicht in Frage kommt. Ziegenspeck denkt daher eher an *Wielandiella* und verwandte Formen, die zudem auch geologisch älter sind. Nach neueren Angaben sollen die Angiospermen ja bis in den Jura zurückgehen. Wenn Ziegenspeck (Serologische Stammbaum und Phytopaläontologie, Bot. Arch. 9 [1925] 42) die von ihm als Familien aufgefaßten Cycadeoidaceen und Wielandiellaceen (+ *Williamsonia*) völlig auseinandergerückt in sein »Stammbaum« an ganz verschiedenen Stellen unterbringt, so findet diese



FIB-Qt-mut*ij von WtUammim. A, u W<schiffjense. C W. mteaan. D II. tptetabUi*. (Nach Wlond. An, Foss. Cyc. 203.)

Verfahren mit Bau der Pflanzen keine Stütze. Die direkten Ahnen der Angiospermen liegen jedenfalls in den uns bekannten Bennettitaceen kaum vor; die Wahrscheinlichkeit, daß die höheren Blütenpflanzen oder doch ein Teil davon von noch unbekannten, den *Hennipitales* nahestehenden Pflanzen abstammt, ist indes sehr groß. In dieser Beziehung kann man, sagt Gothan, die Bedeutung der *Bennettitales* für die Pflanzenförmigkeit ebenso leicht einschätzen wie die des *Archaeopteryx* für die Tierwelt.

Einteilung der Familie.

- A. Stamm von einem durch die Blätter gebildeten Panzer bedeckt, meist unverzweigt
 - a. Blüten zwischen die Blätter eingeeignet 1. Cycadeoideaceae.
 - Blüten (meist?) 1- Cycadeoidea.
 - b. Blüten nicht zwischen den Blättern, meist an ± langen Stielen. H. Willmannoidetie.
- Blüten (meist?) eingeschlechtig 2. Williamsonia.
- B. Stamm glatt, gabelig verzweigt, Blüten IH- Wielandelloideae.
- a. Blätter schopfförmig in den Gabelungen sitzend, Staubblätter zu einem Ring verwachsen 3- Wielandiella.
- b* Blätter spiralig am Stamensort, Staubblätter frei * . Wilhamsoniella.
- C. Gattungen, deren Stellung noch ± unklar ist.
- a. 2 Blätter. T. Carpetle gefledert, Verzweigung gabelig 5. Westersheimia.

- II. Blüten birnförmig 6. Piroconites.
 III. Blüten von Hüllblättern umgeben 7. Bernettia.
 b. § Blüten.
 I. Glockenförmig, Staubblätter bis zum Grunde frei 8. Cycadocephalus.
 II. Desgleichen, mehr an *Williamsonia* erinnernd. 9. Weltrichia.

I. Unterfamilie: Cycadeoideoldeae.

Blüten zwischen die Blattoeffnungen eingesenkt.

1. Cycadeoidea Buckland, Proc. Geol. Soc. London (1827) 80. — (*Bennettites* Carruth., Trans. Linn. Soc. 26 [1870] 678; — *Cycadella* Ward, Proc. Washingt. Ac. Sc. 1 [1900]; — *Raumeria* Göppert, Denkschr. schles. Ges. [1853] 262; — *Mantellia* Brongniart, Ann. Sc. Nat. 5 [1828] 96; — *Echinostipes* Pomel, Ber. Vers. dtsch. Naturf. Aachen [1849] 16; — *Bulbopodium* Saporta, Pal. Franc. Veget. 2. *Cycadacées* [1875] 256; — *Cylindropodium* Saporta, ebenda, 265; — *Platylepis* Saporta, ebenda, 276; — *Fittonia* Carruth., Trans. Linn. Soc. 26 [1870] 690; — *Clathraria* Mantell, Isle of Wight [1847] 295, Anm. 1; — *Schizopodium* Morière). — Stämme von den Blattoeffnungen bedeckt, knollig oder säulenförmig, selten verzweigt, Blüten (meist?) & zwischen den Blattoeffnungen.

Eine Trennung von *Bennettites* und *Cycadeoidea* ist kaum durchzuführen, auch der Versuch von Seward (Catal. Cretac. Plants Brit. Mus. 2 [1915] 295) — mehrere Holzringe im Stamm von *C.*, nur einer bei *C.* — wird von Seward zurückgewiesen. Ebenso zieht Wieland die auf die besonders starke Ausbildung der Spreuschuppen gegründete Gattung *Cycadella* Ward ein: daß *Raumeria* Goepp. zu *Cycadeoidea* gehört, läßt sich, obwohl der Stamm noch nicht eingehend untersucht worden ist, bereits jetzt mit ziemlicher Sicherheit sagen.

Alle Arten — etwa 60 allein in Nordamerika — stimmen in Vegetation und Blütenbau eng überein; zwischen die Blattoeffnungen eingesenkte Zwitterblüten sind die Regel, und wenige Formen sind vielleicht monözisch, einige (ob alle?) hapaxanthisch.

Zahlreiche Arten namentlich im Wealden. — *C. Gibsoniana* (Carr.) Seward, Grünsand von Wight, J Blüten von ± breiten Hochblättern eingehüllt, ihr ähnlich *C. MoHerei* Lignier, Gault der Normandie. — *C. dacotensis* (Mc Bride) Ward, aus Dakota, Untere Kreide, mit §-Blüten, Hüllblätter mit haarartigen Trichomen besetzt, Staubblätter gefiedert, proterandrisch. — *C. Marshiana* Ward, Dakota, mit knollig verzweigtem Stamm. — *C. colossalis* Ward, Staubblätter einfach, mit kragenartigem Fortsatz. — *C. gigantea* Seward, Portland, Stamm von 1 m Durchmesser, aber ohne Blüten. — *C. micromyela* Morière, Lias der Normandie, mit einer Hülle alles bedeckender Haare. — *C. Jenneyana* Ward, sehr groß, mit breiter Holzzone und jahresringähnlichen Bildungen, Blüten vielleicht monözisch? — *C. Yatesii* Carruthers, mit mehreren Holz- und Bastringen. — *C. albiana* Stopes, größte Frucht mit etwa 1000 Samen, eine der jüngsten Formen. — *C. Dartoni* Wieland, im mindestens 500—600 Blüten. — *C. Reichenbachiana* (Göppert) Capellini et Solms-Laub., Kreide von Galizien, mit §-Blüten, besterhaltene Art Europas. — *C. nipponica* End6, Kreide von Japan, angeblich Senon.

II. Unterfamilie: Williamsonioldeae.

Blüten nicht zwischen die Blattoeffnungen eingesenkt, meist gestielt und von Hochblättern umgeben, (meist?) eingeschlechtlich.

2. Williamsonia Carruthers, Trans. Linn. Soc. XXVI (1870) 675. —

Wichtigste spezielle Literatur: Lindley-Hutton, Fossil Flora of Great Britain (1830). — Seward, Wealden Flora 2. Brit. Mus. Cat. (1895) 146. — Thomas, Jurassic Plants from Yorkshire, Proc. Cambr. Phil. Soc. XVIII (1915) 105. — Nathorst, Mesozoische Cycadophyten, K. Sv. Vet. Ak. Handl. XXXVI (1902). — Derselle, Ob. *Williamsonia*, ebenda XXXV (1909). — Derselle, Neue Beiträge, ebenda XXXVI (1911). — Wieland, Mixteca alta, Inst. Geol. Mexico (1916). —

Soweit bekannt, aufrechte, unverzweigte Bäume, Stämme schlank oder vom *Buck-Zawdio*-Typus und Beblätterung nach Art der Cycadaceen, in der Blattkrone ungestielt oder an beblätterten Stielen die anscheinend stets oder fast stets eingeschlechtlichen Blüten, § Blüten von ähnlichem Bau wie bei *Cycadeoidea*, nackt oder von Hochblättern eingehüllt, mit Interseminalpanzer, § Blüten scheiben- oder glockenförmig, nackt, bzw. die Staubblätter mit der Hülle verwachsen, Staubblätter gefiedert oder einfach, mit zahlreichen Pollensäcken.

Keuper bis Wealden, im Jura von weltweiter Verbreitung.

W. Wettsteini Krasser, Keuper von Lunz, eine der ältesten Formen, 2 nackte Blüten mit auffallend großen Samen. — *W. pyramidalis* Nathorst, Jura, Yorkshire, vielleicht §, ebenso

W. gigas (Williams.) Carruth. (vgl. die kritische Zusammenfassung bei Seward, FOBS. Plants 3 [1917] 423 und Arber, in Ann. at Bot. XXXIII [1919] 173), mit Zerstücker-Blätterung. — *W. whitbyensis* Nathorst, Jura Whitby, ♂, mit Reduktion der Staubbeutel —, ähnlich *W. Alfredi* Krasser, LJM des Banats (Längs), — zahlreiche sowohl <y als auch ♂ Arten im Lias von Mesiko, *o *W. mexicana* **Walden**, ^, mit größerer glockenförmiger Hülle, kleinere *Anna* sehr klein, Hülle oft nur mit 7—12 Lappen. — *W. iniica* Peward, ♂, mit *Ptilophyllum aculeatum* ala Laub. — *W. spectabilis* Nathorst, Jura, Whitby, ♂, mit gefiederten Antheren, Blätter der vorigen ähnlich. — *W. scotica* Seward, Oberer Jura, Cromarty, die einzeln* anatomisch gut bekannte J Blüte, von Haaren umgeben.

III. Unterfamilie: Wielandioideae {Mecloflorae W island).

Blütenbau verschieden, aber meist ^Blüten, Stämme scheinbar dicotylom verzweigt, in den Gabeln je 1 endständige Blüte sitzend.

3. *Wielandia* Nathorst (*Wielandia* Nathorst, K. Sv. Ak. Handl. 45 [1909] Nr. 4, 21). — Blätter (*Anomozamites*?) in den Gabelstellen, die Blüte achselpartig hängend,

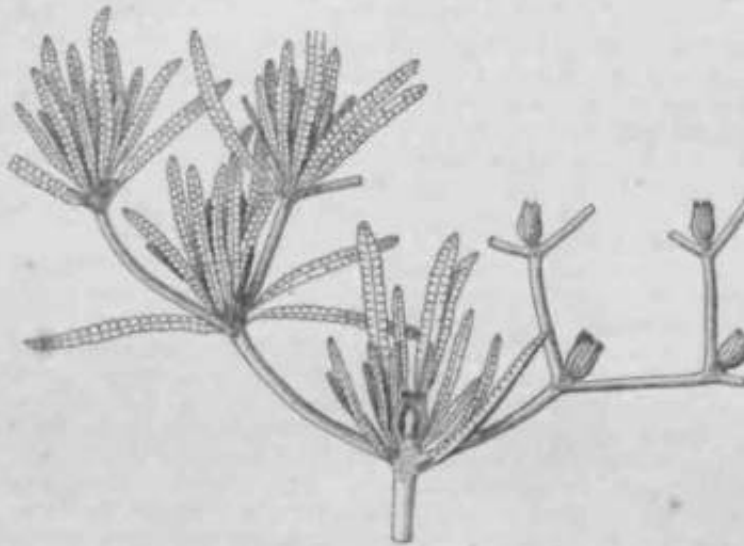


Fig. 93. Schumacher'sche Wiedergabe der Zweige von *Wielandia angustifolia*. (Nach Nat. Hist. Suev. Vet. Ak. HaudL V., 10, 1, p. 34)

diese ♂, protogyn, mit birnenförmiger, von Hüllblättern umgebener Achse, Anhängen quirlförmig, am Grunde der Achse zu einem kurzen »Palisadenring« verwachsen, oberer Teil der Achse in der kugelförmigen Gynoceum hinetragend, dieses *Cycadeoidcaulicium* mit Interscminatpanzer. Die sehr feste Mikropylarrolle den Panzer überragend, Cuticula sie auch von innen bedeckend (Fig. 93).

S. Arias im Kbit von Schonsrx.

4. *Wilhamsonella* Thomas, Phil. Trans. R. Soc. London B. 207 (1915) 113. — Blätter (*Taatioparitt tritratat*) spiralförmig an den Zweigen verteilt; Blätter gestielt, nackt,

mit 12—16 freien Staubblättern, diese einfach mit 2 Keimen (zu je 2—3 gekammerten Pollensäcken) Synangien, Gynoceum *Cycadideaähnlich* oben von der sterilen Achse überragend, Mikropylarrolle weit aus dem Interseminatpanzer hervorragend (Fig. 94, 95).

W. coronaia Thomas im Jura von Vortsnire, ähnliche vielst. im *HtO* Schonena.

Gattungen, deren Stellung ± zweifelhaft ist.

5. *Westershelmla* Krasser, Denkschr. Ak. Wiss. Wien 94 (1917) 492, — Gabelig verzweigter Stamm mit Verzweigungs-, Blatt- und Brakteennarben, mit *Pterophyllum tongifolium* ala Beblätterung. Die ♂ Blüten vom Aussehen eines Fiederblattes, dessen Fiedern ala gestreckte maulbeerförmige Zapfen von *Wilhamsonia-Ba.* ausgebildet sind.

W. Pramelrevthensis Krasser, im Kupfer von Lanz, ähnlich wie gewöhnlich an der vorigen an, stellt aber nach dem Blütchenbau einen isolierten Typus dar.

6. *Proconites* Golhan, Abh. Naturl. Ges. Nürnberg. IS (1914) 130. — GroBe umgekehrt birnenförmige Frucht mit deutlichem Panzer, weitere Teile nicht bekannt, Hüll-Lias von Franken.

7. *Bernettia* Gotlian, Abh. Nat. Ges. Nürnberg. 19 (1914) 146. — Eiförmige, kurzgestielte Blattstiele mit Abdruck eines getrockneten Panzers.

Schumacher TOB Franken. Es dürfte sich bei diesem eigenartigen Fossil um ein Blätter eines Cycadophyten handeln, dessen Stellung im übrigen allseitig noch unklar ist.

8. *Cycadocephalus* Nsthorat, Sv. Ak. Handl. XXXVT (1902) Nr. 4, 7, ebenda XXXXVJU (1912) Nr. 2. — ♂ Blüten, gestielt, umgekehrt birnenförmig, nackt, mit zahl-

reichen, bis zum Grunde freicli Staubblättern, an diesen der Mittellaubse angeheftete langlich dreieckige gekammerte Pollensicke {Synangien}.

Scott betrachtet diese Synangien als »Fiedlern«, Die Blüte scheint *Williamsonia* sehr nah zu stehen, aber auch aber finden sich hier nur in 2 Arten im frühwedigen Itbiulias gefundenen isolierten Typus dar, den Wieland für zweigeblöclicli bitt.

9. Wettlichia Tr. Braun, Progr. 3. Jahresber. Gewerbe-«bulo BayTomyi (1&49). — 3 BIOTE, *Cycadocephalus*-ähnlich, von Schuster (K. Sv. Vel. Ak. Handl. XXXZ¹, Nr. 11 [1911])^{2U} Unrecht mit *Le-pidant-hiun* kombinierL

W. mirabilis im Rhat-Lins von Frinken.

Anhang.

NUssoniaceae

von
R. Kräusel.

Wichtigste Literatur: Nat-
h o r s t, Über die Gattung *Nilssonia*,
Kg. Sv. Vet. Ak. Handl. XXXXU¹,
Nr. VI (1900). — Slopes, Ann.
Bot. XXIV (1910) 389. — Thomaas-Bancroft, Cuticles of Cycadeum. fronda, Trans. Linn.
Soc. 8 (1913) 155. — Gothan, Lias-Flora von Ntaiberg, Abh. Natrf. Ocs. Numb. XIX (1914)
123. — Johansson, RhSWlora von SUhbarfJ, Kg. Sv. Vet. Ak. Handl. LXJU (1922). —
Gothan in Potoni*, Lehrbuch d. Paläobotanik 2. A. (1921) 293. — Seward, Fossil
Hauls 8 (1917) 566. —

Fig. 54. Seticmtitlblic Wiederherstellung eines Zweiges von
Williamsoniella rurtmata. (Xft'h Thontni, Phi). TriUtl- I on-
IIIJL, B. 407, p. 13U.)



Nilssonia Brongn., Ann. St. Nat. IV (1825)
200. — Die einzige Gattung war ursprünglich die
Blätter begründet. Diese sind latiggestreckt, der
Rachis oberwärts angeheftet, ungeteilt oder ± un-
regelmäßig geteilt, die Basalränder der Teile fast
bis zur Berührung genähert, oft gefaltet »i« mit
Rinnen versehen, mit feinen, meist dicht stehenden
einfachen oder selten gabelig verzweigten Adern, die
Epidermis dünn, abweichend von den sonst ähnlichen
Qucadopllytesiblen tern gebildet, aus Zeilen mit
geraden Wänden bestehend. Spaltöffnungen auf der
Unterseite in der Fühler hier die Zellen t. T. mit eigen-
tümlichen an flinkyo erinnernden Papillen. Stopp
(Ann. of Bot. XXJV [1910] 390) gilt für *V. orientalis*
an, flats die Blattbündel nicht diploxyl sind; Fingers
des Blattrandes verlaufen H«nkanale*. Die Blätter
stehen echoptartig inwunden und nntgalmen wohl die
Blätter norpane. Diese #elt* sind unbekannt, man
kennt immer die Samen. Wie bei *K. pterophylloides* noch
inmitten des Fruchtkorps befindlichen warden Bock. Die ale *Antheraigiopis* langst bekannten
Samen sind eiförmig-elliptisch, mit harzartigem Kjerperchen unter der Exine.

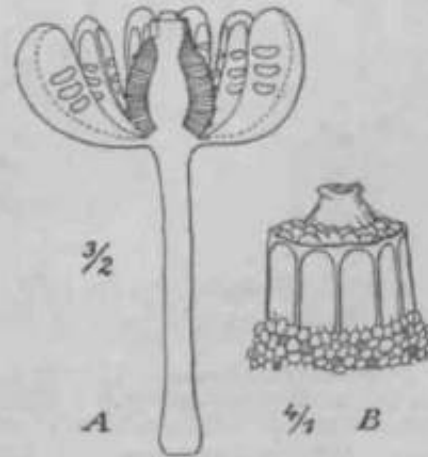


Fig. 95. *Williamsoniella cornuta*. A Einzel-
blüte, fichtentw. 17 Otwrtfr Teil
dwi Gylficeumji. (Nach Thornim, i'dil.
Trans. London. B. WT, p. 117 u. 118.)

S'tissama findet sich schon im Keuper und Khat, in zahlreichen Arten eodann im
Jura in Seliweden, Deutschland, Sardinien UBW., wird im Wealden Beltener, kommt aber
noch in der Oberen Kreide von Grönland, Japan, Böhmen, Sachalin vor. A¹, *comtula* Heer
Pflanzenfamilien, s. Aufl., Bd. ix,

wird sogar noch für das Eocän Alaskas angegeben, doch gehören diese Schichten nach Kryshstofowitsch wohl auch der Kreide an.

Die systematische Stellung der *N.* ist vorläufig ganz unklar. Die oben erwähnten Papillen rechtfertigen eine Annäherung an die Ginkgoaceen nicht, da sie sich auch bei anderen mesozoischen Pflanzen (Coniferen, Pteridospermen) finden. Weit eher möchte man an Cycadophyten denken, doch steht wohl fest, daß es sich weder um Cycadaceen noch Bennettitaceen handeln kann. Andere Gattungen außer *N.* sind nicht bekannt. Seward (Fossil Plants 3 [1917] 511) möchte auch *Ctenis* und *Ctenopteris* hierherstellen, was aber vorläufig ungenügend begründet erscheint.

Caytoniaceae

von

R. Kräusel.

Thomas (Phil. Trans. K. Soc. London B. 213 [1925] 299) hat neuerdings Früchte, Samen, ♂ und ♀ Blütenteile aus dem Mittleren Jura von Yorkshire beschrieben, deren Zusammengehörigkeit er für erwiesen hält. Danach würden *Gristhorpia* und *Caytonia* ein gefiedertes ♀ Sporophyll besessen haben, dessen Fiedern an den Enden Carp, trugen. Beide Gattungen besitzen nach Thomas eine kutinisierte Narbe, wären danach also »angiosperm« gewesen. Es scheint aber noch nicht völlig einwandfrei erwiesen, daß die Narbe schon im Zeitpunkt der Bestäubung geschlossen war. Im andern Falle hätten wir einen nachträglichen Verschuß vor uns, wie er sich auch bei anderen Gymnospermen (Bennettiteen, Gnetaceen) findet. In der Tat finden wir unter den oben zu den Bennettiteen gestellten Blütenresten einige (*Pramelreutkia*, *Lunzia*, *Antholithus Zeilleri* Nathorst), die möglicherweise bei näherer Kenntnis zu den Caytoniaceae gestellt werden müssen. Samen- und Fruchtbildung der Caytoniaceae erinnert am meisten an *Gnetum*.

Völlige Klarheit über die Stellung dieser eigenartigen Reste läßt sich heute noch nicht gewinnen, insbesondere ist nicht erwiesen, ob die in den gleichen Schichten häufigen, bisher meist mit *Marsilia* in Beziehung gebrachten *Sagenopteris-Blätter* mit den Frucht- und Blütenresten der Caytoniaceae zusammengehören.

4. Klasse Ginkgoales.

Ginkgoaceae

von

R. Pilger.

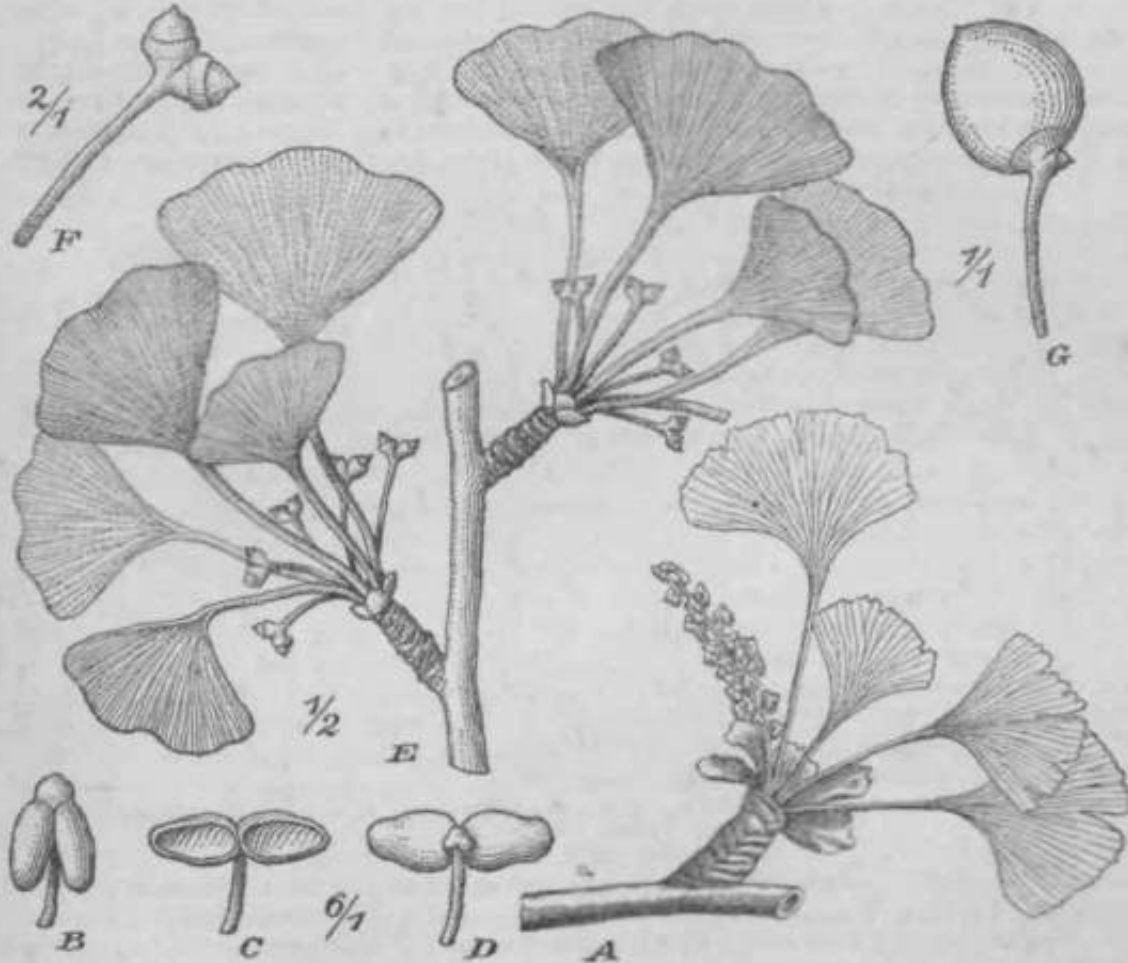
Mit 9 Figuren.

Ginkgoaceae Engler, in E. P. 1. Aufl. Nachtr. (1897) 19 (*Salisburyaceae* Link, Handbuch II [1831] 469).

Wichtigste allgemeine Literatur: A. Gouan, Description du *Ginkgo biloba*, dit Noyer du Japon. Montpellier 1812. — L. C. Richard, Comment. bot. Conif. et Cycad. (1826) 133, T. 3 et 3 bis als *Salisburia* unter *Coniferae-Taxineae*. — Endlicher, Syn. Conif. (1847) 236 als *Salisburia* unter *Taxineae*. — Eichler, in Martius, Fl. Brasil. IV. I. (1863) 423 als *Salisburia* unter *Salisburyaceae*, in E. P. 1. Aufl. II. 1. (1889) 108 unter *Coniferae-Taxoideae-Taxaceae*. — Parlatores, in DC. Prodr. XVI. 2 (1868) 506 unter *Coniferae-Taxineae*. — Siebold et Zuccarini, Flora Japon. II (edid. Miquel 1870) 72—75, T. 136. — Bentham, in Benth. et Hook. f. Gen. Pl. III (1880) 422 und 432 unter *Coniferae-Taxaceae*. — M. Homi Shirasawa, Iconogr. des Essenc. Forest, du Japon I (1900) T. 8, Fig. 1—14. — A. C. Seward and Miss J. Gowan, The Maidenhair Tree (*Ginkgo biloba* L.), in Ann. of Bot. XIV (1900) 109—154, T. 8—10. — L. Buscalionie G. Trinchieri, Sul polimorfismo fogliare del *Ginkgo biloba* Linn., in Malpighia XXI (1907) 187—202, T. II fig. 1—4. — Andreas Sprecher, Le *Ginkgo biloba* L., Genf 1907, 207 S., 2 T., 225 Textfig.; Recherches sur l'origine du système sécréteur du *Ginkgo biloba* L., Beih. Bot. Centralbl. XXIV. 1. Abt. (1908) 68—92, T. 1—2. — J. M. Coullier and Ch. J. Chamberlain, Morphology of Gymnosperms (1910), Cap. V. *Ginkgoales*, 185—219.

— P. Ascherson und P. Gracbner, Syn. Mitteleur. Fl. 2. Aufl. I (1902) 260—261 unter *Ginkgoaceae*. — O. Warburg, Die Pflanzenwelt I (1918) 335—388, Abb. 85. — A. E. Rehder, Md L. H. Wilson, in Sargent, PL Wilson. IV (1914) 1—2. — A. Trotter, Intorno ad alcuni eccezionali fenomeni d'interesse morfologico e fisiologico in *Aesculus* e *Ginkgo*, Sep. am Ann. B. Scuola Sup. d'Agricoltura. Portici XVm (1923) 22.

•ertmale. Dittisch. # Blüthen einzeln in den Achseln von Schuppenblättern für Kuniweige, locker, katzenhakenförmig-, Stam. zahlreich mit 2 Sporangien und kurzer Enflschuppe. 2 Blüthen einzeln in den Achseln von Schuppenblättern oder Laubblättern der Kurzweige, lang gestielt; am verdickten Ende des Stieles zwei gegenüberstehende



P1. W. *Ginkgo biloba* L. v. (Zweig mit männlichen Blüten. IS Stamm. C, l> daaelt> mit geöffneten Sporangien, A Tdl. cinea Langweiligt mit männlichen Blüten. > wei Meile Blüte, G Frucht. U uhd (i atwt K, V. I. Aufl. II. Uv-100> "o 01 Jiluhard, da* udcre Original.)

tudimentäre Carp., die den unteren Teil der Samenanlage manebettenförmig umgeben; Carp- mit einer Samenanlage; Sameanlage gerad, breit krugförmig, mit einem Integument, dieses in die etwas weilippige Mikropyle kurz vorgezogen; Same (nur einer in der Blüte entwickelt) groß, rundlich, Sameischaale mit fleischiger Außenfläche und weikantiger Steinfläche; Nährgewebe reichlich, etarkaltig, Embryo groß, mit 2 Keimblättern. — Nur eine rezente Art, Baum mit Lang- und Kurzweigen; Blätter lang, dünn gestielt, Spreite breit keilförmig oder fächerförmig, oft + tief zweiteilig eingeschnitten, Nerven laniert, getrennt, dithotomisch geteilt.

Vegetationsorgane. *Ginkgo* wird zu einem Blattlosen Baum, dessen Höhe 30 m, ja sogar nach einigen Angaben 40 m, und dessen Umkreis 3—4 m erreichen kann, die Rinde ist rissig, dunkelgrau; zuerst zeigt er pyramidalen Wuchs, entwickelt aber später eine ausladende, sparrige Krone. Wie von anderen Gymnospermen wird auch von *Ginkgo* in Japan Zwergexemplare durch gärtnerische Kastration gezogen, die sich größer

Beliebtheit erfreuen. Nach N. M. Griener, in Torreyia XVII (1917) 225, sind die $\leq$ jind 2 Biume insofern verchieden, ob die ersterea elue schmalere konische Krone tiaben, wElhrend bei den letzteren die unteren Aste weiter ausladen, so dafl die Basis ties Kegels vk-l breiter Ut

Die Verzweigung geschieht durch Kurz- und Langawcige. An den Langzweigen von kraftiger Entwicklung stoben die Blätter aiemlich weit entfernt voneinander in $\ast/\ast$ - oder V«-Spirale; die Effi&D6Bp6, nua der mmst wieder ein Langtrieb, selten ein Kurztrit-b hervorgcht, beateht aus ungefihr 15 Schuppen; die untersten sind kioin und breit und bestehen fasL nur aus verkorktem Gewebe, die innerun stud weicher, haben nur eine verkorkte Spitze oder im Cbergang zu den LaubbUittrn ein Spreitenrudiment; sie Uragen ziemlich lan^re Haaro, besondere nach dor SpiUe zu; die Stellung der **Selinppra** ist nach der $\ast/n$ -Spirale. An den Sdtenknospeu, aus denen allormest Kurxxweige, selten Langzweige hervorgeien, sind einige Pa3.re dekussiertT Schuppen vorhanden. Die Kurzzweige kOnnen viele Jahre andauern und flickliuh, bis 3—4 cm lung werden; ihr jllhrlicher Zuwachs ist gering, eie Uringen in jedem Jabro einige Laiibblätter hervor; im spiitereii

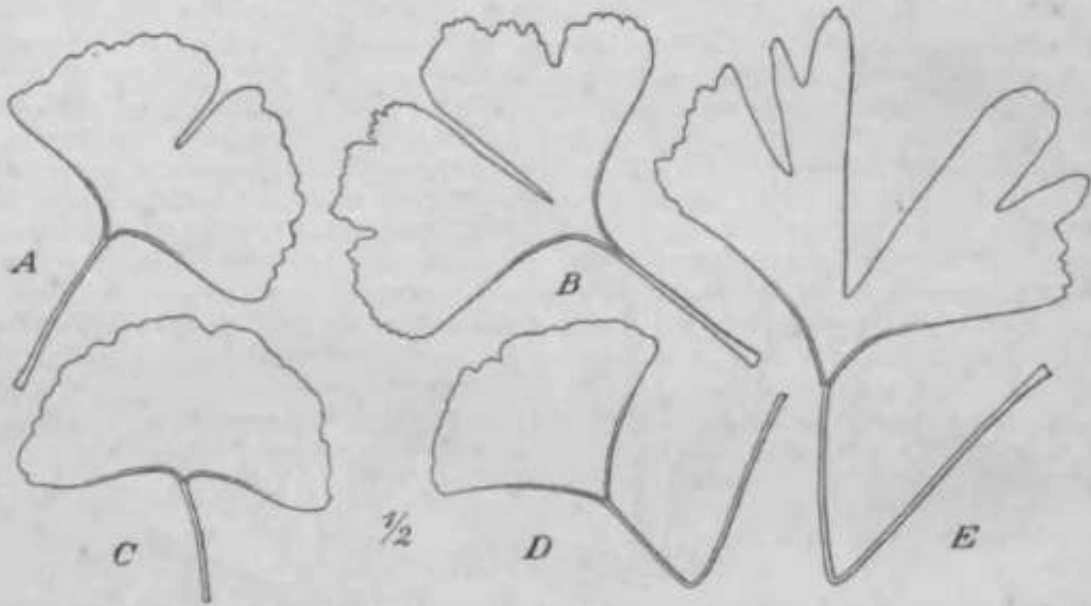


Fig. 97. Ulnstfornieu Ton *tüntjo biloba* L. A, B von LaogawelffW; C, D von Kurazweigen; E Jugendform. (Original)

Alter erscheinen sie warzig¹, von den dichtgestellten Baaren der nbgefallenen Blätter und Behapjeo bedeckt. Ofters verllngert sich plÖtzlich ein Kurzweig zu einem Langzweig.

Ginkgo iet Utubwechselnd, die Blätter dauern rnr vine Vegetationsperiode an und fallen im Herbst ab, und z^var tritt dor Laubfat an den \$ Biiurafn fast um einen Mount frlher ein, als *n den \$, Sehr auffalleud ist ihre an Kormen der P'anie erinnernde Nervatur; dil BUitttr werden n&inlich von einer grofien Zaltl gJeictunaBiger, sich unter sehr spititum Wink*¹! mehrfaffa dichotomiKh teileoder, oicfat miteiiunder eetitlich in Verbindung ttebender, nschmalere, dentlicher N«rv*n durchzogen fvgl, auch S. 101). Die Form tier Laubblttr Tmriert stark; Fig. 97 gibl eine Reihe d*r hinfigsten Typen schematic-li wieder. A nod B sind die Formen, wie fiie an krUtifeti Langiwitigen gewDhnlich auftreten. IVr Sttel ist Ecfamfl, ct«a 4-9 em Ung, oberseits pefyrcht, an der Aasatzstelhj :iin Zwi»ig nur wenip verbreit(*rt. in im Arhsel lottelhaarig; an der Basis dor Spreite verbroitert skh der Stid knn keilfOrmig. Die Spreite wlbet ist fachprfurnig, ungetthr JiathkreigfCrmig, ihr unterer Rand rerUuft fart senkrecht rum Stiel [At B); der gobogene Rand iet luebrfnch unregelmmlig gelppt und zeigt dem .Stirl pegentiber einen schmalen und tiefen EinscbittU; oder der unter* Rand sieipt etwu an oiler iflt Beltener breit keiltdrmig, wobei dann der obere Rand nur gewellt und nicht Lief eingeschnitten ist Die Breite der Spreite betragt 7—10, auch bis 15 cm. Die Blätter dsr Kurzzweige Bind kloiner (durohsthiittlich 4—7 em breit! und gwiUmlich ntclit eitigodnitten, nur am oberen Kande gewellt; die ungefahr halbkreisfOrmige Gefalt der Spreite Uberwiegt aucit

hier, wobei die keilförmige Verbreiterung des Stieles am oberen Ende gut gegen die Spreite abgesetzt ist; der untere Rand der Spreite kann sogar schwach nierenförmig-herzförmig sein (C); andererseits kommt keilförmige Gestalt wie bei *D* vor. Die Jugendblätter (vgl. auch S. 108) sind mehrfach tief eingeschnitten, wie *E* zeigt. Nach *Grier* l. c. sollen die Blätter bei den § Bäumen durchschnittlich mehr eingeschnitten sein als bei den \$. Der Blattstiel kann verschieden lang werden; das steht im Zusammenhang mit einer möglichst günstigen Einstellung zum Licht; je länger der Stiel wird, desto schmaler wird die Spreite.

Anatomie der Vegetationsorgane. Die Epidermis der Blattspreite besteht beiderseits aus einer Schicht unverdickter, im Blattquerschnitt isodiametrischer Zellen; in der Aufsicht erscheinen die Wände leicht gewellt. Die etwas eingesenkten Spaltöffnungen liegen auf der Unterseite unregelmäßig zerstreut. Ein deutliches Palissadengewebe ist nicht entwickelt, doch sind die an die Epidermis grenzenden Blattzellen beiderseits etwas senkrecht zur Oberfläche gestreckt; die Zellen im Inneren des Blattes sind zwischen zwei Gefäßbündeln parallel zur Blattoberfläche verlängert. Im Blatte finden sich sowohl Tannin-Zellen (oder Kanäle) als auch Harzlücken. Die Harzlücken liegen aufeinanderfolgend in Reihen in jeder Gabelung der Gefäßbündel; es sind keine Harzgänge wie bei den Coniferen, sondern kurze Lücken von rundlicher Form, im Durchmesser zwischen 0,15 und 2 mm und bis ca. 7 mm lang. Zum Unterschied von den Harzgängen der Coniferen ist ihre Entstehungsweise, wie *Sprecher* nachweist, lysigen. Diese Harzlücken kommen auch in anderen Organen bei *Ginkgo* vor, so einige im Mark, dann in der primären Rinde und im Blattstiel, sie fehlen aber in der Wurzel, im Holze und in der sekundären Rinde. Zugleich mit den Harzlücken finden sich tanninhaltige Zellen oder auch, indem die Querwände aufgelöst werden, längere Kanäle. Ferner ist zu erwähnen, daß vielfach in den Parenchymzellen Kalkoxalat-Kristalle vorkommen.

Der Blattstiel wird von zwei Gefäßbündeln durchzogen, die als Teile eines einzigen primären Gefäßbündels angesehen werden. Am Ende des Blattstieles teilt sich jedes Bündel; die äußeren Teilbündel folgen dem äußeren Rand der Spreite und teilen sich noch mehrfach dichotomisch; die inneren Teilbündel durchlaufen parallel die Mitte der Spreite und zwischen ihnen ist der Blatteinschnitt gelegen. Auch sie gabeln sich noch mehrfach, und in der Mitte jeder Blathälfte treffen sich ihre Gabelzweige mit denen der Randnerven. Das Transfusionsgewebe ist zunächst nur schwach angedeutet, wird aber beim weiteren Verlauf der Bündel in der Blattspreite, wenn das Xylem immer schwächer wird, seinerseits immer stärker entwickelt und umgibt auch das Phloem. Schließlich ist am Ende der Blattspreite an Stelle der Gefäßbündel-Elemente nur noch etwas Transfusionsgewebe vorhanden.

Das sekundäre Holz des Stammes*) zeigt Jahresringe. Es ist aus Tracheiden aufgebaut, die nach *Sprecher* zwischen sich Interzellularräume lassen, und die gewöhnlich eine Reihe von Hoftüpfeln an den Radialwänden besitzen. An der Grenze des Herbst- und Frühjahrsholzes finden sich auch an den Tangentialwänden Hoftüpfel. Der innere Hof der Tüpfel ist oval; auf einem radialen Längsschnitt kreuzen sich die beiden inneren schräg gerichteten Höfe angrenzender Tüpfel. Die Markstrahlen können bis zum 30. Jahre lebensfähig bleiben und ihrer ganzen Länge nach Stärke enthalten; sie sind eine Zellreihe breit und bis fünf Zellreihen hoch; gegen das Lumen der Tracheide hin finden sich große Tüpfel, die sich aus breiter Basis konisch verengen, so daß in der Aufsicht das Bild von Hoftüpfeln entsteht. Die Markstrahlen setzen sich in der Rinde fort.

Auf die Epidermis des jungen Zweiges folgt ein mehrschichtiges Hypoderm verdickter, verschieden geformter Zellen, die Interzellularräume zwischen sich lassen. In der darauf folgenden Schicht der primären Rinde nimmt das aus großen Zellen gebildete Periderm seinen Ursprung. Die Korkentwicklung ist beträchtlich. An der Innengrenze der primären Rinde finden sich tangential gestreckte Gruppen von Steinzellen, die öfters einen fast geschlossenen Sklerenchymring bilden können. In der sekundären Rinde treten unvollständige Bänder von abgeflachten Bastzellen auf, die stark verdickt sind.

Blütenverhältnisse. Die Blüten sind stets diözisch.

*) Über die allgemeine Anatomie des Gymnospermen-Stammes ist der Abschnitt »Anatomie« bei den Pinaceen zu vergleichen.

a) 3 Bltthe. Die \$ Bltten entepriagen SUB den Achsoln von SchuppenbWttero an Kurzzweigen; sie sind kStzchenartig, kurz gestielt, locker, ca. 2 cm tang imd tragen unregelmSflig Bpiralig geetcllte, etwas voneinander entfernt Btebende Stain. Der Stiel ist meist nackt, doch kommen auch. 1—2 ecbmale Vorbiiltter vor, die offenbar umgewandelte Stam. Bind. Die Stam. liaben ein diiiiines Filament und eine kurze rundliche Endschuppe; die Nornialzabl der Sporangien 1st zwei, doch koinuien auch nicht selten 3—4 vor. Die Sporangien entspringen auf der Rtickseite (Aufienseite) des Stam., sie haVngen freJ parallel nebeneinander liorab und springen an den einander zugekehrten Sciten mit LSngsspalten auf; sehlieMch apreizen sie weit, fast horizontal auseinander. Boi drei oder vier Sporangien steht auch daa dritte (und vierte) auBen vom Filament, aber liinter den hcicien normalen, so daft also auch hier die Sporanglingruppo einseitig bleibt (ini Gegensatz zur schildformigen Sporangiengruppe wie bei *Taxus*). Die Pollenkorner messeu 30 X 10 ft und aind durch eine mediane Vertiefung lftngs ihrer Hauptachse charakterisiert, Fujii (vgL bei \$ BIUte) land das VorkoimneD von Sporangien (bis zu 13) an RUudern von Laubbliittern der Kurzjweige zusaminen mit normalen Bltten-

G o e b e l hebt als Charakteristikmn der *Ginkgoaceen* hervor, daQ die Wand dea

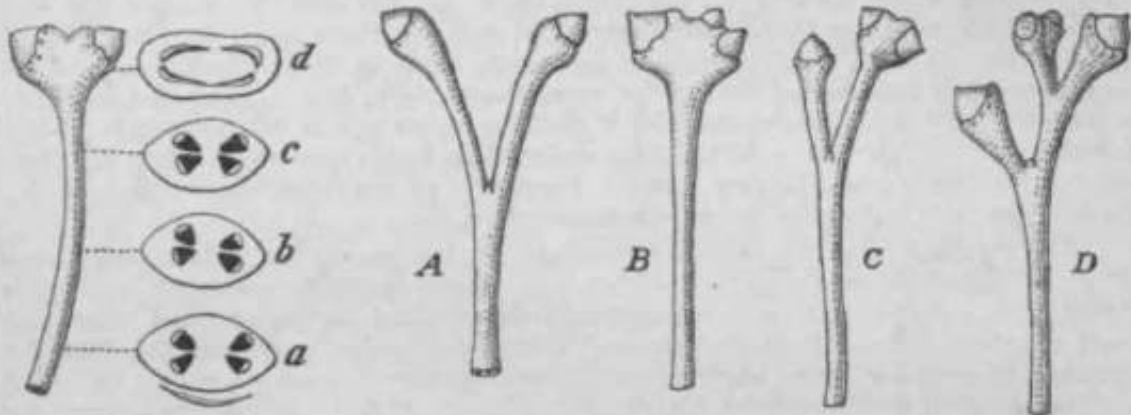


Fig. 99. TVetbliche BIUte von *Ginkgo*, a—d Querschnitte (durch den Stiel. (Nach Wettstein.)

Fig. 99. Fonien rtor wciillchen Biate von *Ottikgo*. A BIUte mit zweipaitigui Stiel. B BIUte mit drei ungeUelten HuucuaaiUgeu. C Kombi on von A and B, oluc gwtelte Baincnaitlage und zwel SAmuuanlagen au(gcmalDHatnem Stiel. B Blitc mit mehreren geatiolten SamennTildgen. (Such Wettsteinj

Sporangiums ein Endothecium besitzt, wiUirend bei den Cycadeen und Coaiferen ein Exothecium (= Epidennia) vorhanden ist (Flora XCI [1902]). Bei *Ginkgo* besitzen also »die Pollenaacke eine Epidermis, unter welcher das Endothecium liegt, in Gestalt einer oder zweier Zellschichten, welche Verdickungsfasern zeigen. Nach innen hin schlieBen sich diese dann noch chlorophyllhaltige Wandzellen an. Dieser Bau der Mikrosporangien bezieht man mit Recht zu sprechen, daB *Ginkgo* als Vertreter einer besonderen Gruppe zu betrachten ist, nicht, wie dies frher geschah, als eine Taxacee.« Nach Sprenger (1 c 156—157) ist die Wand des Mikrosporangiums nebr gleichartig ausgebildet: »Le paroi du sporange est constituée par environ sept, couches de cellules dont l'épaisseur n'est pas la même sur tout le pourtour du sac pollinique, de sorte que l'ouverture se fait raodins par un tissu mécanique que par une épaisseur moins résistante des cellules. Les épaississements dans les parois n'apparaissent que tard, immédiatement avant la formation de la fente, à la fin du mois d'avril, ou dans la première moitié du mai. Parfois, les cellules se dessèchent sans produire des épaississements de leur membrane. La couche la plus interne est la couche à cellules nourricières ou à cellules tapètes...«

h) Q Bltthe. Spezielle Literatur: K. Fujii, On the different views hitherto proposed regarding the morphology of the flowers of *Ginkgo biloba* L., in Tokyo Bot. Mnff. X. Part, n (1896) 7—8, 13—15, 104—109. — R. v. Wettstein, Die weibliche Blüte von *Ginkgo*, in OsL Bot. Ztschr. XL3X (18M) 417—425, T. VH. — L. J. Celakovsky, Die Vermehrung der Sporangien von *Ginkgo biloba* L., in OsL Bot. Ztschr. L (1900) 289—236, 276—288, 337—341. — K. v. Splebs, *Ginkgo*, *Cycfalotaxia* und die Taccuceae, in Ost. Bot. Ztschr. LIT (1802) 432—436, 469—473, LIU

(1903) 1—9. — A. Sprecher, l. c. (1907) 93—146. — H. R. ttaildeHaatt, Contribution to the knowledge of the morphological value and the phylogeny of the ovule and its integuments, Groningen (1920) pp. 53—U. —

Die Blüten entspringen einzeln in den Achseln der Laubblätter oder der dieben vorausgehenden obersten Schuppenblätter an Kurzstweigen, und zwar mehrere am Kurzstweig; sie besitzen einen längeren, dünnen Stiel, der am Ende verdickt ist und hier normal zwei transversal gestellte Samenanlagen trägt; diese sind am Grunde rings von einer kragenartigen, napfförmigen wulstigen Anschwellung umgeben, die als rudimentäre Carp. ZM. deuten ist. Die Samenanlage ist breit krugförmig, das einzige Integument ist in die etwas querlippige Mikropyle kurz vorgezogen (Fig. 96). Der Gefäßbündel-Verlauf ist folgender (Fig. 98): Unmittelbar über dem Ansatz der Stiele finden sich zwei Bündel, die in Xylem und Phloem umgekehrte Orientierung im Vergleich zu den Bündeln der Laubblätter zeigen. Diese spalten sich bald in je zwei Bündel, die im Stiel dauernd getrennt verlaufen, so daß also der Stiel von vier Bündeln durchzogen ist. Dieses Verhalten spricht für die Annahme von zwei selbständigen Carp. (vgl. weiter unten die verschiedenen Deutungen der Blüte), zu denen je zwei Bündel gehören; im Stiele der Laubblätter finden sich auch zwei Bündel.

Zahlreich finden an Blüten Bitumen sind nun Anomalien der Blüte zu finden, die in verschiedener Beziehung vom normalen (häufigsten) Typus abweichen. Man wird in ihnen, wenigstens teilweise, keine Mißbildungen zu sehen haben, sondern (ebenso wie bei den Formen der Spitzflüchens von *Taxus*) Formen, die noch innerhalb der möglichen Variationsbreite liegen. Wettstein unterscheidet 4 Typen (vgl. Fig. 99):

1. Blüten mit ± zweispaltigem Stiel (Fig. 99 A). Diese können besonders aus den Achseln von Schuppenblättern, die beiden Carp., weichen etwas auseinander und bilden ihre Basis stielartig aus. Bemerkenswert ist das Auftreten eines kleinen Gewebes zwischen den beiden Schenkeln oder auch zweier solcher Haken, die mit den Schenkeln dekussiert stehen; man kann dies als rudimentäre Blätter (Carp.) betrachten.

2. Blüten mit mehr als zwei Samenanlagen ohne Stielbildung unter jeder Samenanlage (Fig. 99 B); es können drei oder vier Samenanlagen vorkommen. Während man im creten Fallo die Andeutung einer Carpell-Vermehrung vor sich hat (die dekussiert stehenden Haken), liegt hier eine Spaltung der beiden Carp., in derselben Ebene vor; zwei Samenanlagen gehen aus einem Fruchtblatt hervor. Der Fall 1 ist eine Hockschlagsbildung, der Fall 2 als Spaltung ein progressiver Prozeß, wobei man an die Tendenz der Laubblätter, sich dichotom zu teilen, denken kann. Ofters kommt eine Kombination von Fall 1 und 2 vor (Fig. 99 C).

3. Blüten mit mehr als zwei Samenanlagen und deutlichem Stiel jeder Samenanlage. Fig. 99 D stellt diesen Fall dar: man findet eine dichotomische Teilung statt, wobei wieder zwischen den beiden Schenkeln der Haken steht; der eine Schenkel teilt sich dann wieder dichotom und der eine Schenkel trägt noch einmal zwei Samenanlagen. Dieser Typus ist zunächst auf Fall 1 aufzuführen, dann kommt es aber zu Spaltung eines Astes nach Fall 2, nur daß hier die Spaltungsergebnisse gestielt sind.

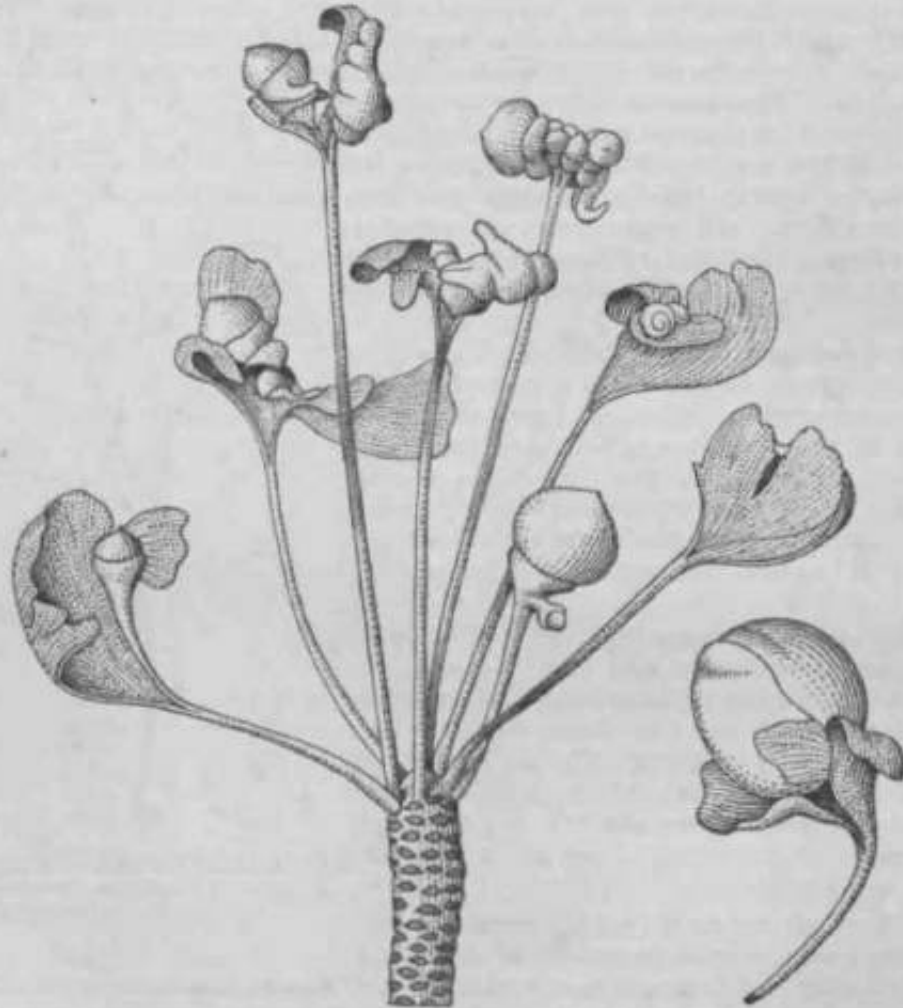
4. Blüten mit einer Samenanlage. Es handelt sich hier um den Ausfall eines ganzen, eine Samenanlage tragenden Blattes; es sind im Stiel nur zwei Gefäßbündel vorhanden, wie im Stiel eines Laubblattes.

Wettstein stützt seine Auffassung der Anomalien besonders durch den Gefäßbündelverlauf. Bemerkenswert ist, daß er bei Vorkommen mehrerer (auch gestielter) Samen-



Fig. 100. Weibliche Blüte von *Ginkgo* mit 7 gestielten Samenanlagen. (Nach Sprenger.)

anlagen keine Vernehrung der Carp., anntmt (hOthstena die Rudiments solcher sind in den Hfickern vorhanden). Dem tritt Celakovský nach seinen Bfiobaditungen an Anomalien entgegen. Auch dieser Autor unterscheidet die beiden Haupttypen von We tt-Btein (1 und 2), bemerkt aber, daß auch wirkliche Carpell-Vernehrung vorkommt; die von Wettstqin nur rudiment3r gesehenen Carp., die Höcker, ktinnen zu ausgebildeten Carp. werden; gewöhnlich ist rnir ein drittes, medianes hinteres Carp. (= Samenanlage, v^l. unten) vorhanden und evontuell ein rudimcntiLrer HOcker oder auch zwei Paare von Carp., wobei dann wieder ein HlickeT die Anlage des dritten Paares darstellt. Die Ver-



Vig- 101- Abnonne Bnt-wieklunir von Sitnienaittt^fit auf KurravrelgbttUtern tict *Ginkgo*. Bnohts unt«» ieln eluzelner Snmu mit Ltngallnle. (Smdb Fujil.)

mebrung der Carp, kann noch wetter glien. Fujii beschreibt einen BIOTensproB, der neun gcatielta Samenanlagen In apiraliger Folge langs der Achse und am Ende sogar eine beachuppte Koospe trug. Eino eolche Vennt'hrung der Samenanlagen zeigt aucL Fig. 100 nach Sprecher. Dieso Form des weiMiclien Sprot»e« betrachtrt n D l Haan als die tirsprtbogiiche, aus der der normale (h&u%8te) Typus rait 2 Carp, rednzlert Ist Sie ontspriclit dem vepeUtiven SproU, an dem das enrte Paar grgensUndig ist (oder MCfe noch das zweite dekussiert gestellt) und dann die anderen Blatter spimlig folgen. Fallen die dem ereteo foder dem ersten and iweiten Pa«r) fotgenden C«rp. fort, wie e* jetrt gewfihn-Ueh der KJIIJ tet, so bleiben eben die gefrenflt&ndigen oder dcipesienen Carfv. flbrig; ur-sprQnglich waren die*?araenan!agen gestielt, die Blhte mit einem oder nrd P«M >itzender Samenanlagen ist eine Reduktionsform. Eine wesentlich andere Abnormitfit der \$ BHite wird ferner von Fuj i t nach japaiiinchem Material beschrieben (Fig. 101); fthnlich auch von Trotter nach Material von Portici. Es fanden sich naeh F u j i i (an einzelnen

Bäumen reichlich, aber nicht an jedem Kurzzweig) Samenanlagen am Rande von Laubblättern. Die Bildung der Samenanlagen geht auf Kosten der Blattfläche vor sich, diese ist an den betreffenden Stellen eingekerbt oder eingeschnitten, im ganzen verkleinert; manchmal ist fast das ganze Blatt in eine Gruppe von Samenanlagen umgewandelt. Die Samen auf den Blättern sind kleiner als normale. Die Samenanlagen sind am Grunde ebenso wie die normalen von einer napfförmigen Schwellung umgeben. Die Samenanlage oder besser noch der Same zeigt oft (Fig. 101, rechts) eine Längslinie in der Ebene des Blattes, die den Kanten des Steinkernes entspricht.

Zum Schluffi seien noch die teilweise sich widersprechenden Ansichten verschiedener Autoren über die morphologische Bedeutung des weiblichen Bliitensprosses und seiner Teile kurz bertührt. Die Beschreibung, die hier am Anfang des Kapitels von der normalen weiblichen Blüte gegeben ist, entspricht der Anschauung von Wettstein und von Eichler, die mir am meisten begründet erscheint. Wettstein entscheidet sich dahin (p. 442) »dass die normale Blüte von *Ginkgo* aus einem Gebilde besteht, das einem bios zwei transversale Fruchtblätter tragenden Spross gleichwerthig ist.« Ferner: »Das Wesentlichste ist die Werthigkeit der normalen 2 *Ginkgo*-Blüte als axillärer Spross mit zwei transversal gestellten fertilen Fruchtblättern.« Eichler in E. P. 1. Aufl. II. 1. gibt an: »2 länger gestielt mit meist 2 gegenüberstehenden, einfach behüllten Sa. auf rudimentären, kurz manschettenförmigen Frb.« Fujii kommt zu dem Resultat, dass der normale Stiel die Blütenachse ist, deren Endknospe unterdrückt ist und die nur zwei rudimentäre Carp. trägt; die Samenanlage ist ein Organ von Blattnatur, die Schwellung am Grunde der reduzierte Teil der Lamina des Carpell-Blattes. Celakovsky stimmt bis auf die Auffassung des Carp. mit Eichler überein. Nach ihm ist der Wulst nicht ein reduziertes Carp., sondern das Carp. ist ganz in die Samenanlage umgewandelt (Ovularcarpell): »die Spreite des Sporophylls (das man auch als Ovularblatt bezeichnen kann) bildet selbst einzig und allein das Ovulum. Der Wulst gehört der Samenanlage als accessorische Bildung an oder ist der Verdickung des Carpells am Grunde der Samenanlage bei den Cycadeen zu vergleichen. Weiter ab stehen in ihren Erklärungs-Versuchen van Tieghem und Delpino. Der erstere halt den ganzen 2 Sproß für ein Blatt; der Blütenstiel ist also nach ihm der Stiel eines Blattes, das von einer rudimentären Achse hervorgebracht ist, die sich in der Achsel des Tragblattes befindet; die 2 Blüte ist danach ein Carp., das Samenanlagen trägt, deren Zahl der Zahl der Lappen eines Blattes entspricht. Delpino nimmt entsprechend seiner Deutung der Coniferen-Fruchtschuppen an, daß der 2 Bliitensproß in Wahrheit ein blattartiger, von zwei je eine Samenanlage tragenden verschmolzenen Seitenlappen (Plazentalappen) des Tragblattes gebildeter Innenauswuchs ist. Die Tragblätter (Niederblätter oder Laubblätter des Kurzzweiges) sind die eigentlichen Carpelle, zu ihnen gehört der sogenannte Blütenproß, der nur eine Verwachsung von Seitenlappen des Tragblattes darstellt. Endlich sei noch Srasburger erwähnt, der die Auffassung vertritt, daß der 2 Sproß ein Blütenstand ist, daß also die Samenanlagen sekundäre Sprosse, Bliiten, darstellen. (Hier ist ferner die allgemeine Einleitung zu den *Coniferae* zu vergleichen).

Embryologie.

Spezielle Literatur: Sakugoro Hirasawa, Etudes sur la fécondation et l'embryogénie du *Ginkgo biloba*, in Journ. Coll. Scienc. Imp. Univ. Tokyo VIII (1895) 307—322, T. 31—32; Second mémoire. 1. c. XII (1899) 103—149, T. 7—9; Über das Spermatozoid von *Ginkgo biloba*, in Tokyo Bot. Mag. X. Part. I no. 116 (1896) 325 (Japanisch); Untersuchungen über das Verhalten des Pollens von *Ginkgo biloba*, in Bot. Centralbl. LXIX (1897) 33—35. — H. J. Webber, Notes on the fecundation of *Zamia* and the pollen tube apparatus of *Ginkgo*, in Bot. Gaz. XXIV (1897) 225—235, T. 10. — K. Fujii, On the morphology of the spermatozoid of *Ginkgo biloba*, in Tokyo Bot. Mag. XIII (1899) 260—266, T. 7 (Japanisch, mit Figurenerklärung in englischer Sprache). — S. Ikeno, Contribution à l'étude de la fécondation chez le *Ginkgo biloba*, in Ann. Scienc. Nat. 8. Sér. XIII (1901) 305—318, T. 2—3. — Melt T. Cook, Polyembryony in *Ginkgo*, in Bot. Gaz. XXXIV (1902) 64—65, 1 Fig.; 1. c. XXXVI (1903) 142. — Grace Wigglesworth, The cotyledons of *Ginkgo biloba* and *Cycas revoluta*, in Ann. of Bot. XVII (1903) 789—791. — W. Arnoldi, Beiträge zur Morphologie der Gymnospermen. VI. Über den Bau der Zellkerne im Embryo von *Ginkgo biloba*. VII. Die Embryobildung bei *Ginkgo biloba*. Ann. Inst. Agronomique et Forestière à Novo-Alexandria XVI (1903) 1—22. — H. L. Lyon, The embryogeny of *Ginkgo*, in Missouri Bot. Stud. m (1904) 275—290, T. 29—43. — Ida Eleanor Carothers, Development of ovule and female gametophyte in *Ginkgo biloba*, in Bot. Gaz. XLIII (1907) 116—130, T. 5—6. — Margaret

Campbell Mann, Microsporogenesis of *Ginkgo biloba* L., with especial reference to the distribution of the plasids and to cell wall formation, in Univ. Calif. Public in Agric. 86. II (1924) S43-S48, T. 44. —

Die ganze Entwicklung vom Auftreten der Samenanlagen bis zum Anfallen der Samen erfolgt in einer Vegetationsperiode.

a) Entwicklung der Samenanlage. Die Samenanlagen treten im April hervor. Der Nucellus streckt sich schnabelartig vor und eine große Pollenkammer kommt dadurch zustande, das nur das äußere Gewebe dieses Fortsatzes wächst, wodurch das innere Gewebe zerrissen wird und degeneriert. Die Embryosackmutterzelle im Nucellus ist

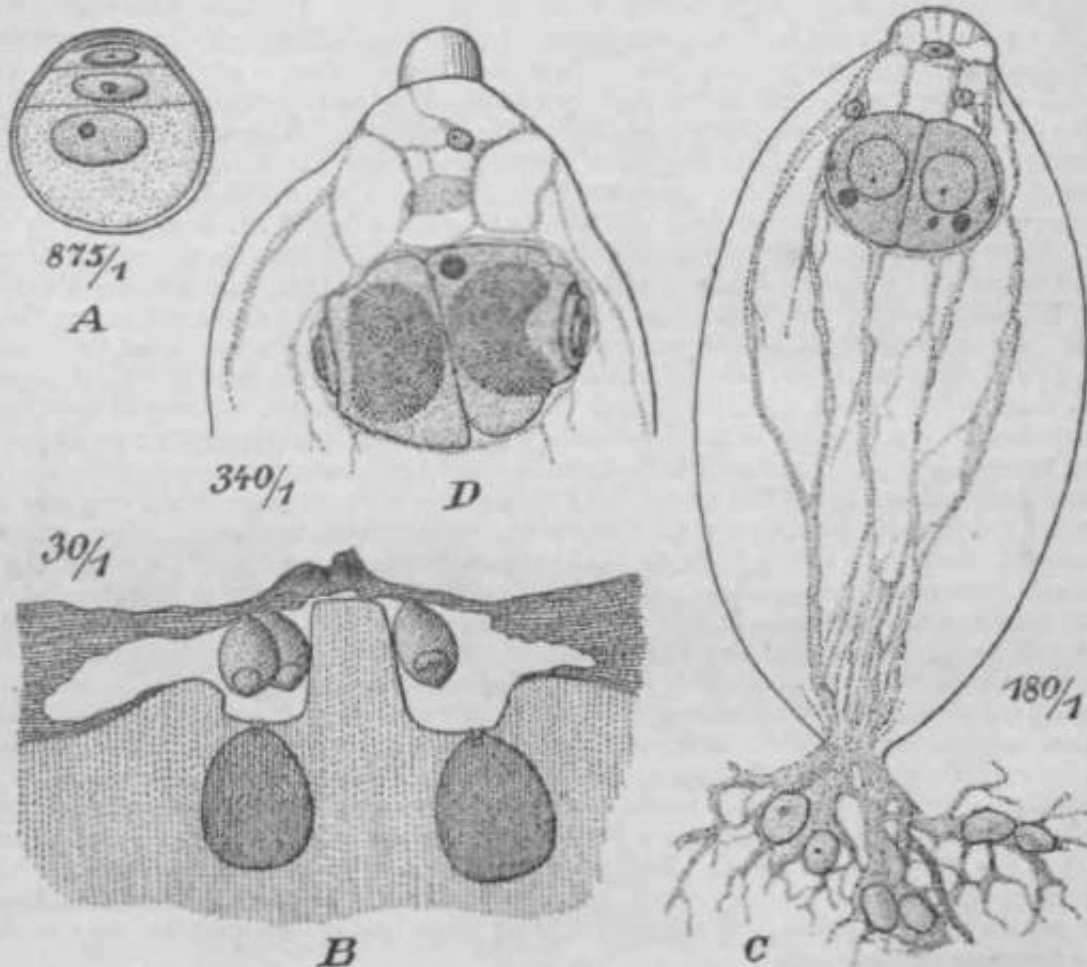


Fig. 10. A Pollenkammer des *Ginkgo* zur Zeit der Ausbildung. B Längsschnitt durch den Embryosack mit Pollen- und Archegonium, in dem das Ende des Endosperms hervorsticht; der rollende Embryo ragt in den Füllraum hinein; oben (dunkel) Nucellus-Rest; im Embryo-Raum BVL-1 ArL-linien. C Pollenschlauch, Tüpfel der KÖi-persone, die Hüllphosphoropticien sehr nach außen liegen. D Längsschnitt durch den Embryosack. (Nach H. Trase.)

von spongy tissue* umgeben, das wohl ursprünglich ein Aichespor ist, nunmehr aber die Funktion der Ernährung der Embryosackmutterzelle hat. Durch Tetradenteilung entsteht der Embryosack (Megaspore), der eine deutliche Membran erhält (die allmählich beträchtlich dick wird und von ähnlicher Struktur wie bei den Cycadeen ist (vgl. dort)). b) Gametophyt. Der Kern des Embryosacks teilt sich zur Bildung des Nahrungsgewebes (Enlospenn, Prothallium). Bis zum 64-kernigen Stadium finden die Teilungen simultan statt, dann unregelmäßig, bis beim Stadium von 256 Kernen Zellbildung erfolgt; der Embryosack wird ganz von atkrkehaltigem Gewebe erfüllt. Dann gehen zwei Initialzellen des Randes zwei Archegonien hervor, die wie bei den Cycadeen aus zwei Salazellen und einer großen Zentralschleife bestehen. Kurz vor der Befruchtung (die in Japan Anfang September stattfindet) wird eine kleine und ephemere Baucanalzelle abgespalten. c) Entwicklung des Pollenkörners, Gametophyt und Befruchtung. Bei der

Entstehung der Pollenkörner in Tetraden in den Follenmutterzellen erfolgt erst eine zweimalige Teilung des Kernes, eho WSnde gebildet werden. Die PJastiden der Zelle werden den Teilungen entsprechend angeordnet und jedes Pollenkorn erhält ungefähr ein Viertel von ihnen. Ebenso wie für die Cycadeen ist für *Qinkgo* die Befruchtung durch große Spermatozyten charakteristisch, deren Bildung in prinzipiell gleicher Weise erfolgt (vgl. flit Darstellung bei den Cycadeen). Das Pollenkorn schneidet zwei kleine vegetative (Prothallium-) Zellen ab, von denen eine bald degeneriert und *mix* als kleine Verdickung der JtrSftigen Wandung des Pollenkorns sichtbar bleibt. Die große Pollenzelle teilt sich in die generative und die spSter den Pollenschlauch bildende ZeUe (Fig. 102 A). In diesem Stadium findet die Besulubung statt (Ende April bis Anfang Mai 'm Japan). Nach der Beftiubung wird die Pollenkammer oben abgeschlossen. Sie vergrößert sich dann zu einer Hüllung, die später bis zum Embryosack reicht, so daß die Archegonien frei liegen und es entsteht zugleich, indem das Endosperm beidseitig starker wächst, über den Archegonien eine B&hlung (Archegonienkammer); die Mitte des Endosperms wächst zu einer Art SSule aus, die den Nucellus-Beut in die Höhe hebt (Fig. 102 B). In der Pollenkammer treibt die großere Zelle des Pollenkorns aus, der Pollenschlauch wuchert rückwärts in das Nucellus-Gewebe und verzweigt sich dort haufitorienartig; das dicke Ende, das den generativen Kern enthält, ragt frei in die Polleofcudnier hervor (Fig. 102 B, C). Der generative Kern teilt sich in Stiel- und Kflrperkern, die nicht (durch Zellwände getrennt) sind. Die Kflrperzelle teilt sich weiter und bildet wie bei den Cycadeen (vgl. dort) «wei große Spermatozyten, deren Cilienband dem Blepharoplasten seine Entfaltung verdankt. Die Spermatozyten sind 80—110 μ : 50—85 μ groß. Nachdem die Spermatozyten frei geworden sind, bewegen sie sich in der Pollenkammer und dringen zu den Archegonien vor. Es ist öfters behauptet worden, daß die Befruchtung erst nach Abfall der Samenanlagen vom Baum stattfindet. Ikeno hebt hervor, daß das nicht unmöglich ist, aber bisher nicht nachgewiesen ist, während die Befruchtung bei noch an den Bäumen befindlichen Samenanlagen gicber nachgewiesen wurde. i) Embryobildung. In dem sich vergrößernden Ei findet nach der Befruchtung eine Kernteilung statt, die zur Bildung von 256 Kernen, die den Proembryo darstellen, führt, das Ei aus. Nunmehr erfolgen besondere Zellteilungen an dem von der Mikropyle abgekehrten Ende (Fig. 103) und eine breite Gewebenasse dringt in das Endosperm vor, ohne daß die sonst für die Gymnospermen so charakteristische Suspensor-Region zur Ausbildung kommt. Allmählich differenzieren sich aus diesem Gewebe die Wurzel, Stängel und zwei Keimblätter. Öfters entwickelt sich auch ein zweiter Embryo.

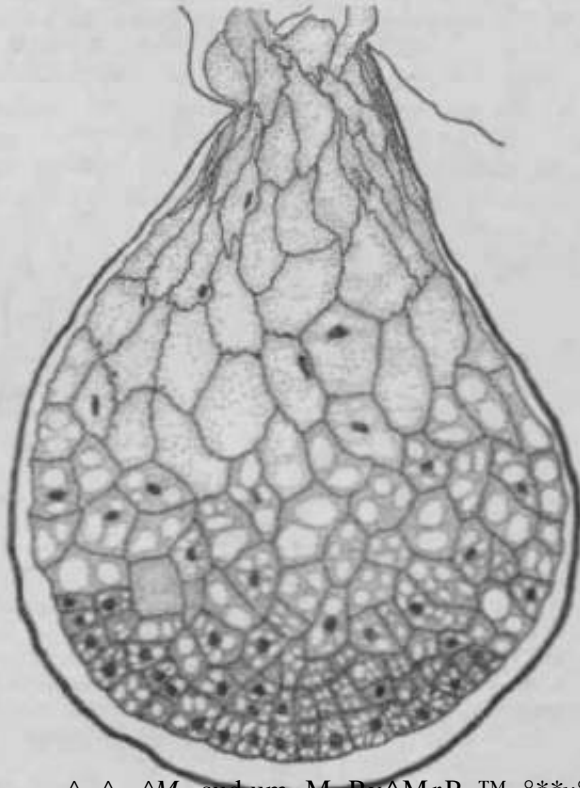


Fig. 102 A. Pollenkorn von *Ginkgo*. M, sud. um M. P, v. M. r. P. T. M. o. v. p. o. d. r. Embryo. r. d. v. p. n. dam. k. k. > in. i. l. l. i. g. e. n. G. e. w. e. b. e. d. a. u. n. i. e. r. e. n. H. u. d. e. a. g. e. W. I. U. t. t. w. e. r. d. e. n. (> * > e. h. L. y. o. n.)

det. Ikeno hebt hervor, daß das nicht unmöglich ist, aber bisher nicht nachgewiesen ist, während die Befruchtung bei noch an den Bäumen befindlichen Samenanlagen gicber nachgewiesen wurde. i) Embryobildung. In dem sich vergrößernden Ei findet nach der Befruchtung eine Kernteilung statt, die zur Bildung von 256 Kernen, die den Proembryo darstellen, führt, das Ei aus. Nunmehr erfolgen besondere Zellteilungen an dem von der Mikropyle abgekehrten Ende (Fig. 103) und eine breite Gewebenasse dringt in das Endosperm vor, ohne daß die sonst für die Gymnospermen so charakteristische Suspensor-Region zur Ausbildung kommt. Allmählich differenzieren sich aus diesem Gewebe die Wurzel, Stängel und zwei Keimblätter. Öfters entwickelt sich auch ein zweiter Embryo.

Frucht und Same, Keimung. Von den beiden Samenanlagen der Blüte entwickelt sich gewöhnlich nur einer zum Samen, die andere bleibt unentwickelt stehen. Rings um die Basis des Samens bleibt die kleine Mantelhaute des Carpells (hier zirka 8 mm im Durchmesser) erhalten. Der Same ist groß, fast kugelig, gelb, 2/3—3 cm dick. Die Samenschale hat eine fleischige Außenschicht, darunter folgt eine holzige Schicht (Steinkern). Der Steinkern ist zirka 3 cm lang, ellipsoidisch zusammengedrückt, deutlich 2-kantig oder

auch häufig 3-kantig, selten 4-kantig; zwischen den Formon kommen Obergitnge vor (vgl. Miss Affourtit and Miss La Rivure, On the ribbing of the seeds of *Ginkgo* in Ann. of Bot. XXIX. [1915] 591—594). Der Steinschicht liegt dann noch eine innere dünne Schicht dünnwandiger Zellen an (Fig. 104 A), die bei der Samenanlage weich und saftig ist, dann aber vertrocknet und beim reifen *Samoa* eine papierartige Haut bildet. Das reichliche Nährgewebe enthält Stärke; der große Embryo besitzt zwei Kotyledonen; die mit ihren Obereilen nebeneinander liegen. Der Gefäßbündelverlauf ist folgender: Durch Öffnungen in der Steinschicht treten zwei Bündel ein, die an der Oberfläche der inneren Schicht des Integumentes verlaufen und dort enden, wo das Integument vom Nucellus frei wird. Von dem feineren Gefäßbündelsystem anderer Gymnospermen-Samen rait ancestralen Zügen (vgl. bei den Cycadeen) ist also hier nichts vorhanden.

Bei der Keimung bleiben die Kotyledonen im Samen eingeschlossen. Da sie auf der Oberseite Spaltöffnungen besitzen, ist an ihnen neben den Vorführungen die Koty-

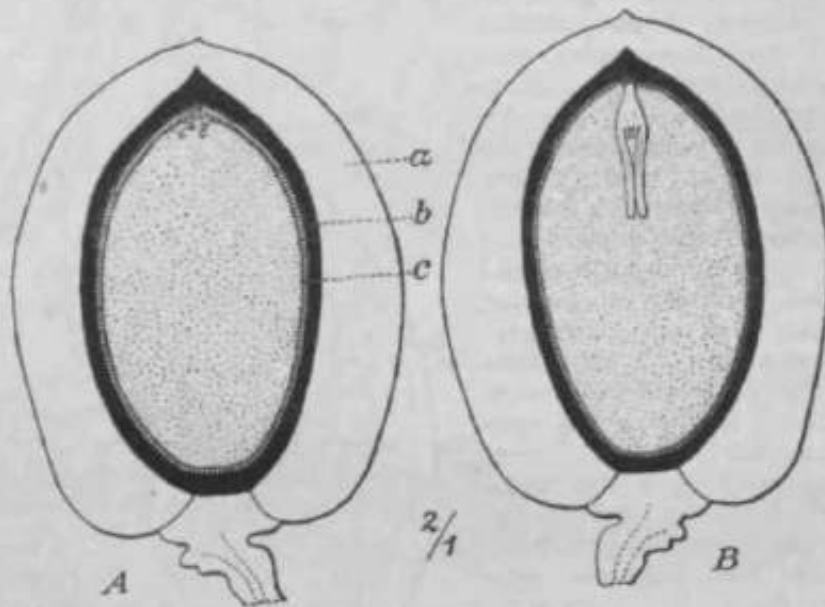


Fig. 104. Durchschnitte *ixah* Bltsru *Sanicnaji*ft[^] and *S m m* von *Qink₃*. Ht-i A die steindebichte schon *mgchl!dt, *ber die innern Schicht iioch uviotu d'r *ixah* am fttwen KIIOD fit'l. a Aulii're, b mitt-lara (Stela-), r innere Schicht *« litwgume«t«s. o'ncli Coulter und Chanihortalu.j

ledonon sich quorirdisch ausbreiteten. Die ersten leichten Blätter, die am Sproß der jungen Pflanze auf die Kotyledonen folgen, sind klein, schuppenförmig, die ersten Laubblätter Bind mehrfach tief eingesehntten.

fioOgraphischliQ Verbreitung. *Ginkgo biloba*, das Kelikt einer ehemals weitverbreiteten und artenreichen Pflanzengruppe, wird heutigen Tages auch in Ostasien nirgeis meht wildwachsend angetroffen; auch von dort ist die Pflanze nur kultiviert bekunnt. Neuere Angaben über Kpontanen Yorkommen in China und Japan (vgl. z. B. Seward and Gowan) beruben nach Wilson auf Verwechslung mit *Cercidiphyllum japonicum*. Wilson, der in China den Batim bis zu 1500m fiber Meer UbraU ktiviert sah, fand ihn nirgonds spontan wachsend.

Verwendung. *Ginkgo* wird in Ostasien unrl auch vichnli in Europa als Schmuckbaum kultiviert; er ist in Europa durchaus wimrlmrt. In China und Japan hat er rrligide Uedeutung und wird besonders um Tempel angepilaiiKt. In scliöner Form fennn er nur aus Samen gezogen werden, Stecklinge liefern feine jml-en Kxemplare. Das Holz wild ZH Tischlerarbeiten benutzt. Dann werden die Samenkerne (das Nährgewebe) in China und Japan gefistet genossen und vielfach Spisen zngOBetzt; sie sind ein geschfitzter ArtUcel.

Verwastschaftliche Beziehungen. In den 31ten Systemen wiirdo die Gattung *Ginkgo* bei den Taxaw?en Coder Talcineen) geHirt. Nun ist diese Familie im Siteren Sinne, also mit Eusehlufi der *Podocarpaceae* und *Cephalotaiaceae* durchaus uinatrtrliih;

am wenigsten aber ist an eine nähere Verwandtschaft von *Ginkgo* mit irgendeiner dieser Gruppen zu denken. Den Anstoß dazu, der Gattung *Ginkgo* eine besondere Stellung einzuräumen, gab die Entdeckung der Befruchtung durch vielwimperige Spermatozoiden; Engler gründete auf sie (1897) eine eigene Familie und eine eigene Klasse der Gymnospermen (*Ginkgoales* Engler, *Ginkgoariae* Aschers. u. Graebn.). In dem Modus der Befruchtung gleicht *Ginkgo* durchaus den Cycadeen, doch können deshalb keine verwandtschaftlichen Beziehungen angenommen werden. Beide Gruppen stehen noch auf einer niedrigeren Stufe in bezug auf Befruchtung als die übrigen Gymnospermen — es liegen parallele Reihen der Entwicklung vor. Fundamentale Unterschiede trennen die Cycadeen von den Ginkgoaceen: der unverzweigte Stamm, die Blattform, das reichliche Mark des Stammes, die Entwicklung zentripetalen Holzes, die Form der Staubblätter, der Gefäßbündelverlauf im Samen usw. Aber auch von den Coniferen muß *Ginkgo* abgerückt werden. Die Selbständigkeit des Ginkgoaceen-Stammes zeigt sich schon in seinem Alter und seiner ehemals starken Entwicklung; dann ist die Blattform und Blattnervatur durchaus eigenartig; die Harzlücken entwickeln sich lysigen; ferner kommt unter anderem die Form der 2^{Blüte} in Betracht, die Befruchtung durch Spermatozoiden, der eigentümliche Proembryo. So entspricht es den gegebenen Verhältnissen am besten, wenn auf die Ginkgoaceen eine besondere Klasse der Gymnospermen begründet wird, die zwischen Cycadeen und Coniferen steht. Im übrigen ist der allgemeine Teil bei den Coniferen zu vergleichen, in dem oft auf *Ginkgo* Bezug genommen ist.

* Einzige Gattung: **Ginkgo** L. Mant. PL alt. (1771) 313; Thunb., Fl. Japon. (1784) 358 (*Salisburia* Smith, in Trans. Linn. Soc. III [1797] 330; *Salisburya* Link, Enum. II. [1822] 402; *Pterophyllus* Nelson [Senilis], Pinac. [1866] 163; *Gingkyo* Mayr 1906*).

1 Art, *G. biloba* L. (*Salisburia adiantifolia* Smith, *Pterophyllus salisburiensis* Nelson). Der deutsche Reisende und Arzt Engelbert Kämpfer, der eine holländische Gesandtschaft begleitete, lernte den Baum Ende des 17. Jahrhunderts in Japan kennen und beschrieb ihn 1712 in Beinen Amoen. Exot. Fasc. V. 811 als »Ginkgo, vel Gin an, vulgo Itsjo. Arbor nucifera folio Adlantino«. Nach Europa wurde der *Ginkgo* 1727—1737 eingeführt, und zwar nach Holland, in England war er nicht vor 1754 bekannt. Seiner eigenartigen Blattform wegen erregte er bald Aufsehen; allmählich ging er in die Kultur als Garten- oder Parkbaum über und ist als solcher heute weit verbreitet. In Südfrankreich, der Südschweiz und im Mittelmeergebiet fruchtet der *Ginkgo* leicht, gelegentlich auch in England (vgl. Kew Bull. 1922 Nr. 9) und Deutschland. Gartenformen sind f. *macrophylla* mit sehr großen Blättern, f. *dissecta* oder *laciniata* mit mehrfach tiefgeteilten Blättern und f. *variegata* mit gelbscheckigen Blättern. Der japanische Name ist Ichonoki oder Ginnanoki; in China in der Provinz Fukien wird die Pflanze Gin-ko = Silberfrucht genannt (in anderen Provinzen hat der Name Gin-ko andere Bedeutung), in manchen Gegenden auch Hin-ko = Mandelfrucht oder (nach Wilson) Peh-k'o = weiße Nuß; englisch: Maidenhair tree, französisch: Noyer du Japon, l'arbre aux quarante écus.

Fossile Ginkgoaceae und Verwandte

von
R. Kräusel.

Allgemeines, Vorkommen usw. Die Familie der *Ginkgoaceae* war in früheren geologischen Zeiten in zahlreichen Arten weltweit verbreitet. Dabei liegt der Höhepunkt der Entwicklung im Jura, sie sind aber auch in älteren Schichten schon häufig. Meist findet man nur die Blätter, die bei den jüngeren Formen ± an *G. biloba* L. erinnern, teilweise allerdings stärker geteilt waren. An ihre Stelle treten in den älteren Schichten mehr und mehr schmalzipflige Blätter (*Baiera* F. Braun), doch ist die Grenze zwischen *Baiera* und *Ginkgo* nicht scharf zu ziehen. Die ältesten Formen, die man mit einiger Sicherheit hierher stellen kann, finden sich im Rotliegenden. Ob auch die »*Palaeophylloides*« Arbers (Dev. Floras [1921] 56) im Karbon und Oberdevon Ginkgophyten sind, ist ganz ungewiß, da man die zugehörigen Blütenorgane noch nicht kennt, wie solche für das Mesozoikum in engster Vergesellschaftung mit den Blättern mehrfach nachgewiesen worden sind. Die Staubblätter der als *Stachyopitys* Schenk (vielleicht gehört hierher auch *Dis-*

*) Die durch Mayr (Fremdländ. Wald- und Parkbäume [1906] 134, 288) erfolgte Umänderung des Namens in *Gingkyo* (einh. Name Gingkyo, Ginkyo) ist abzulehnen; vgl. auch Mitt. Deutsch. Dendr. Ges. 1922 p. 93.

costrobis Krasser) beschriebenen σ Blüten tragen im Gegensatz zu der lebenden Art mehrere Pollensäcke. Auch samentragende Stengel sind bekannt. Sie tragen ebenfalls mehrere Samen. Manche Autoren stellen hierher auch *Antholithus Zeileri* Nathorst, *Beania* Carruth. und *Stenorhachis* Saporta (= *Ixostrobus* Raciborski), die aber wohl eher zu Cycadophyten gehören. Allgemein nimmt man wohl an, daß auch die meisten fossilen *Ginkgo-Gewächse* Bäume oder Sträucher waren. Es muß daher auffallen, daß man unter den zahlreichen fossilen Koniferenhölzern noch keines den Ginkgoaceen zuweisen konnte, denn sämtliche als *Physematopitys* Göpp. beschriebenen Stücke halten kritischer Prüfung nicht stand (vgl. Kräusel, Jahrb. Preuß. Geol. L. A. f. 1917, II [1923]). Wir sind also im wesentlichen auf die Blätter angewiesen, die lange verkannt, zuerst als Farn (*Cyclopteris*) oder gar Algen beschrieben worden sind. Erst Heer klärte durch Entdeckung der Blütenorgane die Beziehungen auf. Viele Blätter sind denen von *G. biloba* L. so ähnlich (auch im anatomischen Bau), daß man sie dem gleichen Genus zuweisen muß. Es ist kaum zweckmäßig, sie als *Ginkgoites* Seward (Foss. Plants 4 [1919] 10) abzusondern. Die heutige Art ist doch nur ein Residuum einer früher viel zahlreicheren Gruppe und dementsprechend ist der Gattungsbegriff sinngemäß zu erweitern.

Daneben gibt es im Mesozoikum eine Anzahl Blätter, die man zwar auch mit den Ginkgoaceen in Verbindung bringt, ohne sie einfach dieser Familie zuweisen zu können. Für sie alle kann als umfassender Begriff die Bezeichnung *Ginkgoales* oder *Ginkgophyta* (Nathorst) benutzt werden.

Einteilung.

Ginkgo L. (*Ginkgoites* Seward). — Schon im Jura-Lias nicht selten, im Mittleren Jura am häufigsten, von weltweiter Verbreitung, scheint aber in einigen Gebieten gefehlt zu haben (Ostindien?). Es sind zahlreiche Arten beschrieben worden, die oft schwer zu unterscheiden sind (vgl. Seward, Foss. Pl. 4 [1919] 10 u. f.). Auch die Blattform von *G. biloba* variiert ja beträchtlich (Kräusel, Centralbl. f. Min. [1917] 63).

Häufigere Arten sind *G. digitata* (Brongn.) Heer, dieser sehr ähnlich *G. sibirica* Heer, *G. Huttoni* Sternb. sp. in der arktischen Region Nordeuropas und Asiens, Nordamerika, ferner in Südafrika, Dschungarei, Indien (?), Viktoria usw., z. T. auch anatomisch bekannt, dann mit überwallten Spaltöffnungen und Sekretdrüsen. — Weniger deutlich sind die Spaltöffnungs-papillen bei *G. Obruchewi* Seward aus Ostasien, mit deutlich 2 X 2-teiligen Blättern. — *G. obovata* Nathorst, eine abweichende, zu *Ginkgodium* neigende Form. — Noch im Wealden ist *G. pluripartita* Schimp. sp. recht häufig, dann nehmen die Arten schnell ab und sind in Oberer Kreide und Tertiär nur noch spärlich vorhanden. — Allerdings findet sich noch im Pliocän von Frankreich und Frankfurt a. M. *G. adiantoides* Ung. sp., von Depape, Compt. Rend. 157 (1913) 957 direkt zu *G. biloba* gestellt, der lebenden Art sehr ähnlich. Das Vorkommen dieser in Ostasien stellt also ein Relikt einer noch im Tertiär zirkumpolar verbreiteten Sippe dar.

Baiera F. Braun, Beitr. Petref. Kde. VI (1843) 20 (*Jeanpaulia* Unger). Blatt-spreite stark geteilt, fächerförmig, mit parallelen Adern, Lappen schmal, oft haarfein, aber durch Übergänge mit *Ginkgo* verbunden. (Vgl. Lundquist, Geol. Fören. Fdrh. 40, 1918, 491 über *B. minuta* Nath.) Vorherrschend in älteren Schichten.

Im Rotliegenden, z. B. *B. Raymondi* Ren., Perm von Autun, auch in Thüringen. — *B. virginica* Font, et White, in Nordamerika im Kupferschiefer. — *B. digitata* Brongn. sp., im Jura schon seltener als *Ginkgo* — die letzten Formen in der Unteren Kreide (*B. Brauniana* [Dunk.] Brongn.). — Auch zu *B.* hat man Blütenreste gezogen, z. B. zu *B. furcata* Heer (Leuthard, in M&N. Soc. Pal. Suisse XXX [1903] 7), aus der Keuper von Basel und *B. Munsteriana* Presl. sp. aus dem Lias. Die σ Blüten vom Bau der *Stachyopitys*- oder *Discoostrobus*-Formen mit zahlreichen, spiralig stehenden Stam. mit zahlreichen (meist mehr als 6) quirlig angeordneten Pollensäcken. 2 Glüten mit mehreren Samen an einer verzweigten Achse. — Großblättrige Arten sind: *B. spectabilis* Nathorst (Rhat von Schonen), *B. lunensis* (Stur) Kräusel (Keuper von Lunz), diese auch anatomisch bekannt, vom Bau der *Ginkgo biloba* (vgl. Kräusel, Jahrb. Preuß. Geol. L. A. f. 1920 [1921] 192). — *B. stormbergensis* Seward, Rhat von Südafrika. — *B. Simmondsi* (Shirley) Seward, Australien. — Eine Art mit haarfeinen Lappen, daher oft mit *Trichopitys* verwechselt, ist *B. Lindleyana* Schimp. sp. — *B. pulchella* Heer, oft nur zweiteilig. (Weitere Arten bei Seward, Foss. Pl. 4 [1919] 33 u. f.)

Fossilien, deren Zugehörigkeit zu den Ginkgophyten $\pm$ wahrscheinlich ist.

Czekanowskya Heer, Fl. foss. arct. 4, Nr. 2 (1877) 65. — Blätter mehrmals gabelig geteilt mit schmalen, fast pfriemenförmigen Abschnitten, diese wenig auseinander spreit-

zend, wie bei *Ginkgo* an Kurztrieben mit Hochblättern an der Basis. § Blüte mit nur 1 PoUensack (?).

Wenige, typische Arten im Rhät und Jura, wohl auch noch Kreide (*Cz. rigida* Heer).

Ginkgodium Yokoyama, Journ. Coll. Sc. III (1889) 56. — Blätter ungeteilt, breit lanzettlich, am Gipfel gestutzt, in der Mitte mit einer ± tief gehenden Einbuchtung, am Grunde verjüngt und gestielt, paralleladrig.

G. Nathorsti Yokoyama im Jura Japans, vielleicht auch in Südrufiland.

Eretmophyllum Thomas, Proc. Cambr. Phil. Soc. XVII (1913) 256. — Blätter ungeteilt, ruderförmig, länglich elliptisch, gestielt, mit lockeren, zuweilen gegabelten parallelen Adern, Sekretschluche und Spaltöffnungen wie bei *Ginkgo*.

E. pubescens Thomas im Jura von Yorkshire, ähnliche Blätter im Jura von Afghanistan.

Phoenicopsis Heer, Fl. foss. arct. 4, Nr. 2 (1876) 49. — Blätter lang-lineal, am Grunde wenig verschmälert, zu mehreren büschelförmig an Kurztrieben, an deren Grund Hochblätter; Adern parallel, ohne Anastomosen (einzeln daher leicht mit *Desmiophyllum* Lesqu. zu verwechseln).

Mehrere schwer trennbare Arten im Jura des Amurlandes, Sibiriens und Norwegens, ähnliche Blätter aus Gebieten mit *Glossopteris-Flora*, (Seward, Foss. Pl. 4 [1919] 69), vielleicht auch in der Kreide von Mähren.

Torellia Heer, Fl. foss. arct. 2 Nr. 3 (1871) 44 (*Feildenia* Heer). — Blätter steif, gerade, gestielt, längsadrig, am Gipfel gerundet, einzeln spiralig am Zweige sitzend, bei einer Art vielleicht zueispaltig.

Kreide und Tertiär von Spitzbergen und Grinnelland (Nathorst, Geol. Foren. F5rh. 41, 1919, 239, 246).

Rhipidopsis Schmalhausen, Mém. Ac. Pétersb. (7) 27 (1879) 50. — Blätter handförmig geteilt, die mittleren Abschnitte am größten, bis 30 cm lang, gestielt, mit parallelen gegabelten Adern, meist tiefer gelappt als bei *Psymphyllum*.

Mehrere Arten aus unteren Gondwanaschichten von Ostindien, Argentinien usw., auch in Nordrufiland.

Psymphyllum Schimper, Traité Pal. vég. 2 (1870) 192 (+ *Gingkophyllum* Saprota). — Blätter groß, keilförmig oder handförmig gelappt, ungestielt, einzeln spiralig der Achse angeheftet, Gipfel breit, abgestutzt, ± palmat gelappt, Adern fein, dichotom radialstrahlend.

P. Kolderupi Nathorst, schon an der Grenze von Mittel- und Oberdevon (Norwegen), *P. Kiltorkense* Johnson (= *Kiltorkensia* Johns.) im Oberdevon von Irland. — Formen mit schwächer geteilten, also cordaitenähnlichen Blättern, im Karbon, *P. flabellatum* (Lindl. et Hutt.) Arb., ähnliche Blätter noch im Rhät (vgl. Seward, Foss. Pl. 4 [1919] 79 u. f.).

Zu den Ginkgophyten gestellte Fossilien, deren Stellung ± zweifelhaft ist.

Im Anschluß hieran seien noch einige Pflanzen erwähnt, deren Beziehung zu den Ginkgophyten noch sehr unsicher oder unwahrscheinlich ist.

Saprota Fontaine et White, Permian Flora (1880) 99. — Blätter groß, handförmig gelappt, gestielt, mit breiter Blattgrund, von dem feine, parallele, gegabelte Nerven ausgehen.

Sehr isolierter Typus aus dem Perm von Pennsylvanien.

Dicranophyllum Grand'Eury, Compt. Rend. 80 (1875) 1021. — Achsen mit spiralig angeordneten Blättern, die beim Abfallen an *Lepidodendron* erinnernde kleine Blattpolster hinterlassen. Blätter mehrfach gegabelt, mit lang linealen Abschnitten, die fertilen (vielleicht waren alle fertil?) im unteren Teile mit 2 Reihen eiförmiger Samen.

Mehrere Arten im Permokarbon (vielleicht auch schon früher) von Frankreich, Deutschland, Nordamerika usw. (vgl. Seward, Foss. Pl. 4 [1919] 94 u. f.).

Schützia Geinitz, N. Jahrb. Min. (1863) 525 (incl. *Dictyothalamus* 88 pp.). — Blütenstände mit zweizeiligen, gegliederten Achsen und schopfartigen Blüten, die nach Schuster (Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien 120 [1911] 1125) Sporen enthalten.

Perm, auch Kulm, von Deutschland und Schottland, vielleicht zu den *Cordaitales* gehörend.

Trichopitys Saprota, Compt. Rend. 80 (1875) 1020. — Sprosse mit fein zerschlitzten

Blättern, in deren Achsel fertile Blätter, diese schmal, einfach gefiedert, am Ende der Fiedern mit je 1 Samen.

1 Art im Perm von Lodève (Jurassische, hierhergestellte Formen dürften eher zu *Baiera* gehören).

Sewardia Zeiller, vgl. Seward, Foss. PL 4 (1919) Nr. 4. — Stachelige Achsen mit radialstrahligen Blättern.

Die Stellung dieser Fossils erscheint ganz unsicher.

Das gilt auch von ähnlichen Blättern aus dem Permokarbon, die Zalesky (Mém. Com. Geol. Pétersb. N. S. 86 [1912] 28) als *Ginkgopsis*, *Nephropsis*, *Glottophyllum* bezeichnet hat. Sie sind von älteren Autoren zumeist sehr voreilig als *Ginkgo* usw. beschrieben worden.

Whittleseya Newberry, Ann. of Sc. 1 (1854) 116 (vgl. Seward, Foss. PL 3 [1917] 128). — Blätter kurz gestielt, schaufelförmig, Vorderrand gezähnt, mit parallelen Adern, z. T. auf 1 Seite mit Sporen in Längszeilen.

Als *W. fertilis* beschreibt Kidston sackartige, aus 2 getrennten Spreitenteilen bestehende Organe, deren eine Seite mit Sporen bedeckt ist. Danach scheint ginkgoide Verwandtschaft ausgeschlossen; man könnte eher noch an Cycadophyten denken.

5. Klasse Cordaitales.

Cordaitaceae

Von

R. Kräusel.

Mit 4 Figuren.

Cordaitaceae EngL, in E. P. 1. Aufl. IL 1 (1887) 26.

Wichtigste Literatur: Grand'Eury, Flore Carbon, Département Loire et du Centre de la France, Paris 1877. — Renault, Structure comparée de quelques tiges etc., Nouv. Archiv. Museum, 2. Serie, II (1879). — Derselbe, Bassin Houiller et Permien d'Autun et d'Épinac, Flore Fossile 2 (Paris 1896). — Derselbe, in Comptes rendus 140 (1905) 995. — Scott, Studies in fossil botany, 2. u. 3. Aufl. (1909 bzw. 1923). — Zeiller, Quelques plantes fossiles des Lower Gondwanas, Mem. Geol. Surv. India, N. S., II, 1 (1902). — Seward, Fossil plants, Vol. III, S. 219 ff. — Stopes, Leaf-Structure of Cordaites, New Phytol. II (1903) 91. — Bertrand, C. F., Bourg. fern. des Cord. (1911). — Feistmantel, Foss. Fl. Gondwana System 1_3 (1879/80). — Außerdem die Darstellungen in den Lehrbüchern von Potonié-Gothan, Solms-Laubach, Zeiller.

Die Cordaiten (genannt nach dem Botaniker Corda) sind (meist?) ausgestorbene Bäume von einem für Gymnospermen recht fremdartigen Aussehen. Man kennt von ihnen Wurzeln, Stämme, Blätter und Blüten, z.T. auch Samen, und zwar nicht nur in Form inkohlter Abdrücke, sondern auch echt versteinert, d. h. mit erhaltener Innenstruktur. Somit gehören sie zu den am vollständigsten bekannten Fossilien. Sie sind namentlich von Grand'Eury und Renault untersucht worden, denen die zentral-französische Kohlenformation reiches Material lieferte. Hier, bei Autun, Grand-Croix usw. liegen ihre Blätter nach Solms-Laubach (Einleit. S. 108) »in Masse schichtenweise gerade so übereinander wie die nassen Buchenblätter am Boden unserer Laubwälder«.

Merkmale. Die Cordaiten waren ± hohe Bäume mit angeblich schwach entwickeltem Wurzelsystem, mit ± glatten, erst im oberen Teil unregelmäßig verzweigtem Stamm, mit großem Mark und sekundärem Holzzuwachs. Die Blätter sind monokotyledonenartig, d. h. ± lang und bandförmig bis schmal grasartig und werden von ± parallelen, zuweilen dichotom gegabelten Längsadern ohne Querverbindungen durchzogen. Sie saßen spiralig angeordnet an den jüngeren Zweigen, beim Abfallen große, quergestellte Narben hinterlassend, dazwischen die getrenntgeschlechtlichen Blütenstände, ziemlich dicke Stiele mit zweizeilig angeordneten Blüten (Kätzchen). Die ♂ Blüten besitzen eine ziemlich dicke Achse mit Hochblättern, zwischen ihnen stehen oben die Stam., die mehrere (3—6) längsgestreckte Staubbeutel tragen. Die ♀, äußerlich ähnlich aussehenden Kätzchen tragen,

Bastzone, hierauf eine dünnwandige Zellsehicht mit Sekretgängen, dann eine Lage von Hemtem und endlich eine peripherische Parenchymsehicht, in der sich wiederum Sekretgänge, & wie tief einwärts dringende, eubepidermale Sklerenchymstränge finden (*Sparganium Dictyoxylon* St. V. Lr.), wie solche zahlreichen paläozoischen Stämmen und Blattstücken eigentümlich sind. Die ältere Rinde (*Corduiphloios*) zeigt aus dem Meristem hervorgegangene Zonen von Tracheiden mit tangentialen Hofstrahlen, die mit dünnwandigen Zell-Lagen wechsellagern. Borkenbildung ist beobachtet, ihre Entwicklung aber noch unklar.

Die Wurzel (*Rhizo-Cordaites* Grand'Eury) bestehen aus einem diarchen oder tetrarchen Primärholz aus Spiral- und Treppentracheiden, einem starken sekundären Holzkörper aus Trichtertracheiden, Rindenparenchym und Periderm, die dicke Rinde läßt also

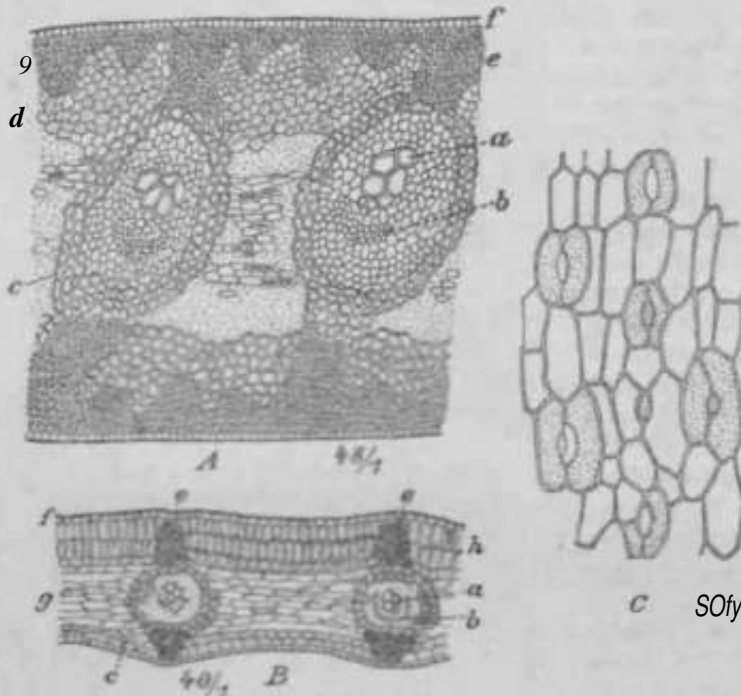


Fig. 105. A Längsschnitt 4c* Buttes von *L'cordaites* sp. (wohl *Anguloso-griati** (jmd'EiH-y, JS'l. li D'splpichci) ten <'. lingitatis Grand-Kury. *au. *L. untl i *ELotetide* dt-r d'luxylwi GefMoliUndtl, c Gefäß-Bündel, d Juhetd*, 4 Heaophyll, « hyi>oUp.mialc Bittstetrangfi, f Epidermis, g SeUwftminiureicliym, h PALLiadenparenchyin. C Untt Epidermis den Bln.lee von *O. cras* M* B. R. 80/1. (Sach Renault, Souv. Arch. MUK fart* s. » 31, Taf. 16.)

1* Zonen unterscheiden. Diese marklosen Wurzeln sind zuerst als *Ameylon radicans* Williamson beschrieben worden. Osborn fand (Ann. of Bot. XXIII 1900 603) in der inneren Rinde immer Seitenwurzeln mit Pilzhypen erfüllte Zellen, was als endotrophe Mykorrhiza gedeutet worden ist.

Die Blätter findet man von allen Teilen der Pflanze am häufigsten, auf sie wurde zunächst der Name *Cordaites* Ling¹, angewandt. Sie finden sich zahlreich in Pönn köhliger Abdrücke, die Dolomitknollen des Karbons wie die Pflanzenmährchen Kiesel des Kärtiogens zeigen sie auch mit erhaltener Struktur. Zwei cm bis 1 m lang, bis 20 cm breit, bald bandförmig, bald lineal bis spatelförmig, an Grund und Gipfel allmählich verschunert oder aweli ± geatzt, sind sie oft dick, lederartig und werden durch die zahl-

reichen parallelen, selten gegabelten Adern ohne Querverbindungen gekennzeichnet. Diese sind mitunter alle gleich fein, bei anderen Formen stehen zwischen stärkeren 1 bis mehreren (4, 6) feinere Nerven, die dann nicht Gefäßbündeln, sondern subepidermalen Baststrängen entsprechen (falsche Nerven). Sie sitzen dem Stamm mit dicke, konkav gewölbtem Grunde an.

Form und Aderung bieten die Mittellänglichkeit, diese Blätter in drei Gruppen zu trennen, wobei man sich aber bewußt sein muß, daß es sich da nicht um eine rein natürliche, jedoch Gruppierung handelt. Auch die Anatomie gestattet eine solche schon aus dem Grunde nicht, weil es niemals nicht immer möglich ist, die anatomischen Typen mit bestimmten Abdrücken in Zusammenhang zu bringen. Ebenso wenig kann man die isolierten Blätter von *Cordaites* und *Mesoxylon* voneinander trennen. Man unterscheidet also

1. *Cordaites* im engeren Sinne (*Eu-Cordaites* Grand'Eury), breitblättrige Formen mit groben und feineren Adern dazwischen. Sie sind im mittleren Oberkarbon am häufigsten, z. B. *C. principatis* Germ., *C. borassifolium* Steinberg.
2. *Poa-Cordaites* eilimite, linealisch-stumpfe, bis 40 cm lange, an Graeflütter erinnernde Formen mit boinahe gleichstarken Nerven.

8. *Dory-Cordaites*, breitblüttrig, bis 50 cm lang, lanzettlich zugespitzt mit state gleich feinen Adera. Hauflg besonders im oberen Oberkarbon und im Rotliegenden.

Die Anatomie der Blätter ist, wie die Querschnitte lehren, in Einzeileiten dicht verschieden (Fig. 106). Man erkennt eine Anzahl Leitbündel, die, ein wichtiges Merkmal, zwei Holzteile besitzen (diploxyloides Bündel). Der der Achse zugedrehte Xylemteil ist groß und hell, der andere, quer bogentförmige kleiner. Nach Stoepe (New Phytol. H. 1803) verschwindet das zentrifugale Xylem in den Blättern, dies und andere Einzelheiten erinnern an Cycadaceen (*Zamia*). So liegt der Phloemteil nach außen, auch ein »Transfusionsgewebe« findet sich oft. Die Spaltöffnungen sind wahrscheinlich auf die Unterseite beschränkt. Bei *C. angulosostratus* Grand'Eury ist das Mesophyll wenig differenziert, während *C. principalis* Germar deutlich Palisaden- und

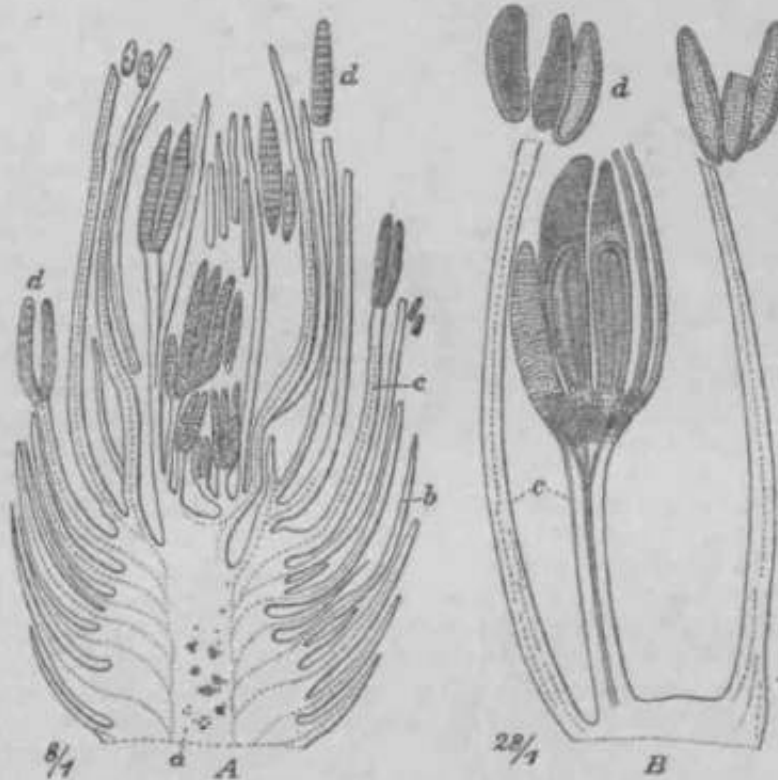
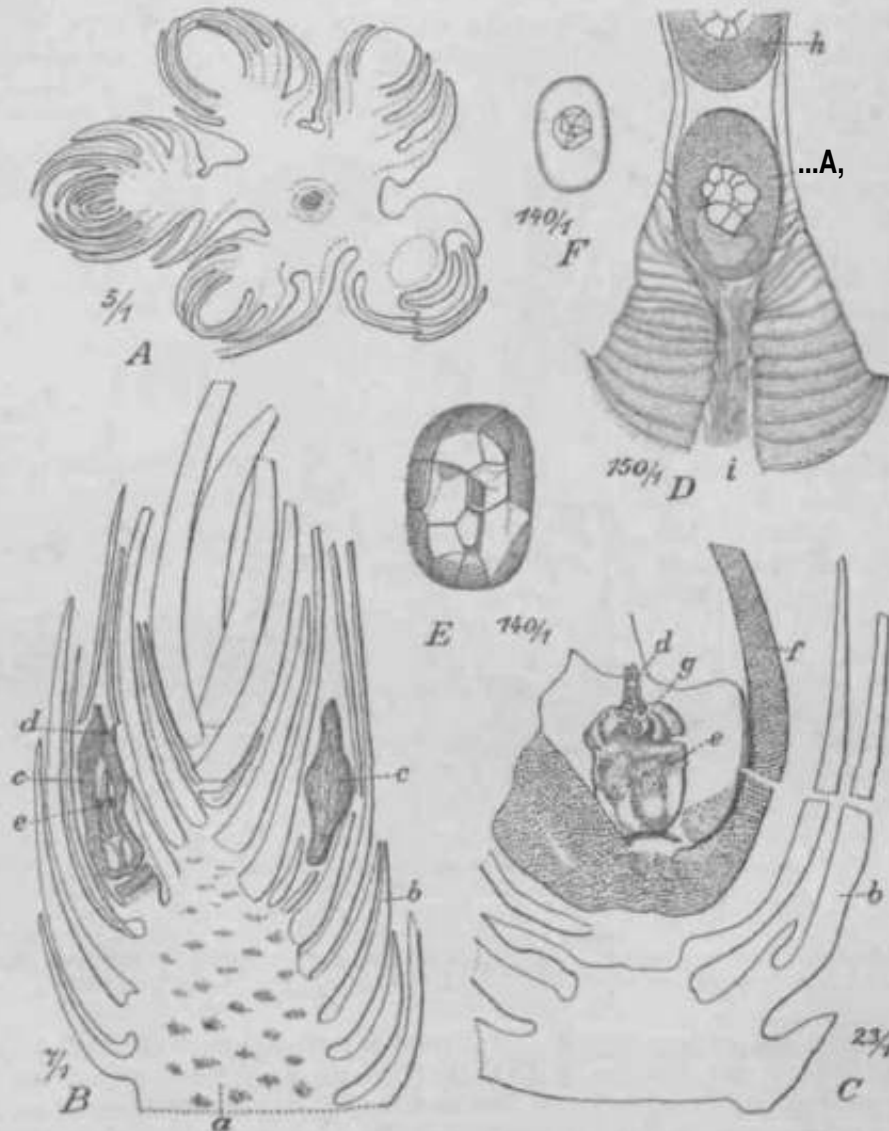


Fig. 107. A Längsschnitt von *Cordaitanthus*, im J. KIMM. «1. a Aehren, 6 Mitrill.-Urivkteen, r Stnobliden. d Staubbeutel. It Mäbrere StmbltUUn, Min. (Nacht Renault, Nniv. Arch. Jhnt. fultn V.tlh Taf. i&)

Schwammparenchym erbennca litfit *C. crassus* Renault war ein fleischiges Blatt Lignier (Ann. Sc. nat. Bot. 49 XVII [1913]) konnte an Blattknospen von *C. linguatus* Ren. die Entwicklungsgeweihe der eintdnei Blattgewebe aufwachen. Die Gewebe wurden oben und unten von Faserstränge begleitet, die den Blättern eine hohe Biegefestigkeit gegeben haben müssen. Zwischen ihnen liegen dann oft noch die feinen Stränge der Fächerstränge, die parallel dazu verlaufen. — Bei *C. Felicis* Benson (Ann. of Bot XXVI [1913] 201) gehen diese aber von oben nach unten durch das ganze Blatt hindurch (ähnlich bei *C. Wedekhuti* Felix, Untersuchungen über die inn. Bau westfäl. KarbonidL, Abh. K. L. Preuß. Geol. Saml.-Antt 7 (1888J), Pflanzendeck- und Schwammparenchym sind nicht streng geordnet, ein Transfusionsgewebe ist angedeutet. Diese Blätter gehören zu *Meoxylon* gehören.

Blüten- und Fruchtverhältnisse. Alulilcko der Eluten finden sich nicht jucken und zeigen dann eine längstreifige Achse, die in zweizähliger Anordnung kiltchenartige Knospen trägt, in denen die Blütorgane sitzen. Sie sind getrenntgeschlechtlich. 3 und 2 sind aber ilulierlich nur dann zu unterscheiden, wenn die reifen Samen bnr, die Unifaden sichtbar sind. Bei *Cordaitanthus Picaireniae* Undl. et Hutt hängen diese Samen an langen Fäden heraus. Solche Blüten werden als *Cordaitanthus* Grand'Eury (*Antho-*

litftus Brongn. z- T.) bezeichnet, ilire ZuBammengehOrigkeit mit licstimmt StUmme und BISTtera 1st in vielen *Fallen* noch nicht naehg-ewiesen. Es bantleJt sich aJso um + ei/Sraige Ahrchen, die in den Achseln tiler BISTter stehen imd jiahlreiche Bpiralig **angeordnete** Schuppen oder Hochbiatter tragen. Die meisten Aufklftrungen fiber iliren Bau verdanken wir dem vereteinerten Material von Grand-Croix, ~~ab~~ von Renault untersucht worden ist. Die nackten <\$ Bitten (Fig. 107) stehen zwischen den Hochblattrn und bestehen



Plft. 108. A AetasonilUimhultt von Oordaiow/füü*«A/lifni«rof/,tnt, etwa Sri. JB L-ftngiwcldntftt Voft C. William-
*<mi R. B.. 7/1. a Aohnu drat Zap fens, b BrnktViet), c cinsvln \$ Bill to. rf Mikropyle. « Roste <ott Nucellus,
C LftngAfictuiitt von C. Grattt'Siinji R. B.. 23/1. ^ iulJare SaincnBchiaie, (f PollBnkftmmr, diirln zwei
Pollenkörner. D Desgleichen, oberer Toil dtuj KHcetus, JMW. Dariu airei jofhreeillfre P>Jl«iW«ier, i%
i Eingang aarPollonkammer. E RuJftis. f unrdfuB Pollnkorn, 140/1. (Xnch Renault, NotiT.Aroh.MuH.
Paris a, h. II, Tuf. IT.)

aus 1, 2—4 Stmn. mit 3—4, tiach Solms-Laubach BOgar Ti—6 aufrechten Pollen-
sacken (Mikrosporangien), die sich oft durch einen Liingsrifl Offnen. Der fadenförmige
Teil wlrd von eineni GefaBbQnde] **durchsOge**, das iiaeli jedem Beutel einen Zweig sendet.
Sie lassen sich somit den **Stubftdeo** der Ginkgoeene an die Seite stellen, wo rezeit 2,
bei fossilen Gormen iibcT mehr (meist 6) Staubbeutel an einem Filament sitzen- Solms-
Laubach (Einleit. S. 116) halt jedeB der hier als Staubfitden aufgefaft«n Organe filr
eine \$ BliQte, BO dnfi jeder »Pollensack« alao ein StaubgefllJJ darstellt, woraus dann eine
gewisse Homologie mit den Blftenverhältnissen der Gnetaceen sich ergeben wflrde. Die

andere Auffassung ist aber jedenfalls einfacher. (Mehr darüber bei Scott, Studies II, 3. Aufl. [1923] 293 u. f.) Das £ Kätzchen ist dem \$ äußerlich fast gleich (Fig. 108), aber nur in den Achseln einiger Hochblätter sitzen einzeln die orthotropen Samenanlagen am Ende eines kleinen Stielchens, das selbst wiederum einige Brakteen trägt. Bei der Reife ist der Stiel dann oft verlängert (siehe oben). Man wird dieses Gebilde am besten als einfachen Zapfen mit achselständigen, allerdings zum großen Teil völlig verkümmerten Samenanlagen (zur Reife gelangt auch von den noch vorhandenen wohl meist nur eine) und nicht als Blütenstand auffassen, wodurch eine gewisse Ähnlichkeit mit den Koniferenzapfen gegeben ist. (Auch hier gehen aber die Ansichten auseinander.) Die sehr oft herzförmige Samenanlage wird von einem Integument umgeben, dessen äußerer Teil später fleischig, der innere dagegen hart wird (Sarkotesta und Sklerotesta), also ähnlich wie bei *Ginkgo* und vielen Cycadeen. Nach Renault handelt es sich um 2 Integumente (*Diplotesta* Brongn.), die morphologische Deutung ist also ebensowenig wie für *Ginkgo* usw. einheitlich. Stets zeigen die Samenanlagen am oberen Ende eine Pollenkammer, die Mikropyle ist zuweilen, z. B. bei *C. Grand'Euryi* Ren., sehr lang.

Die Pollenkörner (Fig. 108 E, F) sind bis 0,5 mm groß, ellipsoidal und enthalten im Innern oft ein großzelliges (prothallöses?) Gewebe. Anscheinend wachsen sie noch nach der Bestäubung, wie aus den Grubenverhältnissen der oft noch in der Mikropyle gefundenen Körner hervorgeht. Pollenschlauchbildung hat man hier nie beobachtet, dies spricht dafür, daß die Befruchtung durch Spermatozoiden erfolgte, wie Renault auf Grund des Baues des Innengewebes schon 1896 vermutete, also noch ehe sie für *Ginkgo* und Cycadeen entdeckt waren.

Die Samen sind eiförmig, sehr oft auch herzförmig, meist sind nur die Kerne mit der inneren harten Schale erhalten. Solche isolierte Samen sind im Karbon sehr häufig, solange man sie aber restlos zu den Cordaiten rechnete (Pflanzenfam. I. Aufl. II, 1, S. 26), stand ihre Mannigfaltigkeit in auffallendem Gegensatz zu der sonstigen Einförmigkeit der Gruppe. Heute wissen wir, daß ein sehr großer Teil dieser Samen zu den Pteridospermen gehört, und da die Entscheidung in den meisten Fällen noch nicht sicher möglich ist, sind diese Samen im Zusammenhang bei den Pteridospermen behandelt worden. In einigen Fällen ist aber die Zugehörigkeit zu den Cordaiten erwiesen bzw. sehr wahrscheinlich. Die Samen sind dann meist herzförmig (*Cardiocarpus* H. B. Geinitz), zuweilen flach eiförmig und schwach geflügelt (*Samaropsis* Gbpp.). Weitere »Gattungen« sind auf den verschiedenen Gefäßbündelverlauf begründet worden, so *Cycadinocarpus* Ren. et Bertr., *Diplotesta* u. a. — *Mitrospermum compressum* (Williams.) Arb. gehört vielleicht zu *Mesoxylon multirame* Scott u. Maslen. Die Samen enthalten stets einen Nucellus, ein Embryo ist darin nie beobachtet worden. Er hat sich wohl erst nach dem Abfallen der Samen entwickelt.

Verbreitung. Die Cordaiten, namentlich ihre Blätter, gehören zu den häufigsten Fossilien des Karbons und scheinen in manchen Ablagerungen an Zahl alle übrigen Pflanzen zu übertreffen. Die Gruppe findet sich schon im Kulm, ist im unteren Oberkarbon noch selten, um dann im oberen Oberkarbon schnell große Häufigkeit zu erlangen, die auch noch durch das Rotliegende anhält. Ob einige araucarioid gebaute Hölzer aus präkarbonischen Ablagerungen, so wie gewisse Blätter aus jüngeren Schichten (Trias, Rhät u. a.) auch noch dazu gehören, ist zumindest noch zweifelhaft (vgl. S. 120). Sicher nachgewiesen sind sie vor allem im Karbon und Perm von Europa, Nordamerika und China, im Perm Rußlands und Sibiriens, sowie im Permokarbon (Untere Gondwanaschichten) von Indien, Australien, Südafrika und Südamerika.

Verwandtschaft. Die Cordaiten sind echte Gymnospermen mit so viel eigenartigen Merkmalen, daß sie zu keiner anderen Familie gestellt werden können. Manche Züge lassen Verwandtschaft mit Ginkgoaceen und Cycadeen, andererseits mit den Pteridospermen erkennen. Zu letzteren bildet *Poroxylon* einen deutlichen Übergang. Man kann an diese Gattung die *Pityaceae* anschließen (vielfach werden diese noch zu den Cordaiten gerechnet, z. B. bei Scott, Studies II. 3. Aufl. [1923]), die aber mit gleichem Recht zu den Pteridospermen gestellt werden könnten und *Lyginodendron* nahe stehen. Auch der Bau der Samen weist in diese Richtung. Das große Mark, der Bau der Blattbündel ist cycadeoid. Die \$ Blüten erinnern an Ginkgo, die \$ dagegen an Coniferen; das gilt auch für die sekundären Holzkörper. Sahn i weist auf Einzelheiten des Samenbaues hin

(Ann. of Bot. XXXIV [1920] 117), die an die Taxaceen erinnern. Solange aber über die Morphologie der Blütenorgane keine richtige Klarheit herrscht, bleiben diese Vergleiche unsicher. Am schwächsten sind die Vergleiche mit den Gnetaceen begründet.

Phylogenetisch wird man also *Cordaitales* und Pteridospermen von einer gemeinsamen Wurzel ableiten, zu der dann auch die Ginkgoaceen nahe Beziehungen besitzen.

Einteilung der Oruppe. Ursprünglich waren vor allem die Blätter der echten Cordaiten bekannt, auf die im besonderen die Bezeichnung *Cordaites* angewandt wurde. Als man die übrigen Teile der Pflanze kennen lernte, war es nicht möglich, sie in Zusammenhang miteinander zu bringen, es wurden daher besondere Hilfsgattungen eingeführt, auf die ebenso wie auf die künstliche Gruppierung der Blattformen oben bereits hingewiesen worden ist (*Cordaicladus*, *Poa-Cordaites* usw.). Heute ist die Zusammengehörigkeit in vielen Fällen noch unklar, jene Namen müssen also jetzt noch Verwendung finden.

Neben *Cordaites* im engeren Sinne kennen wir eine Anzahl von Formen, die zwar den Cordaiten unverkennbar nahe stehen, aber doch in manchen Einzelheiten abweichen. Sie werden hier vorläufig noch alle zu einer Familie vereinigt, schon jetzt läßt sich aber sagen, daß sich später die Unterscheidung mehrerer Familien als notwendig erweisen wird, die dann die Reihe der *Cordaitales* bilden würden.

Versucht man die ganze Gruppe natürlich zu gliedern, soweit das bei der zum Teil noch unvollständigen Kenntnis möglich ist, so ergibt sich folgende

Einteilung.

- A. Stämme ohne zentripetales Holz, Mark gefächert, Blattbündel diploxyl. Adern nicht oder nur selten gegabelt, Aderung sehr fein, oft feinere zwischen größeren Adern. Blüten getrenntgeschlechtig, in zweizeiligen Ähren. Cordaitoideae.
- B. Stämme mit zentripetalem Holz und zentrifugalem Sekundärzuwachs in den Blattspuren, Mark, Blätter und Blüten soweit bekannt, cordaitoid . . . Mesoxylodeae.
- C. Stämme und Blätter mit zentrifugalem und zentripetalem Holz . . . Poroxylodeae.
- D. Blätter mit häufigen Adergabelungen und lockerer Aderung. Stämme mit Zentripetalholz (?). Noeggerathiopsidoideae.

Unterfamilie I. Cordaitoideae.

Cordaites Ung. Gen. et Spec (1850) 27. (*Pycnophyllum* Brongn.).

Untergattung I. *Eucordaites* Grand'Eury. Breitblättrig mit Zwischenerven, am häufigsten in mittleren Oberkarbon, z. B. — *C. principalis* (Germ.) von Wettin u. a. — *C. borassifolius* Sternb. u. a.

Untergattung II. *Poacordaites* Grand'Eury. Blätter schmal, grasähnlich. — *C. microstachys* Goldenberg, Karbon von Deutschland, England, Frankreich.

Untergattung III. *Dory cordaites* Grand'Eury. Blätter groß, ohne Zwischenerven. — *C. palmaeformis* (Gopp.), Oberkarbon und Perm.

Artisia Sternberg. Marksteinkerne. — *Dadoxylon* Endlicher. Sekundärholz. — *Cordaianthus* Grand'Eury. Blütenorgane.

Die strukturbildenden Stücke (Stämme, Blätter, Blüten, Samen) sind meist unter besonderem Namen beschrieben und zum Teil bereits im allgemeinen Teil erwähnt worden.

Phylladoderma Zalessky, Bull. Soc. Oural. Am. Sc. Nat. XXXIII (1913) 24. — Perm des Petschorabeckens, mit spärlicher Aderung.

Rhoptozamites Schmalhausen. Mém. Acad. Pétersb. (7) 27 (1879) 29. — Perm des Kuznezbeckens, an *Noeggerathiopsis* erinnernd und wahrscheinlich zu dieser Gattung gehörend.

Unterfamilie II. Mesoxylodeae.

Mesoxylon Scott, et. Maslen, Ann. of Bot. XXIV (1910) 236.

Wichtigste spezielle Literatur: Scott a. Maslen in Ann. of Bot. XXIV, (1910), Ann. of Bot. XXV (1911) 381. — Scott, *M. Lomaxii* und *poroxylodes*, ebenda S. 1011; *M. multirame*, ebenda XXXII (1918) 437; Fertil shoots usw. ebenda XXXIII (1919) 1. —

Diese bisher nur in einigen Arten aus den englischen Torfdolomiten und dem Donezbecken (sie findet sich aber sicher auch im Karbon Deutschlands) bekannt gewordene Gattung zeigt im allgemeinen den Bau der Cordaiten, besitzt aber ein schwaches Zentripetal-

holz im Stamm, das eine Art Markkrone bildet. Der Zentrifugalteil der Blattspuren zeigt Sekundärzuwachs. Stämme meist kleiner als bei *Cordaïtes*, sekundäre Markstrahlen einreihig, die Tracheiden bei *M. multirame* mit Tangentialtüpfeln, in der Rinde Sekretgänge und -löcher. — Die als *Cordaïtes Felicis* Benson beschriebenen Blätter gehören vielleicht zu *Mesoxylon*. Mehrfach sind Achselsprosse beobachtet, die bei *M. multirame* als fertile Organe gedeutet werden.

Mesoxyloopsis Scott, Ann. of Bot. XXXIII (1919) 17. — *M. Arberae* Scott unterscheidet sich von der vorigen Gattung durch das kleinere Mark und die von Beginn an einheitlichen Blattspurstränge. Knospen zeigen cordaitoide Blätter.

Parapitys Zalessky, Mém. Com. Géol. Petersb. N. S. 68 (1911) 28. Oberkarbon von Halifax. Nur eine Art (*Dadoxylon Spenceri* Scott, Studies 2. Aufl. II. [1909] 188) mit pentagonalem Mark, zeigt wie die folgenden manche an Pteridospermen erinnernde Ztige, Blattspur doppelt. . . . ! . . .

Caenoxylon Zalessky, Etud. paléobot. I. (1911) 13. — Perm(?) des Urals mit großem Mark, starkem, endarchem Primärholz und Jahresringe, Blattspur doppelt.

Mesopitys Zalessky, Mém. Com. Géol. Pétersb. N. S. 68 (1911) 1 (*Araucarites Tschihatcheffi* Göpp.). — Dem vorigen ähnlich, vielleicht noch mit schwachem Zentripetalholz, Mark mit Nestern sklerotischer Zellen, Blattspur doppelt.

Metacordaïtes Renault, Soc. Hist. Nat. Autun (1896). — Permokarbon von Autun, Mark dicht, mit großen Sekretgängen am Rande, Sekundärholz cordaitoid, radiale Tracheidentüpfel aber nur 1-reihig, Blattbündel zusammengesetzt; zeigt vielleicht Anklänge an Coniferen.

Hapaoxylon Renault, Bass. houill. Fl. foss. II, 360, I. — Das große Mark des eigenartigen, als *H. Rochei* Ren. aus dem Perm von Autun beschriebenen Stammes ist cordaitoid; das Holz erinnert an das Schwimmholz von *Herminiera* oder *Aeschynomene* und besteht nur am Rande des Markes aus wenigen Reihen von Spiral- und Tüpfeltracheiden, auf die eine breite Zone länglich rechteckiger ungetüpfelter Zellen folgt; Markstrahlen einreihig, Phloem breit, Periderm außen mit schmalen Blattnarben, Wurzel triarch, mit Sekundärzuwachs.

Die *Pityeae*, die hier angeschlossen werden könnten (vgl. Scott, Studies II, 3 Aufl. [1923] 254), z. B. *Pitys* Witham, *Archaeopitys* Scott et Jeffrey, *Callixylon* Zalessky (Oberdevon!), siehe S. 120.

Unterfamilie III. Poroxylodeae.

Pbroxylon Renault, Tiges usw. (1879) 272.

Wichtigste spezielle Literatur: C. E. Bertrand, Rech. s. 1. Poroxylons, Mém. Soc. Beige Microsc. XIII (1889). — Renault, Tiges de la flore carbonifère (1879; in Comptes rendus 88 und SI, (1879—1880). — Bertrand und Renault, Rech. s. 1. Poroxylons, Arch. bot. Nord de la France II (1882) 243. — Renault, Sur *Metacordaïtes*, Soc. d'Hist. nat. d'Autun (1896) 279. —

Schlanke, Stämme mit Mark, zentripetalem Primärholz (eine Markkrone bildend) und zentrifugalem Sekundärholz, vom Kambium und Phloem umgeben, in der primären Rinde Sekretgänge, die äußere mit Spanjawn-Stuktur. Auch die Blätter mit zentrifugalem und zentripetalem Xylem, (diploxy), mit parallelen Nerven. Vereint Merkmale der Pteridospermen mit solchen der Cordaiten.

Wenige Arten, vor allem nach den Bau des Phloems unterschieden, im französischen Permokarbon.

Unterfamilie IV. Noeggerathiopsidoideae.

Noeggerathiopsis Feistmantel, Foss. Fl. Gondwana System 3, Tl. 1 (1879) 23.

Wichtigste spezielle Literatur: Feistmantel, Foss. Fl. Gondw. Syst. 1—3 (1879) 80. — Zasky, in Mém. com. géol. Pétersb. N. S. 86 (1912).

Bei dieser Gattung handelt es sich um Blätter, deren eigentliche Heimat die Gondwanagebiete sind (*Glossopterisflora*). Sie kommen daher in unserer permokarbonischen Flora nicht vor. Es sind bald größere, bald kleinere, lanzettliche, oft mehr spatelförmige Blätter, deren Adern häufiger gegabelt sind als bei *Cordaïtes*. Zwischenadern fehlen meist, werden in einigen Fällen aber angegeben. Größere Blätter, bei denen Verzweigungen weniger zahlreich sind, haben mit Cordaitenblättern starke Ähnlichkeit. Damit zusammengefundene Samen von Canftocarpus-Charakter deuten darauf hin, daß eine Verwandt-

schaft mit den Cordaiten besteht. Wie eng diese indes ist, wissen wir nicht, da die sonstigen Teile der Pflanze, also Stamm, Blüten, Markkörper unbekannt sind.

N. Hislopi Feistm. ist eines der allhäufigsten Fossilien der unteren und mittleren Gondwanaschichten. Ähnliche Blätter finden sich lokal noch in Rhät und Lias aus Gegenden, wo ältere Gondwanafloren nicht bekannt ist, so in Tonkin und Mexiko (Wieland), z. T. mit *Glossopteris*.

Cordaitenähnliche Blätter, meist mesozoischen Alters, von unsicherer systematischer Stellung.

Titanophyllum Renault, Commentry (1888) 622. — Bis 0,75 m lange und 0,25 m breite, paralleladrigte Blätter mit zerschlitztem Vorderrand, dicken Baststrängen an der Oberseite und zahlreichen Spaltöffnungen an der Unterseite. Permokarbon von Commentry.

Desmiophyllum Lesq., Proc. Am. Phil. Soc. 17 (1878) 322 (*Yuccites* Schimp. — *Pelourdea* Seward. — *Eolirion* Schenk, [Untere Kreide der Karpathen]. — *Krannera* Velenovsky, [Kreide von Böhmen]. — *Bambusium* Heer. — *Clathrophyllum* Heer, [Keuper von Basel]. — *Phyllotenia* Saalfeld [Jura]).

Vom Buntsandstein bis zur Kreide, selbst noch in Tertiär finden sich häufig paralleladrigte Blätter, die abgesehen von dem Fehlen der Zwischennerven, sehr an Cordaiten erinnern und oft mit diesen in Beziehung gesetzt worden sind. Sie sind schwer voneinander zu unterscheiden und werden am besten vorläufig zu einem provisorischen Sammeltypus vereinigt. Solange man über die übrigen Teile der Pflanzen nichts weiß, bleibt ihre Stellung unklar. Gymnospermen sind es jedenfalls.

Yuccites vogesicus (Buntsandstein) mit Blättern, die wie bei *Cordaites* spiralig am Stammsafien.

Pityaceae

von

R. Kräusel.

Literatur: siehe bei *Cordaitaceae*, besonders Gordon in Scott, Studies 2, 3. Aufl. (1923) 254 f. — Ferner Scott, Extinct plants a. probl. of Evolution (1924). — Witham, Intern. Struct. Foss. veget. (1833) 3. — Goppert, Revision in Arb. Bot. Centralbl. 5/6 (1881). — Scott, Paleoz. stems, Transact. Edinb. XL, 2 (1902). — Scott und Jeffrey in Phil. Trans. R. Soc. B. 205 (1914) 345. — Zalesky in Bull. Acad. Imp. Sc. St.-Petersb. (1909), 1175, und Mém. Com. Géol. 68 (1911) 28. — Elkins und Wieland in Am. Journ. Sc. 38 (1914).

Hohe Baume mit breitem Mark und Sekundärholz aus araucarioid getripfelten Tracheiden (Tangentialtupfel zum Teil vorh.) und breiten Markstrahlen sowie (immer?) nadelartigen Blättern; fertile Organe unbekannt.

Pitys Witham, Int. Struct. (1833) 71 — (*Pitus* Witham. — *Pissadendron* Endl. — *Archaeopitys* Scott und Jeffrey). — Am Rande des Markes, aber von dem Sekundärholz durch einige parenchymatische Zellreihen getrennt, zahlreiche kleine mesarche Primärbündel, ebensolche im Mark unregelmäßig zerstreut. Erstere treten als Blattspurstränge nach außen. Wenige Arten im Unter-Karbon Englands. — *P. primaeva* Witham (der »Craigleith-tree«), unterschieden durch die Breite der Markstrahlen. — *P. Dayi* Gordon (Scott, Studies 2, [3. Aufl. 1923] 256) mit fleischigen nadelartigen Blättern mit 3 Gefäßbündeln. — Hierher auch *Archaeopitys* Scott und Jeffrey (Unteres Karbon Nordamerika).

Callixylon Zalesky, Mém. Com. Géol. Pét. N. S. 68 (1911.) 29. — Primärbündel nur am Markrande, mit dem Sekundärholz zusammenhängend, Markstrahl meist 1-reihig, radiale Tracheidentupfel an bestimmten Zonen beschränkt, Tangentialtupfel vorhanden. Oberkarbon des Donetzbeckens, vielleicht auch Nordamerikas.

Terwandtschaft. Die *Pityaceae* wurden früher meist in enge Beziehung zu den *Cordaitaceae* gebracht, mit denen sie in der Stammanatomie übereinstimmen. *Poroxylon* und *Mesoxylon* stellen gewissermaßen Übergangsformen dar. Manche Züge erinnern auch an Pteridospermen. Die nadelähnlichen Blätter, die Gordon für *P. Dayi* nachgewiesen hat, erweitern die Kluft zwischen den *P.* und *Cordaitaceae*. Gordon vergleicht sie mit den Nadeln bei *Araucaria*. So lange wir die fertilen Organe nicht kennen, bleibt die Stellung der *Pityaceae* unsicher.

6. Klasse Coniferae*)

von

R- Pilger.

Mit 107 Figuren.

Allgemeine Literatur über die Coniferae: Aylmer Bourke Lambert, A description of the Genus *Pinus*, illustrated with figures, directions relative to the cultivation, and remarks on the uses of the several species. Folio, 46 T. (1803); 2. Aufl. in 3 Bd. Folio, 96 T. (1828—37); 3. Aufl. in 2 Bd. Groß 8°, 81 T. (1832). — Mirbel, Essai sur la distribution géographique des Conifères, in Mém. Mus. Hist. Nat. Paris XIII (1825) 28—76. — L. C. Richard, Commentatio Botanica de Conifereis et Cycadeis. Opus Posthumum ab Achille Richard perfectum et in lucem editum. 212 S., 29. T. (1826). — J. C. Loudon, Arboretum et Fruticetum Britannicum (Vol. IV [1838] enthält die Coniferen). — Siebold et Zuccarini, Flora Japonica II (enthält großenteils Gymnospermen, T. 101—140; S. 1—44 und T. 101—127 erschienen 1842, der Rest 1870, von Miquel herausgegeben). — St. Endlicher, Synopsis Coniferarum. 368 S. (1847). — E. A. Carrière, Traits général des Conifères. 656 S. (Paris 1855); Nouv. édit. 910 S. (1867). — G. Gordon, The Pinetum. 353 S. (1858); New ed. 484 S. (1880). — A. Ph. Parlato, *Coniferae*, in DC. Prodr. XVI. 2 (1864) 361—521. — J. B. Henkel und W. Hochstetter, Synopsis der Nadelholzer. 446 S. (1865). — Senilis (Nelson), *Pinaceae*. Being a handbook of the Firs and Pines. XIX+223 S. (London 1866). — E. Strasburger, Die Coniferen und die Gnetaceen. 442 S. Atlas mit 26 T. (Jena 1872). — K. Koch, Dendrologie II. 2 (1873) 83—325. — G. Bentham, in Bentham et Hooker f., Genera Plantarum III (1880) 420—442. — J. Veitch, A manual of the *Coniferae* (1881); Veitch's manual of the *Coniferae*, a new and greatly enlarged edition by Adolphus H. Kent. 562 S. (1900). — M. T. Masters, On the Conifers of Japan, in Journ. Linn. Soc. XVIII (1881) 473—524, T. 19—20; Review of some points in the comparative morphology, anatomy and life-history of the *Coniferae*, 1. c. XXVII (1890) 226—332; Notes on the genera of *Taxaceae* and *Coniferae*, 1. c. XXX (1893) 1—42. — A. W. Eichler, in Engler-Prantl, Nat. Pfl. Fam. II. 1 (1887). — M. Willkomm, Forstl. Flora von Deutschland und Österreich. 2. Aufl. (1887) 52—282. — G. Hempel und K. Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes I (Wien 1889). — H. Mayr, Monographie der Abietineen des Japanischen Reiches. 104 S. 7 T. (1890); Die Waldungen von Nordamerika. 448 S., 12 T. (München 1890); Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa. 622 S., 20 T. (Berlin 1906). — L. Beissner, Handbuch der Nadelholzkunde. 576 S. (1891); 2. Aufl. 742 S. (1909). — P. A. Dangeard, Recherches sur les plantules des Conifères, in Le Botaniste III (1892) 126—204, T. 13—17. — Report of the Conifer Conference, in Journ. Hortic. Soc. London XIV (1892). — E. Koehne, Deutsche Dendrologie (1893) 2—55. — O. Penzig, Pflanzen-Teratologie II (1894) 485—514; 2. Aufl. III (1922) 476—617. — Ch. Sprague Sargent, The Silva of North America X (1896) 55—154, T. 512—537 (*Taxac, Cupressac, Taxodiace*); XI (1897), T. 538—592 (*Pinus*); XII (1898), T. 593—620 (*Pinaceae* excl. *Pinus*); Manual of the trees of North America (1905) 1—101. — P. Ascherson und P. Graebner, Synopsis der mitteleuropäischen Flora I (1897) 178—255; 2. Aufl. I (1913) 262—394. — C. Freiherr von Tabeuf, Die Nadelholzer mit besonderer Berücksichtigung der in Mitteleuropa winterharten Arten. 164 S. (1897). — O. Kirchner, E. Loew, C. Schröter, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas I. 1. (1906) 57—333. — F. W. Neger, Die Nadelholzer (Koniferen) und (übrigen Gymnospermen, in Sammlung Göschen Nr. 355. 185 S. (1907). — F. Vierhapper, Entwurf eines neuen Systems der Coniferen, in Abh. K. K. Zool.-Bot. Ges. Wien V (1910) Heft 4. 56 S. — R. Hickel, Graines et plantules des Conifères, in Bull. Soc. Dendr. France (1911) 13—115, 134—204. — J. M. Coulter und Ch. J. Chamberlain, Morphology of Gymnosperms. 458 S. (1910); 2. Aufl. (1917). — W. Patschke: Über die extratropischen ostasiatischen Coniferen und ihre Bedeutung für die pflanzengeographische Gliederung Ostasiens, in Engl. Bot. Jahrb. XLVIII (1912) 626—776. — E. Graf Silva Tarouca, Unsere Freiland-Nadelholzer 310 S. (1913); 2. Aufl. (von Tarouca und C. Schneider, 1923). — E. H. Wilson, The Conifers and Taxads of Japan. Public. Arnold Arbor. Nr. 8, 91 S., 59 T. (1916). — L. H. Bailey, The Standard Cyclopedia of Horticulture. 3. Ed. (New York 1919), 6 Bände; The cultivated evergreens (New York 1923). — W. Dallimore and A. Bruce Jackson, A

*) Da bisher fast stets die Coniferen als eine Familie betrachtet und dementsprechend zusammenhängend bearbeitet worden sind, soll im Folgenden, damit der geschichtlichen Entwicklung in der Erforschung der Gruppe besser Rechnung getragen werden kann, ein allgemeiner Abschnitt der Darstellung der einzelnen Familien vorausgehen. Dieser enthält die Aufzählung der wichtigsten, auf die ganze Klasse sich beziehenden Literatur, einen Abschnitt über die Phylogenie und Systematik sowie einen solchen über die Verbreitung der *Coniferae*; der letztere ist wie in der 1. Auflage von A. Engler bearbeitet worden.



Gruppe von *Abies* *Wibbiana* *hutchinsonii* nilt *Acer* *emmenanthe* W'nliche: Itiiks *Citrus* *reticulata* London
(nordwestl. Hlinataynj. Nach der Xntur von K, **Brandts**.

Zweigen auflerordentlich zahlreich. Am Grunde ist die Blüte von einer Schuppenhülle umgeben; die dicken und starren Schuppen stelen in vier Reihen und sind schwach gekielt, so daß ein kurzer, vierkantiger Stiel entsteht; nach oben zu werden die Schuppen grübler und dünner; die Achse der Blüte ist zylinderförmig, dickfleischig; an ihr stehen die zahlreichen Stam. dicht gedrängt in alternierenden Viererwirteln; das kurze, wagerechte von der Achse abstehende Filament geht aus in eine breitgestreckte, sehr kurze Endschuppe, die am oberen Rande unregelmäßig gezähelt ist; von ihr hängen vier voneinander getrennte Sporangien herab, die auf der Innenseite mit breitem Längsnut von dem Spitzende am Grunde aufsprüngen; die Fäden breiten sich endlich fast flach aus.

Von besonderer Interesse ist die Tatsache, daß auch bei *Torreya* die Antheren ursprünglich wie bei *Taxus* schildförmig sind, nach Coulter und Land werden bei



Fig. 113. *Torreya baccata* L. nat. Gr. 1/2. a Mitteleher, weibliche und fruchtbare Zweige. b Einzelne männliche Blüte. c Querschnitt einer männlichen Blüte. d Querschnitt einer weiblichen Blüte. e Querschnitt einer männlichen Blüte. f Querschnitt einer weiblichen Blüte. g Querschnitt einer männlichen Blüte. h Querschnitt einer weiblichen Blüte. i Querschnitt einer männlichen Blüte. j Querschnitt einer weiblichen Blüte. (Nach P. J. S. in Endkr., Pflanzenreich IV. 5. ill.)

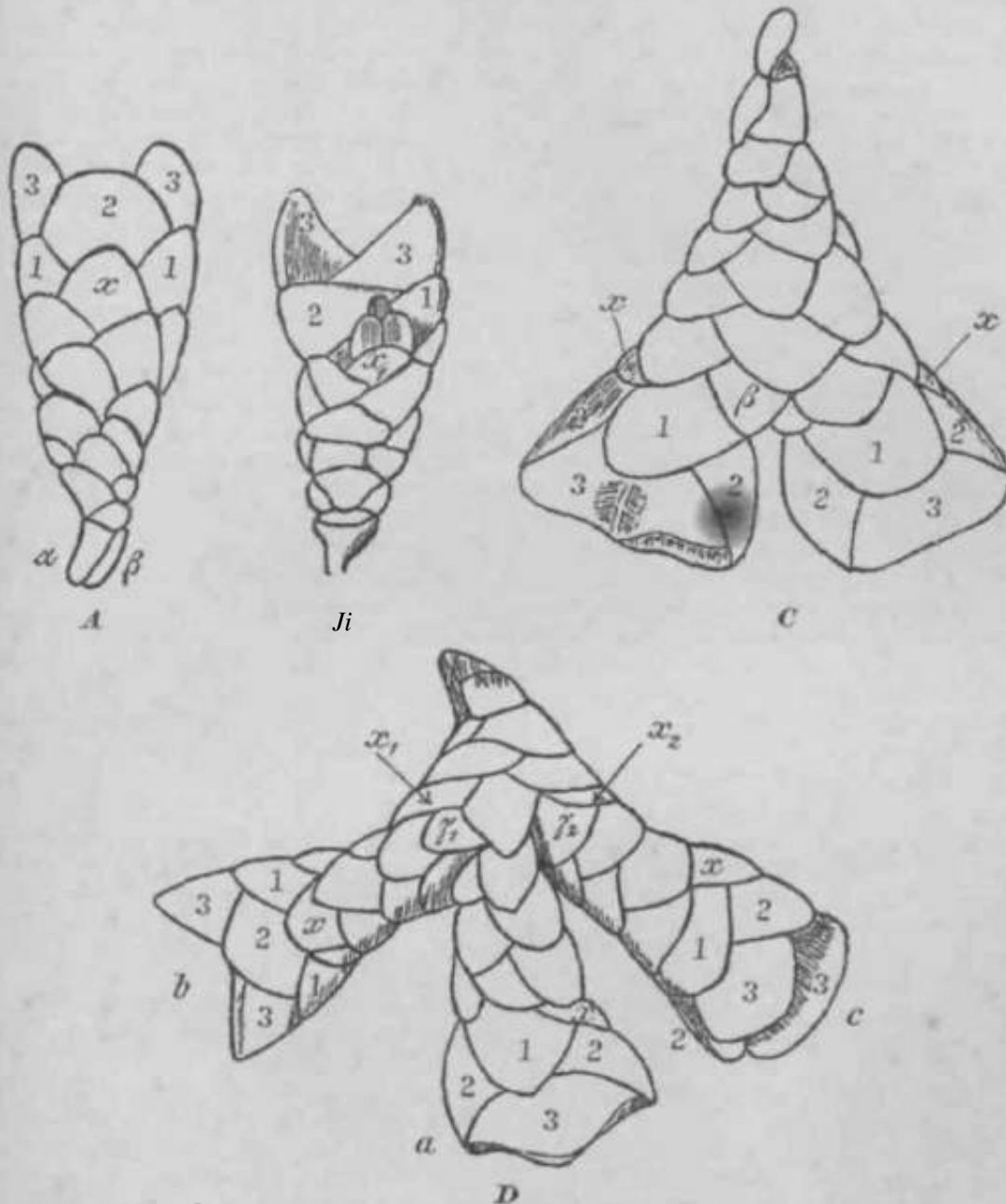
T. taxifolia zuerst 7 Sporangien am Stam. angelegt, die um die zentrale Achse herum wie bei *Taxus* orientiert sind. Die drei inneren sind aber nur im Stadium der primären sporengenen Zelle vorlängend, die sich nicht weiter teilt. Das Gewebe wird hier desorganisiert und (durch eine Blüte ersetzt, während sich die Juvenilen Anlagen zu normalen Sporangien entwickeln. Gelegentlich können sich aber auch die sonst abortierenden Sporangien weiterentwickeln.

Im Gegensatz zu beiden Gattungen stehen bei *Austrotaxus* die Blüten in kleinen Ähren in den Achseln von Blättern oder von Schuppenblättern am Grunde kurzer Zweige; die Ähren sind mit 12—15 kleinen breiten Brakteen versehen, in deren Achseln die Einzelblüten stehen; diese mit 1—5 eiförmigen Stam. mit kurzem Filament und 8—4 Sporangien.

Die kleinen Blüten von *Taxus baccata*, die einzeln axillär angelegt werden, sind in der Jugend den Laubknospen nicht unähnlich; sie sind mit winzigen, übereinanderfallenden, spiralig gestellten Schuppen bedeckt. Anscheinend endständig am Sprösschen tritt die 2. Blüte hervor (Fig. 113). Untersuchen wir jedoch die

von den Schuppen eingehüllt; an Uirem Grunde findet sich ein kurzer dicker Diskus, der bald, zu einer Cupula UeranwiicliEt und UngeT ate die Sarcienanlage wird (Fig. 115).

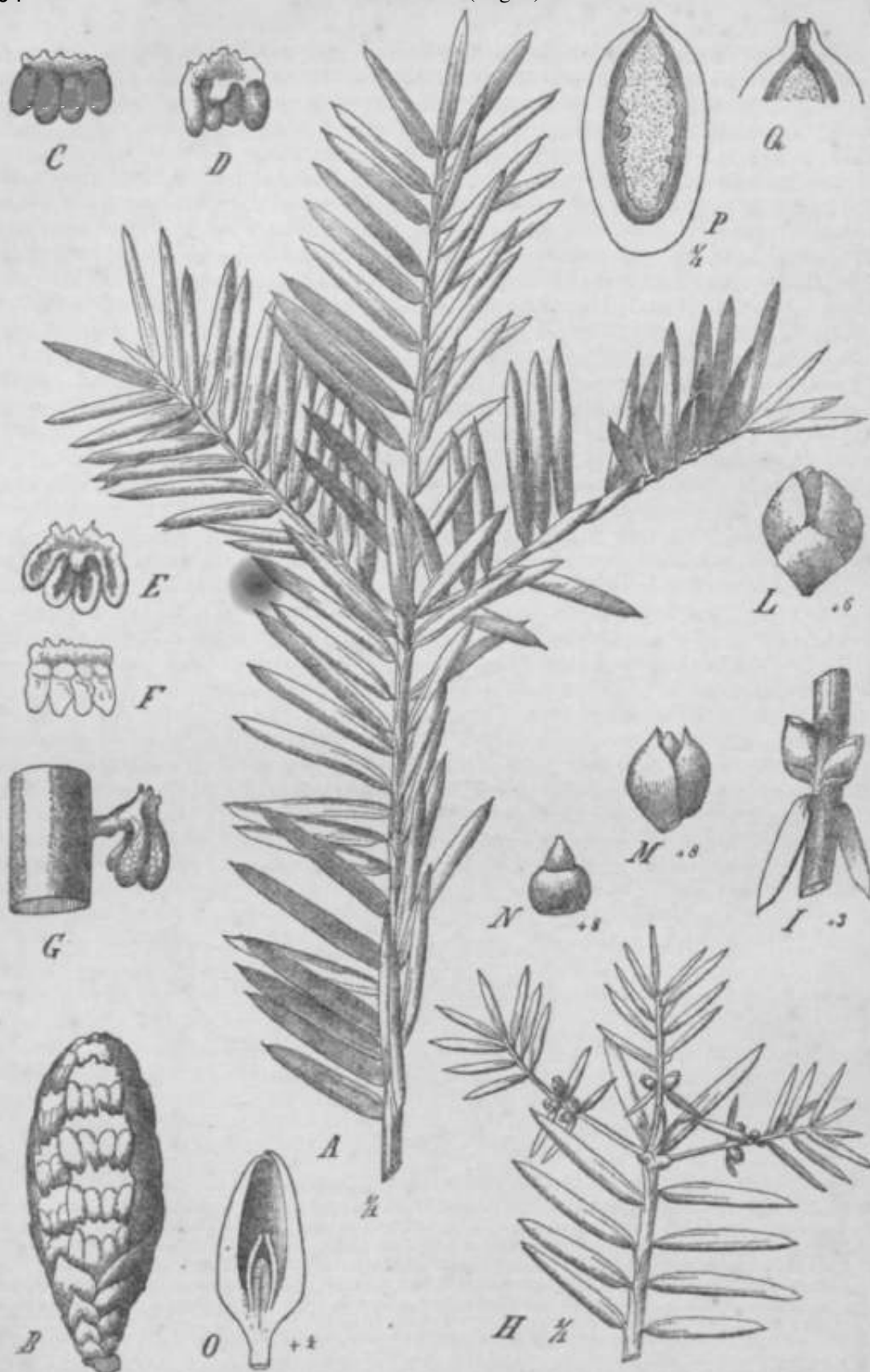
Der Aufjau des \$ SprOBchens von *Austrotaxits* ist noch nicht vittig geklSrt; uach



^(T. iu. J Wellillclu-is Hmttfnsprrllclu!!] von /'ttiuj*, Die Klgu¹ stetgt da* Tmgblatt aderBillte MHK Hire 8 Si'tmppenpiarc a, /\$ dm* i'rstt- trininvortiale Schuppenputr nn dor Baals des SprOfichtfn*. Hier wie in den folgen<ii>ii ti[nzc.ltgurt>ii iht dor Jnueo Sam« mit duin ArlluA cnifemt, li ^prnichoit mit deuttivb watWleclBIUC Knonpo In der A«jii*d der Scimppu Xx, dJo Mil * niwsh mttQ K« fol^f. p Z-welbintlgei SprOBchen; x die Tragbtmtar dOf BiUteu; /S Fortsouitn^neliujiiix' am Hnuptaiu-aElchen lltiorw hlnaua. P SprOJL-CUCH mit i SeUeneprWlch.cn aus dfin unteren ScUuppy*^ *i (U¹ ^W 7i u^d y, ntchen tr*nav«ra<l xti », und j» ebeiiao Je elne Scliuppo aut dor abg&wnndtttn Scttu, (X>ch t'llger, In Engl. Jabrnich XLU.i

der Beachreilning soil eine einzelne Samenaolage an dem mit kleinen Schuppenbliitpru bedeckten SprflBclien terminal sein.

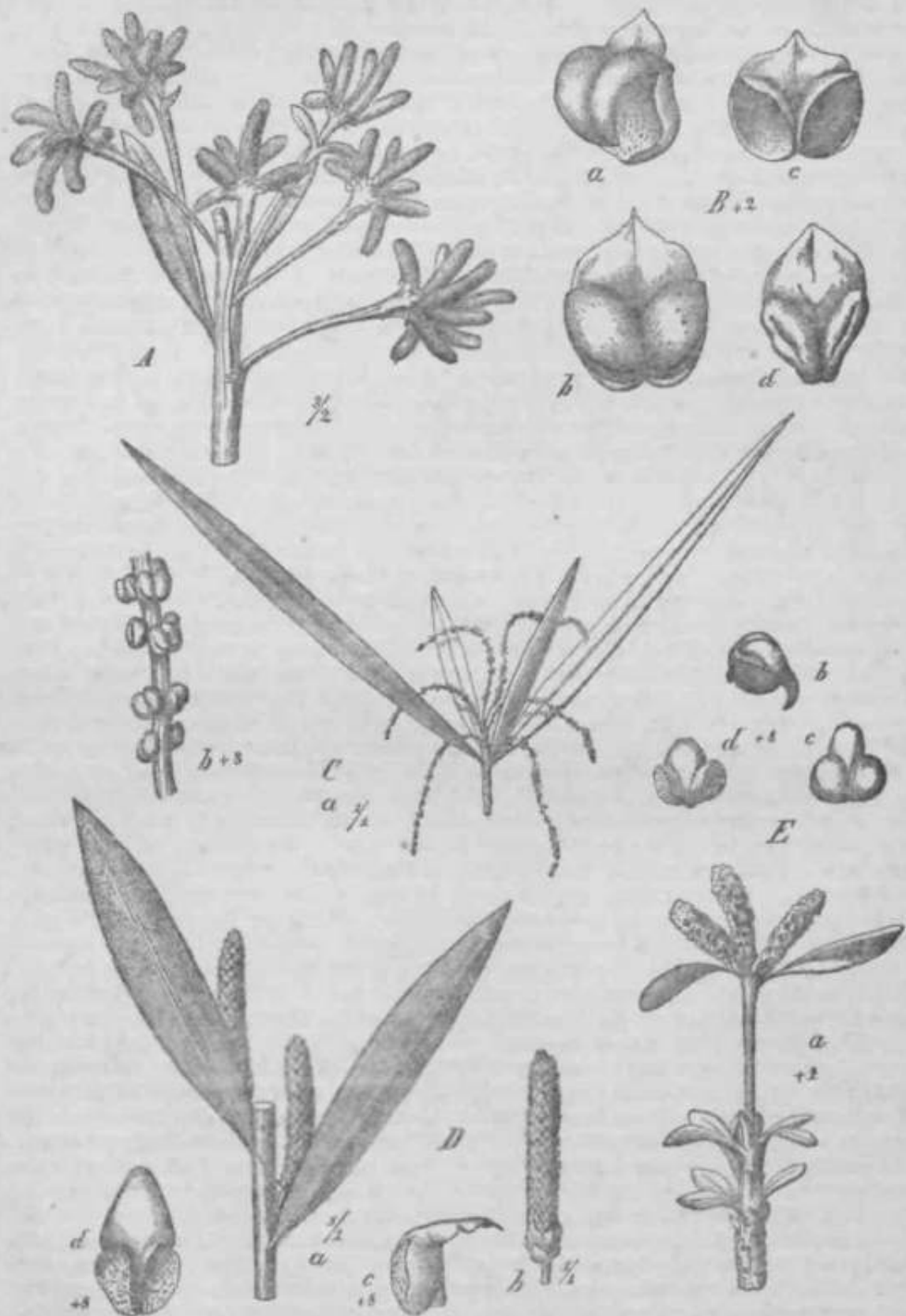
Der Nucellus der Samenanlage ist zuerat vom. Integument frei, dann aber wird durch tnterkalares, an der Basis beguwendes Wachstum deT freie Teil den Nucellus verliiiltnts-mäBig immer tleiner, bis er am reifen Samen nur iirka V» des gAOzen Samens einnimmt.



Pl. 1118. *Torreya nuctifera* (L.) Sieb. et Zucc. A Blattzweig. B Hängere < \$ Blüte, verfr. C, D Anthere. E, F dieselbe nach dem Anstrichen. G Teil der Achse der (J Blüte inl. einem Stm., /f 2 Zweigt mit den Blüthenpaaren. I ein O Hitenpaar mit dem rudimentären Achsenfortsatz. L G Klüte mit dem Deckblatt, von der Seite des Deckblattes aus freieht. M Q Blüte nach Entfernung (des Deckblattes und des Hüllens Schuppenpaares; die Mikronyl* stehtbar. N Strobilknäpfl mit der entstehenden Cupuln. O Sajncnanlge weiter entwickelt, von der Cupula überragt. Im Lsfrschnltt. / Same im Längsschnltt. Q Desaeen Spltio vergrÖßert. (Nach Pilger, In Eugler, Pfloniciireith IV. 6. 106.)



K115. ac *Phylladadiia*, A—E *Vh. glauca** Carr. A *MyiellucUUJum* lull 9 **BtttOL** It ? Hlun-. (Dios.
 1Jh use nitte J> Sninti tult Arillus. i? Cnnpull. — f—1/ J*A. *alpha** Hook. f. f Zw«lg mil 9 Bltltte tuu
Phyllocladum. 0¹ BILI* **Onrehstiuitteai** ft 8am« mit Arillui. - /—o i'ft, mvibti'ol'iiu <L«blu Hook f-
 I Zweig mil 9 UIUic ft **ZvetgBplth** mit ,1 UIoteii. /- JUNffere \$ BIUte. A/ Caiyeli mft **Sunao** and
 Arillus vom Rdrkti gft*then. A'DM*, van lerSeltt. O Fruclt. — f— -V *Ph. trichonmuids** Hun. PZwult;
 mit J BllltMi. y c* LJUic mil Bmkttt. A utnl A" AntliL'ru **TOO** Intieii mid :I«BI-N. (Nach PI Iper, in Eon-
 ler, Ptlannenrtioli IV, DL JI. 9G, f'—S nach Hoyk. Jcon.)



Klg. 11J. MJimilk'hi. Itltlten i-luiijer Arten von J^oftoenrjnnt f Eapodocarpu*. A Λ gtomoratu* Dgn. — B P. Hflloi EUICsefa, Anilioreo. — C P. taligHUI Don, t> Ttsll i inLr ItlUto. — H P.)Hatt-o*terJ»yu# "arl., A tf BlQtP <: and d Aiittnjr« von dor Soitt- mid von vorn. — K F. aljihim B. Br., fr—d AutUrcn. (Nach " "•"• in KIIKJLT, I'flimzi.'nft'lt!)> XV. fe p.as, O-a—d luwit FI. Brsail}

Blätter, die in ihrer Gesamtheit die \$ Bliite der Podocarpaceen darstellen und sich gegen den Laubtrieb abgrenzen, sind meist nur zu einem Teil fertil als Carp, entwickelt.

Bei *Microcachrys* und *Saxegothaea* treten sie in grbBerer Anzahl, sich teilweise dachziegelig deckend, auf, sind sitzend und dickfleischig. Bei ersterer Gattung sind die Carp, am oberen Ende breit abgerundet und etwas kapuzenförmig eingebogen, bei letzterer decken sie sich noch stärker und sind in eine Spitze ausgezogen. Die Samenanlagen sind durch die Anordnung der Carp, bei diesen Gattungen in den Blüten versteckt. Bei *Microcachrys* aber ist stets nur ein Teil dieser Schuppenblätter fertil, und zwar in dem mittleren Teil der Blüte. Ebenso gehen bei *Saxegothaea* die Schuppenblätter, die am oberen Teile des Stieles dichter zusammengedrängt werden, allmählich in die Form der fertilen Carp, über. Bei den Arten von *Dacrydium* mit terminalen \$ Blüten sind 1 bis (bei *D. Franklinii*) 8 Carp, entwickelt. Selten hebt sich die florale Region von der sterilen kaum ab, z. B. bei *D. araucarioides* (Fig. 118 F, a). Die Schuppenblätter des Triebes werden hier nach der Spitze des Zweiges zu etwas länger, das letzte Blatt, das vollständig den vorhergehenden gleicht, fungiert als Carp., welches die Samenanlage an Länge bedeutend übertrifft (Fig. 118 F, d, e, f). Durch die umgebenden Schuppenblätter wird die Samenanlage an der Spitze des Zweiges vollständig versteckt (c); erst der stark entwickelte Same tritt etwas über die Spitze des Zweiges heraus (b,g). Besser hebt sich die florale Region bei den anderen Arten mit einem Carp, ab (z. B. *D. cupressinum*, Fig. 122, *D. Fonkii*, Fig. 118 E). Die beiden letzten Schuppenblätter der Laubsprosse sind etwas über die sterile Region herausgehoben und kahnförmig ausgebaucht; nur eines dieser Blätter fungiert als Carp, und trägt eine Samenanlage, das gegenüberstehende, ihm in der Form ganz gleiche bleibt steril. Bei *D. cupressinum* sind die unterhalb dieser beiden Blätter stehenden Schuppen zugleich meist stumpfer und an der Basis verdickt; die Bliite ist scharf eingebogen, so daß sie sich noch mehr von der sterilen Region abhebt.

Bei einer kleineren Gruppe von *Dacrydium*, *D. Bidwillii* und Verwandten, schließt die Bliite die Achse nicht ab, sondern schon zur Bliitezeit ist die Achse etwas über die Carp, fortgesetzt. Ist nur ein Carp, vorhanden, so drückt die entwickelte Samenanlage diesen Achsenfortsatz ziemlich scharf zur Seite (Fig. 123). Seitlich sind die Blüten bei *D. taxoides* und *D. falciforme* entwickelt; sie bilden hier ein ganz kurzes Zweiglein, das von der Basis an mit sparrigen Schuppenblättern besetzt ist; nur das oberste Blatt, das fleischig und lang zugespitzt, frei herausgehoben ist, fungiert als Carp.

Die einfachste Form der Bliite bei *Podocarpus* findet sich in der Sektion *Stachycarpus* bei *P. spicatus* (Fig. 130). Hier bildet die \$ Bliite ein kurzes begrenztes Zweiglein mit dünner Achse, an der in spiraliger Folge in gleichmäßigen Abständen schmale Schuppenblättchen stehen, die an der Achse herunterlaufen und an ihrer Basis je eine Samenanlage tragen. Diese Zweiglein sind bis 4 cm lang und tragen ca. 8 Samenanlagen. In den meisten Fällen wird dieses Verhalten bei *P. spicatus* und bei der nächstverwandten Art *P. andinus* insofern modifiziert, als die untersten Blätter dieser Zweiglein steril sind. *P. andinus* (Fig. 129) zeigt ein doppeltes Verhalten; entweder stehen die \$ Blüten in Blattachseln und tragen nur an der Basis einige etwas entfernt voneinander stehende, trockne Schuppenblätter, oder die Bliite setzt einen vorangehenden kurzen Laubspieß fort; dieser trägt an einer Spitze eine Knospe, aus der sich ein Trieb entwickelt, welcher an seinem unteren Teil einige Blätter trägt, die fast zur Größe der Laubblätter heranwachsen, darauf folgend einige Schuppenblätter und im oberen Teil Carp. Die Bliite bildet also hier ein terminales, modifiziertes Zweiglein. Der Begriff und die Begrenzung der \$ Bliite wird hier etwas unsicher; manchmal ist das ganze Zweiglein zur Bliite geworden, manchmal nur der obere Teil, wenn auch der untere Teil, der meist sterile Schuppenblätter von geringerer Größe als der der Laubblätter trägt, sich gleichfalls gegen die sterilen Triebe auszeichnet. Mehr noch wird der Unterschied der seitlichen und terminalen Bliite bei *P. Mannii* verwischt (Fig. 132). Hier steht eine Samenanlage terminal an einem kurzen Zweiglein, das am Grunde Narben von kleinen Schuppenblättern, im mittleren Teile aber einige wohlausgebildete Laubblätter trägt. Das begrenzte Zweiglein schließt ab mit einem äußerst kleinen Carp., dessen Basalteil etwas verdickt ist und eine verhältnismäßig sehr große Samenanlage trägt. Ganzlich auf sehr kleine Schuppen reduziert sind die Blättchen an dem kurzen Stiel der Bliite bei *P. ferrugineus*. Das ganze Zweiglein ist zu einem kurzen Blütenstiel mit einem Carp, am Ende geworden.

Oberhaupt ist bei der Sektion *Stachycarpus* die Tendenz zur Reduzierung der Anzahl

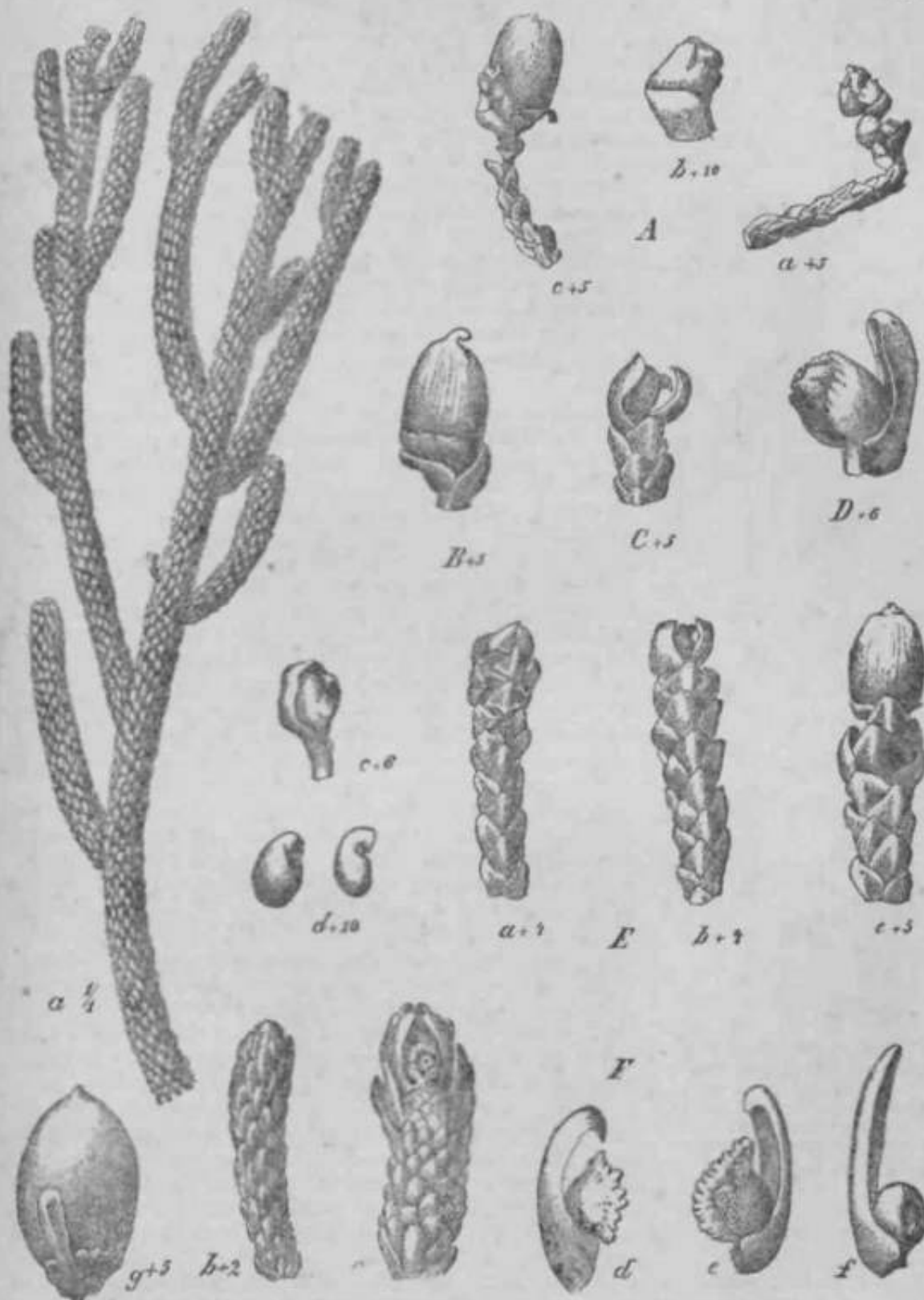


Fig. us. A *Daayltum FraiMntt* Book. t. <t Zw^gspiiJ!*" "«H ¥ Bliitn. d Oarpell uiH Kpltiintluin nad
 niif BtmfflWrtiigt r l'ruclitsiList«n<l. — H Q. *tttrifotiam* Hocik. f. CnrjicH mit don «m Gniiri.» vnm J.;,C.
 mnttuin naMpdHm Samen. — 0 t>, *tnUtntU*U** Kirk. Zweipi»jitu« niit liluw. — V !>• *BahmaatBrongn.*
 <a i;rt*, <.nrtn:ll mil, ButtO. — « *O.tuairii* (PhL) Bt-nth. o cJ Blttta mil Zsr^Jsfinc. fr 9 itULr nm
 Swe lnt en Squill mlt .StiiDKuittHfE^ d sami-tumlagt'. « Vradtt am Ewatgaotde, - *' D. af«Mcflria»
 Bronini. n Hub Hun, A Zweigvade mil Snim-n. e DANLttt BlQte, vordere BUTter ontfermt. tf— fCmr-
 pell mil (Cjtiuintidiii unii Bnteninlflga. ^CarpeU m(t 8»men. (Nnch pil(f*tr, tn fenfflt-r. *Pttaamudrib*
 IV. fi. p. 4J, /r—f" nittJi JJroiijrnlnri u. OrIsj

der Samenanlagen vorhanden; bei *P. spicatus* sind ca. 5, bei *P. montana* und *P. amarus* (Fig. 131) 2—3, bei den anderen Arten eine vorhanden. Damit hängt eine weiche Ausbildung des Zweigleins zusammen, das bei *P. spicatus* manchmal überhaupt nur Carp. trägt, während bei den anderen Arten der Teil unterhalb des Carp. teils als beblätterter Zweigleif, teils als kleiner beschuppeter Stiel ausgebildet ist.

Ausgesprochene Abschnitte und ein Stiel sind die Blüten bei der Reaktion *Et/podocarpus*, die sich durch die Ausbildung des sogenannten Receptaculum auszeichnet, zu dem die Fruchtblätter zusammenzutreten (Fig. 1, III und 120). Die Blüten sind sehr selten fast sitzend, gewöhnlich mit einem eichelförmigen Receptaculum gut abhebend, dessen Stiel vorspringt, der selten länger als 1 cm wird. Das Receptaculum ist von zylindrischer oder glockiger Gestalt und besteht aus den fleischigen, miteinander verwachsenen Blättern der Schuppenblätter, von denen 1—5 zu Carp. werden. Die Entwicklung des fleischigen Receptaculum aus verwachsenen Blättern wie bei *A. Bratin* nach (Wonnatsber. Akad. Wiss. Berlin 1869), indem er bei Exemplaren von *P. macrophyllus* Bueb. *maki* mibildete Laubblätter fand, deren Easen receptaculumähnlich angeschwollen waren. Diese Mibildung scheint nicht ganz selten zu sein.

Geometrisch ist nur eine der Schuppen als Carp. entwickelt, sechener sind es zwei; die freien Spitzen, d. h. die Kproiten der Blätter, die das Receptaculum zusammenzusetzen, sind gegen die verdickten Basen hinwärts reduziert und werden von der frei stehenden Samenanlage weit überhöht. Sie sind meist pellet dickfleischig, mit breiter Basis in das Receptaculum verlaufend, an dem man die (Jrenzen der einzelnen zusammenzusetzenden Blätter als flache Rillen über das ganze Receptaculum hin verfolgen kann. Selten laufen die kleinen Spreiten in eine etwas hülulige Spitze aus.

Zwei großblütige der Sektion *Eupodocarpus*, die zugleich geographisch getrennt sind, sind dadurch untereinander, das bei der einen an der Spitze des Blütenstiels, an der Basis des Receptaculum ist es meist schmale, pfriemliche, hülulige Blütechen entwickelt (Fig. 1, 120) die der anderen drüpe drüthwoj Milen (Kip. 119). Als Beispiel der ersten Gruppe bei *P. macrophyllus* trüthwoj, des ersten in bep. *maki* Fig. ISO A zeigt. Der Stiel der Blüte variiert ziemlich an Länge (Fig. 120 A und B); an seiner Spitze steht transversal zur Achse /wet pfriemliche Blätter, mit denen gekreuzt die beiden ersten fleischigen Schuppen des Receptaculum, von denen eine als Carp. fungiert; über diesen beiden Receptaculum-Schuppen ist wiederum in gekreuzter Stellung zu ihnen ein Schuppenpaar angelegt, das aber nicht zur Entwicklung gelangt. Bemerkenswert ist die durchweg gekreuzte Stellung der Schuppenblätter untereinander gegenüber den Carp. der Sektion *Stachycarpus*, die in spiralförmiger Folge stehen.

Fig. 119. Links Frucht von *Podocarpus milanjianus* Rendle (Stiel, 1/2), rechts *P. Lamberti* Klotzsch, Frucht in Längsschnitt. (Nach Piiger, in *Botanische Pflanzenwelt IV. 6. p. 91. 1)* in der Fl.

Die pfriemlichen Blättchen am Fuß des Receptaculum sind zeltförmig; sie vertrocknen bald und fallen meist vor der Fruchtreife ab; bei *P. hirsutus* werden sie bis über 5 mm lang, doch variiert ihre Länge bei dieser Art ziemlich bedeutend.

Bei *P. Tjermophyllus* mibsp. *maki* sind die beiden fleischigen Schuppen des Receptaculum von fast gleicher Länge; meist aber übertrifft jedoch die fertile Schuppe die sterile beträchtlich. Nur bei wenigen Arten ist das zweite Schuppenpaar des Receptaculum in der Anlage zu erkennen, wenigstens bei getrocknetem Material, meist sind nur 2 Schuppen ausgebildet, seltener 3, wie z. B. Fig. 1, O für *P. milanjianus* zeigt.

Nur bei *P. spinulosus* und *P. Drouynianus* fand ich, daß die pfriemlichen Blättchen am Fuß des Receptaculum unter Umstüßung an seiner Bildung eich beteiligen; es er-

gibt sich dadurch eine ganze Variationreihe in der Ausbildung des Receptaculums, die Fig. 120 B—L für *P. spinulosum* zeigt. Die 2 Blüthen stehen hier nach der Basis junger Zweige zu in den Achseln von kleinen Nindern dieses Zweiges oder in den Achseln

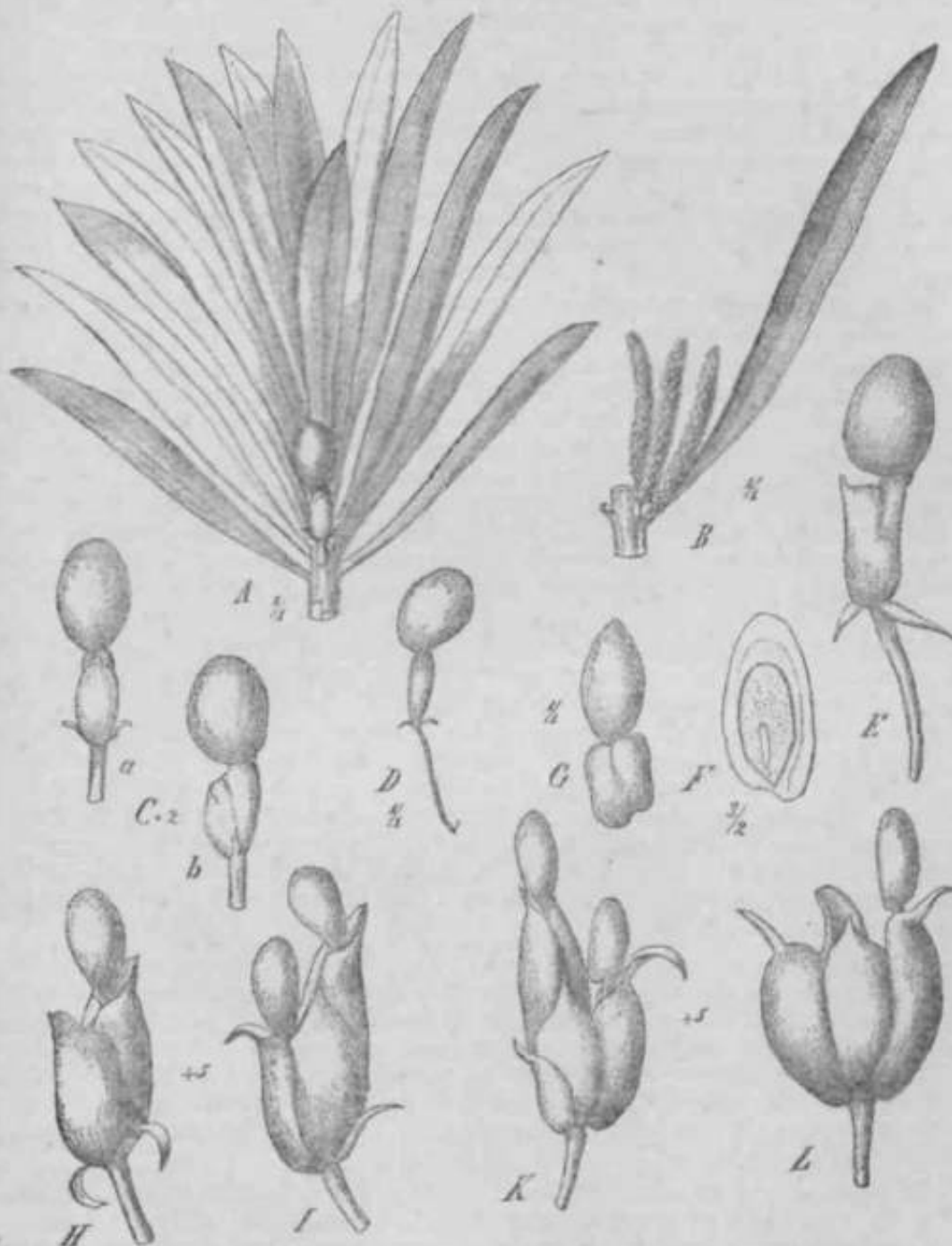


Fig. 1. JBO. A—D *Padwarpv** •macroi>hj(tlu* iThtujb.) Don mubep. ninki [Sieli, A Q Zwtfg, « j HHlt«U. ('a und ft 9 Uolois 'A'V' vem ond von der Selto. Z* Utnfftr p^Htuoio 9 Blllte. — £—O *- nerlifolix* Doit, Fnidil — //—L P. «p{,tuin*u<> (Smith) H Br, \$ BHltn. (Nach Plljti.'r, In Ru^*r, l'BmraCMMfah IV. b. p. ?I, E nach Blum Bj

der untersten Laubttiitter. Der Stiel der Elute ist kurz. An der Basis dee Receptaoulums Btehen entweder zwei relativ ziemlich gTofie, pfriemliche, abfjiltigo B1Sttchen, die '«—*/» **der** Liluge des Reeceptaouluma erreichen, das aua 2—S wohlverwachsenen, ileiactiigen Schuppen bestelit, deren freie Spitzen ileiachig, spitt sind; eine ScLuppe des Receptaculum (JbertrifTt geiv<)liniic! die anderen etwas an Ljtngge uud btldet das Carp. (Fig. II).

golhaea; bei dieser Gattung liegt die sehr kleine Samenanlage in einer tief eingeschnittenen Grube nach der Basis des Carp, auf, von deren Spitze sie herabhängt, auf dem Epimatium bedeckt (Fig. 121 C, a, c), das nach innen herangeschlagen die Samenanlage wie ein Mantel bis zu $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ des Umfanges umgibt. In jungen Stadien steht die Samenanlage nahe dem Grunde des Carp, aufrecht, so daß die Mikropyle gegen die Rückseite des vor ihr stehenden Carp, gerichtet ist. Durch sekundäres Wachstum des Carp, wird die Samenanlage allmählich mehr einwärts gegen die Blütenachse gewendet und auch durch das basale Dickenwachstum des Carp, mehr und mehr in dieses eingesenkt. Zur Zeit der Bestäubung ist die Samenanlage schon ganz umgewendet. Zwei Tatsachen



Fig. 111. A — 0 *Snjift/thaea contpicva* Lintil. A Zweig mit Frucht. B S/iJiu-naillagt viim Rtlck^n |aj unit v^n vorn (b). f'a Crpwl uilt So men nn Inge, b Curjiell von <lr .^eltv. r tm LKn^Htwhtiiti. rf nach Entlurnung der Sainon&niase. — D—JE Vlerveadkrya WKHJWI GGfootJ Hook. f. /> Carpell mit Samflnantiige. ^ von der Suite. Fa Carpell u«ch BnttelHmg dor .Snmeinnnge. ft SniikMintilngo mit EplmntiniM. ^—iT Welblvbor Zweig. J Carpell mit Samu von <ltij- Selte und von vnru. K Sniicii von roru mid ram Rluk.'ii. ;S;nli Pil(t«r lu Knjtler, Pilntizcnrele IV. A. p. 41., Fit., ai

•-rfurdeni bei den eben beschriebenen VerhSltnissen besondere Aufmerksamkeit; die Samenanlage liegt der Fläche des Carp, angfiwachsen, apSter mit der Mikropyle nach dessen Basis gewandt; das Epimatium ist gleiulifalls dem Carp, angewachsen und nm die Samenanlage herumgeschlagen, ohne mit ihr in'em lesteren Zusannuontiaug zu etehen. Dieser Zusammenhang **wirf** bei *Dacrydium* on-eioht in mamiigfacheii Cbergftngen bis zu *Podocarpus*; das Epimatium erbilt eine wocbselnde Ausbildung und die Samenanlage tritt mit itirer Ansatzstelle von Carp, *uui tins* Epimatium fiber.

Den eraten Schritt zu dieser **Efitwickbmng** zeigt *Dacrydium cupressinum*, deeseii ^ BIUten in ver&chideuen Stadien Fig. 122 bringt. Daa Carp, triigt, uu unteren Teil mit uim verwaebson, ein stark ausgebildetes Epiraatium, das weiterhin frei, in sich gebog«n und mit einer welten Offnung nach der Basis dtis Carp, zu gewjndt ist (Fig. 122C,/,£). Die Sainonuntage ist nicht der Fläche des Carp, aelbat, sondern dem Epimatium breit angewachsen und haogt von der Spitze tier Krilmnmng, die das Epimatium bildet, frei bcrab,

schrag etwas nach außen gewandt; das Integument ist ziemlich dickfleischig und läuft in die breit geöffnerte Mikropyle aus. Die Samenanlage ist von dem Epimatium vollständig umhüllt, nur die Spitze der Mikropyle tritt hervor (Fig. 122 B, c, C, a, b). Im weiteren Verlauf der Entwicklung richtet sich die Samenanlage aus ihrer gesenkten Stellung mehr und mehr auf, drückt das Epimatium dadurch rückwärts gegen das Carp, und erweitert seine Öffnung. Schließlich steht der reifende Same schrag nach oben gewandt und ist nur an der dem Carp, zugewandten Seite an der Basis von dem wenig vergrößerten Epimatium umgeben (Fig. 122 F), doch zeigt auch hier der Längsschnitt, daß er ziemlich breit dem Epimatium, das das Carp, selbst an Länge übertrifft, aufsitzt. Denselben Typus repräsentieren eine größere Anzahl von Arten von *Bacrydium* mit ± großen Abweichungen,



Fig. 123. *Dacrydium cupretwinum* Sol. A Zweig mit Frühlöte. B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z. Ha 2w«lg«nd« mit jtlngerer 9 verborgener Billte. b und c Spitze mit Carpell und Samenanlage. Cab Carpell mit Samenanlage. Da Carpell mit Samenanlage und Epimatium, vorderer Teil der letzteren abgestrichen. 6 Carpell und Epimatium (durchschnitt) mit Entfernung der Samenanlage. e Samenanlage mit Epimatium und Samenanlage (durchschnitt). F und G Frucht, bei Fa im Längsschnitt (Nach Pilger, in Engler, Pflanzenreich IV. 5. p. 54, Fig. 6.)

wie Fig. 118 zeigt — So deutlich auf das Epimatium heraufgerückt erscheint die Samenanlage nicht immer, das Epimatium ist öfters nur kurz dem Carp, angewachsen und an dieser gemeinsamen Stelle steht die Samenanlage, z. B. bei *D. araucarioides* (Fig. 118 F, d, e, f). Bei *D. Fonki* und anderen ist schon im jüngeren Stadium die Samenanlage fast senkrecht nach oben gewandt, wobei dann die Mikropyle selbst scharf nach abwärts gekrümmt ist. Einen weiteren Fortschritt in der angegebenen Richtung der Verbindung von Epimatium und Samenanlage zeigen *D. falciiforme* (Fig. 123 D—G) und *D. taxoides* (Fig. 123 H—L). Das einzige Carp. tritt bei *D. falciiforme* in seinem mittleren Teile ein breit angewachsenes Epimatium, das nach oben zu in eine freie Spitze ausläuft, welche die Länge des Carp, erreicht und mit seinem unteren Teile die abwärts gewandte Samenanlage mantelförmig umgibt, welche in der vom Epimatium gebildeten Höhlung frei herabhängt (Fig. 123 F, E). Diese freie Spitze des Epimatiums ist entsprechenden Bildungen bei *Podocarpus* durchaus ähnlich, nur überragt sie nicht das Carp. Bei weiterer Entwicklung richtet sich die Samenanlage bis zur horizontalen Stellung auf, wobei die Spitze des Carp, zurückgebogen und das Epimatium dem Carp. angepreßt wird, während die Spitze der Samenanlage aus der Höhlung heraustritt (G).

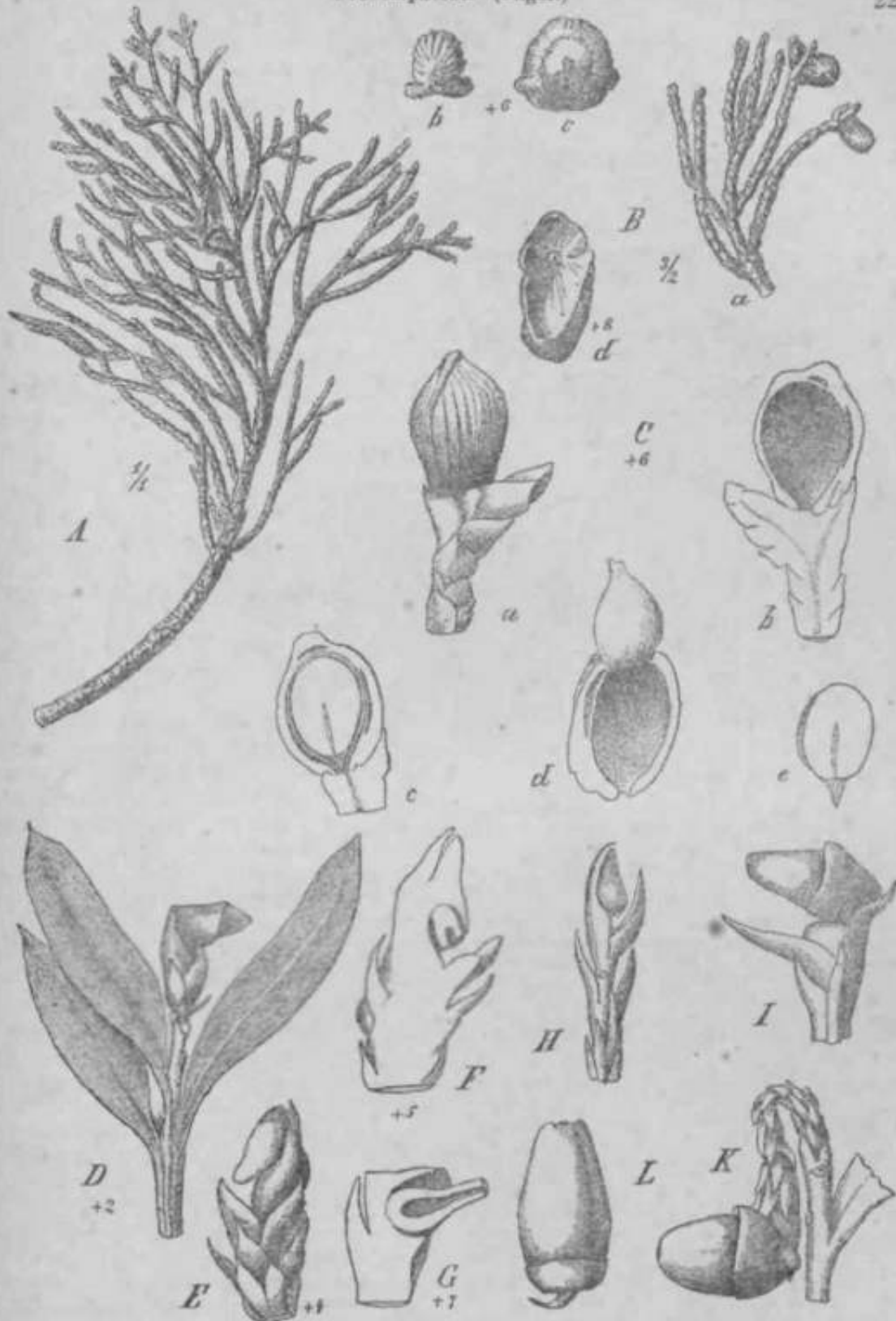


Fig. W. A-V *Macropyttom Bidwillii* H. & A. f. 1 Hnb. Jtiis. ffrt 9 Zwetp. b und c Sumenan. Jikfl timl Sam<n, Kplinttiuin von uitten «eflulj:n in(t Mikropyle, (/ Oarpnil naoh WegnaJmft (J«r Snm^iiiiildfre untj AoliBcn- epde, e« Spltze diva 5 Zwicpw. SdmonanlaRe ml* aplmattam, '« im LiiijKschnitt. 8Btmennilfl(j, i« i«ferat. c 8a men Bill ago nilt Kiiimatlmn im LMnpsschuHt. d Kplm«tliij mil di'in Integument, lecture* rifteh o«en geschWagen. e IFaoa&a. — JJ--O Zn«r«(Miw f«ddjtrme H'nH> Piltcer, i> 5 7-welfr, IUt«ro ^ liiuit, E Q Billte am Zwetgend*. * Pit's. Im LSti^nohnUt. O Cnnifl) mJt Eplmatfoni and «Stiut»mitUg« Im Längsschnitt. - II—I, nacyilitim tajgoiden BronRn. ot GrU // Zwelgendu mlt junsrerer 9 Billu. / Samen- anlage wdter eiiitwlvttatt, K Famtit am Zvrelgculf. I. Sawt mlt CurpelL. (Vo«h I'lljter, In Kugler, Pflanaenrelcta IV. & p. 17, R—L nach Brougnlftti und Grift).

Den Obergang zu *Podocarpus* vermittelt schlieBlich eine Gruppe von nahe verwandten Arten von *Dacrydium*, als deren Vertreter hier *D. Bidwillii* beschrieben wird. (Vgl. Fig. 123 A—C.) Die Samenanlage bleibt hier bis zur Samenreife vom Epimatium eingeschlossen, dessen Wachstum mit dem des Integumentes gleichen Schritt hält. Dadurch, daß die junge Samenanlage zwischen Fruchtblatt und Achse steht, wird eine Höhlung geschaffen, in welche die junge Samenanlage zuerst hineinpaßt. Wenn sie sich vergrößert, so tritt sie aus dieser Höhlung mehr heraus und drängt das Carp. nach außen. An der Stelle, bis zu der die Samenanlage in der Höhlung saß, erhebt sich ein wulstiger Rand, der durch stärkeres Wachstum des außerhalb liegenden Teiles zu Stande kam und rings um die Samenanlage herumlagert (Fig. 123 C, a). Außerdem ist überhaupt nur das Epimatium eichtbar, von dem das Obengesagte gilt. Das dicklederige, gestreifte Epimatium ist nahe der Basis des Carp. angewachsen, und zwar an einer sehr kleinen, runden Stelle (Fig. 123 B, b, c, ct), es breitet sich aber sofort mit einer flachen Basis aus; es ist in sich vollständig gebogen, die schmale Öffnung liegt der kleinen Anwachsungsstelle nahe dem Grunde des



Flu. 123. A—D *Podocarpus tiamjidi* R. & H. A: Zweig mit terminaler Blüte. B: Zweig mit terminaler Blüte. C: Querschnitt durch die Blüte. D: Querschnitt durch die Blüte. E: Querschnitt durch die Blüte. F: Querschnitt durch die Blüte. G: Querschnitt durch die Blüte. H: Querschnitt durch die Blüte. I: Querschnitt durch die Blüte. J: Querschnitt durch die Blüte. K: Querschnitt durch die Blüte. L: Querschnitt durch die Blüte. M: Querschnitt durch die Blüte. N: Querschnitt durch die Blüte. O: Querschnitt durch die Blüte. P: Querschnitt durch die Blüte. Q: Querschnitt durch die Blüte. R: Querschnitt durch die Blüte. S: Querschnitt durch die Blüte. T: Querschnitt durch die Blüte. U: Querschnitt durch die Blüte. V: Querschnitt durch die Blüte. W: Querschnitt durch die Blüte. X: Querschnitt durch die Blüte. Y: Querschnitt durch die Blüte. Z: Querschnitt durch die Blüte.

Carp. dicht gegenüber (C, b). Sie ist an jüngeren Samenanlagen langlich flachhermig, wird aber dann im Gegensatz zu dem wachsenden Epimatium nicht größer (B, c). Die Samenanlage selbst hängt gerade von der Spitze der Höhlung, die das Epimatium bildet, herab; das Integument ist dem Scheitel der Höhlung ziemlich breit angewachsen, ist aber im übrigen Teile mit dem Epimatium nicht verwachsen, sondern völlig frei (C, d illustriert dieses Integument zurückgeschlagen); das Integument ist dünn, hautig, die Mikropyle tritt aus der kleinen Öffnung, die das Epimatium nahe der Basis des Carp. trägt, etwas heraus und liegt hier, von außen nicht sichtbar, der Achse auf (C, c). Bei der Reife der Samenanlage ändern sich die Verhältnisse wenig, das Integument bleibt bilobig.

Aus dieser Bildung ist bis zu den Blüten von *Podocarpus* nur ein Schritt (Bis bei Sahni will *Dacrydium Bidwillii* und einige Verwandte wegen der dauernd umgekehrten Stellung der Samenanlage auch zu *Podocarpus* stellen.) Will das Integument mit dem Epimatium fest verwachsen, so wäre ein prinzipieller Unterschied gegen *Podocarpus* nicht vorhanden; die Arten stehen wegen ihres sonstigen Verhaltens und wegen des freien Integumentes den übrigen Arten von *Dacrydium* näher als der Gattung *Podocarpus*, doch zeigen sie am besten, wie die Ausbildung der Blüte in allmählichen Stufen bis zu *Podocarpus* fortschreitet. Es liegt nahe, die Blütenbildung von *Podocarpus* hienot zu vergleichen: Hier haben wir in sich vollständig gebogene Epimatium, das nur eine Öffnung hat, aus der die Mikropyle des Integuments hervorsieht, das von der Spitze der Höhlung

des Epimatiums gerade tierabhängt. Epimatium und Integument sind aber bei *Podocarpus* vollständig verwachsen. Hier ist die Öffnung, die das Epimatium läßt, ziemlich lang, spaltenförmig, z. B. bei jungen Blüten von *P. macrophyllus* subsp. *maki*, das Epimatium ist genau so mantelförmig um das Ovulum herumgeschlagen, wie bei *Dacrydium oupressinum* z. B.

Die beiden Tatsachen, die die Blüte von *Podocarpus* charakterisieren, sind die Verwachsung des Epimatiums mit dem Integument und die freie endständige Stellung der Samenanlage mit ihrem Epimatium, das das gewöhnlich sehr reduzierte Carp. bedeutend überragt (Fig. 113 G).

Von letzterem Verhalten macht die Sektion *Dacrycarpus* eine Abtastung. Hier ist das breite Carp. dem Epimatium vollständig angewachsen und überragt dasselbe mit einem kurzen, stumpfen Ende (Fig. 124). Die Verdickung, die das angewachsene Carp. an der einen Seite der Samenanlage bildet, ist bei jüngeren Blüten deutlich an der hier verlaufenden Kante zu erkennen; apitwärts rückt das Carp. die Consistenz des Epimatiums vollständig an und ist am Samen kaum noch durch eine schwache Längsbildung zu unterscheiden. Von dieser Gruppe abgehen, überragt bei *Podocarpus* das Epimatium das Carp., bedeckt es, und die kurze, fleischige Spitze des Carp. ist vom Epimatium frei.

Die Samenanlagen der *Podocarpus*-Arten (mit Epimatium) sind meist ellipsoidisch, Seltener vielfach kugelig. Häufig ist das Epimatium in einen kleinen Fortsatz ausgezogen (Fig. 119 B). Es verhält sich entweder allmählich in diesen stumpfen Fortsatz (z. B.

P. spicata) oder der stumpfe kurze Fortsatz ist gegen das abgerundete obere Ende der Samenanlage gut abgesetzt. Das ist besonders bei älteren Samenanlagen und Samen der Fall, da diese Spitze, in die die

junge Samenanlage mehr gleichmäßig ausgezogen ist, nicht entsprechend der Dickenzunahme der Samenanlage vergrößert. Die lang ausgezogene Spitze ist bei *P. Vieillardii* (Fig. 124 F) mit dem Carp. völlig verwachsen; das Bild erinnert sehr in der Ausbildung des Carp. und des Epimatiums an *Dacrydium falciforme*, nur daß dort. heilro getrennt sind. Die Mikropylöffnung liegt bei den *Podocarpaceae*-Arten stets dicht an der Basis, der Ansatzstelle des Epimatiums nach dem Carp. zu gewandt gegenüber. Nur die Mikropylengegend ist vom Epimatium frei, und die Mikropyle tritt häufig kurz zylindrisch über das Epimatium hervor, völlig in die Höhlung des Epimatiums zurückgezogen ist die Mikropyle bei Arten der Sektion *Stachycarpus*. So zeigt z. B. der Querschnitt der Samenanlage von *P. andinus* (Fig. 129), daß das Integument mit dem Epimatium eng verwachsen ist bis auf den obersten Teil, der in eine schmale Mikropyle ausgezogen ist, die frei in der Höhlung des Epimatiums liegt, ohne einen schmalen Spalt zu erreichen, den das Epimatium läßt.

Wurde im bisherigen die allmähliche Entwicklung des Epimatiums und sein Verhältnis zur Samenanlage beschrieben, so liegt in *Phacrosphaera* eine Gattung vor, der das Epimatium völlig fehlt; stattdessen ist die Samenanlage lauffreig wie in Kphtoren. Stadien bei *Dacrydium* (Fig. 128). Die Blüten sind nach Art von *Dicoryllium* an kurzen Zweigen endständig und nickend. Sie bestehen aus einer Anzahl von Carp., die sich von den Schuppenblättern des Zweigleins in ihrer Form wenig unterscheiden. Diese fleischigen Carp. sitzen im unteren Teil ziemlich stark abgesondert; die junge Samenanlage, die am Grunde des Carp. fast axillär steht, liegt mit der Aufsicht dieser Kugelung an und ist kleiner als das Carp.; der Same wirkt kleiner als das Carp. Schon im jüngsten Stadium ist die Samenanlage etwa beinahe aufrecht und ist von einem Integument umgeben, das allmählich

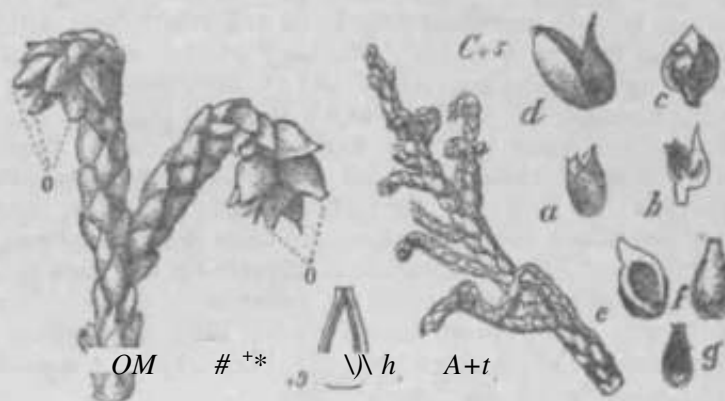


Fig. 119. *Podocarpus* *Boottiana* Archer. A und B 2 Zweige von *Sunbasin*. Pu-f. carpell mit Samenanlage (& Integument) flächig. it. Carpell mit Stigma, t. Carpell, f. Fruchtblatt, Q. und h. drn. im Längsschnitt. (Nac.) i. 11 c. r. in Knetler. 1. fl. «nwitpk-h IV. j. p. w. >

dieht; er reicht ungefähr bis in die Mitte des Endosperms; hier im Zentrum liegt der winzig kleine Embryo, an dem keine Kotyledonen differenziert zu erkennen sind. Ganz ebenso ist der Embryo und Suspensorfaden bei *P. cupressinus* gebaut. Bei anderen Arten ist die Ausdehnung des Fadens geringer; bei *P. eratre* krümmt sich der Embryo bei *P. dactyloides* von der Nabe der Mikropyle durch das Endosperm bis zu 1/4 von dessen Länge, an der Mikropyle ist eine Grube, in der er zu einem Knäuel zusammengewirrt, vom entwickelten Embryo leicht abföhrbare und in dieser Zeit schon halbverrottete Suspensorfaden liegt. Am 2 mm langen Embryo sind die beiden Kotyledonen schon deutlich ausgebildet. Ebenso ist der Fall bei *P. Jierifolius*, bei welcher Art der Embryo bis zur Mitte des Endosperms reicht. Die GröÖe des Embryo im Verhältnis zum Endosperm ist somit bei den *Podocarpus*-Arten recht verschieden.

Die Keimung erfolgt bei *Podocarpus* dadurch, daß zuerst das "Wurzelkeim" aus dem Samen hervortritt, während die Kotyledonen noch längere Zeit aneinandergeschlossen teilweise im Samen verbleiben (vgl. Fig. 127). Zu dieser Zeit ist schon eine Knospe zwischen den beiden Kotyledonen entwickelt. Schließlich werden diese völlig aus dem Samen herausgezogen und breiten sich aus.

Viviparie bei *Podocarpus Uakoyi* (*P. macrophyllus* subsp. *mak*) beschreibt Lloyd nach einem im Botanischen Garten in New York kultivierten Exemplar. Der Embryo geht durch das ganze Endosperm hindurch, das Ende des Wurzelchen liegt nahe der Mikropyle. Dann wächst der Embryo, auch abwärts krümmend, aus der Mikropyle heraus. Das weiter entwickelte Hypokotyl ist nach unten zu etwas keulig angeschwollen, wie es für vivipare Pflanzen charakteristisch ist. Schließlich fällt der Embryo mit den anderen Teilen ab; die Primärwurzel entwickelt sich oft nicht gut und wird durch Sekundärwurzeln ersetzt.

Geographische Verbreitung. Vgl. den allgemeinen Abschnitt bei den Coniferen.

FIG. 187. Sämlingspflanze einer *Podocarpus*-Art. (Nach Pilger, In Engler, Pilatutenreich IV. b. 1. 33)

Der Anteil, den die *Podocarpaceen* an der Bildung von Formationen nehmen, ist häufig ein sehr betröhtlicher, namentlich in den Bergwäldern der Tropen die hochwüchsigen Arten von *Podocarpus*,

Selten bilden die Arten reine oder fast reine Bestände. Dies wird z. B. erwähnt für *Podocarpus usambarenis*, der in höher gelegenen Gebieten Uambaras (Magamba-Wald) in fast reinen Eekindern auftritt; gleichfalls bildet *P. milanjanus* Bestände am Kenia. *P. eioitgam* ist im Kapgebiet in ausgedehnten Wäldern vertreten, oder ist wenigstens in Wäldern vorherrschend, dagegen in Neu-Schottland *P. dactyloides* in ausgedehnten Wäldern an Bumpfigen oder feuchteren Gebieten der Ebene; ebenso tritt *Dacrydium cupressinum* in Beständen auf. Größtenteils sind die tropischen *Podocarpaceen* in Bergwäldern zerstreut, in denen sie allerdings wegen ihrer oft gewaltigen Dimensionen und ihres häufigen Vorkommens von großer Bedeutung sind. So sind die *Forficarpus*-Arten des tropischen Ostafrika auch in den Hochwäldern zerstreut; im nördlichen Gebiet, besonders im westlichen Teil von Java bilden mehrere Arten, die

pfriemlich spitz, bis 18 mm **laog**, spang abstehend bis klein schuppenförmig (lptz tores besonders an blühenden Zweigen) in dila fbergingen sind; verwandt *D. Beccarii* Part, und *D. Gibbsiae* Stapf auf Borneo. —

Foissile Arten (R. KrSnsel): *Stachytaxus* Nathorst, Sver. geol. Unders. C. 87. Zweige lieteroptayH, Blätter teils setiuppenartig, teile zweizeilig, nadeiförmig, bis 1 cm lang, [^] BWten ilhrenförmig, mehrere cm lang, & in<-nschuppen senkreclit abstehend, kurzgestielt, am Knde dreieckig verheitert, mit autwJrts gerichteter kurer Spitze, daran 2 ovale, 3—3,5 mm lange

Sainen, diese am Grunde von einor Cupul.i ngeben>

2 Arten im Rhat-Liaa von Schonen, an *Dacrydiwn* erinnorud.

5. *Acropyle* PHger, in Engler, Pflanzreich FV. 5 (1903) 117 Fig. 24; Birbal Sahni, in Phil. Trans. Roy. Soc. London Ser. B. *OGX* (1920) 258-310, T. 9—11 (*Dacrydium* et *Podocarpus* spec. **ant**). — \$ Blüten 1—3 <un Zweigende, herabgebogen, zyiindriscli; Stam- irubrtkat, Bterile Spltze breit dreieckig, stumpf. \$ Blüte (vgl. 3, 230) terminal an kleinen Zweigen (jüngere Stadien unbekannt). ihr Stiel mit kleinen, dicht imbrikaten Selinrjpyr bedeckt; Receptaculum Uhnlich dem von *Podocarpus*, fleiseliir, warzig-bOkkerig, von mctireren Schuppeubliittern gebildet; nieist nur ein Carp.; Epimatium mit dem Integument viillig verwachsen, viel ktin.er als der Same, dessen inneren unteren Teil umgebend; Same grofi, kugelig, ± aufrechtj Mikropyle wenig unterhalb des Oipfels, Samenschale mit fleieehiger fiuBerer Schicht, starker holziger Mittelschicht und diinner fleischiger, mit dem Nucellus verwachscner Innenschicht. — Baum mit verschieden gestal- ten Blittern, — Name von d*/*/ (Gipfel) und *xvlt* (Tor), wegen der Stellung der Mikropyle.

1 Art, *A. Panchrri* (Brongn- et Gris) Pilger in Gchirpen Neu-Ka-

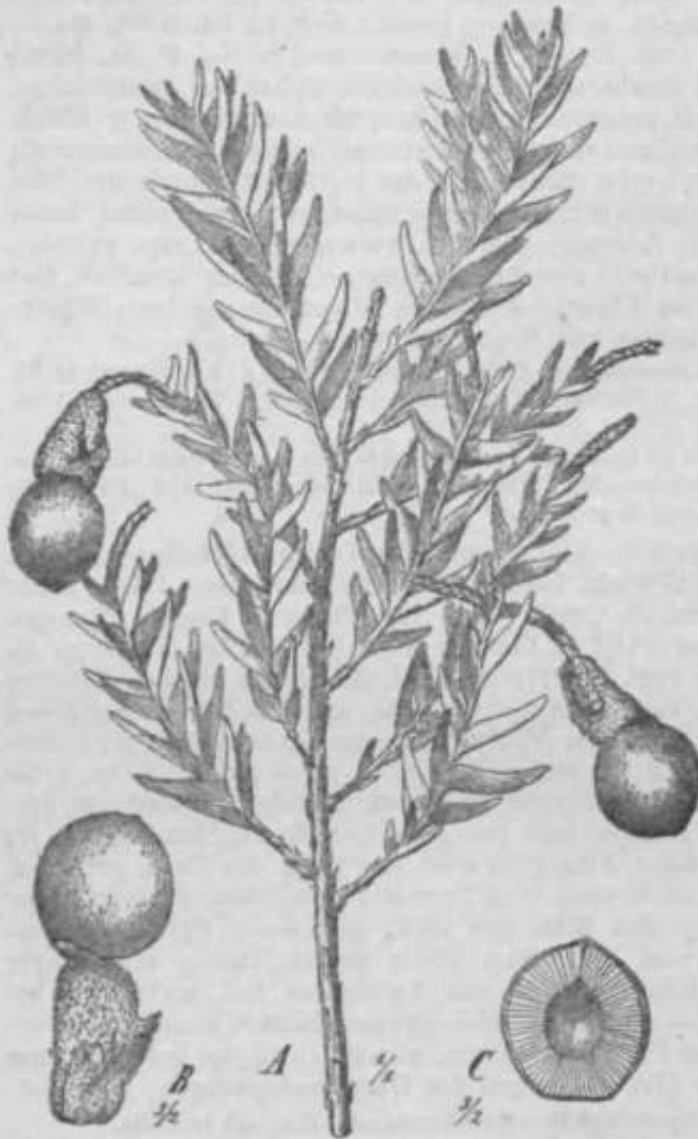


Fig. IBS. *Acropyle*. *I'tnrJitri* (Broiffii. <4 CJrs) Pilger. A Zw«Ig •lilt FrOchtu. B Pruht. O Sume iin LKngsschnUt. (Swh Pilger, lu bugler, PflauwmrDieh IV. s.)i. HTJ

ledoniens (sweifelhaft nach Sahni auch VOD den FidaehHnscln); Baum bis 15—20 m hoch; Blätter an den verJ&Eferten Zweigen dink schuppenförmig, ngedrUekt, dryicokig, spiti, an kurawn, in don SchuppenblSttom axillitren Zweigen zwizeilig ausjtt'breitet, linealiBch-lanzettlk-h, etwas eichelförmig gebogeti, bis 16 mm **Ung**; zwibchen beiden Formen Obergflnge,

6. *Podocarpus* L'H6rit. ex Pers. Syn. II (1807) f>80*); Endl., Gen. (1810) no t800, SyjL Conif. (1847) 206; L. C. et A. Rich., Comm. Bot. de Conif. (1826) 124; Pilger, in Engler, Pflanzenreich IV. 5 (1003) G4 (*Nageia* Gaertn., De fruct et eem. I 11788] 191 descr. mixta;

*) Der Name *Podocarpus* wurde luerst von L & billardHre f(lr *P. aspieniifoUtu* publi- liert (KOT. **Holi**. pi. spec. II [1806] 71, T. 221). Die zweite beschriebene Art ist *P. elongatus* L'Her. ex Pors. Syn. (1807). L. C. Richard (Comm. Conif. [1826] 23 und 129) gab *Podocarpus aspieni- folius* den Gattungsnamen *PhyUocladia* und behielt *Podocarpus* ffr *P. elongatus* und Verwandte

O. Kuntze, Rev. Gen. II [1891] 798; Bail. Hist. pl. XII [1892] 40). — Blüten düßig, seltener montan. § Blüten (vgl. S. 217) selten nach Art von *Daaydium* terminal (*Dacrycarpus*), meist einzeln oder zu mehreren sitzend oder gestielt in den Blattachseln, am Grunde von sterilen Schuppen umgeben, manchmal auch zu mehreren an der Spitze von Zweigen gedrängt oder in Blütenständen vereinigt, selten hängend (*Stachycarpus*); Stempel, immer imbricat, sterile Spitze meist klein. £ Blütten. (vgl. S. 219) selten ährenartig, mit getrennten Samenanlagen (*Stachycarpus*) oder mit 1—2 Samenanlagen am Ende kurzer nicht verdickter Zweige, meist einzeln axillär, gestielt, mit fleischigem Receptaculum und 1—2 Carp.; Samenanlage meist das Carp., weit überragend, selten mit dem Carp., bis zur Spitze vereinigt (*Dacrycarpus*), das getragene Epimatium mit dem Integument der mit der Mikropyle nach der Basis des Carp., gerichteten Samenanlage verwachsen. Samen meist groß, oft ± gespitzt, Samenschale mit äußerer weicher oder lederig-fleischiger und innerer verholter oder auch dick verholter Schicht — Strukturfaser oder kletnere bis sehr hohe



Fig. 1. *Podocarpus andintui* Poepp. A und B Zweige mit welligen Blättern. (Carp. mit Samenanlage im Längsschnitt. (Vath Pilger, In Engler, Pflanzenreich IV. 5. p. 88.)

Bourne. Blätter selten schuppenförmig (*Dacrycarpus*), meist linealisch oder lanzettlich bis eiförmig, groß, meist spiralförmig gestellt, selten gegenständig oder fast gegenständig (*Nageia*)* — Name von *novi* (Foli) und *MOQIM* (Frucht), wegen des angeschwollenen Receptaculums.

Ca. 70 Arten.

Einteilung der Gattung.

A. J. Blüten schraubig¹ oder mit 1—2 Samenanlagen am Ende eines Zweigbüschels, Samen oft groß, mit dicker fleischiger Innenschicht der Samenschale; kein Receptaculum

Untergattung I. *Stachycarpus*.

bei. Nach der Prioritätsregel m. Q. C. f. also der Name *Podocarpus* für die Gattung¹ *Phyllocladus* im heutigen Sinne gebraucht worden. Doch ist *Podocarpus* seitdem immer für die Gattung im heutigen Sinne gebräuchlich geblieben und wird so beibehalten. In dem Index nom. conserv., der vom Intern. Bot. Kongress zu Wien 1905 angenommen wurde, ist *Podocarpus* auch gegenüber *Nageia* Gaertn. als beibehaltender Name aufgeführt. *Nageia japonica* wird zuerst bei Kimpf (Amen. [1712] 773 tab. p. 874) erwähnt unter dem Namen N4, vulgo Nage. Von Thunberg (Fl. Jap. [1770] 76) wird die Art unter dem Namen *Myrica nagi* beschrieben. Der Name *Nageia japonica* findet sich bei Gaertner (De Fruct. et Stirp. I. [1788] 191, T. 89), der Kimpf und Thunberg zitiert; Gaertner brachte aber zwei Arten in der Beschreibung durcheinander, denn er führt an: stam. quatuor et r. t. l. duo. O. Kunze hat in BCT. Grn. II (1891) 800 die (Unula) bekannte Arten von *Podocarpus* in *Nageia* übergeführt.

- B. \$ Blfiten axillar oder selten an Zweiglein endBULndig; Rceptaeulum atlermeift entwickelt
 XJntergatt II. Protopodocarpus.
 L Carp, mit der Samenanlage verwachuen, die Samenanlage mit Btumpfein Ends liherragend;
 BlQten endoWndig an ZwetgJein; Blatter eehr klein. Sekt. 1. Daerycarpus.
 IL Epimatum der Samenanlage vom Carp, Irei, Samenanlago daB kleine Carp, allermeist weit
 Uberragend.
 a. BUTter BchnppenfOnnig Sekt. 2. Jticrocarpus.



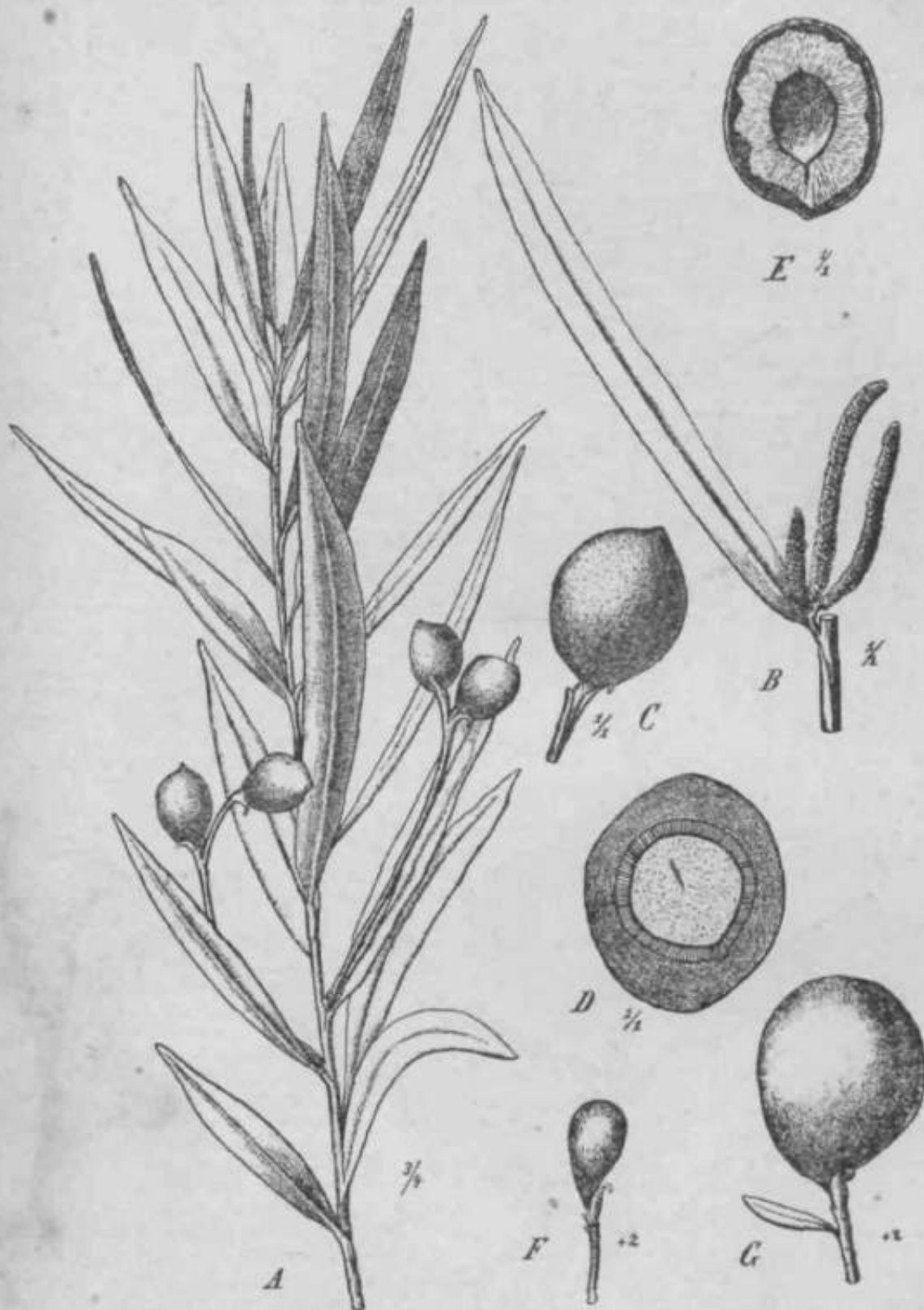
Ftp. 130. *Podocarpus epictitu** R. Br. \$ und Q 2weig, a f BUtp. **b und c** Sum. von auBen und Inner. d Tell der 9 Bible, urei Carp. IIII Sainennnltigen. (Nach Hook. Jcon. t MS und Eugl<r, Pflanzentr-lch IV. fi. p. (56)

b. BISTter linealiacb, Janseltlich Oder oifOrmig¹.

a. Blatter bruit, breit taozettlich oder fiiftirmtg, gegenst&icltg Oder fast ggegenitlndig, niebrticmg Sekt. 3. Nageia-

p. liliUter linealiach oder lanzettlich, etonervlg. Sekt. 4. Eupodocarpus.

Cntergatt. I. *Stachycarpus* Engl. in E. P. 1. Aufl. Nachtr. (1897) 81. — (*Podocarpus* Sekt. *Stactycarpus* Endl. Conif. [1847] 218; Filger in Englcr, Pflnnwnrcich IV. 5 (1903) 63; G»t-tung *Stachycarpus* Van Tieghem in Bull. Soc. Bot. Franco XXXVIII [1891] 162; *Podocarpus* § *Ta-zoideae* Bennett, Pl. jav. ran [J&33] 35; *Prummijityis* Phil. in Linnaea XXX [1860] 731). — J BIOTco in endBtftndigia Ahren, einzel oder zu meltreren in den Achseln vou Braktcen, oder einzeln oder EU nipfirn-n in Blattachsdn, selt«n nif:hrcrc an der Spitze pines narkten Glides vereinigt \$ BIUten mit auscinandergczogenen Carp., von Uhrnfitrmiger Ge^lilt, ein vrholztes Zweiglein darateilend, odor Saineuanlagca 1—2 iim Ende eines kleinca beblatterled oder beschuppton Zweig-



Pl. 131. A—J *Podocarpus antaru** Blunze. A Zweig mit Mittern Q Blüthen. B S Blatt. C Sornenlt O*rp. /> Kelfor Same Im Lfttüpschnitt. — fi P. vMamba.rcmU Pflper, Same ivn UbigaschaltL, mit sehT dicker holzger Schicht. — V— G *P. gradtini* Pilger Ullte und >'rueht, iKneb Filler, ta Idigler, Pfl»n- zeurtfeh IV. 4. p. 63).



FIG. 132. *Podocarpus Mannii* Hook. f. A Zweig mit J Blüthen. B Fruchtzweiglein C Same im Längsschnitt (Sach Pilger, in Engler, Pflanzenreich IV. 5. p. 71.)

leiui; Carp. stets eehr klein; Samen meist Erosi bU fieur groß, innere Schicht der Sameihfchale ön dick bolug. — Blüthen, oft von gewoltiger GröSe; Blätter Jdcin, lineaiisch oder lünger, lanzettlich. A. Blätter klein, linealisch, zweiroiltig ansgebreitet, A&. Q Blüthen mit raehreren auseinander-

dorgeaogenen Carp, und Samcnaniagen. *P. andinus* Poqping in CbOe (einh. Name Llcuijuej, kleiner Baum, £ Bltten, 2—2,5 cm lang (Fig. 128). — *P. spicatus* R. Br. auf Neu-Seeland (einh. Name Matai, Black-Pine), hoher Baum (Fig. 130). Ab. £ Blüten meist nur mit euer entwideltea Samenaolage. *P. ferruginous* Don auf Neu-Seeland (einh. Name Miro), holier Baum, &une 15 bis 17 mm lang. — Verwandt *P. ferruginoides* Compton auf Neu-Kaludonien, lerner *P. montana* (Willd.) Lodd. in deu tTopiacben Anden von Bolivia bis Kostarika, *P. utilior* Pilger in Peru, *P. Ladei* Bailey in Queensland. —<

B. Blatter niciat ailaeitswendig, meiat lünger, lanxettlich oder llaeaUach-laiuetUieh; Sanum laciati 1, Belted 2, groB. *P. amarus* Blume (Fig. 181) auf Java, Sumatra, Neu-Guinea, den Philip-pinen, In Queensland; machtiger Bnum. — *P. wambarensis* Pilger (Fig. 131) in Oetafrika (einh. Name muxe oder mze), hoher Baum, oft bestiindbildend; Blatter an erwachsenen Baumun nur 8>-3 cm lang; Same bis 3 cm lang. — *P. Mannii* Hook. f. (Fig. 132) auf {& Thorn*. — *P. gra-citior* Pilger (Fig. 131), dem *P. tsambarensis* nahe verwandt, im nOnlichen trop. Oetafrika. voa Uganda bis Abyssinien. — *P. /ah-atus* (Thunb.) R> Br. in SldOBt-Afrika, glcichfalls mit kleinereD, an erwachsODfn Exemplaren bis 4 cm langen jilatttni.

Untorgatt II. *Protopodocarpus* Engl., in E. P. 1. Aufl. Nachtr. (1897) 21.

Sekt 1. *Dacrycarpus* EndL, Syn. (1847) 221; Pilger L. B. 65. — £ Blfleo terminal, Stum. in der Form den eterilen Schuppenbjiitern ithiilich. J Blüten terminal, Reeceptaculum klein, war-
*ig, Carp. 1, mit der gsmenaniage der ganitn Utage nach

verwachsen, diese mit stumpfem £ndc überragend; Same
Wein, breit eifarmtg Oder fast kugdig, das angewachsene
Carp, am Snmen kaum noch unterrechidbar. — Stwk ver-
iwtfgte Baumo mit Mbr kleintn Blattem (Fig. 1M). *P. im-
bricatiur* Blumo {*P. cttpressinn* R. Br.), im Monsungebiet
woit verbreitet (einh. Name KUnerah oder Kiptitn), ein
hoher Baum, Blatter verHehieden gesUUet, iw kuncn Zweig-
lein 2reihig auegebreitet, schmal lluealtsch, ± eichelforaig,
an fertilen und Iflngerer Zweigen anliogend, kilreer; Same
6 mm lang. — Nahe verwandt *P. papmtnws* Ridl. auf Neu-
Guinea. — *P. ViellJardii* ParL auf Neu-Kalfdonien. — *P. da-
crydioides* A. Rich. (Fig. 124) auf Neu-Seoland (einh. Name
Kahikfdtca), holier Baum mit kleinen, schmal Uealischen,
dicklichen Bl'ittem.

Sekt 2. *Microcarpus* Pilger in Engler, Pllanaenreich
IV. 5 (1903) 58. — Becceptaculuro d«r \$ Bltla wenig ent-
wickelt; Carp, klein, von der Sttmenanlago frei, kleiner ale
der Same; Same mit ziemlich dicker holztfgr SchichL —
Kupferi^rotg^ofiirljtor Stmub, Blittter klein schuppenOrmig
(Fig. 1S3). 1 Aft, *P. ustus* Brongn. et Gris auf Nsu-Knldonien.

Sokt. 3. *Sageia* EndL Syn. (1847) 207; Pilger in
Kngler, Pflanaenreich IV, 6 (1903) 58 (*Podocarpus* § *Damma-
roideae* Bennett, PL jav. rar. [1S38]; fflagela [pro genera] Gord. Pin. [1868] 13B; C*rr. Conif. ed. 1.
437, ed. 2. 636). — £ Bliu-n moist mehrerc am Kndo etnes axillaren 8tiele«. \$ Blüten ein kurzes
axillares mit Schuppenblauern besedtes Zweifrltiin bildend, untere Sehupponblätter abfttllig, obore
ein verdicktes Huceptaculum bildend oder nichtj Carp. 1—2; Samed meist ca. kugelig. — Blatter
decussiert oder fast decutssiert ansitend, abor meist in cine Ebene ausgebreitet, meist groiJ, bruit
eiförmig Oder eiftrmig oder [ampttlich-eiftrinig, mehrnervig.

A. Receptsculum entwickelt. *P. Wallichiantri* Prcal (Fig. 184) In Vordflrindien, Assam,
Burma, Blüten montaisoh. — *P. Motleyi* (Pnrl.) Dilmmer (f. *Beccarii* Par.) auf Borneo, mit kldneren
(4—Gy5 cm langen), kOracr vrschmalerteii Blattern. — *P. Blimei* Endl., auf Java, dca Moluccen,
Celebes, Neu-Guinea, den Philippinen; hoher Banm, Blatter 9—13 cm lang.

B. Kcin Receptaculum, (Fig 1S4 C—E). *P. tagl* (Thunb.) Zoll. et Moritei (*P. Nageic* E. Br.),
in etldlichen Japan (einh. Name Nagi); hoher Baum mit bis 9 cm langen eiförmig-tanzettljchen
Blattern, in Japan viol kultiviert. Verwandt *P. nankoensis* Hayau auf Formoa. — Zwicfel-
nafta Arten dor Sektion nind *P. minor* (Carr.) ParL auf Neu-Kakdonien, ein kleiner Strauch mit
1-^ cm langen, achmal elliptiBC-hen BlattRrn und *P. vittensis* Seem, auf den Fidschi-Ins«In (einh.
Name Dakua Satu Pnlü; Naheres tiber die Art bel L. S. Gibbs, in Ann. of Bot. XXVI [1912]
634; aie zeiehnrl KIOII durrh die verhJLunismfCijre HrOflo der Carp. aui). C. E. Bertrand
(Ann. Sc. Nat. fi. st^r. XX (1S74) C5 jsrrlindet auf *P. viihnsis* die fkrktion *Potypodinpnts*; OH soil cur
Art gehÖren *Polypodiopsls MucUeri* Carr. Conif. 2. Aufl (1867) 710, yvas gane zweifelliaft ist. Naeh
C&rrlero soil *P. Muellcri* von Neu-Kukdonlen fititmiacn. Carrière gibt von seiner dEtrftig
charakterisierten Gattung 1. c. die merkwUrdipo AsgSIMK *Feuillea composfiet?* und von der Art:
Feuilles. .. irfegnli^reincent dent.ieul^fss-e^hancrdeB. Mnterial liegt von der Art nic.ht vor. Nach
Kew Bull. (1930) p. 872 htndelt es sich wahrscheinlich um die Protciwiec *Bauprea Balansae*
Brongn. et Gria.



FJg. 13H. *Podytarpua witu** Rruugn. et
Grit. A HflbltuR. £9Btllte. C'Frucht
[m LUigmchultt. (Nach PI 1gar. In
Engler, Pflanzenreich IV. i. p. α&

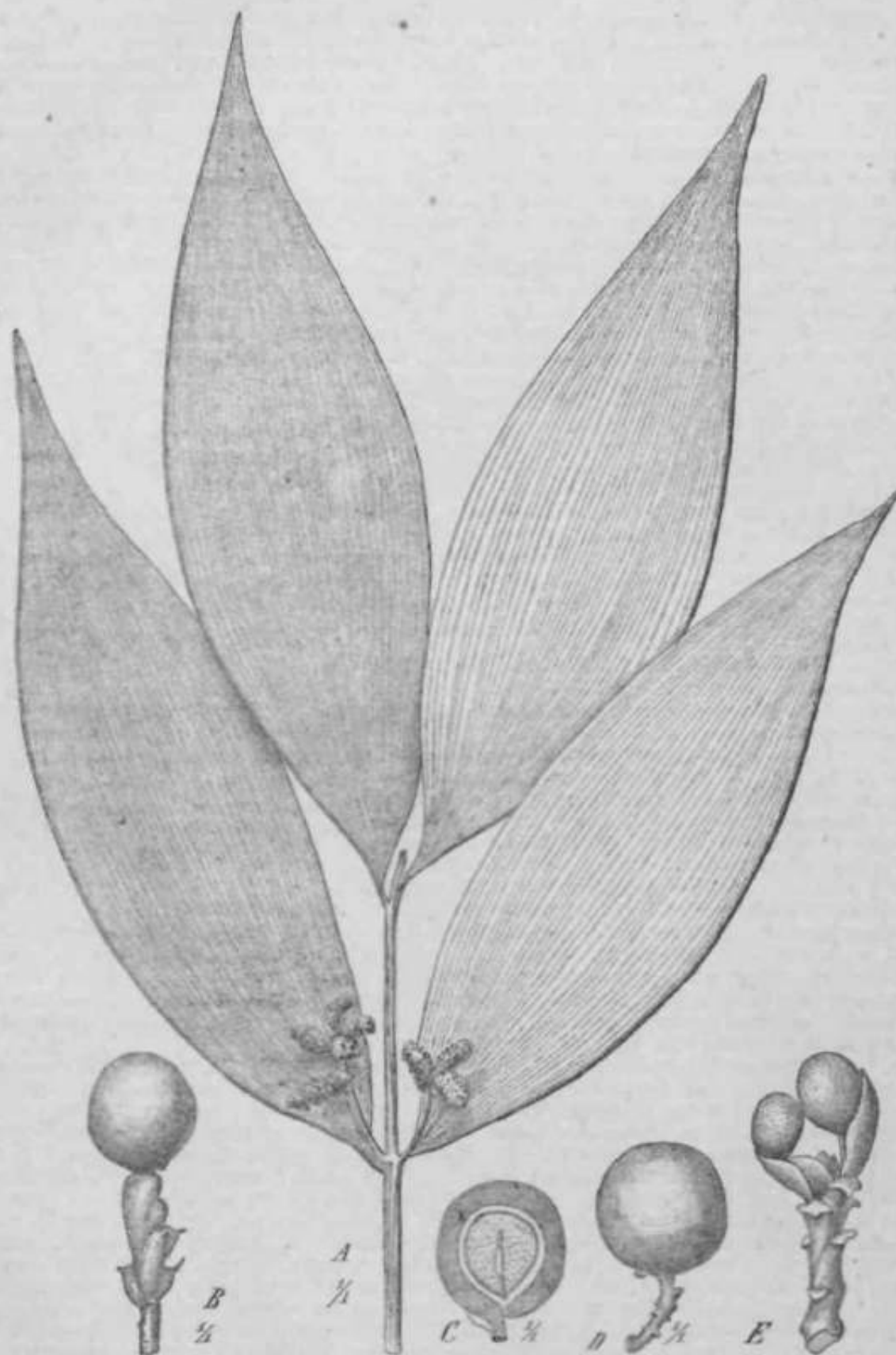


Fig. 194. *A* *I'uihcarput WaUiehianu** Presl. Zweig mit <J Rluti-n. - *B* *V. ftlumef EnAL* \$ Blttte. — *V—M* *P. nagi* (Thunb.) Zoll. et Mor. *O* Same durctiHclitltten. *I'* Fmcht. *E* \$ BULte mit zwci Sunen-anlagen. Ofich Pilg«r, ID Eugler, Pflutsonreich IV, 6. p. 61.)

Sekt 4. *Eupodacarpus* Endl. Sya. (1847) 208; Pilger in Engler, *Pflanzenreich* IV. 5 (1903) 73. — j Bltiten einzeln oder in mehreren axillär, oder meistens am Ende eines gemeinsamen Stieles oder zu einem Büschel vereinigt; Blatt, meist dicht imbricat, meist mit deutlicher steriler Spitze. ♂ Bltiten einzeln axillär, kurz oder länger gestielt; Receptaculum fleischig, gut entwickelt, oft am Grunde mit 2 Behälterhöhlen; Stäubenanlagen 1—5; Samen kugelig oder kugelig, oft mit stumpf vorgezogenem Ende; leere Schicht der Samenhülle meist dünn. — Seltene Straucher, meist Bäume, oft sehr hoch; Blätter linealisch oder lanzettlich, oft lang.

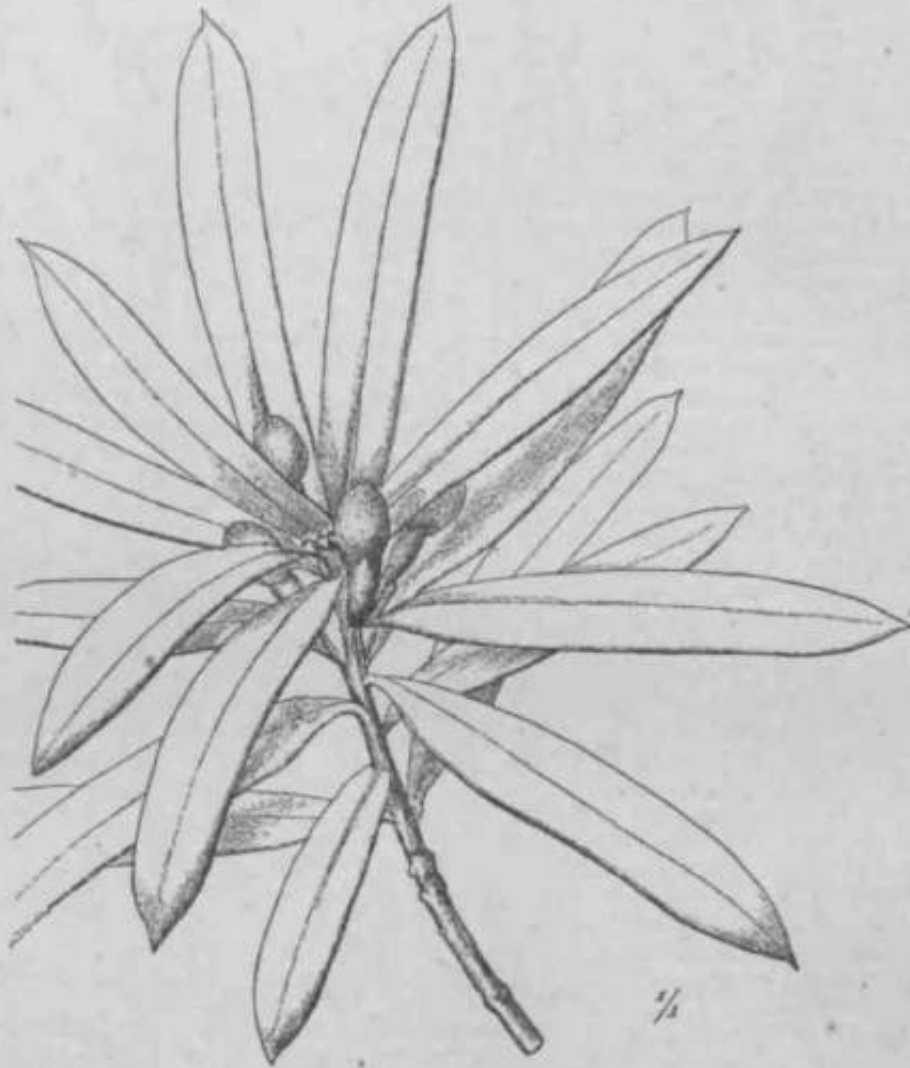
Ca. 40 Arten.

A. ♂ Blüten ohne schmale Hüllblätter am Grunde des Receptaculums; meist amerikanische Arten. In Westindien: *P. coriaceus* Rich. (auch in Venezuela und Kolumbien), kleiner Baum, Blätter lanzettlich, 10 bis 13 cm lang. — *P. Purdieanus* Hook., auf Jamaica, mit kura, starr eiförmig-lanzettlich Blättern. — *P. amjussifolia* Griseb. auf Kuba, mit schnäbeln, barren Blattspreitigen Blättern. — *P. Urbauii* Pilger auf Jamaika. — *P. Buchii* Urb. auf Haiti. — In Zentralamerika: *P. guatemalensis* Standl., in feuchten Dickichten der Küste von Guatemala. — In Südamerika: *P. SeUoi* Klotzsch in *Bodenbrunnen*, Baumstrauch mit 6 bis 10 cm langem, leuchtend glänzenden Blättern. — *P. Ratanum* Pilger in Guyana, auf dem Roraima-Gebirge. — *P. wacroschalyis* Psarl. (Fig. 117 D) in Kolumbien, Venezuela (auch Costa-Rica); ♂ Bltiten 2,5 cm lang. — *P. olcifolius* Don in Bolivien, Peru und Ecuador (auch Costa-Rica); Blätter starr lederig, 3 bis 7 cm lang, oberseits an den Nerven mit tieferer Furche. — *P. glomeratus* Don (Fig. 117 A) in Peru und Ecuador; ♂ Bltiten an dem Ende eines gemeinsamen kugelförmigen Stieles, 10—12 mm lang. — Die (J) Blätter ebenso bei *P. Lambiitii* Klotzsch in Südbrasilien und bei *P. Parlaforvi* Pilger in Nordargentinien und Bolivien. — *P. salignus* Don (Fig. 117 C) in Chile, von ca. 30°—42° n. Br. (einh. Name Hainbuche-Manique); ♂ Bltiten sehr schmal, 8—3,5 cm lang. — *P. nitida* Lindl. in Südchile, Blätter linealisch-lanzettlich, nur 8—10 cm lang. Auf Neu-Seeland: ♂ *P. totara* Don (Fig. 195); Baum mit linealisch-lanzettlichen, nur bis 2 cm langen, meist spitzen Blättern; nächstverwandte oder nur eine Varietät *P. Hallii* Kirk. — *P. aculeatus* Kirk; Straucher, Blätter linealisch, meist nur 10—15 mm lang. — *P. nivalis* Hook. (*P. montana* Colenso), niedrig stützig, Blätter oblong-lanzettlich, meist nur 8—13 mm lang. Auf Neu-Kaledonien: *P. gnidioides* Carr.; Baum oder Strauch mit abstehenden Hüllblättern, 15—30 cm lang, auf Tumanu in Neuseeland; *P. atpinus* R. Br. (Fig. 117 I); *P. thurbergii* Hook. in Süd- und Ostafrika (einh. Name Yellow-wood) (Fig. 136), — *P. cymosus* (Alt.) L'Hér., hoher Baum in Süd-Afrika (einh. Name Outeniqua, Yellow-wood). In Monongoblot: *P. nerifolius* Don, weit verbreitet von Nepal und Kambodscha bis nach Philippinen und Neu-Guinea, andererseits bis Süd-China, Baum mit bis 15 cm langen, lanzettlichen, lang vorbuckelten Blättern. — *P. polystachyus* R. Br., auf Java, Sumatra, Borneo, den Philippinen;



Fig. 136. *Podocarpus totara* Don. a) Stain, b) Querschnitt, c) Früchte im Längsschnitt. (Nach Hooker; E, P. 1. Aufl., II, 1. p. 100)

rf BlÖten zu 3—5 eitzend. — *P. Rumphii* Be nine, auf Neii-Guinea, Celebes, den Molukken und Phi-Uppinoa; mit schr groBen (*b'w* 25 cm langpn), fast geachwinzt-ges pita ten BlSttern. Auf Neu-Guine» ferner *P. thevetiifolius* Zipptl, *P. Schlechteri* Pilger, *P. Ledermannii* Pilger. — *P. Pittgeri* Foxworthy auf Celebes und don Philippines — *P. costaiia* Presl, *P. pkilippinentU* Foxworthy und *P. glaucus* Foxworthy aut den Piiiippenen. — *P. Koordersti* Pilger, verwaadt mit *P. neriifoliws* auf Java und den Andaman-Inseto. — *p. affinia* Seem, auf den Fidschi-InBeln. — *P. nQvae-catedoniae* Vieill. und *P. longefotioltitus* PiJger auf Xeu-KaJedonien. In Sttd-Japan und auf den Liu-Kiu-Inseln (auch in Zcntral-China?): *p. macrophyllus* (Tbunb.) Doa (einh. Name itaki, Kusa-makl); kleiner oder htlhercr Baum; Blatter schmal lanaettlich, verBchmalert, 8—10 cm lang; in Japan viel kultiviert; eine Unterart *mafi* Sieb- (i"ig. J20 A—D) (Kne-Sin, Sen-Baku, Inu-Maki nach



Ftg. ins. *I'fidoearpw loli/oliiu* (Thunb.) R- Br_n mit Fruchton. (Xach Pilfer, ID Bugler, Ffiwwsenrsdeh IV. R. p. »I.)

K a m p f c r, oft als *P. chinettis* in Bat. Garten kultiviert) ial durch kleinere (4—7 cm lange), kurz verachmftlorto Blatter charakterisiert. — Verwaoidt *P. Makaii* flayata auf Forniosa. In Australien: *P. status* R. Br. (soil auch auf den Fida^hi-Insclu vorkommqn), in SudosUAuBtraliett; **hobtt** Baum, ausgeieichnet durch die suhr latigen (bis 5 cm) J BlÖten. — */*.* *spinulosus* (Smith) R, Br, in Ost-Australien (Fig. ISO ff— £>); BÜtter linealisch, 4—7 cm lang, BlachelnpHiig; nahe vorwandt *P. UTottynianus* F. Muell. in West-Australien.

Fostite Arten (R. Kiftueet): Zahireiche BLattrentc in Kreide und Tertiar sind mit rcienten Arten verglichen worden- *Podocarpas eocenica* Cng¹. Qndct sich im Eozan von Steiermark, Tirol, Bohmen, KarnU'n, S^hweiz, Italien new. Kin anjreblich ferUJer Zweig (*P. etegans* [do la Ilarpe] Gardner) ist zweifelhaft- Dos gilt auch von den in der Kreide Nordamcrikus hauflgen, in Europa seltenen, Potfosoffii^i-ahnlichen, lanietlichen Btattern von *Nageiajtsis* Fontaine.

Bolter VOID *Padocarpustypus* (*Podocarpizylon* Gothan) flnden sich schon im Jura. Wenigstens die jflngerea, z. B. ira Tertiar Siidamerikas und Europas, gahOron sicher hierher.

jedem Sum. betr&gt G—19; sie ehid am unteren TcU der Endschuppe an der Untereeite befestigt (wobei sich meist 2 Reihen unterscheiden lassen), sehnial lineyiisoh. frei von-emaniler und dem Stiele dea Stain, parallel gerichtet, mil LfcngeriG geOffncL Die PotlenkOrner sind kugelig, **giatt**, migcflufeJt. NacU B u r l i n g a m e hat die \$ BIUte von *Araucetria angustifolia* ungefftlir 1000 Stam., jedea derselfoen 10—15 Sporotigien₁ derea jedes IKK)—1000 PollenliOmer enthait, so daB diese in ungelieurer Menge gebildet werdfin.

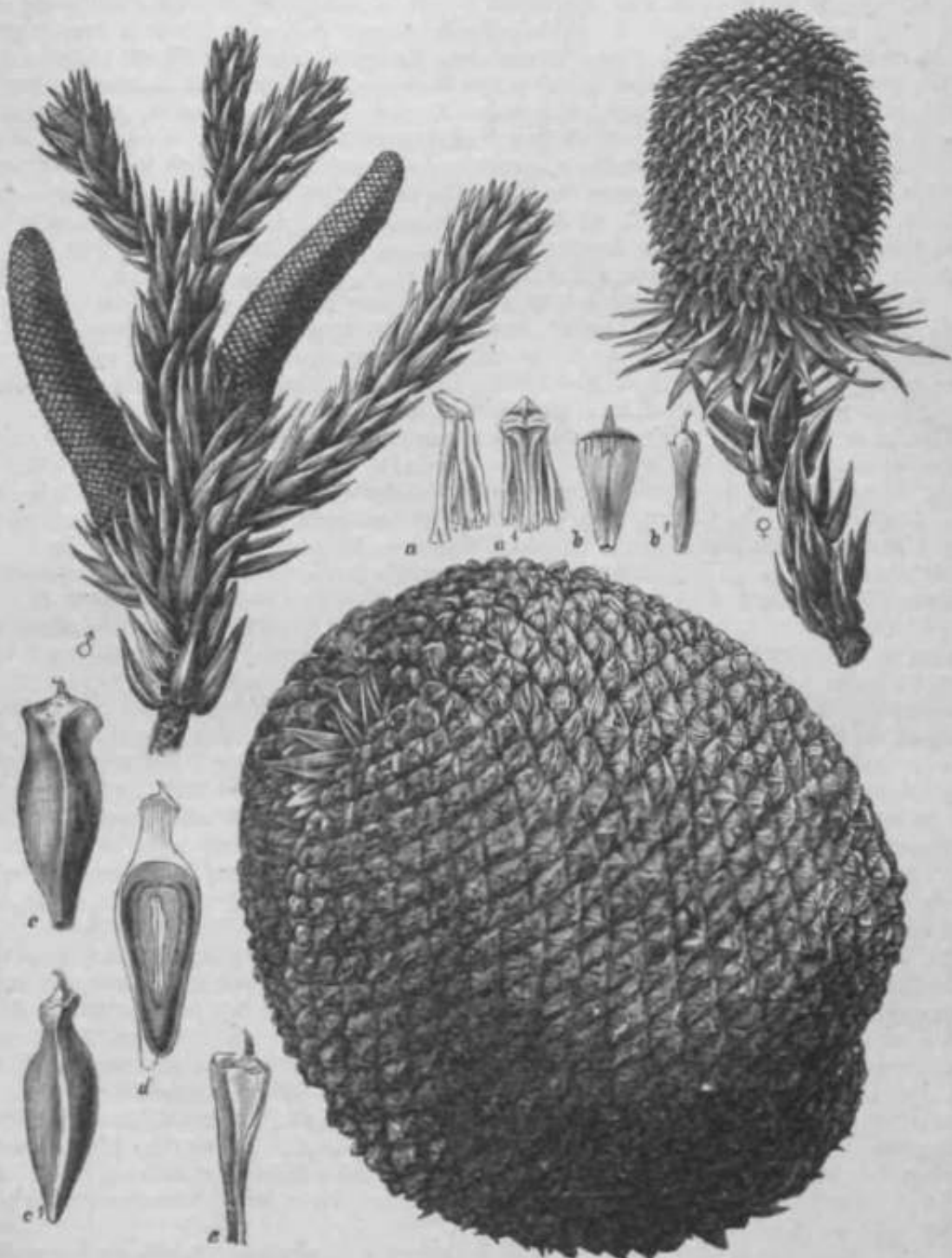


Fig. 137, *Araucaria angustifolia* f. *olid* f. BertoU 0. KtM. Links oben J, ruulits vben V Blitwizwclff, recliti uiten Fr. All« um ctwns woiuiter nt« die Illlffe verlccln«irt. * Sth. von d«r Sette, »i vom ftkk^i, b Cmpoll [von il. III. rochts] vuu oben, bi von der tSeite. thiten lHt (tic UtgVWMlllBMH 8*^ oboit die Llgwla. c FruchttiAre Zftpfennctiuppe von oben, e¹ von der Seite, d Im LKngaoolttrtl, e sterllii Zapfen-actuppe. (AOB der Flora BranllrusU, Cotill. T. 110—119, «, a'' ttUrM ver^r., 6, 6' nat. Or., e—« um die H&Ute verkleinert; E. P. 1> Aufl. li. I. \. 68.)

Bei *Agalhis* sind die Bl^{t} kleiner und höher von der vegetativen Region gesondert; sie sind kurz gestielt, axillär oder etwas extraaxillär (Fig. 140), zylindrisch bis oblong, am Grunde von einigen kleinen, breiten sterilen Schuppen umgeben. Die Stam. sind außerordentlich dickgestellt, viel kleiner als bei *Araucaria*, bei *A. alba* 4–6 mm lang; die Blüte ist hier bis 4–5 cm lang. Der kurze Stiel des Stam. geht in eine dicke dickledrige Endschuppe über, deren Hand breit gerundet und etwas nach oben gebogen ist. Betrachtet man die Blüte von außen, so sieht man nur die Unterseite, die breit dreieckig mit abgestumpften Ecken oder, da die Basis des Dreiecks etwas gebogen ist, fast rhiombisch erscheint. Die Sporangien sind unterseits befestigt und dem Stiel parallel gerichtet, ihre Zahl ist meistens nur gering (5–6), kann aber auch bis auf 14–15 steigen.

§ Blüte und Fruchtzapfen. Die Blüten der Araucariaceen sind aus zahlreichen Carp. zusammengesetzt, die dicht sitzig in der Blütenachse angeordnet sind. Jüngere Stadien sind selten in den Sammlungen vertreten, und es werden im folgenden die charakteristischen Merkmale der Zapfen und Carp. nach fortgeschrittenen oder reifen Stadien wesentlich beschrieben werden. Beide Gattungen besitzen große, rundliche Zapfen, die bei der Reife auseinanderfallen; die Carp. tragen nur eine Samenanlage, deren Mikropyle nach der Basis der Carp. KU gerichtet ist. In den Zapfen trägt nur ein Teil der Carp. einen Samen, an gewöhnlich der gegenüberliegenden Seite wird der Same nicht ausgebildet. *Araucaria* ist dadurch ausgezeichnet, daß die Carp. auf seiner Bauchseite eine Ligularschuppe (Fig. 139 ?) entwickelt, die zum größten Teil mit dem Carp. verwachsen ist und nur eine freie Spitze hat: in das Gewebe dieser Ugarlschuppe ist die Samenanlage völlig eingebettet. Die Ligularschuppe tritt bei den Arten ± deutlich hervor. Der Zapfen ist meistständig an beblätterten Zweigen, und die Laubblätter geben allmählich in Carp. über. Als Beispiel mag zunächst *Araucaria Bidwilli* dienen (Fig. 130 A). Der Zapfen ist fast kugelig und kann bis gegen 30 cm im Durchmesser erreichen: die breiten Carp. schließen sich im Zentrum übereinander und fallen nicht auseinander. Die einzelnen Carp. ist breit randlich, 10–15 cm. «etwa 7 cm breit und 6–8 cm hoch. Dabei ist die 1 cm lang abgesetzte, lanzettliche, spitze, scharf nach unten gebogene Spitze nicht mitgerechnet. Nahe oben in der Carp. stark verdickt, so daß sie von außen breitgezogen rhiombisch erscheint; über das Feld verläuft mitten eine scharfe Kante, die dem äußeren Rand des Carp. entspricht (Fig. 130 B). Am geschlossenen Zapfen (vergl. *? 137 für *A. angustifolia*) sieht man nur diese Felder. Die abgesetzte Spitze fällt bei den Arten zur Reifezeit oft ab, dafür die stumpfe Kantenfläche übrig bleibt (Fig. 187 ? und Frucht). Nach unten und nach den Seiten hin wird die Carp. von *A. Bidwilli* allmählich dünner, doch sind auch die breiten Ränder noch fest und dick. Unterhalb der abgesetzten Spitze erkennt man die freie Spitze der Ugarlschuppe (Fig. 139 ?); diese ist bei der Reife kurz gestutzt, dick: nur unten zu sind die Ventrals der angewachsenen Teile der Ligularschuppe nach dem Samen hin zu verfolgen. Die Samenanlage ist mit dem Gewebe der Ligularschuppe vollständig verwachsen und wendet die Mikropyle nach der Basis des Carp., wobei das Gewebe des Integuments von dem des Carp. und der Ligularschuppe deutlich unterscheidbar. Der Nucellus ist vom Integument vollständig frei (Fig. 139 C). Der reife Same von *A. Bidwilli* ist bis 4–5 cm lang, er verdickt sich außerordentlich stark, so daß er schließlich das umgebende Gewebe der Carp. und der Ligularschuppe zum Aufplatzen bringt und sich leicht von ihm löst. Der Same wird dann frei; er ist von gelblicher glatter, fester Schale umgeben, im Querschnitt konisch und oben verdickt, daß sein unteres Ende (am Carp. nach oben zu) von oben gesehen fast quadratisch erscheint. Bei den anderen Arten bleibt der Same dauernd von dem umhüllenden Gewebe des Carp. und der Ligularschuppe umgeben. Häufigstens lösen sich bei der Reife Teile des Carp. ab, wie die abgesetzte Spitze, oder die dünnhäutigen Flügeln bei *A. excelsa* und Verwandten.



Fig. 130 A Stam. von *Araucaria Bidwilli*, von der Seite (W. Dwt.). B Drei Ansichten von *A. Bidwilli*, 1 von oben, 2 von der Seite, 3 von der Front (W. Dwt.). (Orig. mal.)

Diese Flügelbildung ist, besonders für Arten der Sektion *Euiacta* charakteristisch. Als Beispiel nenne ich *A. Cunninghamii* (Fig. 139 D). Der Zapfen dieser Art ist ellipsoidisch, etwa 7 cm hoch, 5,5 cm breit; die sehr breiten, sich nach der Basis zu etwas verschmälerten Carp., sind ca. 2 cm hoch; die achselständige, abgesetzte Spitze ist hier scharf aufwärts gebogen, 6 mm lang; die Ligularschuppe hat eine scharfe, freie Spitze. Der Same bildet den keilförmigen verdickten Mittelteil des Carp. Dieser ist an seiner oberen Basis nur im Mittelteil stark verdickt, so daß es von außen am Zapfen flach rhymbisch erscheint (Fig. 139 D*), von diesem Mittelteil aus verdünnt sich das Carp.

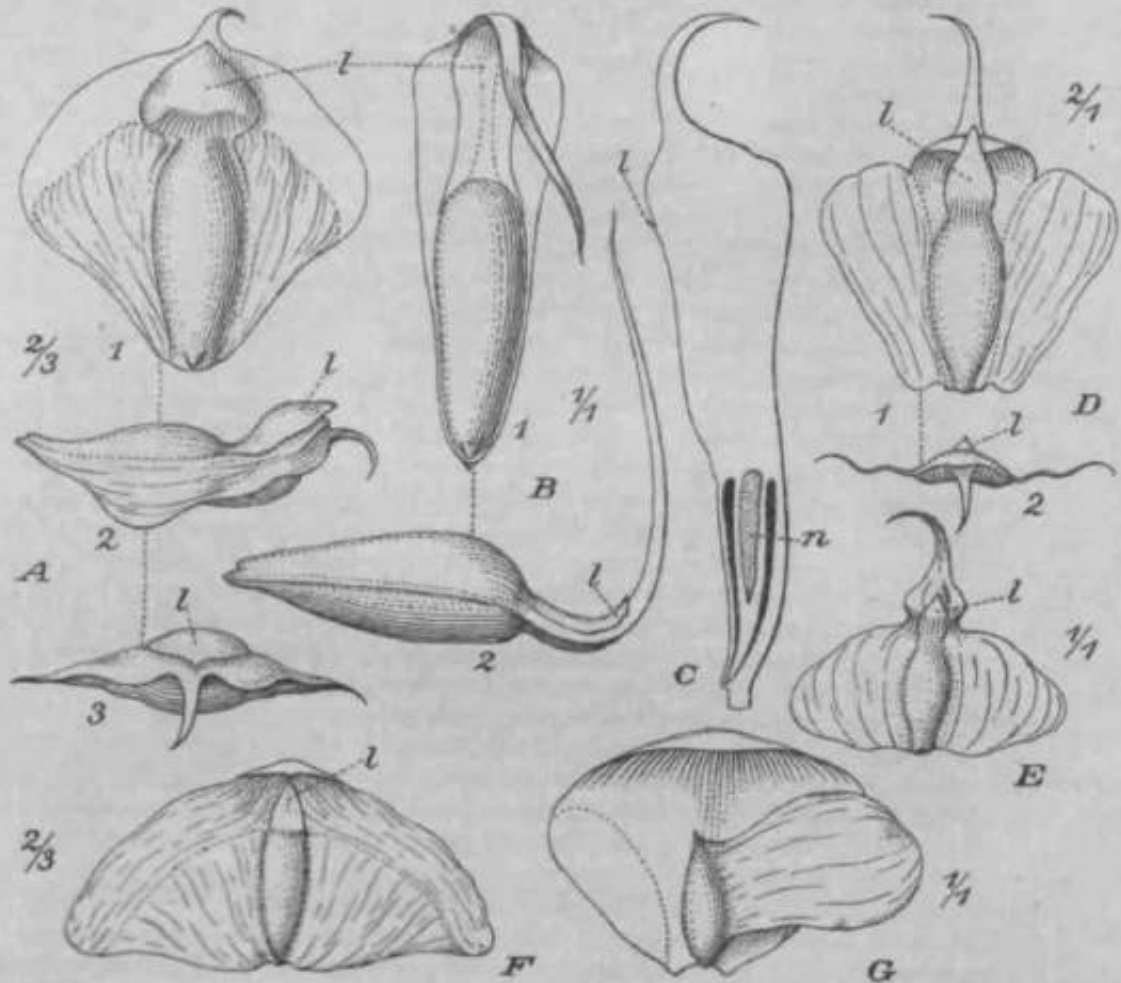


Fig. 139. *Occp.* von *Araucaria* und *Agathis*. A *Araucaria liidtoii*; I Carp., mit Sattn mit Ligularschuppe von der Oberseite; S dasa. von dfr Seite; fdtuui, von außen; I Ligularschuppe, — II *A. arau-*
e« λ «x: I and s wla be! A. — O *A. angustifolia*; Carp. mit Samenansatz der Obovaten; n der freie S-
cellis. — DA. *Cunninghamii*; t Carp. mit Samenansatz der Obovaten; S dasa, TOD aufzu. — E *A. Schumann-*
niana; Carp. mit Samen. — T A. *Klinkii* Lutorb.; Carp. mit Samen, Spitze abgefallen. — O *Agathis*
alia; Carp. ran oberhalb, mit ein*eltlfg g«tUgcltem Samen; UalcD ICiidruck des Samens der Nta-
 l«ar«chuppe. (Original; außer C [n«cb Flora Bra-ll.]

nach der Basis des Samens zu und von diesem aus erstrecken sich nach beiden Seiten zwei braune dantibiutige Flügel. Besonders stark ist die Flügelbildung bei den drei in Neu-Guinea heimischen *Araucaria*-Arten, *A. liidtoii*, *A. Schumanniana* (Fig* 139 E) und *A. Klinkii* (Fig. 139 F). Bei *A. Schumanniana* ist der junge Zapfen ganz von der langen (bis 1,3 cm) fächerförmigen, zurückgebogenen Spitze des Carp. bedeckt, die dann vollständig abfallen. Ohne diese Spitze ist das Carp. 1,7 cm lang. Das verdickte Ende ist flach, fächerförmig, die inneren Flügel geben bogenförmig von der Basis des Endteiles herab; das freie Ende der Ligularschuppe ist nur ein kleines Spitzchen. Außerordentlich breit im Querschnitt hat das Carp. von *A. Klinkii* (Fig. 139 F; an einer reifen Carp. ist die Spitze abgebrochen). Das Carp. ist 7 cm breit; der rhymbisch ver-

dicke, von außen sichtbare Endteil ist nur 1,5 cm breit; die breiten Flügel sind dünn, nur der obere Rand, der sich vom rhombischen Endteil bogenförmig herabsenkt, ist etwas derber. Von dem freien herzförmigen Teil der Ligularschuppe ziehen deutlich die angewachsenen Ränder zu dem Samen in der Mitte des Carp, herunter.

Im Gegensatz zu den bisher erwähnten Formen sind *A. araucana* und *A. angustifolia* durch schmale ungeflügelte Carp, ausgezeichnet. Der mächtige Zapfen von *A. araucana* ist von den langen aufgebogenen Spitzen der Carp, bedeckt, die schließlich abbrechen. Das trockene, harte Carp. (Fig. 139 B) ist im Umriss keilförmig, den unteren Teil nimmt der stark anschwellende Same ein, der von dem erhärtenden Gewebe des Carp, umgeben ist und auch dauernd mit dem oberen Teil des Carp, in Verbindung bleibt; nur am Rande des Samens ist jederseits eine schmale Rante, der Rest des Flügels der oben beschriebenen Arten, sichtbar. Der Teil des Carp, über dem Samen verdickt sich nach oben zu, das breite Ende geht plötzlich in die schmale, lang verschälerte bis über 3 cm lange Spitze aus. Das Carp, ohne Spitze ist bis 6 cm lang, wovon auf den Samen bis 4 cm kommen; viele Carp, entwickeln keinen Samen. Die Ligularschuppe ist deutlich oberhalb des Samens sichtbar, zungenförmig, mit freier Spitze. Das Carp, von *A. angustifolia* ist im Aufbau ähnlich, nur ist die Ligularschuppe wenig ausgeprägt, das freie Spitzchen ganz klein (Fig. 139 G, Fig. 137 G, 6i). Fig. 137 zeigt auch den Fruchtzapfen mit den rhombischen Außenfeldern, an denen die Spitzen schon abgefallen sind, während rechts oben die Blüte die herabgebogenen Spitzen zeigt. Nach dem Vorstehenden wird wie überall bei den Coniferen der Zapfen als eine Blüte angesehen (vergl. auch unter »Verwandte Beziehungen«); das Carp, entwickelt eine einer Ligula morphologisch gleichwertige Emergenz, die mit ihm größtenteils völlig verwachsen ist und oberseits die Samenanlage trägt. Man kann wohl annehmen, daß diese Struktur von einer Form ausgeht, wie sie bei *Saxegothaea* zu finden ist. Norén hat für diese Podocarpaceen-Gattung gezeigt, daß die Samenanlage ursprünglich gerade aufwärts gerichtet an der Basis des Carp, steht, nach außen zu von dem kleinen Epimatium umgeben, mit dem sie am Grunde in Verbindung steht. Erst durch nachträgliches Wachstum der Carpellbasis kommt die Samenanlage in die Lage, in der sie ihre Mikropyle nach der Carpellbasis wendet. Bei den Podocarpaceen geht die phylogenetische Entwicklung in der Richtung vor sich, daß das Epimatium, das der Ligularschuppe homolog ist, dem Carp, gegenüber an Größe gewinnt und daß die Samenanlage völlig auf das Epimatium übergeht und schließlich mit diesem, das um die Samenanlage herumgeschlagen ist, verwächst (*Podocarpus*). Bei *Araucaria* bleibt das Carp, groß; eine starke Entwicklung seiner Basis bedingt, daß die Basis der Samenanlage weiter nach oben auf seiner Fläche liegt. Mit dem Carp, ist die Ligularschuppe größtenteils verwachsen, und sie umgibt auch außen die Samenanlage. Untersuchungen über junge Stadien der Entwicklung von Carp, und Samenanlage wären sehr wertvoll.

Die Gattung *Agathis* unterscheidet sich von *Araucaria* dadurch, daß keine Ligularschuppe vorhanden ist und daß die Samenanlage vom Fruchtblatt frei ist. Es ist die Ansicht geäußert worden (z. B. von Eames), daß hier eine Vereinfachung der Struktur durch Verwachsung von Carp, und Ligularschuppe (resp. Braktee und Fruchtschuppe) vorliegt, eine Ansicht, die kaum durch zureichende Gründe gestützt ist. Der Gefäßbündelverlauf kann nicht zum Beweise herangezogen werden.

Bei der Sektion *Eutacta* von *Araucaria* wird zunächst vom Gefäßbündelsystem der Zapfenachse ein Bündel abgegeben, das sich schon in der Rinde teilt, wobei das obere Bündel umgekehrte Orientierung zum unteren gewinnt. Beide Bündel teilen sich nach Eintritt in das Carp, mehrmals, so daß 2 horizontale Reihen von Bündeln im Carp, entstehen, die ihr Xylem gegeneinander kehren; das eine System ist für das Carp., das andere für die Ligularschuppe bestimmt. Die Bündel der Ligularschuppe verlaufen regelmäßig durch diese hindurch bis nach der Basis der Samenanlage, öfters auch noch darüber hinaus, dann verschwindet diese Serie; das Integument der Samenanlage bildet mit der Ligularschuppe ein Gewebe, für dasselbe ist also keine besondere Bündelversorgung nötig. Bei Arten der Sektion *Colymbea* (*A. araucana*, *A. angustifolia*) wird keine obere Reihe gebildet, die Versorgung der Samenanlage mit Gefäßbündeln leitet sich von der unteren Reihe her, indem erst nahe der Basis der Samenanlage Zweige für diese abgegeben werden. Wesentlich anders verhält sich *A. Bidwillii*. Hier gehen von vornherein vom Zentralzylinder der Achse zwei getrennte Bündel aus, die sich einander nähern

kinnen, aber ihr* **Dnabhfiogikeft** behalt«n; das untere BQndel bñdet Em Ctrp. durch TeQang riif Jtdlic TOO zaMreicbeo ftfindefo, d&e often dbeoso eine Reihe mit umgekehrter i.iritiitTutiL' für (He UgnteNcluiippi and die 8amenfinlsge, Hoi Agathis i't das Verhalten iilndiHi \vi< Lei f. <><mr<uta iin.l ,l. ttt<i>stifr>f.t. l*-i .Ujafhs attSfo&ti tctlt' -i.li.i.i- eine Bfadd kurz ^r dem Kintritt in das Carp, in <tr-I T'tejr>»). das mittlere bleibl. unverzweigt, die -•itli'-lit ii Nñl>-n sich w i itr und hililen ein* Befte l>is vu zwanzig. Unter



Fl%, mt. I) ••• -titui r_l_mni. Fiixnurtly. A Fr. suit oiuvoin hinliir-legenden Ulnlii" <le> a Frk i. n h i V)ti tier Innt>n<cto link* der Kludruk t'lii-r Vni-hi'ir-flüit'i' I i fflilinfst etaeno Stook ilis FKicets (ni liKOgBsetmlti ptirnllel m Lwtzb row : ••" Frii. inlt Ba. ITH medlana LtngBscinttt. fl ' BL ropnuudlUtr); fc stii. von dar Sdt<, ft* ratn ltn.-k-n. ir tin QuerHbnltt .1 in ', B.Jnl/i oat.Gr. -l it. a nach Bot MAC. t. fION, -l wufa Richard, Oeadv. i. U. (Be Obrigeo nach fjr Nntur: K. P. L. Anti. il i p. 66.)

bi< 11 cm lanfT. Dii* l'arji. i Big; 189 d i J'ñil nudi oben zu stark vrniickt, von auLVu jjepeheu iingefiilir lanxettlich, im ltrdriLi ongefaz im it drelecklg mil, aJbgenuidjetoti Kcken, di« breite*ti' Scitt- iiaob aiiBen. Die Braite beteigt v< 4r> cm. di> -ll<M Rt waji wpni^er, l>*-Samenanlage iat uiifrtfiiir in Set Mitte flor Schuppe an einer n'hitiv kleinen Stelle befestigt, sie iet vom Fruchtblatt frei, rings vnm Integument mit um^fben mid trendet Utfl Illkropyle der Basi^ de« Oarp. /u: der Nucellus ist frei. l>cr Same iMitwiokdi einen ein-•••irjrf-ii, iiliinhfuitfrei FlUpel <l1* also hier bft) dem frfi(-n Saiuen vtun IntogniDefit aus-L*-li i. der filler rien Kami -\<> i ;trj). hprauBWgt Hei Aga&ktg austratts ist der Kndcil des Carp, von auUen ffeschnTi srhma] oval, hi di-r Mint- in rtm> kli-in* simnpl.- Spitze vdrgezogen; dor Flttfel def ^anieis rajrt. ilier den Rand daa (*jtr[i., das etwa 2 cm hoofi and ebenso lrpit ist. nielit. iiiiwitis: bei -J, oi;affi i't das Carp, flat'bpr, der rerdtcfcto ESndeil

der **famenaalige** gil< das UitTHliiitdi-l ein kleineres ab, das gl• ii-h iiii^rkfhrte OrientitTui" ^rwinnt itnl Bliffa iii nrd UWu die in die Basis der >.iim 'iaula^i- eintreten. Bei ande g alba) rt'ii Anen f.f.

wir<l eine grOflera Zahl von i> In lñr di

Wie insii-iitiidi. gibt der Gefäßbündelverlauf keinen Anhalt v.ur Entscheidung der Frage, "li loio Atjnthix die Ligularschuppe Miltodernxti dem Carp. rBUig vt>nvacb6en 1st

hivSanienailage ist bei Aifdhix fn.i; d;is Bpichf dadr, ilaO die Lfgaluschuppe, in ilmren (iewebe bei Araucaritt die Samenanlage eingieokl 1st, hier teht Die Zapfen der Agathis-Arten sind rundlich, an kurzen Zweigen endständig, die sehlieSueb abfällige SftqppenMitter tragen. Die Carp, entwiolcoln hier koine abgeetitea Bpitrar; 'lit' brelteii daebig deckenden, ineinaiKlerjrcfijrtoii Sohappen bilden dne glatte Ober-tlieJie, voa tia&en Bind die breitgezogenenEnden der Carp. Bichtbax. Die Zapfen fgJlen Iciilit JMIM iuander. imr Lie obereteo Bobvppra Wein n aneinander b&Dgan, Bei (. ntfiti, dfirea l'yjnis wmh din anderen &rtaa entspwohen, ^ind die Zi:ipf<«n bie 10

ist von mdifii getiehea brett dreiecldg, stumpf, also verhS]tnisiniLL% vii-l starker bearvortreud, das Carp, in 1,1 cm hoeli HIM! 1,2 <m breit.

Bestaabtmg mid Embryologie. In U-zug auf die Bftstftubattg tot bei den A. \motcru i'iti bemerkeoswertes Veriatften ausgebildet, ah die Polleukdrnef oicht direkt zur Mikropyle dez ft^mf>nmi<g> g<langeiit eondeni von ihr wtterat acol dad Carp, fallen um! Ebre SeblSuche zur Mikropyle hlntreiben. Bei *Araucaria* Hogen si< au(der Ligwlar&chuppe <lor dem Carp, hi <kt Nitbc det CJgula^pitze, Wo si*: Kum IMletifichlituch auswKChsen. Diesftr veriistelt sich reklilk'li; fin Huuptast vertautt ± jrefadewegs IUDI KuceUus; vmi ihm geben andero Xste HUB, die in alien Itichtungun ihi-r dit* CHierfilcllii <li-r liciinclitiarti-ii Carp. Iiinkrifilifii nnd loftgel(i?t wie ein feines Spiiragewebe erischeniori. Iipi Atjathh TCK'n die I'dlk'iiknriHT in dor Aobsel 'k'S <':>rp.: liciin AusttelbQQ WBXdea VeiSste* lungeii dei rullensel]Iancii;s nach »«Mcbiedenen Etiobtoxtgen aofigeeandt, BOWOU in ii-i Nueelluit, als aucli in ajogtikehiter RithtnBg in die Binde-dec Zftpfenaobae; i>.*r können sie in imregplmiiBigem Verlauf sogar Ms in daa Xylem vordrfagaa In den Xicellus treten die PoUenBohlauehfi so tahlreich ein, dafl daa 'Ge-webe fast EBOZ /crstfirt wrd: diese Zeistfirunar ist also eine Wirknff dor PoBensftbiitadie, vorhei lin-det keine Desorganisation statt, inn dirten <lt-ii \ \ og zu eben.

Weiter sind die A. ausgezeichnet <lnr> U iiii<- große Zalil dvr Protmllimn/i*Iict! EWp. -lu-nit¹. D3ese *ind nodi vid uiiiln'icht'r ais bd den Podorcajppa- 'ii. Die orsti- Tmiwg 'nn PoDenkorn trfiiiu tine relativ kleim> ProtballimazeUe id). Diese teilt sich weit4r. so dfl> MM: ttnregclmfflig* Gntppe vmi Zet- len entsoht: naci BMung voa etvfn 13 ZeQen i'er- schwinden iiii<i WJiiide, die Kerne werdfn fret and vermehren >i<fi dann mieli hifi ;iuf mindesteafi ^i Mild hiiehstena 44. die spiiter iai PoUeQBChlauob vn lli en sind. Anw dor aiidprt-ti Zrllf ini Pollonkoni wird Borah Teflong die gBneritive Z<Ufi nod die zum PollenBchiaBch axuvaduende Zelle {rebifdet. Erstere tnilit sich in. Stieltelle mul Kiir[M'r/rllf; ILP Stielzelle verschwindet ttald. [us reife Polleokorn enth- llt aia fFig. 141) den Bebltuchkeni (»), du KttiperacQe [A . dn Protmllitunkcinifi />> und 7,alilrc:iche grode ^tiirkrkrtrnt¹ istk). Im J'nllrnschliUKl] teih .-jelj dec Rfrn di-r Körperzelle, noeh elw der N'ltcpllus vcm ilini rm-ielit, let. !>!< Kcnic. dit- von :uirr;i)Ji-nder Größe sind, bleiben !lji<Rv 7J-H KOBfUmaen nnd k<Jii> ii MtgBX >litir in-l't'ntitiuirtr in dM Archefjotiini ointn't^: dff i >ti,jil;ism:i r<i ll- sieli virl sp,i!er ;d> die Kerne. H.infjr d>gi dann einer der f Kerne.

Die Entwicklugg von deai BtCSfibeinen <1*T .S'iii>'iijiiil<j;<' bifi /ur Selve nimiiit 2-3 Jahr in &DBpTQCb. Obot den VerlttUf beJ AffOtM* (lustrafix (dud wir ilureli l'uf^i- suchung von Earnea anterrlchtet, wfhrand Barlln^ame *Araucarta mgustfoHa* (A. *bfasQiensti*) behndett to wesentUchen Btluaeti bekle G&ttattgen Sberoin, doch Bind im ciikKplnfTi Untfirscliedr vorliatideik

i)in Mej^asporen-Moinltntji i'vi sclnvarli e&twidcelt, beJ Jt/athh JIHT nach oben ZQ ver- dickt, so dafl sie iimr (for .Spitzf d<s (ijimr'toihiyft!) sine Art Eappe bildet; tiicsf Dffaren- zierung ist fici Araumrin nitli vorhanden. Hit' Anxahl dei Erflleo Ketab im Endbryosack, bevor Wandhtldung einsclxt, ist In-i AraUGttta Bete gTOlj Btwa bis /u 2XH), Der nif- Gametophyt isi koiitoiMniiifr. der obere bteitere Tefl trii^t die Arch^onien. Derea Ziihl 'ariiert von :?- i>. die gewOhnlebe Auztthl i*t s- Ift Hfl tteiuaaa E&nd ('rspniijr von uberflflheitzatlet] den Gajnetophyten, doeh watden de spSter 'ff vocla^ert and von Njtri)- barzellen Qberwachseo^ <n di(i rie (hum teQveiss vebeintMur ticfer im Gewebe Btedcen. Ihre Anordnung ist unregbnfflfg, sir Hegeo estweder ehwelu oder in Sntppev; auch ist die Zeit ilirer Rpife vewchieden. Die Zalil dor Halszellen hotritfr fffwdhnJidi li: frfe Bind meist in r-in^r Soliiclii anpeordnet. Rin HutK'hkaiialkern wird abgettetmt, doch. dffSfline- riert ^r hafl wilder nnd vetBCbwindet Boi Agathh rliont die verdickte Kijijif> der He*

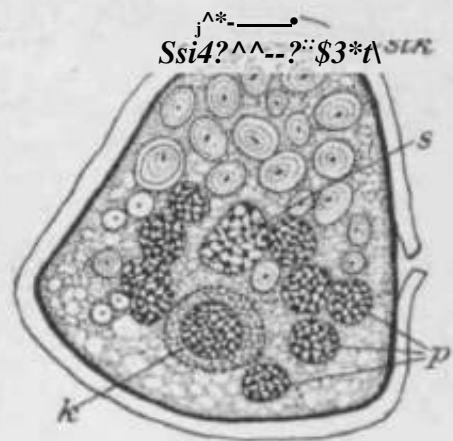
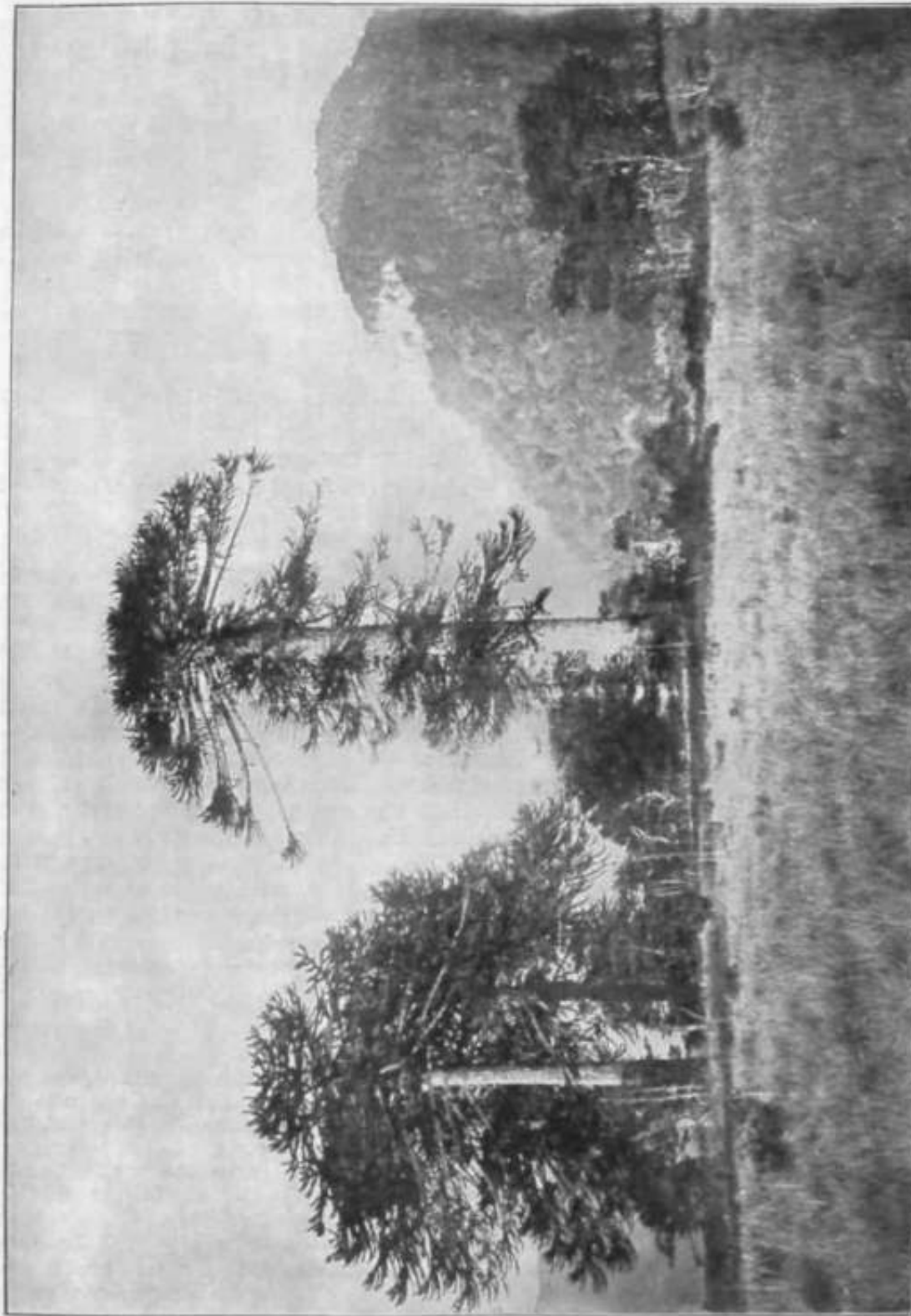


Fig. 141. H. iir hornv<^<...
zelle, p rne*mmak*w, d. aurke-
kfitw S i. . . .

Araucaria imbricate Pavon 1797; *Columbia yundrifttrui* Sallsb. 1807; --l/uu«iriii Domhtyl Rich. 1826) (siehe Abb.) ia Chile und in Stldwest-Argentinien, in dein Chilr benjujhbdeo Niruf(Hii. bestand- l(iilil*<n.l; nath Reicho liegt (las cine A real der Art in dw OntenkordUlere uni ffi" berom, dffl



Araucaria araucana (Mol.) Koch. Chl. — inx Malleco. (N) Rel. % Sl 15, in Engler und Dr. V. t. der. e VIII.) S I

iNilere in «lrr Ivordillt-n- zwisdion 37" 20' untl 4: (Chife und Arj;in!ii(ipnNe[quen, dort bei 1200—1600 m] bia t'iiiti h(ih<T xcn>[tlil[iir R:umt; lilJitHsrachr stair and ilirk. »bett>liRDd, lanzettlich, schnrf goepiixf, lir^ii, uulUend, ;i-5 cm Jnng; ^ Bttltpn bis 8 em lung. SUBL mil la.ngvr. aufgerichteter EndiiohiiipB timl M* t.w 21 Sjn<r:iiigifii; kuirrlioger Zi:pfu his kopf^roB: EbbW flas Carp.

Rehdor et Wilson) uml in Japan latif Hondo bis 700 m in Zonen mit retelebblm Begeafed, auf •Shikoku bis 1400 m, KitiKhu Ua 1800 m, Formosa 1800—2600 nt>, jrtp. Inu-gay-i; in Ostosieu iiml Enropu vi-l kultivi.-rt, in DmttUsnd wiut.Tlm'; in drr Ktlt.nr (wegen der Yermirhring dnzeb S'ee kling*) d; hthuse*)ip, in ii r Helmut taumfGrtnig bis HI—IS m hods. Ante zu 8^1 fast wirteUg gestellr> >• iti ni*eff>< oft fart p'semtindic, Rlstt*r Iftlcrifr. aaegebrettet, liin;iliKt:li (hi^rher w«hl auth C. WOaarnkma Hmvata von Fonno«i>. Eino (*!•*lrr[Him lin KultffiffonB i't *ti.' f. frstiyiaUi- init aiifurlrt* prtrhirifn Aawin und ZweignL die ringnuiti beMftttal sitnl: Ell e^wttaco W ferner n<irh A wr. ilartirngtoffits •Kiirt*. • PdfM [C, pedmmculnhi Bleb, et Znoo.), eine seknidl unter-Mhtoflaifl ^arirttt Diit iHihftfter gtCMMcn, nftii>illi ndur glSasK»4«i BUttam (soil nn«li Siebold umi Zurinrini »>td tw«d kultivirt in Joljttm vorkiumin n: die liisrschiede von f*. <irtt-

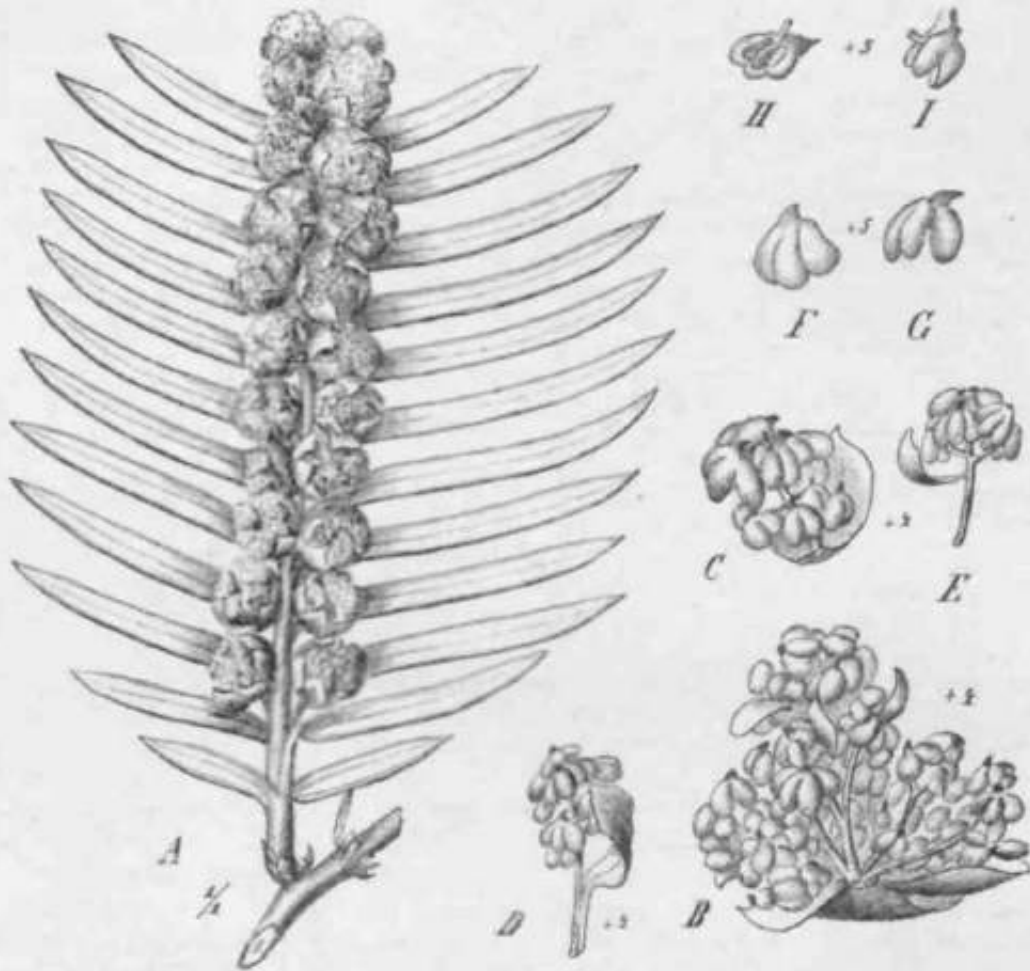


Fig. MI i),h.ti,t<jfMii ttrufittw. A Zwflg mtt J Hliil<>iiKruji<-n. /; Bltttengmppit. f Hlllv au» dii» Grande dir Gruppe. /> imili- vom obenm Teil AU-T Orup^<; DookUtottl mil itm Sili v.-n-fnl. V Kml-bintc. B—I StatibbWtter. (Nach PilRi-r. hi Bnclvr. RBuaEannttSl IV. s. JI.litt.1

parctj, (Jiti die Autoron lilr ihre T. prfhtnculata nacli iii>i J Blfttenrtftn^CT BDgrHIBj dad nicht stich-iiiiiiL'l. Ab. BiiUter EUCh (tor .Sjiitae zu laiigsam Tanobmtitti. C. PortUU; Unok.. in Zcutral- Dtd Stiddiina. Bormtli, Sam in fitliirgeu. gleichbjill^ vi>l fcnltfviert, in dft Htumjii IdaittW Bium. BUtter uitorKoittl mit WIL]I-II Sttflifen, hie 8 em lang, jtitigo iihw datQbfif. - C. Vruni! ^,,k. f. in UfitituJiiii (KhaBia-B^rpi-i; Eitte mttendtb gTlin. + Blfitao an gans kurz-n Zwt'ijrMu in T*"

B. IJUuter um Orniflc- AhgentUtU C. Oliveri Ua«k in Zrntnil-Cluijia. mit slum'ii. dieJcen BUTtern. — C. Griffith!! Hook. 1. in O«tindiei (Ober-AsaaJii).

2. Amentotaxus l'il^pr in Efigl. Jahrb. LIV (1916) 41. — \$ BIUten ritueud, i» Xbren pestellt. fifesr li^ntldiinpend. am Z-iuinli' Yun Knospensehuppen umgeben; Bltiten finxela mi der Spiudel odei sm 8—3 gesSjbjllrt, in dee Achael ?ii>lr Ideinec Hnikteen; Stam. an der mehr kurzen Bltttesaehu bfischeUonnig sngordnet, mit 2—r> inu'ist, i> eitQna%6n ^porangien. \$ BJfte wenir lit-kinnt. in der Aclisel einer Brakteo »in Grunde ciitf^ 1"-blStterten Zwfi^res aHawiul, kurz dicklieb jrestit-lt. .SamcmiTjlagcn? — Holzgrewficlis mit

Frost) zugrunde, ao kann eiaer der Quirlliste sk-h aufriohtpu und den ilittoltrieb fort-
mtzeu.

tio ist bei den Gattungen, deren Arten wiilncinl der ganxen Lebensdauer gnmndsSta-
Hch von owmokonnischei devaluung sind (*Abies*, *Picea*, *Ptiectidotsuga*), die Hauptstehse
monopodial, aus einer lieihe von Jahrestrieben BUBft&menge&etzt, die aus einer Bndknoape
Imrvorgeho und jm erfcten Jahr stets unverzweigt bleiben. Die Grenze zwiscfcsn 8Wei
anfelnantferfrfgendeD Jtbiesteiebea wird dureh die Nurben der abgefithmen Knospen-
KChUppexi betftramt, Diclit unter rter Kitdknospe, die im nSchsten Jahr dan Ifitttrieb
fortsetzen soil, werden in den Aehseln der Qfreraten BlStter i|dirilig gedjtozt erne Auzahl
von Knoitpen erzfitijrt, aais deneu die S(*iten;u'li'e>n erster Ordimg liervorgdu'M, die die
^toekwerke des Bftmnes 7ur Ausbildung bringen. Datieben enwickriu picli auch in m>-
regelmittiigor Vertoiluug Seitenzweige aua Knospen in der Acliscl uutoror Bliittcr des
JahrestriebeB, die kiirzfr und sehweher bleiben und den Haum zwlsclien den Quirkn aus-



Kiit. MB. *Pimti Jlitigtuiit. Jthrt'!**-
/uwil-tiii mil mu'litrunliohvin Som-
manrachat. . . . iNiuu Shaw, in
Bot. Gaz. XLIII.)

fiilh'ii.]>ie 8ciu?nichst?n verlilDgeni sicti in gleicher
Weise monopodial durdi Jahrestrieb* aus den Eriflkn'i>-
pen end wattweigwi ?!h miter meist durth flanken-
Stindiga -r iiviHrit^M^: im aJlpcmeim-n tiUjt die Tricl)-
r;iliuu'kpit pf.^tiniiiiJifr mit dm Yntlvung von der Spitze
ilt-r Ilouptschse narh. Im AU'T kauti d<r regelmäBige
Aufhaii pesttfrt Wf?rH^ti: PO riolitin sirh sp^ter bei der
T.irui'- ii. • tin • • A-ite im QipM auf: hei der Kichte Lerr^i'l'i
fiine jfroBi; ForniiMiniHrmi^faJti^kiMt. die durcii Verstillmm-
Itmg (VerbeiBen) oiler kJlm;itiscn? l-iiiiilisBe boding*
ist; es kfinnon melirg-ipfelige, reich verxwfiigt© strau'i'higf
ii-w. Poxmso ent*teheti.

Bei *Pinns* und *Cedrtta* geht normal am erwachsenwn
Baum der monokormische Wucba verloroti. In tier Jugend
zelgt der /t«MS-Stamm dieselbe regelmäBige Architek-
(ntiik WW *Abies*: an den Kndun der Jalirestriebc des
Iliiuptritamma biltien quirliggedrilngte Knospen dU
Seitenaclisen erster Ordniing. ^piitor iiber werden Jrie'-
lenaebseu, die teilweise adion vorher vorliandcu w:rcn.
ebenso stark odor sellist stiirker ala die Hauptaclise, so
daB iile*f in Hirer Bedeutung /uriicktritt Die basalen
Seitenglieder gehen nmimelir an den Rtarken Astfii 'L>-
grunUc, wiilirend in dervorigen Teriode die unteren iste
von der Spitze nach der Basis zu abatarben. Die Vor-
•ritnge widerholen sich in ± vollkurnmciuT Weisi- ;ilf
;dlen Seitenjrltedet], "lit; iu (M^ontliche Oertist der Kron*
bilden.

I>azti Icommt die Mldung sympodfaJer Wrzivef^ungssjsfeme. Die *Spitzen* &er
Triebe sterlien ab, treiteigl Seder nehmen die WacliBfoimsrichtutif; cter Mutteraclme an und
setzen diese scheinbar fort.

Beim J;direaauwachs dor Htalfr-Artep sind verschulene Falls moglicht (vgt. z. B*
S h a w, in Bot. Haz. XLD3 [1907] 205—209). Der Jahreszuwachs kann (wie bei idlen Arten
der Untergattuiipr *RaploxyJon*, bei *F. silvcstris* und Ycrwandten) aus einem einTaclirn Trieb
mit endBULndi^r Winh rknospe und subterminalen Qiirlrknospei (resp. \$ Bliltenzapf^n)
hestehen, dossfn Baaia (an der \$ BUten aitzen konnten) nackt, kurzzweiglos ist. Oder w
kann aws ntehrwen Stockw«rlken bestehen (mehrgJiedrig«r JahresziuwachB, t. It. *P. Bank*
siitna, *P. tat'dft* usw.i, deren jedes durch nackte, kurzzweiglouc Basis tind eventual] dur^i
subterminale Kiios]ien (oder \$ Blüten) kenntlich ist; der gaszfl JiUireszuwachs hat eine Tor
minalknospe. Beide Formen gclien aus einor WmterknoajM vor umi sind au*li MIOH
in ihr ± vollkommen kenntlich an{rele<^t: bdm Anstrpihen li-indclt es sich mir um die wei-
lerB Ansbfldnne des Systems. Die Btoekwerknxtige Ziisiinun'ii^t/iiti^ fiat Jahreszu-
wMhaee ist oin Merktuai, ilas eicli bei den hiilier entwickell*ii *Diplojrylon*-VTr^ allmählich
htTausiltidet: es geht Artt'ii, bri denen der mHirgtiedrigf .Ttiin^Kiiwachs sirh Belten findet,
dann solche, bei denen er baurlg ist (/ B. *P. Italepetisis*) oder bei denen er ± konstant ift<
Da im zweiten Talire sowohl die terminale iind die subterrntnaJpn Knospen a[a aticli die
unteren Knospen austreiben k&nnen, ersclieint der Jahtesrawadls datin nicht imr J*^{nl}

Gipfel, sondern auch weiter unten verzweigt, resp. mit Zapfen versehen. Die typische Zuwachsumsetzung des Zuwachses kann vergehiluscht werden durch nachtragliche Sommerwachstum eines einfachen Jahrestriebes ohne Anlage in der Winterknospe. Diese Fortsetzung des Jahrestriebes ist kenntlich durch grüne Scheidenblätter, die, nicht zum Schutze der Winterknospe ausgebildet, mehr den Character von Primblättern annehmen und später durch kürzere Blätter der Kurzweige.

Die Stellung der Zapfen an den Zweigen, die mit der Form des Jahreszuwachses im Zusammenhang steht, ist bei *Pinus* von systematischer Bedeutung (vgl. auch a. y. r. Fremdl. Wald- und Parkbäume [1906] 312). Der häufigste Fall ist die subterminale Stellung der Zapfen bei einfachem Trieb, natürlich nur im ersten Jahre; bis zu ihrer Reife müssen sie durch den neuen Jahrestrieb in seitliche Stellung gebracht werden; die Zapfen können ± zahlreich gewirbelt sein oder auch einzeln subterminal stehen. Dann können die jungen Zapfen (durch erneutes Sommerwachstum des Triebes in seitliche Stellung gebracht werden; das ist systematisch ohne Belang, da solches Wachstum bei verschiedenen Arten gelegentlich eintreten kann. Ist der Jahreszuwachs typisch mehrgliedrig, so können am Ende jedes Gliedes Zapfen einzeln oder zu mehreren auftreten; hier können also typisch laterale Zapfen vorhanden sein; häufig finden sich aber bei Arten mit mehrgliedrigem Zuwachs besonders im höheren Alter einfache Triebe, so daß die Merkmale in systematischer Hinsicht nicht überschätzt werden darf und besonders in Herbarbeispielen nur bei Vorhandensein, nicht über die Bedeutung ist. Als besonderes Beispiel für Variation ruft Shaw die von ihm beschriebene Art *P. Altamirani* (später von ihm mit *P. Lnwani* vereinigt) an, bei der gewöhnlich subterminal (jüngere) Zapfen, dann aber auch laterale bei zweigliedrigem Zuwachs vorkommen und endlich auch pseudolaterale Zapfen infolge des Sommerwachstums gebildet werden.

Von besonderer Wichtigkeit für den Aufbau des Vegetationskörpers ist auch der Umstand, ob nur Langzweige vorhanden sind (*Abies*, *Picea* usw.) oder ob ein scharfer Gegensatz zwischen Langzweigen und Kurzweigen vorhanden ist (*Pinus*, *Cedrus*, *Larix*, *Pseudotsuga*). In bezug auf die Ausbildung der Kurzweige weicht *Pinus* von den drei anderen Gattungen in wesentlichen Punkten ab. Bei *Pinus* tritt der Kurztrieb am Hauptstamm nur Schuppenblätter. Bei *P. silvestris* a. B. fehlen an den Langzweigen die Schuppenblätter in der Achsel, in ihrer Achsel entstehen ganz verkümmerte Kurzweige, die nur zwei Laubblätter (bei anderen Arten bis 4) tragen (Fig. 147); die Xadeln können bis 6—8 Jahre alt werden. Bemerkenswert ist, daß sich die Kurzweige noch im Jahre des Austreibens der Langzweige entwickeln, daß also die Verzweigung des Langzweiges stamienförmig ist, während sonst bei den *Pinus* die Jahrestriebe unverzweigt sind und im selben Jahre nur Knospen in den Blattachsen erzeugen. Am Kurztrieb tritt zunächst ein Niederblatt, deren erstes Blatt transversal steht; die unteren Niederblätter sind klein, die oberen länglich. Dann folgen die beiden in der Knoopelage flach aneinander liegenden Nadelblätter, zwischen denen die Vegetationsspitze verknümmert. Die unteren Niederblätter gebildet. Die Scheide umgibt die jungen Blätter und bildet für sie beim Austreiben einen Schutz gegen Temperatureinflüsse usw. Die Scheide kann längere Zeit persistieren oder endlich abfallen. Langzweignuppen entstehen nur an den Gipfeln der Langzweige (mit Ausnahme der Arten mit mehrgliedrigem Jahreszuwachs); die Langzweige sind meist ± in die Höhe gerichtet, erst später werden die Äste mehr horizontal.

Bei *Larix* tragen auch die Langzweige Nadelblätter, die nach einer Vegetationsperiode abfallen; die Kurzweige können sich jährlich etwa verändernd viele Jahre andauern; sie wachsen durch eine Terminalknospe und bringen in jeder Vegetations-



Fig. 146. *Pinus Banksiana*, mehrgliedriger Jahreszuwachs. (Nach Shtw, h. f. Jot. einz. XU11.)

periods an ihrem Ende ein Jadelbüchel hervor. Die Kurzweige können leicht in Langweige übergehen, die stets aus der Verästelung von Kurzweigen und zwar terminal an einem mittleren Langweig oder seitlich entstehen; der Übergang kann bereits im ersten Jahre nach kurzer Entwicklung des Kurzweiges oder auch in späteren Jahren erfolgen. Wenn die Kurzweige in einen Blütestand ausgehen, sterben sie ab; diejenigen, die 2 Blüten erzeugen, tragen gleichzeitig ein Laubblattbüchel, die in einem < \$ Blüte endigenden sind im Blütenjahre blattlos. In den meisten Fällen wird der größte Teil der Nebenachsen am Langweig zu Kurzweigen, so daß die ersteren Büchel, fast rutenartig, schwach verzweigt sind. Im Gegensatz zu *Pinus* entwickeln die Kurzweige erst im zweiten Jahre Laubblätter, sind also nicht antixial, Atmung wie *Myrica* verhält sich auch *Cedrus*, bei welcher Gattung die Kurzweige oft ein hohes Alter erreichen.

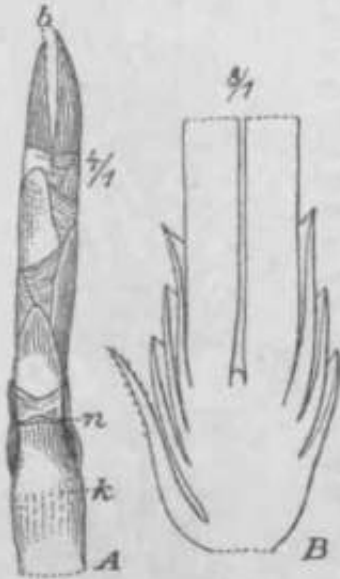


Fig. H7. Knospenentwicklung von *Pinus allerytris* L. A: Die jungen Triebe mit Karfeln, die noch umgeben von den Schuppen der Kurzweige sind; B: Narbe des Tragblattes des Kurzweiges; C: Blatt mit der dicken Blattoberfläche. D: Längsschnitt durch den Trieb, der die Entwicklung der Schuppen zeigt. E: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. F: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. G: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. H: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. I: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. J: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. K: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. L: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. M: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. N: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. O: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. P: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. Q: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. R: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. S: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. T: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. U: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. V: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. W: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. X: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden. Y: Die Schuppen, die sich an der Basis des Triebes befinden. Z: Die Schuppen, die sich an der Spitze des Triebes befinden.

Die Laubknospen der *P.* sind von charakteristischer Form und die Verschiedenheit ihrer Gestaltung ist oft von systematischer Bedeutung. Stets sind sie von Knospenhäuten (reduzierten Blättern ohne Spreitenentwicklung) bedeckt. Sie stehen entweder terminal (Spitzenknospen) oder axillär, wobei dann die beiden ersten Schuppen transversal gerichtet sind; wie schon erwähnt, bringen besonders die oberen Blätter der Triebe Achselknospen hervor und die der Seitenknospe an nicht stehenden kommen zur Keimungs-Ausbildung. Entweder sind die Knospen harig oder sie enthalten reichlich Harz, das oft austriert, die Schuppen miteinander verklebt und oft die ganze Knospe überzieht (bei *Abies* z. B. unterscheiden sich die Arten in dieser Hinsicht); auch durch Harzbildung können die Schuppen miteinander verbunden sein, so sind z. B. bei *Pinus australis* die Schuppen im Herbst lang gewimpert. Bei *Pinus Artwayi* wird die Knospe durch die Schuppen noch dadurch geschützt, dass die obersten Nadelblätter sich aufrichten und über der Knospe zusammenhängen. In Form und Größe herrscht große Variation; so sind bei *Abies* bei den verschiedenen Arten die Knospen kugelig bis spindelförmig (letzteres z. B. bei *Abies venusta*, wo sie bis 2 cm lang werden); die längsten Knospen (bis 6 cm) finden sich bei *Pinus australis*. Auch das Durchwachsen der Triebe während der Knospenbildung kann auf verschiedene Weise vor sich gehen. Meist werden die oberen Knospenhäuten auseinandergedrückt und die Schuppen bleiben dann am Grunde der Sprossachsen stehen. In anderen Fällen (Picea-Arten, z. B. *Picea excelsa*, *P. pungens*) werden die oberen Schuppen wie eine Kappe vom nachwachsenden Trieb in die Höhe gehoben. Die Schuppenbildung wird zunächst unter interkalarem Wachstum der einzelnen Schuppen an ihrer Basis veranlagt, dann reißen

die mittleren und obersten Schuppen am Grunde los, während sie an ihren Spitzen miteinander verklebt bleiben und so die Kappe bilden; die unteren Schuppen bleiben noch lange an der Basis des Triebes stehen.

2. Blätter. Mit Ausnahme der Knospenhäuten und der Schuppenblätter an den Langtrieben bei *Pinus*, von denen schon oben die Rede war, sind die Blätter in den vegetativen Trieben in der Form von Nadeln vorhanden, also einmal bis sehr schmal linearlich, langgestreckt. Die Nadeln sind von einem Mittelnerv durchzogen, der oft unterseits als Kiel hervortritt; ihre Farbe ist meist ein satte Grün, seltener sind sie dunkelgrün oder hellere Töne, bei *Larix* sind die Blätter freudig grün. Oft sind die Blätter beim Hervortreten aus der Knospe heller gefärbt als später, wodurch beim Austreiben schöne Farbenkontraste am Baum entstehen. Die längsten Blätter finden sich bei *Pinus*-Arten (*P. pinea* bis 20 cm, f. *longifolia*, *P. Coulteri* und einige andere Arten bis 30 cm, *P. palustris* bis 40 cm); verhältnismäßig kleine sind sie bei *Picea* und *Tsuga*, bei *Abies* werden sie bei den prachtvoll benadelten Arten *A. grandis* und *A. concolor* 6 und 7 cm lang. Die Form und Länge der Blätter kann an Exemplaren derselben Art unterschiedlich variieren (z. B. *Abies*), je

nachdem die Blätter an fruchtenden Gipfeltrieben oder an kräftigen unteren Trieben stehen; auch sind an horizontalen Zweigen die Blätter der Unterseite oft anders als die der Oberseite gestaltet. Die Querschnittsform des Blattes ist für die Gattungen einigennig charakteristisch, doch nicht durchweg gleichmäßig. Bei *Abies* sind die Blätter meist flach, unterseits glatt, mit Streifen von Spaltöffnungsreihen neben dem Kiel, bei *Picea* meist vierkantig, im Querschnitt rhombisch, mit Spaltöffnungsreihen auf allen vier Seiten. Nadeln sind für die verschiedenen Gattungen im systematischen Teil nachgesehen werden. Bei *Pinus* sind die Nadeln auf dem Rücken gerundet, auf der Bauchseite flach oder mit einer Mittelkante versehen. Dies hängt von der Zahl der Nadeln ab, die im Kurzweig zusammenstehen: dadurch, dass sie anfangs in eine Niederblattscheide eingeschlossen und aneinander gedrückt sind, teilen sie sich, auf dem Querschnitt betrachtet, in den Raum eines Kreises. Bei 2 Nadeln (z. B. *P. sylvestris*) bilden sie eine halbkreisförmige, bei 3 Nadeln als Sektoren mit einem Innenwinkel von 120°, bei 5 Nadeln mit einem Innenwinkel von 72° auf dem Querschnitt sich darstellen; enthält der Kurzweig etwa nur eine Nadel (*P. monophylla*) wird diese etwamal erschein.

Bei *Pinus* und *Tsuga* sind die Blätter oft am Ende durch kurze steife, haarförmige Endhaare bei den meisten Gattungen ist der Band nervig glatt. Am Grunde sind die Blätter meist kurz stielartig zusammengezogen und laufen dann am Zweig herab.

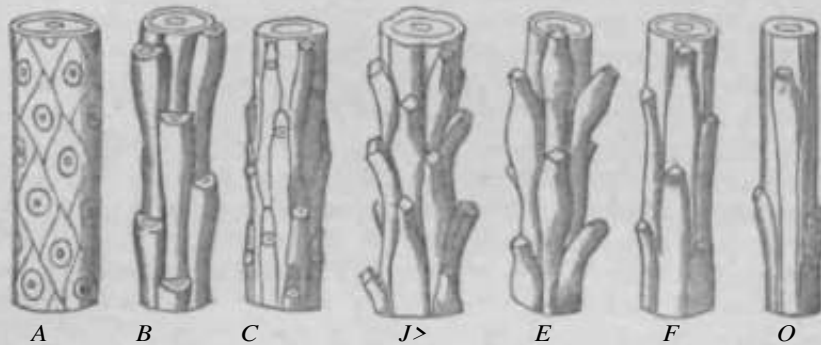


Fig. 148. MS. Blätter von Nadelbäumen und Nadeln von Nadelbäumen. A *Abies alba*. B *Tsuga canadensis*. C *Pseudotsuga taxifolia*. D *Pinus mitis*. E *Cedrus deodora*. F *Pinus decussata*. G *Pinus ponderosa*. (E. P. Uexküll, II. i. p. 31.)

Beim Abfall des Blattes stellt die Abbruchstelle die Blattnarbe dar, während am Zweig das Blattkissen (Blattpolster) stehen bleibt. In dessen Gestalt ergeben sich wichtige Unterschiede zwischen den einzelnen Gattungen, die für die systematische Gruppierung Verwendung finden (vgl. Fig. 148). So sind bei *Picea* die Blattkissen schmale Wülste, die durch scharfe Forchen getrennt sind und einen stark vorsehenden, sich vom Zweig abhebenden Fortsatz haben, der nach Abfall des Blattes stehen bleibt, so dass die Zweige im entblätterten Zustande hakenförmig sind; das Blattkissen setzt sich etwas über der Ansatzstelle des vierkantigen Blattstiels nach oben zu fort. Im Gegensatz dazu liegen sich die Blätter bei *Abies* unmittelbar am Zweig ab, so dass die Blattkissen nicht hervortreten und der Zweig glatt ist; die Nadeln sind stark entwickelt und durch Furchen getrennt, doch springen ihre Enden nicht so sehr wie bei *Picea* hervor.

Mit Ausnahme von *Larix* bleiben die Nadeln länger als ein Jahr am Zweig sitzen; die Nadeln sind also immergrün. Die Nadeln der Nadelbäume sind im Winter kahl, die im Frühjahre neugetriebenen Nadeln vorfarben sich gelb im Herbst und fallen ab; bei der in der Kugelweidenform ähnlichen Gattung *Cedrus* dauern die Nadeln mehrere Jahre. Bei *Abies alba* beträgt die Dauer 6—8 (gelegentlich 10—12) Jahre, bei *Picea excelsa* 8—9 (gelegentlich 10—12) Jahre. Sehr verschieden verhalten sich die Föhren-Arten; die Nadeln fallen bei *P. strobus* und bei *P. ponderosa* im Herbst ab, bei *P. lambertiana* im 2. oder 3. Jahr, bei *P. sylvestris* meist im 8. Jahr, bei *P. cembra* im 4.—7. Jahr; am längsten dauern sie bei *Pinus aristata* und *P. balfouriana* (12—14 Jahre). Der Habitus der Kiefernarten wird durch die Nadelndauer beeinflusst; fallen diese bald ab, so bilden sie Büschel an den Zweigenden; bleiben sie dagegen lange sitzen, so gewinnen die Zweige ein fächerförmiges oder fuchsschwanzähnliches Aussehen (Foxtail-Pines, *P. balfouriana* und Verwandte).

Die Blätter sind an den Zweigen (mit Ausnahme der gewirtelten Blätter an den Kurzzweigen von *Pinus*) spiralig inseriert, häufige Divergenzen sind $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$. Die spiralige Anordnung ist an den aufrechten Haupttrieben, an denen die Blätter nach allen Seiten gerichtet sind, stets deutlich, an den horizontalen Seitenzweigen können die Blätter $\pm$ gescheitelt ausgebreitet sein. Das gilt besonders für viele Arten von *Abies*, sowie für *Tsuga* und *Pseudotsuga*. Auch hier ist die Insertion eine spiralige, die Scheitelung kommt durch Drehung der Basis des Blattes zustande. Sie ist am stärksten ausgeprägt bei beschatteten Seitenzweigen, bei denen auf diese Weise die Blätter in eine günstige Lichtlage kommen; bei stärker belichteten horizontalen Seitenzweigen richten sich die Blätter der Zweigunterseite gekrümmt aufwärts, die der Oberseite bleiben in ihrer Stellung, so daß alle nach oben gewendet sind. Die meisten Arten von *Picea* zeigen keine Scheitelung der vierkantigen Blätter; bei stärker beschatteten Seitenzweigen richten sich alle Blätter $\pm$ nach oben. Bei *Picea omorika* und Verwandten sind die Blätter mehr denen von *Abies* ähnlich, zusammengedrückt abgeflacht und auch an Seitenzweigen oft gescheitelt; sie zeigen auch zwei weiße Spaltöffnungs-Streifen, doch verlaufen diese im Gegensatz zu *Abies* auf der morphologischen Oberseite des Blattes. Bei Scheitelung der Blätter werden diese dann so gedreht, daß sich die weißstreifige Seite nach unten, die glänzend grüne Seite nach oben wendet. Die morphologische Unterseite wird also zur Rückenseite (nach oben gewendet), die morphologische Oberseite zur Bauchseite (nach unten gewendet).

3. Wurzel. Die Hauptwurzel entwickelt sich oft zu einer mächtigen, tief in den Boden dringenden Pfahlwurzel, so bei *Pinus silvestris* oder *P. maritima* (*P. pinaster*). Der Boden spielt hierbei natürlich eine große Rolle; *P. silvestris* gedeiht vorzugsweise auf Sandboden, der ein Eindringen der Pfahlwurzel gestattet; von dieser gehen dann zahlreiche $\pm$ oberflächlich verlaufende oder schief in den Boden absteigende Seitenwurzeln aus, so daß die Kiefer eine hohe Standfestigkeit besitzt. Andere *Pinus*-Arten haben dagegen keine entwickelte Pfahlwurzel, so *P. montana*, bei der das Wurzelsystem sich flach ausbreitet. Ebenso flachwurzeln ist die Fichte, *Picea excelsa*, die deshalb leicht vom Sturm geworfen werden kann. Auch bei der Lärche, *Larix decidua*, fehlt eine längere Pfahlwurzel; eine starke Befestigung im Boden wird aber dadurch erreicht, daß die meisten großen Seitenwurzeln nicht flach streichen, sondern sich bald abwärts wenden.

Im allgemeinen ist bei der Bewurzelung zu unterscheiden zwischen den Bereichungswurzeln (Langwurzeln, Triebwurzeln), die dem System den eigentlichen Charakter geben, und den kleinen Ernährungswurzeln (Kurz wurzeln), die kein größeres Alter erreichen, reicher, oft büschelig oder traubig verzweigt sind oder kleine Klumpen bilden; sie treten besonders als Mykorrhizen auf (vgl. bei Anatomie der Wurzel).

Anatomie der Vegetationsorgane.

Literatur: H. R. Goepfert, De 'Coniferarum structura anatomica. Breslau 1841. — Hildebrand, Der Bau der Coniferenspaltöffnungen und einige Bemerkungen über die Vertheilung derselben, in Bot. Zeit. XVIII (1860) 149—152, T. IV. — G. Kraus, Mikroskopische Untersuchungen über den Bau lebender und vorweltlicher Nadelhölzer, in Würzburger naturw. Zeitschr. V (1864) 144—200, T. V. — F. Thomas, Zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Laubblätter, in Pringsh. Jahrb. wissenschaft. Bot. IV (1865) 23—63. — J. Schroeder, Das Holz der Coniferen. Dresden 1872. — J. Reinke, Andeutungen über den Bau der Wurzeln von *Pinus pinea*, in Botan. Zeit. XXX (1872) 49—53, T. 1; Zur Geschichte unserer Kenntnisse vom Bau der Wurzelspitze, 1. c. (1872) 661—671. — K. Sanio, Anatomie der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.), in Pringsh. Jahrb. wissenschaft. Bot. IX (1873) 50—126, T. 5—14. — C. E. Bertrand, Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacees et les Conifères, in Ann. Sc. Nat. 5. Sér. XX (1874) 5—153, T. 1—12. — A. DeBary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farn. (Hofmeister, Handb. Physiol. Bot. III) 1877. — J. Moeller, Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882. — P. Schulz, Das Markstrahlengewebe und seine Beziehungen zu den leitenden Elementen des Holzes, in Jahrb. Kgl. Botan. Garten und Bot. Mus. Berlin II (1883) 210—232, T. VII. — E. Russow, Zur Kenntnis des Holzes, insonderheit des Coniferenholzes, in Bot. Centralbl. XIII (1883) 29—40, 60—68, 95—109, 134—144, 166—173, T. 1—5. — K. Wilhelm, Über eine Eigenthümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. I (1883) 325—330. — Y. Nakamura, Über den anatomischen Bau des Holzes der wichtigsten japanischen Coniferen. Untersuch. aus dem forstbot. Institut. München III (1883) 17—46, T. 2—5. — L. Kny, Anatomie des Holzes von *Pinus silvestris* L., Erläut. Text zu den Botan. Wandtafeln 51—54 (1884). — A. Mahlert, Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Laubblätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungs-Apparates, in

Bot. Centralbl. XXIV (1885) 54—59, 85—88, 118—122, 149—153, 180—185, 214—218, 243—249, 278—281, 310—312, T. 1—2. — H. Fischer, Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Markstrahlengewebes und der jährlichen Zuwachszonen im Holzkörper von Stamm, Wurzeln und Ästen bei *Finns Abies* L., in Flora LXVIII (1885) 263—278, 279—294, 302—309, 313—321, T. 4. — A. Kleeberg, Die Markstrahlen der Coniferen, in Botan. Zeit. XLIII (1885) 673—686, 689—697, 709—714, 721—729, T. 7. — J. Behrens, Ober die anatomischen Beziehungen zwischen Blatt und Rinde der Coniferen. Dissert. Kiel 1886. — C. Mailer, Ober die Balken in den Holzelementen der Coniferen, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. VII (1890) (17—46) T. 14. — E. Strasburger, Ober den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891 (Coniferen p. 1—140). — Ph. van Tieghem, Structure et affinités des *Abies* et des genres les plus voisins, in Bull. Soc. Bot. France XXXVIII (1891) 406—415; Sur la structure primaire et les affinités des Pins, in Journ. de Bot. V (1891) 265—271, 281—288. — H. Mayr, Das Harz der deutschen Nadelwäldbäume. Ztschr. für Forst- und Jagdwesen XXV (1893) 313—324, 389—417, 565—575, 654—670. — C. v. Tubeuf, Die Haarbildungen der Coniferen, in Forstl.-naturw. Zeitschr. V (1896) 109—144, 173—193, T. 1—12. — A. P. Anderson, Comparative anatomy of the normal and diseased organs of *Abies balsamea* affected with *Aecidium elatinum*, in Bot. Gaz. XXIV (1897) 309—344, T. 14—15. — E. Schwabach, Zur Kenntnis der Harzabscheidungen in Coniferennadeln, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XVII (1899) 291—302, T. 22; Bemerkungen zu den Angaben von A. Tschirch über die Harzabscheidungen in Coniferennadeln I. c. XVIII (1900) 417—421. — E. C. Jeffrey, The structure and development of the stem in the Pteridophyta and Gymnosperms, in Philos. Trans. Roy. Soc. London Ser. B. CXCV (1902) 119—146, T. 1—6. — Ch. Bernard, Le bois centripète dans les feuilles de Conifères, in Beih. Bot. Centralbl. XVII (1904) 241—310, T. 3. — W. Zang, Die Anatomie der Kiefernadel und ihre Verwendung zur systematischen Gliederung der Gattung *Pinus*. Dissert. Gießen 1904. — D. P. Penhallow, The anatomy of the North American Coniferales together with certain exotic species from Japan and Australasia, in The Amer. Natur. XXXVIII (1904) 243—273, 331—359, 523—554, 691—723. — G. Chauveaud, Origine secondaire du double faisceau foliaire chez les sapins (*Abies*) et les Pins (*Pinus*), in Ann. Sc. Nat. 8 Sér. XIX (1904) 335 bis 348. — W. Gothan, Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermen-Hölzer. Dissert. Berlin 1905, zugleich Abh. Kgl. Geol. Landesanst. Berlin N. F. Heft 44. — E. C. Jeffrey, The comparative anatomy and phylogeny of the Coniferales. Part. 2 — The *Abietineae*, in Mem. Boston Soc. Nat. Hist. VI no. 1 (1905) 1—37, T. 1—7. — D. P. Penhallow, A manual of the North American Gymnosperms. Boston 1907. — A. Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter. 2. Aufl., Leipzig 1906. — S. Rywosch, Einiges über Harzgänge in den Blättern der Gattung *Picea*, in Engl. Bot. Jahrb. XLI (1908) 373—376. — J. W. Bailey, The structure of the wood in the *Pinaceae*, in Bot. Gaz. XLVIII (1909) 47—55, T. 5. — W. P. Thompson, The origin of ray-tracheids in the *Coniferae*, in Bot. Gaz. L (1910) 101—116; Ray tracheids in *Abies*, I. c. LIII (1912) 331—338, T. 24—25. — W. Noelle, Studien zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Coniferenwurzeln mit Rücksicht auf die Systematik, in Botan. Zeit. LXVIII (1910) I. Abt. 169—266. — Eloise Gerry, The distribution of the »Bars of Sanio« in the *Coniferales*, in Ann. of Bot. XXIV (1910) 119—123, T. 13. — Percy Groom and W. Rushton, The structure of the wood of East Indian species of *Pinus*, in Journ. Linn. Soc. XLI (1913) 457—490, T. 24—25. — R. Krausel, Die Bedeutung der Anatomie lebender und fossiler Hölzer für die Phylogenie der Coniferen, in Naturw. Wochenschr. 1917 no. 23. — Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, 3. Aufl. II (1918; Holz bearbeitet von K. Wilhelm p. 277—529). — R. Florin, über Cuticularstrukturen der Blätter bei einigen rezenten und fossilen Coniferen, in Ark. fdr Bot. XVI no. 6 (1920). — H. Feustel, Anatomie und Biologie der Gymnospermenblätter, in Beih. Bot. Centralbl. XXXVIII. 2. Abt. (1921) 177—257. — W. Eckhold, Die Hoftipfel bei rezenten und fossilen Coniferen, in Jahrb. Preuss. Geol. Landesanstalt XLII, 1921 (1922) 472—505. — Isabel Soar, The structure and function of the endodermis in the leaves of the *Abietineae* in The New Phytologist XXI (1922) 269—292. — E. Hannig, Untersuchungen über die Harzbildung in Coniferennadeln, in Zeitschr. fdr Bot. XIV (1922) 385—421, T. 3—4. — Annfried Franck, Ober die Harzbildung in Holz und Rinde der Koniferen, in Botan. Archiv III (1923) 173—184. — E. Melin, Untersuchungen über die Lärche-Mykorrhiza. I. Synthese der Mykorrhiza in Reinkultmr. Svensk Bot. Tidskr. XVI (1922) 161—196; Experimentelle Untersuchungen über die Konstitution und Ökologie der Mykorrhizen von *Pinus silvestris* L. und *Picea Abies* (L.) Karst., in Mykol. Unters. und Berichte von Dr. Richard Falk II (1923) 73—331, T. 1—3. (Siehe dort weitere Literatur). — C. Hammarlund, *Boletus elegans* Schum. und Lanx-Mykorrhiza, in Botan. Notiser (192?) 305—326. — B. Kubart, Einige Bemerkungen über den diagnostischen Wert des Markkörpers bei Coniferenholzern, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XLII (1924) 273—276. — J. Pipault, La Feuille des Pins; contribution à son étude anatomique. Thèse Doct. Univ. (Pharmacie) Paris (1923). (Nicht mehr benutzt, mir nur aus Ref. bekannt geworden).

1. B 1 a 11. Im anatomischen Bau des schmalen Pinaceen-Blattes, der »Nadel«, treten viele Merkmale auf, die wir als charakteristisch für xerophile Gewächse anzusehen gewohnt sind.

Die Verteilung der Spaltöffnungen über die Blattoberfläche wurde schon bei der morphologischen Betrachtung des Blattes berührt. Die Schließzellen sind von der Angiospermenform wenig verschieden; sie sind stets unter die Epidermis eingesenkt, so daß eine Hintersenke entsteht. Dabei sind, wie zuerst Hildebrand hervorhebt, verschiedene Typen ausgebildet: Die die Stützzellen umgebenden Epidermiszellen können mit ihrer oberen Wand tiefer als die allgemeine Wand der Epidermis liegen, sie ziehen also mit ihren Außenwandungen ± geneigt zu diesen herunter, ohne einen Wall (leisteuförmigen Vorsprung) zu bilden, und zwar sind 1 oder 2 Kreise von Zellen um die Schließzellen so geneigt (2 Kreise bei *Picea*- und *Abies*-Arten, 1 Kreis z. B. bei *Pinus Coillteri*). Oder, wie es am häufigsten der Fall ist, die umgebenden Epidermiszellen liegen in einer Ebene mit den anderen; die Tiefe der Einsenkung, an deren Grunde die Stützzellen liegen, ist dabei verschieden. Wilhelm fand bei vielen Pinaceen, daß die äußere Atemhöhle von einer feinkörnigen, wachsartigen Masse ausgefüllt ist, was anscheinend eine allgemeine Eigentümlichkeit der Coniferen darstellt. Es wird dadurch eine Herabsetzung

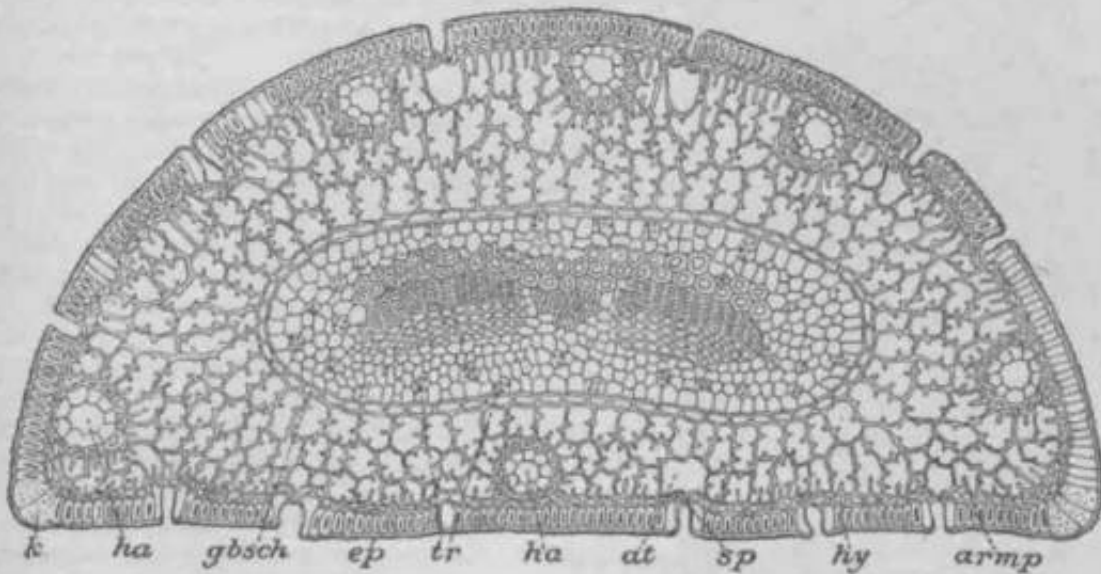


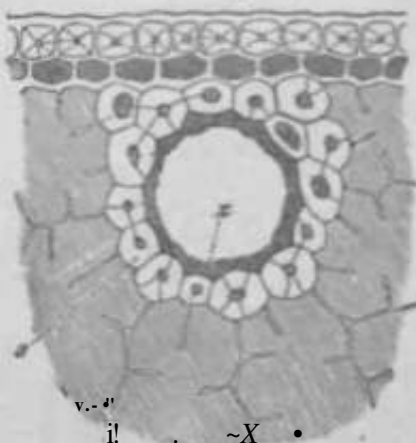
Fig. 111. Querschnitt (durch das Lumen) von *Pinus tracheid*, tp Kälte?; I; Kälte?/H?; die Epidermis, Av. By. O. A. S. O. i. r. p. Sp. n. O. T. u. i. n. K., »t. Atemöffn. trmp. Anisopollinariae, gbnth. Q. U. b. l. f. d. f. U. o. l. t. a. t. d. e., tr. Trileth-fassungszone. (N. o. l. i. E. Kl. i. b. e. l., In Kl. r. h. u. c. r., Loew, Sehr. O. t. r., Leheng. u. a. b. m. n. u. m. p. t. L. M. i. t. t. e. l. e. u. r. o. p. a. a. L.)

der Transpiration erreicht, der Gasaustausch ist nur durch die dünnen Luttaderchen möglich, die zwischen den feinen Körnern der Ausfüllungsmasse vorhanden sind.

Das Assimilationsgewebe läßt oft eine deutliche Sondernung in Palisaden- und Schwammparenchym vermissen, so besonders bei *Picea*. Hier folgen auf das Hautgewebe auf allen Seiten mehrere Schichten polygonaler Zellen, die charakteristische, senkrecht stehende Einfaltungen der Wände zeigen, durch die die Wandsfläche bedeutend vergrößert wird: die Falten, an Kanten und Ausbuchtung bei den verschiedenen Arten und auch bei derselben Art wechselnd, spingen frei in das Lumen vor (Fig. 151). Bei *Abies* ist das Palisadenparenchym, das gewöhnlich in zwei Lagen an der Blattoberseite auftritt, deutlicher von dem anschließenden Schwammgewebe verschieden, ebenso bei *Tsuga*, *Fseudotsuga* und *Pseudotsugoides*. Bei *Picea* besteht das Parenchym aus runden Zellen, die an das Hautgewebe angrenzenden Zellen strecken sich etwas senkrecht zu demselben und bilden eine Art Palisadenparenchym. Häufig oder auch noch ausgeprägter ist die Seidenbildung bei *Larix*, bei welcher Gattung auch Membranrallen vorkommen können.

Stets sind in den Blattm Harzkanäle vorhanden, die zu zwei oder zu mehreren parallel der Längsachse verlaufen. Ihre Lage, die sich oft als sehr konstant erweist, wird bei mehreren Gattungen als wichtiges systematisches Merkmal gewertet, je nachdem sie dem Hautgewebe anliegen oder im Parenchym liegen oder an die Endodermis des Gefäßbündels grenzen (vgl. die Kinteilung von *Pinus* und *Abies*). Es ist zwischen den zwei weiten und den acedischen Harzkanälen zu unterscheiden. Bei *Pinus* sind die beiden wesentlichen Harzkanäle in den Kanten des Blattes gelegen; dazu kommen aced-

sorische in wechsellnder Anzahl, die nicht soweit längs durch das Blatt verlaufen, sondern meist auf den mittleren Teil des Blattes beschränkt sind; bei *P. silvestris* sind im Gair/en bis 10 Kaulen vortretend, bei *P. turicio* und *P. moniana* 5, bei *P. den. italica* 4 usw. Die Epithelzellen sind bei *Pinus* dünnwandig, an sie schließt sich eine Scheide von entweder stark verdickten Sklerenchymzellen (z. B. *P. pinea*, *P. italica*) oder von meist dünnwandigen Zellen mit dazwischen verteilten dickwandigen Zellen oder von nur dünnwandigen Zellen. Bei *Picea* finden sich stiel zwei der morphologischen Unterarten gedülerte Haftscheidungen: diese können gelegentlich unterbrochen sein, so daß auf bestimmten Querschnitten einer oder beide fehlen können, doch fehlen sie nie, wie Ötters behauptet, dem ganzen Blatte (vgl. Bywosch). Nach Mablerlert weicht das Epithel der Harzgränge bei *Picea* gegenüber von dem bei den anderen Gattungen ab, daß es meist aus Zellen besteht, deren Membranen stärker sind als bei den Zellen, die den Harzgang nach außen begrenzen. Die *Abies*-Arten haben gleichfalls zwei Harzgränge, deren Lage bei den Arten wechselt, bei *T. sutchuanensis* ist ein Harzgang zwischen Gefäßbündel und unterer Epidermis vorhanden, bei *Pseudotsuga* finden sich fünf Harzgränge am Leitgewebe, drei an der Oberseite (einer in der Mitte, zwei seitlich), zwei an der Unterseite



Ft?, 149. "HuregaBg ira Blatt von *Pinus* rttv&iti* L. c. S(kn>M>llen, t Schutzscheide. (XBUII Habcr-rlnddt, phys. Pflanzenanatomie.)

Das Blatt wird von einem Mittelnerven durchzogen, der von einem BOgeteften oder einem geteilten, doppelten Gefäßbündel gebildet wird. Letzteres ist der Fall bei *Abies* und *Pinus-Diploxylon* (vgl. die Einteilung von *Pinus*); CB schiebt sich dabei eine ± breite Parenchymlamelle zwischen die beiden Gefäßbündel ein (vgl. Fig. 161). Nach Ch&uve-aud, ist die Enttückung des doppelten Gefäßbündels aber unterhalb. Lit. nach in jüngsten Studien des Blattes ein einheitliches Gefäßbündel vorhanden. Bei *Pinus-Haploryton* bilden sich im procambialen Strang zuerst Leitbündel aus, dann an der gegenüberliegenden Seite einige Gefäße. Die dazwischen gelegenen (nervösen) Elemente teilen sich und bilden Reihen von Cambiumzellen. Die Außenreihen dieser Reihen erzeugen weitere Holzelemente und Leitbündel, während die Zellen der mittleren Reihen sich weiter teilen, setzen sich

eine Resorption der mittleren (meist gebildeten) Phloem-Klemente und später der mittleren Xylem-Elemente ein, so daß allmählich die weiter rechts und links gelegenen Phloem- und Xylemnippen durch einen Parenchymstrifen getrennt werden. Die Resorption und die Bildung von Parenchymzellen schreitet in den weiter erzeugten Gefäßbündeln und Cambiumelementen nach außen fort, so daß die ersteren weiter zurücktreten werden und schließlich der Anschein tritt, als ob zwei wachsenden Gefäßbündeln entsteht. Da die Entwicklung beim Fliessen früher eingesetzt hat, so ist auch hier die Parenchymbildung stärker, und die beiden getrennten Bandelstränge divergieren in charakteristischer Weise. Im fertigen Blatt sind die ursprünglichen Gefäßbündelteile durch die Resorption verschwunden, es sind nur noch kleine Vorhandenheiten (bei manchen Arten z. B. *P. obovata*) setzt die Trennung schon sehr früh ein, so daß nur in jungen Blättern ein einheitlicher Bündel zu finden ist. Bei *Abies* verläuft die Entwicklung ähnlich; auch hier ist ursprünglich nur ein Bündel vorhanden.

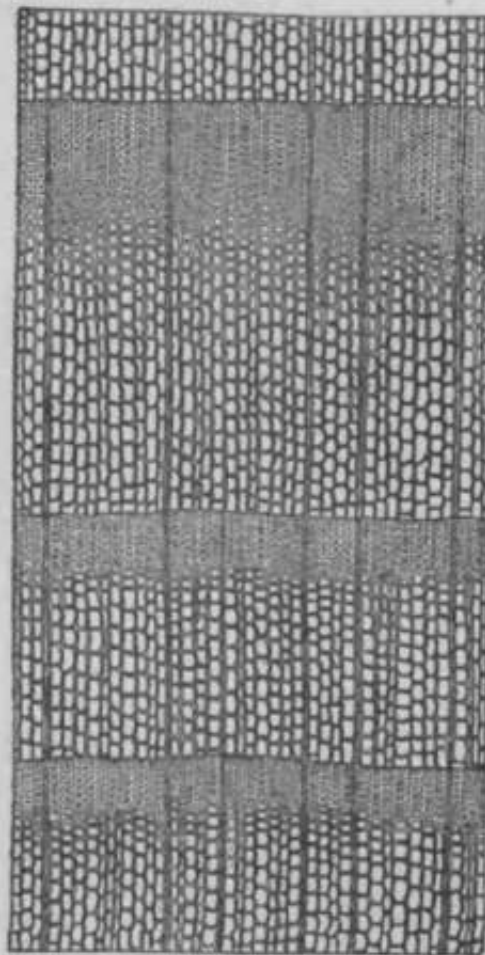
Das Gefäßbündel ist stets typisch dorsiventral, das Xylem liegt nach oben zu, das Phloem nach unten zu. Zunächst werden im Holzteil Spiral- und Tüpfelgefäße erzeugt, später nur noch Tracheiden. Nach den Untersuchungen von Meisesner beobachtet das Cambium mehrere Jahre hindurch die Fähigkeit zur Erneuerung neuer Elemente, besonders im Phloem. An das Gefäßbündel schließt sich ein Transfusionsgewebe, bei den meisten Gattungen nur nach rechts und links sich erstreckend, bei *Pinus* und *Picea* aber das ganze Bündel rings umgebend. Die Tracheiden-ähnlichen Zellen des Transfusionsgewebes sind mit befeigten Poren versehen und besitzen gerade oder nur wenig gebiegte Querwände; dazwischen liegt stark füllendes Parenchym. Die Bedeutung des Transfusionsgewebes liegt in der Wasser Speicherung (vgl. bei den Cycadeen). Nach außen

wird das Gefäßbündel abgegrenzt durch eine Strangschicht (Endodermis), die aus verholzten oder auch besonders an den Radialwänden verkorkten Zellen mit einfachen Tüpfeln besteht.

2. St a m 01. a) All ge i t e 8. Der Querschnitt durch den Stamm oder aJteren ASt einer Pinacee zeigt *em* kleines Mark, einen geschlossenen, dieken, von cinem persistierenden Cambium ring aufgebauten Holzko'rper und eine verhaitmsmaBig dtinne linle. Damit ist ein erheblicher Gegensatz zu den Gycadeen gegeben. Die in einen Ring gestellten GefitBbtindel des jungen Zweiges sind koHateral und endarch, die Spuren mesarcher •Struktur (vgL Cycadeen) sind verachwunden. Das Protoxyleiu, aus den piimaien, zuerst gobildeten Holzelementen zusaunnengesetzt, liegt also an der Grenze des Markes, an der Innensoite ties Zuwachs des ersten Jahres. Es besteht aus Tracheiden, die an ihrer Inntmseite durcli Spijalbtnder in $\pm$ steilen Windungen verdickt sind; die jtiBgeren dieser Elemente zeigen auch Obergiinge zu leiterfQnniger Struktur, indem die Spiralen eng sind und sich an verschiedenen Stellen vereinigen; dann erfolgt der Obergang zur Bildung von HoFtfipfuln. Dieser geschieht bei den Icbenden Couiferen plitzzlic] im Gegensatz zu den in <lieser Bcniehung primitiveren Cordaitaceen. Stets eind beim Auatritt der Blattfluren Unterbrechungen im Bdndelzylinder (>foliar gaps*) vorhanden; damit atehen die Pinaceen, wie die Coniferen tberhaupt, im *Qegeasalt* zu den Lycopodialen, und Autoren, die auf die anatomischen Beziehungen besonderen Wert legen, bestreiten aus diesem Grunde die Mtglichkeit einer Ableitung der Coniferen von den Lycopodialen.

Der Querschnitt zeigt eine schon mit bloßem Auge kenntliche Zonenbildung des Hohlkörpers, die Jahresringe. Die im Frühjahr gebildeten Holzzellen (Frühholz, Frühjahrsholz) sind dünnwandiger und von großem radialen Durchmesser als die später im Jahr gebildeten (Sommerholz und Herbstholz, Spätholz); indem sich nun nach der Ruheperiode wieder Frühholz an das Spätholz ansetzt, tritt die dem Jahreszuwachs entsprechende Zonenbildung deutlich hervor. Der Übergang vom Frühholz zum Herbstholz

kann aOmSuffa oder ziemlich plitzzlkh erfolgen. Wf- *&- QfunQadHk durth IIM Bol» dor
Femer iat zu unterscheiden ^ischen dem fltte- J ^ ^ nffimSS ^ lSiu ^
ren, nicht mehr leitenden, acliwereren Kernholz
und dem schmaleren, jUngerem, also dem Cam-



immer bis zum gleichen Jahresring; da die Jahresringe auch am selben Querschnitt recht verschiedene Dicke haben können, kann auch der Splint verschieden dick sein. Bei einer 60jährigen Fichte z. B. von 37 cm Durchmesser mit exzentrischer Jahresringbildung waren in den Markstrahlen bis zum 24. Jahresring vor dem Cambium ab lebende Zellen vorhanden, vom 12. Jahresring ab allmählich in geringerer Zahl; die Entfernung vom Cambium bis zum 12. Jahresring betrug auf der gefällten Seite 3,5 cm, von da ab bis zum 24. Jahresring 5,5 cm, von da bis zum Mark 12,5 cm; auf der gegenüberliegenden Seite waren die entsprechenden Zahlen 1,6 cm, 3,6 cm, 6,3 cm. Bei *Pinus sylvestris* und *Abies alba* wurden lebende Elemente bis ca. zum 30. Jahresring vom Cambium ab gefunden, bei der Lärche bis zum 14.—20. Jahresring. Der Splint bei der Lärche ist nur 1,2—3,6 cm dick, der Übergang zum dunkleren Kernholz erfolgt sehr rasch.

Das sekundäre Holz, ist wesentlich aus Holztracheiden aufgebaut, Gefäßkomplexe kommen nicht vor; in radialer Richtung wird das Holz von den Markstrahlen (meist im Querschnitt einreihigen) Markstrahlen durchsetzt;

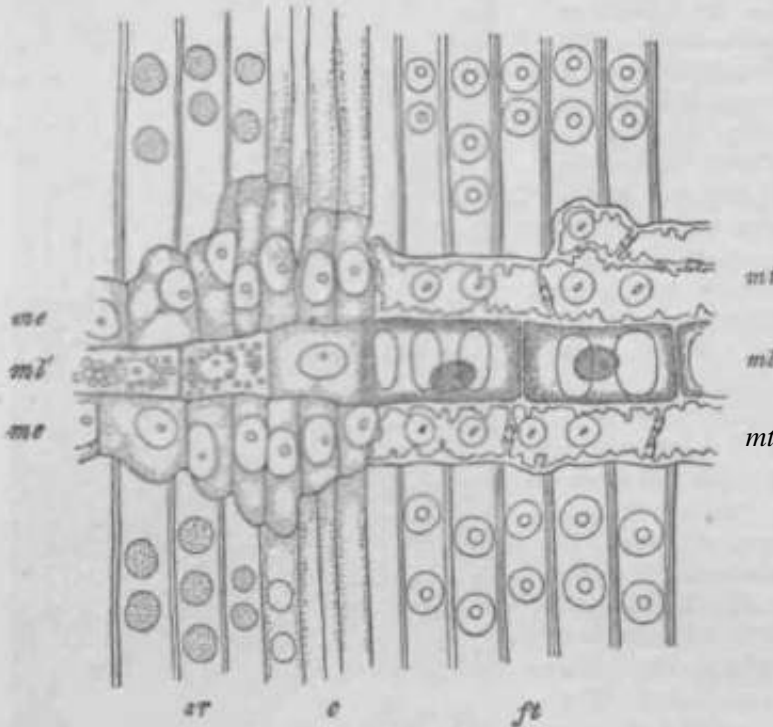


Fig. 151. Längsschnitt durch einen Zweig von *Pinus pumilio*, e Cambium, tr Siebröhren, ml Mark, ml Markstrahlen, tr Tracheiden, dn Holzmarktracheide, mt Markstrahlische Zellen des Markstrahls. (S. v. H. li. t.) or l and t.)

zum Holz übertritt, oder es verbleibt von den beidseitigen Teilungen der Cambiummutterzelle entstandenen Tochterzellen die untere als Cambiummutterzelle, während sich die obere noch einmal teilt und als Zwillingszelle zur Rinde übertritt. Gelegentlich kann sich auch die eine der beiden Tochterzellen, die als Zwillingszelle zum Holz oder zur Rinde übertritt, noch einmal teilen.

b) Mark. Das verhältnismäßig kleine Mark stirbt bald ab. Es ist entweder rein parenchymatisch (z. B. *Larix*), oder es finden sich in ihm sklerenchymatisch verdickte Elemente. Diese Sklereiden sind bei *Pseudotsuga* einzeln zerstreut, bei *Abies*, *Keteleeria* und *Picea* weisen sie eine besondere Anordnung auf, indem sie auf Längsschnitten quer verlaufende Bänder bilden, die mit unverdicktem Parenchym abwechseln.

c) Die Tracheiden. An jungen Holzstellen ist charakteristisch die Zwischenzellsubstanz (Interzellularsubstanz) oder Mittellamelle und eine inneren Membran; beide bilden zusammen die primäre Membran; die Zwischenzellsubstanz verschwindet später vollständig bis auf die Stellen, wo 3—1 Zellen mit dicken Kanten zusammenstoßen und sie als Zwickel in diesen Ecken erhalten bleibt; darin findet die primäre Membran keine Schichtung (= Zwischenlamelle + innere Membran) erkennen, sondern ist eine homogene Scheidewand zwischen benachbarten Zellen. Diese primäre Membran wird auch öfters als Mittellamelle bezeichnet. An die primäre Membran lagert sich nach innen zu die sekundäre Membran an, die am dicksten ist. Sie ist etw. Neabmung und entsteht

komplexe nicht vor; in radialer Richtung wird das Holz von den Markstrahlen (meist im Querschnitt einreihigen) Markstrahlen durchsetzt;

ferner kommen harzführende Parenchymzellen oder Harzgänge mit Epithel von Parenchymzellen vor.

Die Entstehung der sekundären Elemente aus dem Cambium geht nach

S. v. H. folgendermaßen vor sich: Jede Rinden- und Holzzellenreihe hat nur eine Mutterzelle im Cambium, durch deren Teilung nach außen Rinden-, nach innen Holzelemente gebildet werden. Von den beiden durch tangential Teilung der Cambiummutterzelle entstandenen Tochterzellen verbleibt entweder die obere als Cambiummutterzelle, während die untere, sich noch einmal tangential teilend, als Zwillings-

nicht etwa durch Abgrenzung einer Schicht der sich verdickenden primären Membran, von der sie sich scharf absetzt. Als innerste Schicht läßt sich dann an der fertigen Tracheide eine dünne tertiäre Membran unterscheiden. Gelegentlich werden auch noch weitere Schichten angesetzt. Die sekundäre und tertiäre Membran ist verholzt.

Die Tracheiden sind in der Längsrichtung des Stammes bedeutend gestreckt, an beiden Enden zugespitzt; ihre Länge schwankt an verschiedenen Teilen des Stammes und in den Jahresringen etwa von 0,8 bis über 4 mm. Auf dem Querschnitt sind sie im Frühholz verhältnismäßig weiträumig, polygonal mit ungefähr gleichen Seiten, im Herbstholz abgeplattet, niedriger, dickwandig. Bei *Pseudotsuga* sind die Tracheiden ausgezeichnet durch schraubig verlaufende Verdickungsleisten der Innenwand wie bei *Taxus* und *Torrey*; doch sind diese nicht immer gut entwickelt. Bei anderen Gattungen tritt die Spiralverdickung nur in bestimmten Zonen oder bei einzelnen Arten auf; so findet sie sich bei *Larix* im Herbstholz, bei *Picea* im Spätholz der ersten Jahresringe (bei *P. sitchensis* auch noch später), ferner andeutungsweise bei einigen *Pinus*-Arten.

Charakteristisch für die Tracheiden sind die großen Hoftüpfel, die durchschnittlich in einer Reihe locker, ohne sich zu berühren, angeordnet sind und sich vorzugsweise an den Radialwänden finden, im Spätholz auch oft an den Tangentialwänden (sie fehlen dort bei den höher entwickelten Sektionen von *Pinus*). Zweireihigkeit der Hoftüpfel ist aber als gelegentliches Vorkommen bei einer größeren Anzahl von Arten aus verschiedenen Gattungen nicht allzu selten, Dreireihigkeit wie bei den Araucariaceen kommt nicht vor, auch stehen bei Mehrreihigkeit die Hoftüpfel im Gegensatz zu den Araucariaceen opponiert in gleicher Höhe. Als Hoftüpfel im allgemeinen werden Lücken in der nach innen vorspringenden Wandverdickung von Zellen bezeichnet. Bei den Hoftüpfeln (behoften Poren) der Tracheiden wölbt sich die Wandverdickung über das unverdickte Membranstück vor, eine Art Kuppel bildend, die am Gipfel vom Porus durchbohrt ist. Der Umriß des unverdickten Membranstückes, der Schließhaut, die der primären Membran zwischen zwei Tracheiden angehört, wird als Tüpfelhof bezeichnet. Häufig, wie im Frühholz der Kiefer, sind sowohl Tüpfelhof wie Poren kreisförmig. Der Tüpfelraum ist dann halblinsenförmig. Gewöhnlich ist nun der Hoftüpfel nach beiden Tracheiden hin gleichmäßig ausgebildet, so daß ein bikonvexer (linsenförmiger) Doppelraum entsteht, der von der Schließhaut geteilt ist. In der Aufsicht, beim radialen Längsschnitt, gewährt der ganze Hoftüpfel dann, da die beiden Poren übereinanderfallen, das Bild zweier konzentrischer Kreise. Zu beachten ist, daß nur der kleinere Kreis, die Mündung des Pores, einer wirklichen Öffnung entspricht, der größere Kreis

gibt den Umriß der Schließhaut wieder. Einseitig sind die Tüpfel dort, wo eine Tracheide an eine Markstrahlzelle stößt, da diese keine Hoftüpfel ausbildet (vgl. darüber den Abschnitt über Markstrahlen). In der Form der Hoftüpfel sind beim Frühholz und Spätholz beträchtliche Unterschiede vorhanden. Im Frühholz ist die Wandung des Tüpfelraumes dünn, so daß kein eigentlicher Tüpfelkanal entsteht, sondern nur ein von der am Rande zugespitzten Membran umgrenztes Loch. Im Herbstholz ist dagegen die Wandung dick, so daß sich ein längerer enger Kanal zwischen Tüpfelraum und dem Tracheiden-Lumen bildet. Der ganze Hoftüpfel wird kleiner, auch die Form des Pores verändert sich oft. Bei *Pinus sylvestris* z. B. wird die Ausmündung allmählich elliptisch bis spaltenförmig, in der Aufsicht des Hoftüpfels erscheinen dann statt des inneren Kreises zwei sich kreuzende Spalten. Im Frühholz der Kiefer hat nach Kny der Hof einen Durchmesser bis 0,027 mm, der Pore bis 0,007 mm.

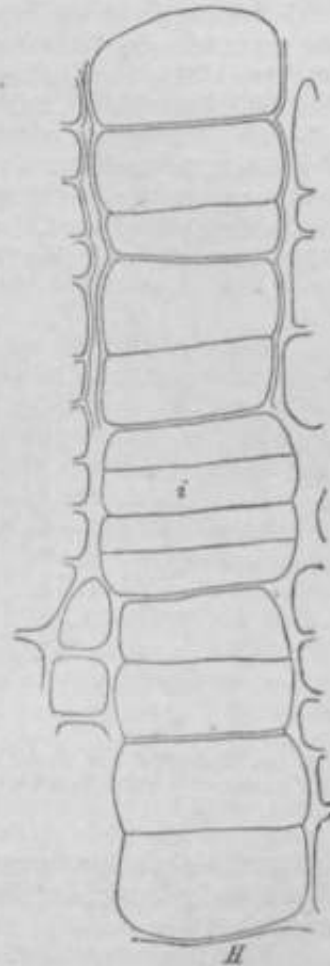


Fig. 136. Querschnitt durch eine Radialreihe der Cylindriumzone von *Pinus sylvestris* L. (Vermutliche Cambiumzelle). R Holzstrahlzelle. Vergr. 600. (Nach Sanio; Haberlandt, Pflanzengewebe.)

Die Schließhaut weist in ihrer Mitte eine Verdickung auf, die als Torus bezeichnet wird; der den Torus umgebende,arte Rand der Schließhaut (Margfo) ist deutlich radial gestreift. Im Tüpfel des Frühholzes ist der Torus plattenförmig, im Längsschnitt von abtinniger Gestalt. Im Tüpfel des Spätholzes zeigt der Längsschnitt eine Lindenform. Im Herbstüpfel ist ferner die Schließhaut straff gespannt, während sie im Frühlingstüpfel beweglich ist und sich der einen oder anderen Wand des Tüpfelraumes anlegen kann, wobei der Torus die Mittellung des Poriums verschließt. Bei lufttrockenem Holz kann die Schließhaut **rich** 60 eng anschmiegen, daß sie schwer wahrnehmbar ist; es ist daher stets die unzutreffende Ansicht geäußert worden*, daß die Schließhaut resubiert werden kann und eine offene Verbindung zwischen den Tracheiden besteht. Im frischen Splintholz liegt die Schließhaut **der** Wand immer nur locker an.

Die Tracheiden enthalten Wasser oder abwechselnd Luftblasen in verschiedenem Verhältniß, je nach den Tages- und Jahreszeiten. Die Ufthüpfel erfüllen eine Einrichtung dar, durch die die Stoffleitung erleichtert wird, wobei die Kräftigkeit der Wand wesentlich beträchtlich wird. Infolge der Beweglichkeit der Schließhaut sind sie auch eine Art Klappenventil, indem der Torus die Porenöffnung verschließen kann, wodurch die Fil-

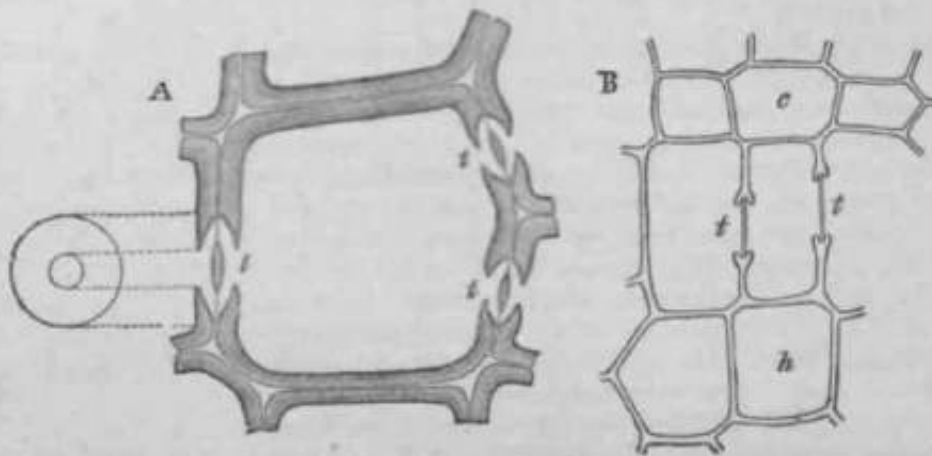


Fig. 1M. Hoftüpfel der Kiefer. A Tracheide im Querschnitt mit 3 Tüpfeln f; die Kirtel links d. a. e. u. B: Längsschnitt durch die Hoftüpfel mit den Beschriftungen c, t, h. (Nach Frank; Prantl-Fax, Lehrbuch.)

trationsfähigkeit herabgesetzt wird. Für die Bewegung sind Druckunterschiede in den Zellen maßgebend; der Torus wird nach der Seite der stärkeren Luftverdünnung angezogen.

Eine besondere Erwähnung verdienen nach den oben genannten Sanio'schen Streifen (Sanio's Rims nach Groom und Rushton 1. c), auf die zuerst Sanio bei der Kiefer aufmerksam machte. Es sind dies ± hervortretende Querstreifen oder Querleuchten auf den Tracheiden-Wandungen, die oberhalb und unterhalb der einzelnen oder auch von je zwei Hoftüpfeln auftreten. Nach Sanio zeigen sie die Grenzen des Primordaltüpfels an, das Gebiet des Tüpfelfeldes der jungen Wand, auf dem sich später 1—2 Hoftüpfel ausbilden; die Umrisse dieses Primordaltüpfels sind verdickt. Da das ursprüngliche Feld nicht völlig von dem späteren Hoftüpfel oder den zwei Hoftüpfeln ausgefüllt wird, so bleibt der Rand oben und unten übrig; sind zwei Felder im Kontakt, so bilden die Streifen einen gemeinsamen Querband. Die Verdickung des Primordaltüpfels geschieht, wie Filbungen (mit Eutheniumrot usw.) zeigen, nicht durch verdickte Wandaubstanz, sondern erst durch pektinhaltige Substanz, bis dann bei weiterer Verdickung der Wand ein Stadium erreicht wird, bei dem Holzsubstanz auch über dem verdickten Rand des Primordaltüpfels abgelagert wird. Die Sanio'schen Streifen sind also Verdickungen der primären Membran. Sie treten besonders als Querstreifen an den Radialwänden hervor, **doch** sind auch gelegentlich perigonale Streifen (die Seitenwände des Primordaltüpfels) zu erkennen. Kiecher gedeutete sie als stellenweise unterbrochene, zarte schraubenförmige Verdickung der Wand. Sie können in allen Gruppen der Coniferen mit Ausnahme der Araucariaceen vor. Auf die Sanio'schen Streifen ist auch fälschlich die Bezeichnung Sanio'sche Balken (Bars of Sanio) angewandt worden (vgl. z. B.

E. G e r r y l. c), bei denen es sich um freie Querversteifungen durch Zellulose-Stäbchen in den Zellen handelt. Der Name stammt von C. M ü l l e r (l. c. 1890), der diese gleichfalls von S a n i o beobachteten Strukturen genauer untersuchte.

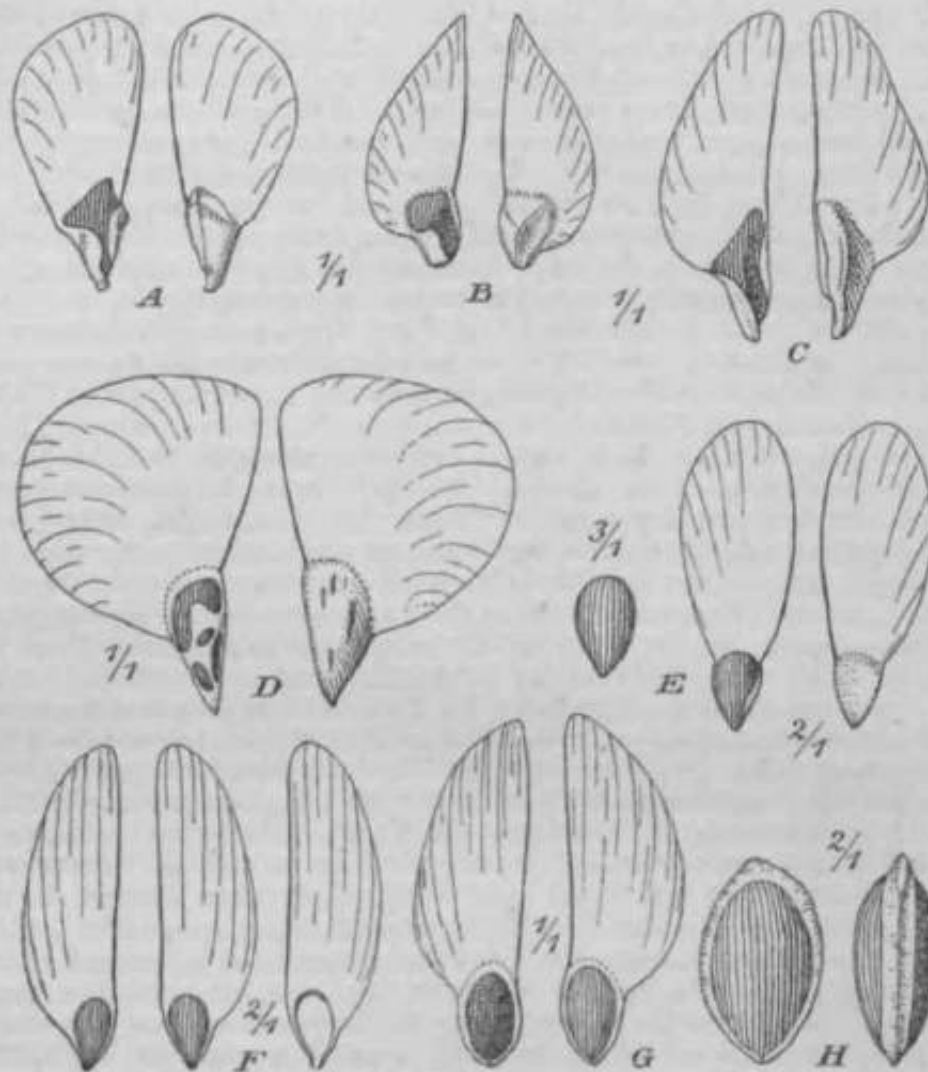
Es finden sich häufig und wohl in alien Gruppen der Coniferen im weiteren Sinne (auch bei Taxaceen, Araucariaceen, Podocarpaceen usw.) radial gerichtete Stäbchen meist von rundlichem Querschnitt, die die Zelle frei durchqueren, nach Art von Leitersprossen von einer Wand zur anderen ausgespannt. Im typischen Falle schließen sich diese »Balken« in der radial gerichteten, genetisch als Abkdmmlinge einer und derselben Cambiumzelle aufzufassenden Reihe von Tracheiden gerade aneinander an, oft über eine größere Strecke hinweg. Meist durchsetzen sie das Lumen der Zelle in deren Mitte, können aber auch nahe einer Wand liegen. Es kommt auch vor, daß zwei Balken nebeneinander liegen oder daß mehrere Balkenreihen übereinander in einer Tracheidenschicht liegen. Die Balken sind mit schwach erweiterten Enden den Tangentialwänden der Zelle angeheftet. Nicht selten gehen sie von rundlicher Querschnittsform zu plattenförmiger Erweiterung über. Sie zeigen dieselben Reaktionen wie die Tracheidenwandungen, sind also verholzt. C. M ü l l e r führt die Balkenbildung auf Membranfaltung in den Cambiumzellen zurück; Resorptionsvorgänge beseitigen die Falte teilweise, so daß diese in die Balkenform übergeht.

Nichts zu tun mit den S a n i o schen Balken haben ferner die Querversteifungen, die P. Schulz (l. c. 214—215) für gewisse *Pinus-Aiten* beschreibt und auf die auch C. M ü l l e r im Zusammenhang mit den Balken hinweist; diese kommen in Form eines doppelten T bei den an die Markstrahlen angrenzenden Tracheiden vor; sie sind offenbar nichts anderes als Harzausscheidungen in dieser Form wie bei den Araucarien (vgl. dort, ferner Record, in Bot. Gaz. LXVI [1918] 63).

d) Die Markstrahlen. Die Markstrahlen verlaufen in radialer Richtung durch den Holzkörper; sie sind meist nur eine Zellreihe breit, werden aber mehrschichtig, wenn Harzgänge in ihnen vorkommen; auf dem Querschnitt stellen sie sich also als einfache radiale Zellreihen zwischen den Tracheiden dar; ihre Höhe ist bei den Gattungen wechselnd. Sie dienen der horizontalen Leitung und Speicherung und enthalten im Splintholz stets lebende Parenchymzellen. Die primären Markstrahlen an jungen Zweigen laufen vom Mark bis zur primären Rinde durch; später werden vom Cambium sekundäre Markstrahlen gebildet. Selten sind die Markstrahlen nur aus lebenden, einfach getüpfelten, horizontal in der Richtung vom Mark zur Rinde $\pm$ gestreckten Parenchymzellen in ihrer ganzen Höhe zusammengesetzt, meist finden sich am oberen und unteren Rande sogenannte Quertracheiden oder Markstrahltracheiden, die in ihrer Form nicht wesentlich von den Parenchymzellen abweichen, aber keine plastischen Substanzen enthalten und Hoftüpfel besitzen. Die Parenchymzellen führen im Sommer Stärke, die sich fortschreitend von der Rinde nach dem Innern zu in Öl umwandelt. Sehen wir zunächst von den Quertracheiden ab, so ist festzuhalten, daß die Markstrahlzellen keine Hoftüpfel besitzen, wenn also der Tüpfel der Seitenwand der Markstrahlzelle mit dem der angrenzenden Tracheide, wie es regelmäßig der Fall ist, in Verbindung steht, so ist die Hoftüpfelbildung nur einseitig nach der Tracheide zu. Die Hoftüpfel, die von einer Tracheide zu einer Markstrahlzelle führen, dabei also nur der ersteren angehören, werden von G o t h a n als Markstrahl-tüpfel bezeichnet; besser als dieser vielleicht irreführende Ausdruck ist die Bezeichnung Kreuzungsfeldtüpfel, da diese Tüpfel stets auf dem gemeinsamen Wandungsfeld sichtbar werden, wo sich eine Tracheide und eine Markstrahlzelle kreuzen. Abgesehen von *Pinus*-Arten sind bei den Pinaceen-Gattungen sowohl die horizontalen wie die vertikalen Wände der Markstrahlzellen ziemlich dick, stark einfach getüpfelt, die Tüpfel sind in der Aufsicht kreisrund; wo die Markstrahlzellwände an Tracheidenwände anstoßen, entsprechen ihnen an den Tracheiden kleine Hoftüpfel oder fast hoflose Tüpfel. Auch unter den *Pinus*-Arten gibt es einzelne (z. B. *P. Bungeana* usw.) von demselben Typus: die dickwandigen Parenchymzellen des Markstrahles zeigen einige kleine Tüpfel (meist vier im Kreuzungsfeld) mit rundem Rande, denen nach der Tracheide zu Tüpfel mit spaltenförmiger Mündung entsprechen. Von hier aus geht der Fortschritt zu großen Einzeltüpfeln, wie sie sich am ausgeprägtesten bei der europäischen *P. sylvestris* und der amerikanischen *P. resinosa* finden. Die Parenchymzelle des Markstrahles wird dünnwandig, und die Tüpfel der Tracheide werden größer, von unregelmäßigem Umriß. Bei *P. sylvestris* ist die Tracheide gegen die dünnwandige Parenchymzelle mit einem großen, die Höhe der Markstrahlzelle

zeitig mit den Samenanlagen angelegt; er bedeckt die Samenanlage von oben und schließt sie ein bis auf die Stelle, wo sie an der Fruchtschuppe festgewachsen ist; der eigentliche Flügel oberhalb der Samenanlage bleibt mit der Fruchtschuppe bis zur Reife verwachsen und macht deren Wachstum mit. Man muß nach Tabeuf den Flügel als besondere Schicht zum Integument rechnen (oder ihn als zweites Integument bezeichnen).

Im folgenden sei auf die verschiedene Ausbildung des Flügels bei den Gattungen hingewiesen. Bei *Abies* bedeckt der derbe, mit dem Samen fest verwachsene Flügel den



FIR. 158. Samen und Samenanlagen von Pinaceen. A, B, C, D, F, & von beiden Selwa. A *Abies alba*. — B *Pinus sylvestris*. — C *Pinus peuceuntiana*. — D *Pinus deadara*. — E *Pinus txelsa*. Same mit Flügel konkav. — F Flügel um Flügel iuu-li rufennunpr Je* Sfraciis, von der (tilt) n *Bt&t**; links Same. — F *Pinus titeetru* [h, die drttta Klcu eefft die Znpfi dot Flügelso nach Abfall dea Samnül*. — *Q. fiitu** rxttlr* Wall. — H *UitMtilbc*, SAuen (aline FWgoD mit verdloctem Flügelhuutmiik'. (Original.)

Samen außen vollständig und greift kappenartig über die Spitze des Samens (unten an der Mikropyle) nach innen herum; ein trichterförmiger, spitz zulaufender Teil der Innenseite, wo die Samenanlage angewachsen war, ist vom Flügel frei (Fig. 158 A). Das Herumgreifen des Flügels ist möglich, da die Samenanlage bei *Abies* im oberen Teil (nach der Mikropyle zu) frei hervorragt. Ähnlich *Tsuga*, nur ist der Flügel härter und greift weniger herum. Noch weniger ist die Samen-Unterseite bedeckt bei *Larix* und *Pseudotsuga*, wo der Flügel nur den untersten Rand der Samen-Unterseite (an der Mikropyle) kappenartig deckt. Schließlich fehlt bei *Cedrus*, weshalb Gattung durch einen sehr großen Flügel ausgezeichnet ist, die Flügelhaut auf der Samen-Unterseite fast völlig, wie ist hier nur ganz am Mikropylen-Ende noch vorhanden (D). Bei allen diesen Gattungen ist der Flügel mit der

Samen untrennbar verwachsen. Wesentlich anders verhält sich *Picea* (E). Hier bedeckt der Flügel den Samen nur außen (oben) und lässt sich zur Reifezeit leicht vom Samen ab. Entsprechend der Form des Samens ist die abgetrennte Flügelhaut des Samens napfförmig konkav. Bei *Pseudotsuga* (Z) ist der derbe, fest angewachsene Flügel so lang wie die Fruchtschuppe, in seiner Form genau ihrer Hälfte entsprechend; er deckt das Mikropylar-Ende des Samens kappig, nur wenig nach innen herübergreifend; der größte Teil der Unterseite ist von der Flügelhaut frei.

Ist bei den erwähnten Gattungen die Flügelform im wesentlichen konstant, so sind bei *Pinus* charakteristische Unterschiede in den Sektionen vorhanden. Zunächst ist zu bemerken, dass meist (nicht z.B. bei Aiten der Sektion *Strobus*) die Flügelhaut außen auf dem Samen dem stärkeren Dickentum des Samens nicht folgt, sondern zerfällt; man findet dann von ihr nur noch Reste am Ende des Samens außen vorhanden. Ferner wird meist der Rand der Flügelhaut ± stark verdickt, so dass dieser Rand den Samen zangen-

firmig umgreift. Nun ist diese Zange meist leicht ablosbar (fast immer bei Untergattung *Diploxylon*, Fig. 158 F), fest verbunden mit dem Samen bleibt sie bei Sekt. *Cembra* und *Strobus*. Schon oben wurde erwähnt, dass bei einer Anzahl von Arten mit schweren, großen Samen der eigentliche Flügel ± rudimentär ist. Bei *P. cembra* fehlt der Flügel ganz, die Flügelhaut umzieht außen als ± breites dünnes Band den Samen; dieses Band zeigt nicht innen zu unregelmäßige Ränder von der Zerreißen der Flügelhaut her, der größere Teil der Außenseite des Samens ist von der Flügelhaut frei. Bei den verwandten *P. koraiensis* und *P. Armandi* bleibt dagegen die Flügelhaut außen auf dem Samen unverletzt und bedeckt ihn dort völlig, nach innen nicht herübergreifend, bei *P. Armandi* am Rande etwas verdickt und oben (der Mikro-

pyle gegenüber) in ein kleines Spitzchen ausgezogen. Bei *P. Lambertiana* aus der Sektion *Gnipe* und Verwandten bleibt die den Samen nur außen deckende Flügelhaut gleichfalls völlig erhalten: hier ist ein gut ausgebildeter Flügel vorhanden, der mit dem Samen fest verbunden ist, der Rand ist verdickt. Die Verdickung des Randes tritt besonders bei *P. excelsa* hervor, wo sie an der Basis des eigentlichen Flügels in eine verhärtete Spitze ausgeht (G, B).

Bestäubung. Die Bestäubung findet durch den Wind statt, wobei die Massenentwicklung des Pollens ihre Rolle spielt (vgl. oben bei dem Kapitel über die Blüte). Der Pollen kann bei den empfindlichen Bäumen direkt zur Mikropyle gelangen, da die Schuppen des Zapfens dann auseinanderweichen; später schließen sie, wie erwähnt, infolge ihres Wachstums in Länge und Dicke wieder zusammen. Bei *Abies* z. B. »Hält der Pollen auf die etwas gewölbten, in ihrem hinteren Teil stark abblätterigen Deckschuppen, rollt auf ihnen an den Rändern der Fruchtschuppe hinab und gelangt auf diesem Wege an den Mikropylonappen, von dem er wie von einer boblen Hand aufgefangen wird« (Kirchner). Bei *Picea* und *Pinus* wird der herüberrollende Pollen von den Fruchtschuppen zur Samenanlage geleitet. Zum Festhalten des Pollens dient die an der Mikropyle ausgesonderte Flüssigkeit, deren Ausscheidung aber hier nicht so auffallend wie bei *Taxus* und *Cephalotaxus* ist (siehe Angaben und Literatur vgl. bei *Taxaceae*). Die

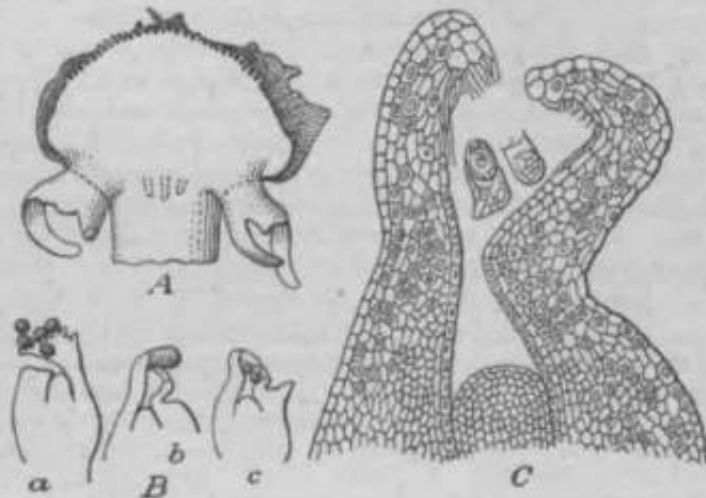


Fig. 159. Auktitut der Mikropyle. A. Längsschnitt durch die Keimblase von *Pinus purellora*. B. Drei kleine Ansichten der Mikropyle von *P. koraiensis*. C. Detaillierte Ansicht der Mikropyle von *P. taxifolia*, die die verdickte, zangenartige Struktur des Integuments zeigt. (A nach B. Oelzel, Organo-graphie der Pflanzenwelt. B. Tietze, in: Ann. Bot. XXV.)

Ausbildung der Mikropyle ist eigenartig; im Gegensatz zu *Taxus* oder den Cupressaceen mit ihrer röhrigen Mikropyle besitzen die Pinaceen »Zangenmikropyle« oder »Narbenmikropyle« (vgl. Goebel, Organogr. der Pflanzen 2. Aufl. [1923] 1550—1553). Die Form der Zangenmikropyle ist am verbreitetsten (*Abies*, *Pinus*); der Mikropyletrand ist ungleichseitig, die der Zapfenachse zugewandte Seite ist höher und rechts und links in zwei lange, dünne Fortsätze ausgezogen. Goebel meint, daß diese wohl an der Flüssigkeitsausscheidung beteiligt sind, doch wirken sie nicht mit bei der Überführung der Pollenkörner auf den Nucellus, wie es bei der Narbenmikropyle der Fall ist. Letztere findet sich z.B. bei *Larix*. Die stärkere Entwicklung des der Zapfenseite zugekehrten Teiles der Mikropyle tritt hier noch mehr hervor als bei *Pinus*, aber die seitlichen Auswüchse fehlen; vielmehr ist die Mikropyle mit Papillen versehen, die die Pollenkörner festhalten; der Mikropylelappen ist also narbenähnlich ausgebildet. Dieser schrumpft dann auf seiner Innenseite ein und kriecht sich nach innen, wodurch die Pollenkörner in den Mikropylarkanal gelangen. Nach Lawson (Ann. of Bot. XXIII [1909] 164) ist ähnlich bei *Pseudotsuga* die eine Seite der Mikropyle (nach der Fruchtschuppe zu) dicht über dem Nucellus scharf einwärts gebogen und richtet sich dann wieder auswärts (Fig. 159). Es entstehen so in der Mikropyle 2 Kammern; in der oberen ist der Rand nach der Bestäubung einwärts gekriecht, und hier finden sich die Papillen, die keine Zellen, sondern Auswüchse der Außenwände der Epidermiszellen sind. Die Pollenkörner werden in der oberen Kammer festgehalten und liegen oft den haarförmigen Papillen dicht an; hier beginnen auch die Pollenkörner auszutreiben. Später kriecht sich die ganze Mikropyle nach der Fruchtschuppe zu durch stärkeres Wachstum der entgegengesetzten Seite.

Embryologie.

Wichtigste Literatur: W. Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Coniferen (Leipzig 1851). — E. Strasburger, Die Coniferen und die Gnetaceen, mit Atlas von 26 T. (Jena 1872); Über Zellbildung und Zellteilung (Jena 1875); Die Angiospermen und die Gymnospermen (Jena 1879); Über das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen, Histol. Beiträge Heft IV (1892). — C. Sokolowa, Naissance de l'endosperme dans le sac embryonnaire de quelques Gymnospermes, in Bull. Soc. Imp. Natur. Moscou N. S. IV, 1890 [1891] 446—497, T. 11—13. — W. C. Belajeff, Zur Lehre von dem Pollenschlauche der Gymnospermen, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. IX (1891) 280—286, T. 18; XI (1893) 196—201, T. 12. — J. B. Farmer, On the occurrence of two prothallia in an ovule of *Pinus silvestris*, in Ann. of Bot. VI (1892) 213—214. — H. H. Dixon, Fertilization of *Pinus silvestris*, in Ann. of Bot. VIII (1894) 21—34, T. 3—5. — H. Blackman, On the cytological features of fertilization and related phenomena in *Pinus silvestris*, in Phil. Trans. Roy. Soc. London 190 (1898) 395—426, T. 12—14. — Charles J. Chamberlain, Oogenesis in *Pinus Larido*, in Bot. Gaz. XXVII (1899) 268—280, T. 4—6. — W. Arnoldi, Beiträge zur Morphologie der Gymnospermen IV. Was sind die »Keimbiaschen« oder »Hofmeisters-Körperchen« in der Eizelle der Abietineen? Flora LXXXVII (1900) 194—204. — H. O. Juel, Die Tetradentheilung in der Samenanlage von *Larix*, in Jahrb. wissensch. Bot. XXXV (1900) 626—638, T. 15. — W. A. Murriel, The development of the archegonium and fertilization in the Hemlock Spruce (*Tsuga canadensis*, Carr.), in Ann. of Bot. XIV (1900) 583—607, T. 31—32. — Margaret C. Ferguson, The development of the pollen-tube and the division of the generative nucleus in certain species of Pines, in Ann. of Bot. XV (1901) 193—223, T. 12—14; The development of the egg and fertilization in *Pinus Strobus*, in Ann. of Bot. XV (1901) 435—479, T. 23—25; Contributions to the life history of *Pinus*, with special reference to sporogenesis, the development of the gametophytes, and fertilization, in Proc. Wash. Ac. Sc. VI (1904) 1—202, T. 1 bis 24. — C. E. Allen, The early stages of spindle-formation in the pollen-mother-cells of *Larix*, in Ann. of Bot. XVII (1903) 281—311, T. 14—15. — K. Miyake, On the development of the sexual organs and fertilization in *Picea excelsa*, in Ann. of Bot. XVII (1903) 351—372, T. 16—17; Contribution to the fertilization and embryogeny of *Abies balsamea*, in Beih. Bot. Centralbl. XIV (1903) 134—143, T. 6—8. — W. C. Coker, On the spores of certain *Coniferae*, in Bot. Gaz. XXXVIII (1904) 206—213. — R. B. Thomson, The megaspore membrane of the gymnosperms. Univ. Toronto Biol. Ser. no 4 (1905). — M. C. Stopes and K. Fujii, The nutritive relations of the surrounding tissues to the archegonia in Gymnosperms, in Beih. Bot. Centralbl. XX, 1. Abt. (1906) 1—24, T. 1. — N. Johanna Kildahl, Development of the walls in the proembryo of *Pinus Larido*, in Bot. Gaz. XLIV (1907) 102—107, T. 8—9. — A. A. Lawson, The gametophytes and embryo of *Pseudotsuga Douglasii*, in Ann. of Bot. XXIII (1909) 163—180, T. 12—14. — J. M. Coulter and Ch. J. Chamberlain, Morphology of Gymnosperms (Chicago 1910; 2. Auflage 1917). — Kiichi Miyake and Kono Yasui, On the gametophytes and embryo of *Pseudolarix*, in Ann. of Bot. XXV (1911) 639—647. — A. H. Hutchinson, The male gametophyte of

Abies, in Bot. Gaz. LVII (1914) 148—153; On the male gametophyte of *Picea canadensis*, in Bot. Gaz. LIX (1915) 287—300, T. 15—19; Fertilization in *Abies balsamea*, Bot. Gaz. LX (1915) 457—472, T. 16—20; Embryogeny of *Abies*, Bot. Gaz. LXXVII (1924) 280—288, T. 17—20. - J. T h . B u c h - h o l z , Suspensor and early embryo of *Pinus*, in Bot. Gaz. LXVI (1918) 185—228, T. 6—10; Polyembryony among *Abietineae*, in Bot. Gaz. LXIX (1920) 153—167; Embryo development and polyembryony in relation to the phylogeny of Conifers, in Amer. Journ. of Bot. VII (1920) 125—145. — Z. W y c i c k i , Einige Beobachtungen über Prothallien und Archegonien bei *Larix dahurica* Turcz. und *L. europaea* DC, in Acta Soc. Botan. Poloniae I no 3 (1923) 149—164, T. 2—4. —

Durch die grundlegenden Untersuchungen Hofmeisters ergab sich, daß die Gymnospermen ebenso wie die höheren Kryptogamen einen typischen Generationswechsel besitzen, daß also im Lebenszyklus der Art ein Sporophyt und ein Gametophyt, eine ungeschlechtliche und eine geschlechtliche Generation, im regelmäßigen Wechsel gebildet wird. Wie schon bei einer Reihe von Kryptogamen der Gametophyt (das Prothallium) ein äußerlich wenig hervortretendes Gebilde ist, so ist dies noch mehr bei den Gymnospermen der Fall, und erst die vergleichende Untersuchung der Gruppen mit ihren Reduktionen und Entwicklungstendenzen konnte eine Homologisierung der bei der Befruchtung und Embryobildung in Frage kommenden Organe ermöglichen. Eine Anzahl höherer Kryptogamen ist auch schon wie die Gymnospermen heterospor, das heißt der Sporophyt erzeugt Mikrosporen, aus denen ein ♂ Prothallium, und Megasporen, aus denen ein weibliches Prothallium hervorgeht. Der wesentliche Fortschritt der Gymnospermen und der Embryophyten (oder Siphonogamen, Phanerogamen) überhaupt beruht auf der Ausbildung von echten Samen und auf dem Modus der Befruchtung. Der Übergang vom Wasserleben zum Landleben bei den Kryptogamen brachte eine fortschreitende Sterilisierung der Gewebe des Sporophyten mit sich, zugleich in fortschreitender Entwicklung eine Vergrößerung und einen Ausbau des Sporophyten im Gegensatz zum Gametophyten, der auf dem Stadium des Prothalliums stehen blieb, und die Bildung großer Mengen von ungeschlechtlichen Sporen beim Sporophyten, die wesentlich zur Vermehrung der Individuenzahl beitragen, während aus dem Gametophyten, dem Prothallium, im allgemeinen nur ein Embryo, ein neuer Sporophyt hervorgeht. Dabei ist bei den Pteridophyten derjenige Modus der Befruchtung noch überall beibehalten, der für die wasserbewohnenden Vorfahren angemessener erscheint, nämlich die Befruchtung eines Eies durch bewegliche Spermatozoiden, die nur durch Vermittlung von Flüssigkeit möglich ist. Erst die Gymnospermen sind in diesem Sinne wahre Landpflanzen: der Pollenschlauch befördert den ♂ Kern zum Ei. In ihrer phylogenetischen Bedeutung sind hier die Vorgänge bei den Cycadeen, die auch sonst als primitivste Typen der Blütenpflanzen anzusehen sind (von den ausgestorbenen *Cycadofilices* abgesehen), und bei *Ginkgo* von höchstem Interesse: es werden noch Spermatozoiden erzeugt, die direkt zum Archegonium gelangen, und der Pollenschlauch dient nur zur Befestigung und zur Ernährung; die Flüssigkeit, in der die Spermatozoiden schwimmen, erzeugt aber die Pflanze selbst. Durchaus charakteristisch ist die Samenbildung. Die Megaspore (Embryosack) bleibt mit dem sie hervorbringenden Sporophyten im Zusammenhang, das 2 Prothallium bleibt in der Megaspore eingeschlossen, und erst wenn in ihr ein neuer Sporophyt, der Embryo, angelegt ist, fällt der reife Same ab. Dessen Umhüllung, die Samenschale, gehört also der vorigen Sporophyten-Generation an, das Nährgewebe (Prothallium) gehört zum Gametophyten, und der Embryo ist der neue Sporophyt. Die Homologien sind demnach folgende: Pollensack = Mikrosporangium, Pollenkorn = Mikrospore (Prothallium rudimentär oder O); Nucellus = Megasporangium, Embryosack = Megaspore, Nährgewebe (Endosperm) = 2 Prothallium.

1. Bildung der Mikrosporen (Pollenkörner) und Entwicklung des Gametophyten. Die Bildung der Mikrosporangien geht aus von einer unter der Epidermis gelegenen Zellschicht des Stam.; durch perikline Teilungen entsteht eine primäre Wandschicht und eine primäre sporogene Schicht. Die Zellen der ersteren teilen sich mehrfach periklin, so daß mehrere (4—5) Wandschichten entstehen; von ihnen nimmt die äußerste auch später an der Wandbildung des Sporangiums teil, die inneren stellen das sog. Tapetum dar. Aus der sporogenen Zellschicht entsteht durch Teilung ein sporogenes Gewebe, dessen Zellen schließlich das Stadium der Sporen-Mutterzellen erreichen. Das Tapetum bildet zu dieser Zeit eine Hülle inhaltsreicher Zellen, die zur Ernährung des sporogenen Gewebes dienen; bei der Reifung verschwindet allmählich das Tapetum vollständig.

Das reife Sporangium hat dann also nur zwei Wandseichten, die Epidermis und die übriggebliebene darunter gelegene Zellachse. Die Epidermis, deren Zellen Verdickungsleisten aufweisen, stellt nach G o e b e l (Flora XCI [1902] und Organographie der Pflanzen) ein Exothecium dar (vgl. auch bei Cycadaceen und Ginkgoaceen). Die Sporenmutterzellen bilden durch Teilungen (oft nicht Bimultau, wie bei den Angiospermen, sondern durch je zwei aufeinanderfolgende Teilungen) die Tetraden der Mikrosporen (Pollenkörner) aus. Letztere besitzen zwei Hüllen, eine dicke Exine und eine dünnere Inline; erstere ist am dicksten an der Seite, wo die Prothalliumzellen entstehen.

Unsere Kenntnis der Entwicklung des γ Gametophyten geht von den Arbeiten von Belajeff und Straßburger aus: er hat sich bei den bisherigen Untersuchungen an den verschiedenen Gattungen gezeigt, daß die Vorgänge überall im wesentlichen sich in

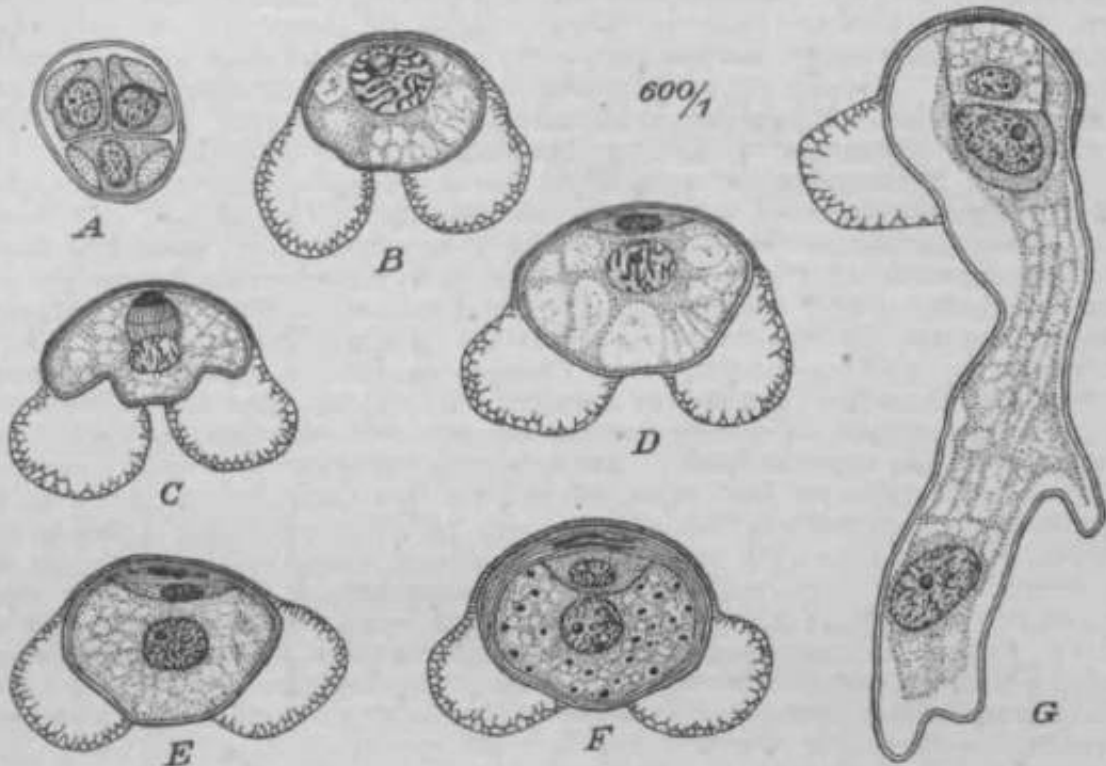


Fig. 160. Entwicklung des γ Gametophyten im Pollenkorn. A) Reife Pollenkörner. B) Teilung der vegetativen Zelle. C) Teilung der generativen Zelle. D) Bildung des Prothalliums. E) Degeneration der Prothalliumzellen. F) Degeneration der Prothalliumzellen. G) Wachsende Pollenschlauchzelle mit dem generativen Kern (oben) und der vegetativen Zelle (unten). Die vegetative Zelle (oben) bildet den Schlauch, die generative Zelle (unten) die Stielzelle. Verr. BOO. nach Coulter und Chmielewski, Morphol. of (in D) Penna [1910] 878.)

gleichartigen Weise abspielen (Fig. 160). Zunächst teilt sich der Zellkern im Pollenkorn, und es wird eine große Zelle mit großem Kern und eine kleine linienförmige, an der Wand des Pollenkorns gelegene Zelle gebildet, die bald desorganisiert; dann wird noch eine ähnliche zweite desorganisierende Zelle abgeschnitten. Diese beiden kleinen Zellen stellen die vegetativen Zellen (Prothalliumzellen) des γ Gametophyten dar; das Prothallium ist also auf das einfachste reduziert (bei den Cupressaceen fehlen diese Zellen überhaupt, vgl. dort). Die durchschnittliche Zahl der Zellen ist zwei, gelegentlich kommt auch nur eine oder drei vor. Die große Zelle im Pollenkorn teilt sich bald weiter, und es entsteht so 1. die generative Zelle nach den Prothalliumzellen zu und 2. die größere Schlauchzelle, die zum Pollenschlauch aufwächst, wobei die Exine zerrissen wird; das den Kern umgebende vakuolige Plasma enthält Stärkekörner. Sobald auch die vegetative Schlauchzelle zum Pollenschlauch vergrößert, tritt der Kern (vegetativer Kern) in diesen ein und wandert zur Spitze. Die generative Zelle teilt sich in die Stielzelle (nach den Prothalliumzellen zu) und in die Körperzelle, die primäre spermatogene Zelle. Der Pollenschlauch dringt durch das Gewebe des Nucellus vor, bis er ein Archegonium erreicht, wobei er sich etwa verzweigen kann. Die Körperzelle rundet sich ab, wird von der Stiel-

zelle frei und wandert in den Vollsindlauch ein; ihr folgt der Kern der Stielzelle, der dann an der Körperzelle vorbeigeht und sich neben den vegetativen Kern lagert. Kurz vor der Befruchtung teilt sich der Kern der Körperzelle wiederum; die Teilkerne, die meist ungleiche GröÙe haben, sind meist nicht durch eine Wand getrennt; fñr *Tsuga* wird

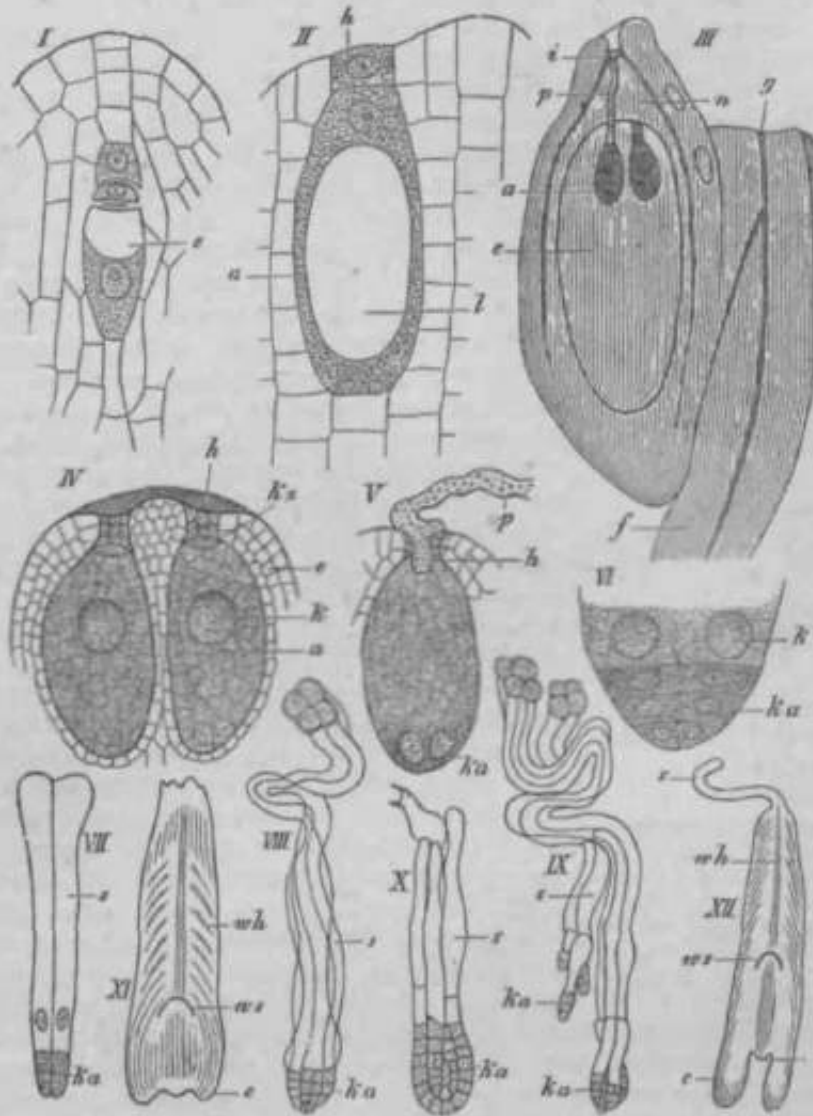


Fig. 1. Pollenentwicklung bei Pinaceen. I. Pollenschlauchbildung. II. Pollenschlauchbildung. III. Pollenschlauchbildung. IV. Pollenschlauchbildung. V. Pollenschlauchbildung. VI. Pollenschlauchbildung. VII. Pollenschlauchbildung. VIII. Pollenschlauchbildung. IX. Pollenschlauchbildung. X. Pollenschlauchbildung. XI. Pollenschlauchbildung. XII. Pollenschlauchbildung.

die Bildung von zwei ungleichen Zellen angegeben, Auch der Drüsen der Körperzelle kann gegen das umgebende Plasma undeutlich sein. Es liegen somit nunmehr vier Kerne (resp. Zellen) am Ende des Pollenschlauches, der vegetative Kern, der Stielzellkern und die beiden aus der Körperzelle hervorgegangenen Kerne (oder Zellen), die die 2 Kerne bilden, und von denen einer die Befruchtung vollzieht. Über die Zettdauer der einzelnen Phasen

der Entwicklung sei folgendes bemerkt. Bei *Finns* geht die Bestäubung und Befruchtung in zwei aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden vor sich. Zur Zeit der Bestäubung im Frühjahr enthält das Pollenkorn neben den Prothallmizellen die generative Zelle und die Schlauchzelle, die erste Teilung ist also erfolgt; nun wächst im Sommer der Pollenschlauch langsam, und es erfolgt bei eiriigen Arten (die Teilung der generativen Zelle in Stiel- und Körperzelle, bei anderen Arten findet diese Teilung erst im nächsten Frühjahr nach langem Stillstand der Entwicklung statt; dann folgt die Bildung der Eizellen und die Befruchtung. Bei den anderen Gattungen genügt eine Vegetationsperiode für Bestäubung und Befruchtung. Im Pollenkorn sind zur Zeit der Bestäubung meist schon Eizelle, Keimzelle und vegetativer Kern vorhanden, bei *Pseudotsuga* findet die Teilung in Stiel- und Körperzelle beim Beginn des Auswachsens des Pollenschlauches statt.

2. Bildung der Megaspore (Embryosack) und Entwicklung der Gametophyten. Die Bildung der Megasporen-Mutterzelle wird dadurch kenntlich, daß sie eine tief im Nucellus gelegene Zelle durch ihre Vergrößerung auszeichnet,



Fig. 16S. Zellstruktur aus der Megasporen-Mutterzelle bei *Larix laricina*. Die Megaspore liegt in der Mitte, umgeben von anderen Zellen. Vergrößerung 666/1. (Nach Chamberlain, *at Gymn. p.*, BL 167)

und die wachsende Mutterzelle differenziert sich in eine Zone von nährstoffreichen Zellen (»spongy tissue«), die bis zur Endosperm-Bildung persistiert und bei der Ernährung der Megaspore eine Rolle spielt. Die Mutterzelle teilt sich in eine Tetrade von Zellen, die in einer Reihe untereinander liegen. Die unterste dieser vier Zellen wird zur Megaspore (Embryosack). Bei der Bildung der Megaspore findet die Reduktion der Chromosomenzahl statt, wie zuerst Juel für *Pinus* nachwies; die zweite Kernteilung in der Mutterzelle ist heterotypisch, die Zahl der Chromosomen wird hierbei bei *Larix* von 24 auf 12 reduziert.

Die Entstehung des Gametophyten, des Prothalliums (Endosperm, Xylemgewebe) mit seinen Archegonien in der Megaspore ist schon von Hofmeister und Scharf-Burgen in den Grundzügen klargelegt worden; viele Einzelheiten sind in zahlreichen Arbeiten von verschiedenen Forschern beschrieben worden. Der Kern der Megaspore teilt sich, weitere Teilungen folgen, und zwar gleichzeitig, so daß eine große Anzahl freier Kerne entstehen, etwa 256 durch 8 freie Kernteilungen. Die Megaspore vergrößert sich gleichzeitig bedeutend, ihr Plasma wird vakuolig, und in der Mitte entsteht eine große Vakuole, und die freien Kerne liegen in einer Cytoplasma-Schicht an der Wand des Embryosacks. Nunmehr folgt das Stadium der Wandbildung, das mit der Ausfüllung der Megaspore durch ein zelliges Prothallium abschließt. Die Kerne liegen ziemlich gleichmäßig an der Wand verteilt; zwischen ihnen entstehen, senkrecht zur Megasporenwand, feine Wände; dabei sind die Zellen nach innen nach der Vakuole zu, offen (sog. Alveolen nach Sokolowa, primäre Prothalliumzellen nach LawoD). Allmählich wird die Plasma-Wandschicht dicker, die erwähnten jungen Zellwände der Alveolen verlängern sich und müssen sich nun im gerundeten Embryosack kreuzen und treffen, so daß Zellen, die im Längsschnitt dreieckig sind, entstehen. Die noch nach innen offenen Alveolen verengen sich weiter, und diejenigen, die schließlich in der Mitte des Embryosacks zusammentreffen, werden durch Wände an ihrem offenen Ende geschlossen. Dann finden in den geschlossenen Alveolen freie Kernteilungen statt, denen Querwandbildung folgt. Damit ist die Ausbildung der permanenten Prothalliumzellen erreicht. Die Zellen an der Oberseite des Prothalliums am Ende nach der Mikropyle so machen sich durch Vergrößerung als Archegonien-initialen kenntlich (Kip. 16S). Die Initialen tritt zunächst durch eine Periklyne-Wand in die äußere primäre Zelle und die innere zentrale Zelle, die einen stark vakuoligen Inhalt (erwinnt). Die primäre Halszelle teilt sich durch eine antikline Wand in zwei Zellen, und dieser Teilung folgen weitere. Die Zellen am Basalende am Archegonium ist bei den Gattungen variabel, häufig sind 8 Zellen in 2 Lagen vorhanden (bei *Tsuga* 2—1 Halszellen, bei *Pinus* 4—8, bei *Picea* bis 4—8 Lagen mit je 2—4 Zellen in einer Lage, bei *Abies* bis 3—4 Lagen mit je 4 Zellen in der Lage).

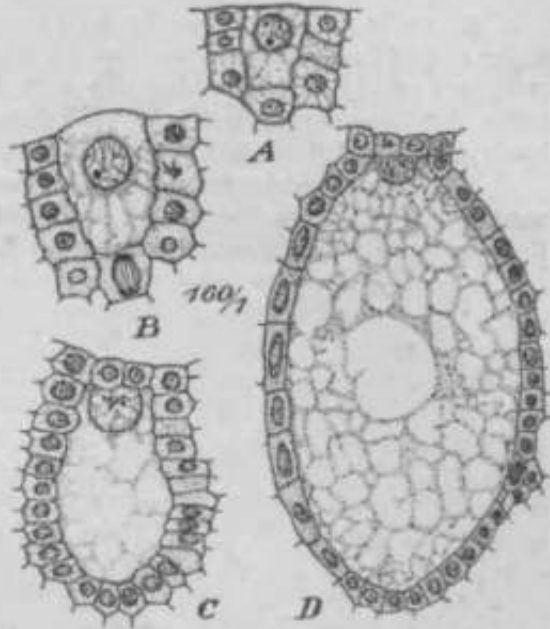
Die Zahl der Archegonien im Prothallium ist gering, bei *Pbm* meist 3 (1—5), bei *Abies* meist 2 (1—4), bei *Picea* meist 4 (2—7). Da die an das Archegonium angrenzenden Prothalliumszellen stärker wachsen als die Halszellen, so bildet sich dem Archegonium eine Einsenkung, die Archegonienkammer.

Die Zentralzelle nimmt bald die Größe zu, und um sie herum differenzieren sich aus dem Prothallium «in» schiebende Plasmareihen Ernährungszellen; diese Zellen sind besonders dadurch ausgezeichnet, daß die der Zentralzelle (oder dann der Eizelle) anliegenden Wände verdickt und getüpfelt sind. Die Zentralzelle (und später die Eizelle) enthält viele Nährstoffe; es finden sich in ihr Protein-Vakuolen, die Chloroplasten mit Zellkernen, Umlauf und Proteinkörnern und Stärke enthalten (Hofmeister's Körperchen). Frölicher wurde beobachtet, daß es sich um Zellstadium handelt; Arnold! hat sogar, daß der Inhalt der Zentralzelle abliegenden Zellen mit den Kernen durch die Tüpfel in die Zentralzelle hindurchwandert. Diese Beobachtung ist von späteren Forschern nicht bestätigt worden.

Die Zentralzelle teilt sich nach weiterem Wachstum in die kleine Baudkanalzelle und die große Eizelle. Normal degeneriert die erstere im allgemeinen bald; bei *Tsuga* bleibt sie ziemlich lange erhalten, in anderen Fällen ausnahmsweise; ihr Kern kann dann so groß wie der des Eies werden. Bei *Abies balsamea* fand Hutchinson sogar, daß der Kern der Baulkanalzelle befruchtet werden und sich in vier Zellen teilen kann. Es ergibt sich aus diesen Fällen, daß die Baulkanalzelle ein Homologum der Eizelle ist; normal tritt sie nicht in Funktion. Der Eikern liegt zuerst in der Nähe der Halszellen, dann vergrößert er sich stark und wandert zur Mitte des Eies.

Zur Zeit der Ausbildung des Endosperms verdrängt die Membran der Megaspore und wird schließlich in zwei Schichten differenziert; bei *Pseudotsuga* ist sie nur im unteren Teil der Megaspore kräftig entwickelt, nach oben zu der Gegend der Basis der Archegorien) wird sie dünner und schließlich ganz unkenntlich (bei *Tsuga* läuft sie gleichmäßig um die Megaspore herum). Thomson, der die Megasporen-Membran der Gymnospermen vergleichend untersuchte, sieht in der starken Membran bei den Pinaceen einen primitiven Charakter; bei den Taxodiaceen und Cupressaceen ist die Membran viel schwächer entwickelt.

Betrachtung. Wenn der Pollenschlauch bei seinem Vordringen die Megasporen-Membran erreicht hat, durchdringt er sie unmittelbar oder flacht sich an ihr ab und durchdringt sie nur mit einem Vorfaden. Axt Vorer Schlauch erreicht den Hals des Archegoniums. Drückt die Halszellen zusammen und kommt in Kontakt mit dem Ei. Gewöhnlich werden dann alle vier im Pollenschlauch vorhandenen Körper (2 raftnische Zellen resp. Kerne, Stützellkern und vegetativer Schlauchkern) in das Cytoplasma des Eies entleert, wobei noch etwas Plasma und Stärke übertreten kann. Ein nicht in Funktion tretender Kern und die beiden anderen Kerne



Kl. ma. EBKtzwatung *lf* Ar^lief^isliimii bei /m<*> trobtu imf oiner OberHftchpuKelle, Jfio/l. (Klefa Mursnret C. Ferguson, in Ann. of Hoi. XV.)

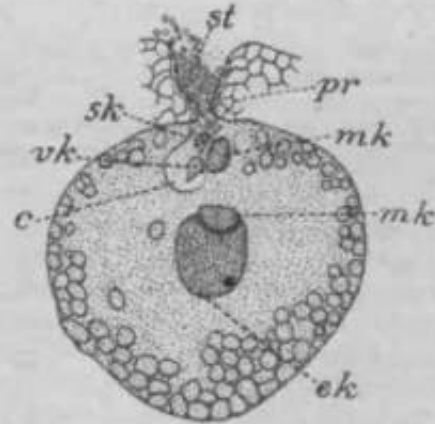


FIG. 104. Refruftuitg bei *Pinus strobus*. Dor f Kern *mk* in Koattirt mit 'lr.m. Eikern *ek*. Oli« *mk* zweiter \$ Kern; *st* Stärke, *pr* ProthalUutn, *tk* Sti!lkfriei, *vt*: wirctnlvrr K*m dot Pallnnncblanches, - OytO^inu rk's Pullermil|m. ches. (Nach Pergnaoii, Ann. o Bot.

bleiben in der peripherischen Region des Ei-Oytplasmas und werden dort, alimilichli des-organisiert, der funktionierendtj Kern wandert direkt zur Eikern in der Mitte der Eizelle. Bei der Fusion drückt der Kern die Hülle des Kernes einwärts, und beide Kerne können noch einige Zeit lang unterschieden werden.

Entwicklung des Embryos. Bei der Entwicklung des Embryos bis zum fertig ausgebildeten Samen sind zwei Perioden zu unterscheiden. Zuerst wird ein zweizelliger Proembryo am Grunde des Eies entwickelt, dann wird durch die Suspensorzellen der Proembryo in das Gewebe des Endosperms verfestet, und der eigentliche Embryo entsteht dann aus der Spitze des Proembryos.

Aus dem befruchteten Eikern gehen durch zwei Teilungen vier Kerne hervor, die noch in der Mitte des Eies liegen und dann an die Basis des Eies sinken, wo sie in einer Reihe gelegen sind. Wiederum folgt eine Teilung, und beim Übergang zum S-Kernstadium

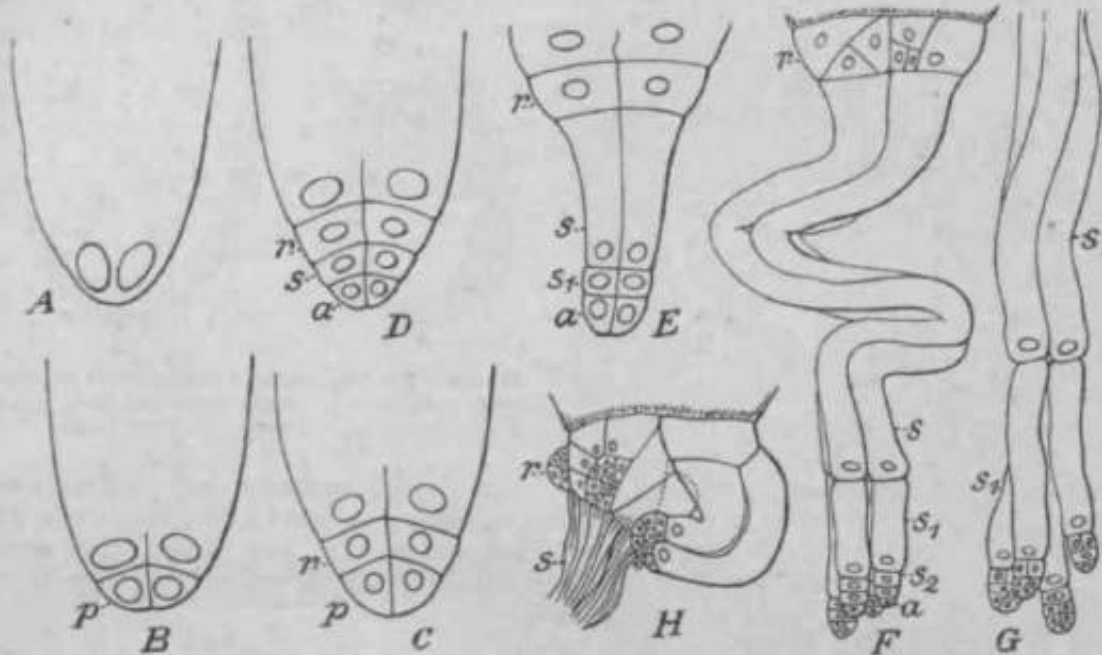


Fig. 165. Entwicklung des Embryos bei *Pinus*. A—D Entwicklung des Proembryos. E Beginn der Suspensor-Entwicklung. F Beginn der Embryo-Entwicklung. G Embryo auf dem Suspensor. H Embryo auf dem Suspensor. O Spitzstadium. H Entwicklung von Rosetten-Embryonen. II Unerst* Zellen des Proembryos, die in der Spitze des Embryos liegen. « Zellen, auf denen die Suspensorzellen entstehen, in den Wurzeln F-W die Spitzzellen » (siehe: Rose und Jelen; n Spitzzellen; * nekundäre Suspensorzellen). (Xai' Buuholx, in Amer. Journ. of Bot., v. 1920.)

werden dann Wände gebildet, und zwar so, daß die unteren vier Kerne ganz von Wänden umgeben werden, während in der oberen Schicht die Wände nach oben, nach dem Ei-Oytasma, fehlen. Dann wird die obere Schicht noch zweimal geteilt, so daß der fertige Embryo aus vier Schichten besteht, drei Schichten (die Zellen) ganz unversetzter Zellen mit einer obersten Schicht von nach oben zu offenen Zellen. Die unterste bildet den eigentlichen Embryo, die folgende schließt sich an den Suspensor an, die dritte ist die sogenannte Rosettenschicht (vgl. unten); die oberste Schicht wird allmählich desorganisiert, schon in früheren Stadien der Suspensorverlängerung; ist sie nicht mehr zu finden. Die weitere Entwicklung geht bei *Pinus** welche Gattung r-unter beschrieben sei, folgendermaßen vor sich. Die Suspensorzellen verformen sich außerordentlich, wobei sie immer ungeteilt bleiben, und werden gewunden schlauchförmig; sie schieben die Proembryo-Spitze, die den eigentlichen Embryo bildet, aus der Eizelle in das Endosperm hinein. Nach der Befruchtung tritt unterhalb der Eizelle die Stütze auf. Wenn der Embryo sich vom Ei in das Endosperm verlagert, wird (durch ein Enzym eine kornartige Wirkung auf das Gewebe ausgeübt, so daß eine Höhlung entsteht, in die der sich verlängernde Suspensor hineinwächst, wobei er sich vielfach windet. Da die Höhlung auch ohne Embryo-Entwicklung (bei unbefruchteten Eiern) entsteht, muß das Enzym zunächst wenigstens vom Archegonium ausgehen, die Erweiterung der Höhlung kann dann auf Rechnung

eines vom Embryo entwickelten Enzyms zu setzen sein. Jede der vier Zellen bildet bei *Pinus* einen Suspensor-Schlauch, und die Basalzellen beginnen sich zu teilen zur Embryo-bildung; von den oberen von diesen Teilzellen (nach dem Suspensor-Schlauch zu) verlängern sich einige bedeutend, unterstützen also, zwischen dem eigentlichen Embryo und dem Suspensor gelegen, den letzteren in seiner Funktion (sekundäre Suspensorzellen). Von den 4 Zellen der untersten Lage des Proembryo bildet nun jede einen eigenen Embryo aus, der Zellkomplex, der aus ihr entsteht, mit seinem primären und sekundären Suspensor trennt sich von den anderen und wird selbständig zu einem jungen Embryo. Die vier Embryonen treten in Wettbewerb, und das geschieht auch zwischen den Embryonen, die aus den anderen Archegonien hervorgehen; schließlich siegt normal einer von alien Embryonen im Wettstreit, und zwar gewöhnlich der, der den längsten Suspensor hat, und wird zum vollentwickelten Keimling des Samens. Ober die sekundären Suspensorzellen ist noch zu bemerken, daß sie sich ausgewachsen ebenso wie die eigentlichen Suspensorzellen nicht mehr teilen; in jungem Zustande aber können sie sich der Länge nach teilen, so daß dann unter dem eigentlichen Suspensor mehrere stark verlängerte sekundäre Suspensoren vorhanden sind, die den Eindruck von wirklichen Suspensoren hervorrufen können; da an ihrer Spitze natürlich nur eine Embryoanlage ist, kann dieser Zustand zur falschen Deutung Anlaß geben, als ob bei *Pinus* etwa die vier Suspensoren des Proembryo nur einen Embryo ausbilden, wie öfters angegeben wird; in der Tat gehen aus einem Ei immer vier Embryonen hervor. Was das Schicksal der oben erwähnten Rosettenzellen des Proembryo anbelangt, so weist Buchholz für *Pinus-Aiten* nach, daß die Rosettenzellen sich teilen und rudimentäre Embryonen bilden (Fig. 165 //), so daß das normale Produkt eines Archegoniums 8 Embryonen sind. Da nun bei *Pinus* bis zu 6 Archegonien vorkommen, so ist die theoretische Höchstzahl der Embryonen 48. Gewöhnlich werden aber nur 2—3 Archegonien befruchtet. Schließlich gelangt nur ein Embryo zur vollen Reife. Die Embryonen werden bei *Pinus* aus einer Spitzenzelle gebildet; solche Spitzenzellen sind schon die vier Zellen der unteren Schicht des Proembryo, denn jede dieser Zellen ist eine Initiale für einen selbständigen Embryo; nach Abtrennung der sekundären Suspensorzellen treten bei der Bildung des eigentlichen Embryo an der Spitzenzelle, die längere Zeit kenntlich ist (bis zum 500—700-Zellenstadium des Embryo), ± schräge Wände auf.

Die Polyembryonie, wie sie bei *Pinus* vorhanden ist, ist von doppelter Art, einmal kommt sie durch Spaltung zustande, indem aus dem Proembryo im Ei mehrere Embryonen hervorgehen (vier bei *Pinus*), dann dadurch, daß mehrere Archegonien vorhanden sind. Letztere einfache Polyembryonie ist in alien Gymnospermen-Gruppen zu beobachten, die Polyembryonie durch Spaltung ist nicht häufig. Die übrigen Gattungen der Pinaceen verhalten sich gegenüber *Pinus* folgendermaßen: Bei *Cedrus* und *Tsuga* trennen sich ebenfalls durch Spaltung vier Embryonen, doch hängen sie etwas länger zusammen; bei *Tsuga* verschrumpfen die Suspensor-Schläuche bald, auch die Rosettenzellen, die keine Rosetten-Embryonen bilden, sind kurzlebig. Bei *Abies* können sich die Rosettenzellen gelegentlich teilen; oft entsteht aus dem Ei nur ein Embryo, die Spitzenzelle ist dann also von Anfang an eliminiert, doch ist noch zu bemerken, daß sich die vier Zellen der Proembryo-Schicht verschieden stark teilen; nicht selten aber kommt es auch zur Bildung von vier Embryonen durch Spaltung, wobei vier Embryonen das 8- oder 16-Zellenstadium erreichen, ehe ein Embryo im Wettbewerb allein weiterentwickelt wird. Von *Abies balsamea* und einigen anderen amerikanischen *Abies*-Arten berichtet Buchholz, daß keine Rosettenzellen und keine Suspensorzellen gebildet werden. Der Proembryo hat also nur 2 Schichten, eine untere, die einen oder mehrere Embryonen bildet, und eine obere, nach oben zu offene Zellschicht. Die unteren primären Embryozellen teilen sich quer; wenn Spaltung herrscht, entstehen dann also mehrere Längsreihen von Zellen, von denen sich einzelne als Ersatz für den Suspensor verlängern, oder bei einem Embryo bleiben die vier Reihen zusammen; dann folgen auch Längswände zur Bildung eines oder mehrerer Embryonen.

Bei *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga* sind keine Spitzenzellen vorhanden, aus dem Archegonium entsteht nur ein Embryo. Bei *Picea* und *Larix* bleiben die Rosettenzellen ungeteilt; bei *Pseudotsuga* fehlen die Rosettenzellen, ferner ist bemerkenswert, daß sich die oberste Schicht der umwandeten Zellen zum Suspensor verlängert.

Keimung und Jugendstadien.

Literatur: H. Schacht, Der Baum (1860). — G. Klebs, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung, Unters. a. d. botan. Inst. Tübingen I (1885) 535—635. — A. Dagüillon,

Recherches morphologiques »ur les feiillts« des Coniferees, in Rev. Gfnfr. de Eot, II (1890). — A. Barper & tein, Ober das Verlmten der Gymnaspenien-KciTJinge im Lichte line] im Dunklt'u, in Ber- Duutsch. Bot. G«*. XVIII (1900) 168—184. — H. Scheuck, Ober JugnmUurneii 3«r Gymnosyrmeii, spozicll von Larht. europuea DC, in Vorh. naturlit. Ver. Khrnl. Wattd L (1893) Sitzungber. 27—38. — R. Hickel, Grouios et plantuJcs Hs ContKwa, in BtiJt. Soc. Deadr. de France (1911) 18—115, 134—204. — K. floerbe 1, OrganogTsphie der l'lanzen, 2. Aufl. I (1913) 383—387. —

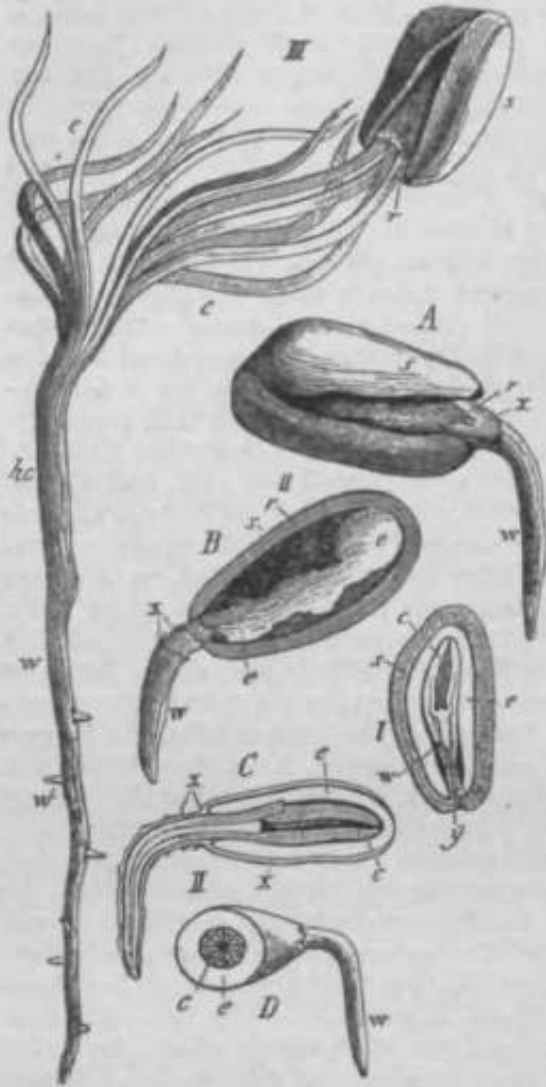


Fig. ififi. Kaimnag roa FSAtao^teM / Uogswibnttt durch den s«in*ti. bei y d«* Mflm»pyl««itwrte. it Beginnende K<l>imii. An Hltte Wurzel; Awigt die Bfj>fi>ittr*s s«mrnx-b«l# »; A iclitt lIA* Nttbr-Bewei. . . . ti«**«i>hmr jerifi.ws.HM.-nt.iutt,-; c LingwcJmlti d«Mhf|v

Keimung. c Kotyledonen, w Haupt-ypokotyl, w' Nebenwurzeln, e Nährgewebe, s S«unswohale, ix»cii snohs. Li*rtiuh: E. I*. L Aufl. ir. I. p. si, risr. «•)

Bei der Keimung durchbricht zuerst daa Wurzenrie die Samenschale und wird durch Verlsugerung der Athrho herausgeschoben: die absteigende Wurzel verlttngert aich rasch, und bald treten an ihr Seitenwurzeln hervor; damit ist der Grund zu dem Wurzelsystem gcsloj^t, deH^cn Haujttwurzl AU mScfatige Pfahlwurzel oft dauend ertialten bleibt. Nach dem Hervortreten der Wurzel strecken sich auch die Kotyledonen and Bfiblebdl iliren unteren Teil mit der EWiBcheo Qnaea liegenden ^f;ninnknospe *lif*raus; sie bloil>cn fiber mit ihrem nbereH Knde aoeh so];inpe im Nahrgewebe, bis diM6i anepesopen ist. Darm wird die Sanienj*cl):ile abgeworfen, die Kotyledtmei Itreitpn licit in einen Kreis gestellt aus, dM bia <Jaliin lcnipfijrmig gebofrene Hypokotyl btrockt sieJi. Die Terminalknospe swiicheti den Kotyidonen (fi>i ilom iL-iucmd dumb Jahrestriebe verliilngerten Hauptetamm den Urspruig¹. der itemals mit einer BKlte \$3t-schlicBt. Der Typus der Keimnug ist also nach dem Schema von Klebs: Hauptwurzel vom erstcu Auatritt aais dem Samen an lebtaft waclicnd: das Hypokotyl schaltt die Kotyledonien aus dem Samen fiber die Krdf?; Wurkfhl:il:- nicht, oder relativ wenig verdickt. Ob« &u Wadstum der Wurzel des Khrnlings gibt Klebs noch folgfide Beobachtungen: >Im Zusammenhange mit der iyektutaten g-eringen Wurze]l>aarb\$ d&8g tritt li&u% die Erscheinung einnr Hdtung dor Hauptwinwl pin- Scion bei dem ersteji Heraustrett'H der jungen Keimwurzel von /V/ff(^ w nea beoUebtet man. dIA dieselbo von einer lockereo, weiflichen Flille um^ebet ist, welclie sich sehr bald in zahllose pinj-eine ZelUilden auflost. Die»e erste Hfilli; rahrt van dem Zellgewebe ler, m-lehes i, form einr mHdtif: rntwickeluan Wurachlaube den Fkromftcheitei der Wurzel in Sammbedeekt und am sudereaEudemitdeo

Beaten des Embrj'osackew zusai]iincn);iii^1. UieKadioula, in iliren oberenTeilen lebhari ?i<h bei der Kfimmig strckend, driLngt das Zellgewebe aus dan Sumen heraus, dehnt dasselbe stark, von Him als Hille umgeben. Beim tv-eitort¹) WarJistum reift der oben mit dem Samen noch in Vertiindung stebende Teil der Hille. einige Fetzen bleiben am Samen (vgl-V'vj. 166 x), die jetzt loBgolfSstc Hille der Wurzel zerfiillt sehr BChnell in ihre Filden. Nimmt man bei jungen Kcimlinpen die Hille ab, bemerkt man, d&6 auch darunter an der Hauptwurzel selbst eine AblOsung ihrer periplierischen Sehfohten der gnnzen Lftnge nach erfolgt. Bamptsiofalic did beiden BuBeran Zoll^chicbten, welclie an der Wurzeispitze in das

Gewebe der Wurzelhaube tibergehen, lösen sich, indem sie sich in ihre einzelnen Zellreihen spalten, welche in Form von schleimigen langen Fäden die Wurzel umhiillen.«

Von dem erwähnten Typus der Keimung macht nach H i c k e l *Keteleeria* eine Ausnahme, indem die Keimung hypogäisch ist; die Kotyledonen (2—4) bleiben im Nahrungsgewebe eingeschlossen, verlängern aber ihre Basis auflerhalb des Samens in der Erde.

Bemerkenswert ist die schon länger bekannte, von Burgerstein näher untersuchte Tatsache, daß die Keimlinge der Coniferen (das gilt für alle Gruppen der Coniferen, nicht aber für *Ginkgo*) im Dunkeln, selbst bei vollständigem Lichtabschluß, ergrünen, und zwar sowohl die Kotyledonen wie das Hypokotyl; die Intensität der Farbbildung ist verschieden, am stärksten ist sie bei den Cupressaceen ausgeprägt, dagegen werden z. B. bei *Larix* die Kotyledonen nur gelbgrün.

Die quirlich gestellten Kotyledonen sind schmal linealisch; ihre Zahl schwankt bei den Gattungen und auch bei den einzelnen Arten. Bei *Abies* kommen 5—8 Kotyledonen vor (*A. alba* 3—7, mittlere Länge ca. 2 cm), bei *Picea* 3—11 (*P. excelsa* 6—10, Länge 12 bis 15 mm), bei *Tsuga* 3—4, bei *Larix* 4—8, bei *Cedrus* 9—11, bei *Pinus* 5—18 (*P. silvestris* 4—7, meist 6, Länge bis 2 cm, *P. cembra* 8—14, Länge bis 3 cm, *P. excelsa* 8—12, *P. Coulteri* 10—14, *P. Sabiniana* 12—18 [die höchste beobachtete Zahl]).

Die Primärnadeln des ersten oder auch noch des zweiten Jahrestriebes unterscheiden sich von den Nadeln der späteren Triebe; am auffallendsten ist dieser Unterschied der Jugendform bei *Pinus*. Bei *Abies alba* entwickelt sich im ersten Jahr über den Kotyledonen nur ein Kreis von Blättern, die kürzer als die Kotyledonen sind und dicht tibier ihnen stehen, dann wird eine Endknospe mit Schuppenblättern gebildet, die am Grunde des nächstjährigen Triebes, der dann spiralig gestellte Blätter trägt, persistieren; die Kotyledonen bleiben mehrere Jahre erhalten. Die Kotyledonen tragen die Spaltöffnungen auf der Oberseite, die kurzen Primärblätter auf der Unterseite. Bei *Keteleeria* bleiben, wie oben erwähnt, die Kotyledonen unter der Erde; das Stämmchen, das tibier der Erde erscheint, trägt zunächst schuppenförmige Blätter, die allmählich in die normale Form tibergehen; im ersten Jahr wird eine Höhe von 6—8 cm erreicht, ehe eine Endknospe gebildet wird. Bei *Picea* entwickelt sich schon im ersten Jahr ein mit spiraligen Blättern besetzter Stammtrieb, die Kotyledonen vertrocknen schon im ersten Sommer. Auch bei *Pinus* werden bei der jungen Pflanze zunächst an den Trieben nadelförmige Primärblätter entwickelt. *Pinus silvestris* bildet im ersten Jahr tibier den Kotyledonen nur eine beschuppte Winterknospe aus oder auch vorher noch eine Anzahl spiralig gestellter, linealischer, an den Rändern fein gezählter Primärblätter. Im zweiten Jahr bringt der neue Trieb zunächst wieder Primärblätter hervor, die dann allmählich in kurze, dreieckige, braune Schuppen tibergehen; in den Achseln der oberen Blätter entstehen Knospen, die sich zu den mit Nadelpaaren besetzten Kurzzweigen entwickeln. Vom dritten Jahre an werden am Haupttrieb nur noch Schuppenblätter mit axillaren Kurzzweigen erzeugt. Bei *P. pinea* dauert die Entwicklung von Primärblättern mehrere Jahre an. Bei *Larix decidua* wird die Hauptachse im ersten Jahre einige Zentimeter lang; auf die im Herbst abfalligen Kotyledonen folgen spiralig eine Anzahl von Nadeln, in deren Achseln zum Teil Seitenknospen stehen. Die oberen Nadeln dauern bis zum nächsten Jahre aus (vielleicht weist diese Persistenz bei der Jugendform darauf hin, daß das Abwerfen der Blätter bei *Larix* eine sekundäre, erworbene Eigenschaft ist). Im zweiten Jahre können die Seitenknospen des erstjährigen Triebes zu kleinen, büschelig benadelten Kurzzweigen auswachsen; das Hauptstämmchen wächst wieder einige Zentimeter und bildet dann eine Endknospe; in den Achseln der Blätter stehen wieder Seitenknospen. Im Herbst fallen alle Blätter ab bis auf die oberen des zweiten Triebes. Im dritten Jahre entwickeln sich Nadelbüschel aus den Seitenknospen des ersten und zweiten Triebes; einige Knospen des zweiten Triebes können auch zu Langzweigen auswachsen, so daß dann die weitere Verzweigung der Pflanze eingeleitet ist.

Geographische Verbreitung. Vgl. die allgemeine Einleitung zu den Coniferen. Die *P.* sind über die ganze nördliche Hemisphäre verbreitet bis in die subarktischen Gebiete rings um den Pol; nach Süden tiberschreitet nur die Gattung *Pinus* auf den Sunda-Inseln den Äquator. Die Südgrenze geht in der Alten Welt durch die Kanaren und das Mittelmeergebiet (in Nordafrika *Abies* und *Cedrus*, sonst *Pinus*), Himalaya, Bhutan, Assam, Siam, Sumatra, Java, Borneo, Philippinen (*Pinus*). In Amerika wird die Südgrenze in

tVestindien (Finns) und in Guatemala erreicht (*Abies religiosa*, *Pinus Montezumae*). Die größte Artenzahl wird in Ostasien und im pazifischen Nordamerika entwickelt, *Pinus* ist auch artenreich in Mexiko vertreten. Gattungen von geringer Artenzahl sind *Pseudolarix* und *Keteleeria* (nur in China), *Pseudotsuga* (pazif. Nordamerika und Ostasien), *Tsuga* (Nordamerika, Ostasien bis Himalaya), *Cedrus* (vom Himalaya bis Nordafrika mit weit getrennten Arealen der Arten). Weit verbreitet und artenreicher sind *Larix*, *Picea*, *Abies* und besonders *Pinus*; einzelne Arten sind waldbildend über ungeheuer weite Gebiete ausgedehnt (vgl. bei *Larix* und *Picea*).

Verwandschaftliche Beziehungen. Vgl. die allgemeine Einleitung zu den Coniferen.

Fossiles Vorkommen (R. Kräusel). Die Pinaceen reichen sicher bis in die Untere Kreide zurück, dürfte aber noch älter sein. So gibt Nathorst für den Rhät-Lias von Schonen abietineenähnliche Samen und Pollen an. Oft ist es nicht möglich, die Fossilien bestimmten Gattungen einzureihen, sie wurden daher früher meist als *Pinites* bezeichnet. Diese »Gattung« umfaßt also Zweige, Blätter, Blüten, Zapfen, Samen und auch Hölzer. Pinaceenzapfen an beblätterten Zweigen bezeichnet Seward (Foss. PL 4 [1919] 370) als *Pityites*, weiter sind gebräuchlich die Namen *Pityanthus* Nathorst für Blüten, *Pityostrobus* Nath. (*Pinostrobus* Stopes) für 2 Zapfen, *Pityolepis* Nath. für einzelne Zapfenschuppen, *Pityospermum* Nath. für Samen, *Pityocladus* für beblätterte (Kurz-) Triebe, ***Pityophyllum* für einzelne Nadeln und *Pityosporites* für Pollenkörner.** *Pityites cirensis* (Solms-Laub.) Seward umfaßt Zweige und Zapfen aus dem oberen Jura von Franz-Josephs-Land, *Pityocladus-Atten* finden sich ebenfalls schon im Jura, *Pityocladus longifolius* Nath. auch im schwedischen Rhät. Der älteste *Pityostrobus*-Rest dürfte *P. dejectus* (Carruth.) Seward aus dem Kimmeridge von Dorsetshire sein. Seward (a. a. O. 381) geht in der Benutzung des Namens *Pityostrobus* zu weit, indem er auch Zapfen hierherstellt, die mit Sicherheit lebenden Gattungen zugewiesen werden können. *Pityosporites antarcticus* Seward aus 74° südlicher Breite (Rhät?) dürfte mit Pinaceen nichts zu tun haben. Die Formen der unteren Kreide weichen häufig von den lebenden ab, man kennt z. B. Mittelformen von *Pinus* und *Cedrus*. Andere lassen sich dagegen lebenden Gattungen zuweisen. Noch mehr gilt dies für das Tertiär, wo die Familie im wesentlichen die heutige Gliederung, wenn auch mit stark abweichenden Verbreitungsgebieten, erreicht hat. Im Quartär tritt dann eine Beschränkung des Areals, namentlich in Europa, ein. Über einige ausgestorbene Formen zweifelhafter Stellung vgl. S. 403.

Verwendung. Bei der Hochwichtigkeit vieler Arten und dem Massenvorkommen teils im natürlichen Bestande, teils in forstlicher Kultur sind die Pinaceen die wichtigsten Lieferanten für Werkholz jeder Art und für Brennholz. Die Bedeutung einzelner Arten für bestimmte Länder ist nicht nur durch die Güte des Holzes, sondern auch durch den Reichtum der Bestände und die Möglichkeit leichter Kultur bedingt. Im systematischen Teil wird auf die wirtschaftlich wichtigsten Arten hingewiesen.

Einzelne Arten liefern in ihren Samen Nahrungsmittel (vgl. bei Arve und Pinie).

Produkte von großer technischer Wichtigkeit sind ferner die von den Pinaceen stammenden Balsame und Harze. (A. Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter, 2. Aufl. (1906); Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, 3. Aufl. I (1914); dort reiche Literaturangaben, besonders auch über die Chemie der Harze.) Über ihre Entstehung ist der Abschnitt »Anatomie« zu vergleichen. Der aus dem Baume meist nach Verwundung austretende Balsam (Harzsaft) wird als Terpentin bezeichnet. Dieser ist ein dünn- bis dickflüssiges Gemenge von Harz, Wasser und Terpentinöl. Letzteres ist im Terpentin zu 15–30 % vorhanden (reichlich z. B. bei *Abies alba*) und enthält als Hauptbestandteil Pinen. Der Terpentin kommt im Stamm in schizogenen Sekretbehältern vor, die sich allerdings lysigen erweitern können oder zu großen Balsamhöhlen anschwellen (Tschirch); nur die Harzgallen entstehen lysigen. Tschirch unterscheidet zwischen primärem und sekundärem Harzfluß; nur der letztere produziert große Harzmassen. Unter Produkten des primären Harzflusses sind solche Balsame zu verstehen, die den Ausfluß des im unverletzten Baum enthaltenen Harzsaftes darstellen, die also bei einer Verwundung oder spontan direkt ausfließen und an der kleinen Wunde erstarren. Hierher gehört der Straßburger Terpentin von *Abies alba*; dieser wird gewonnen durch Anstechen von Harzgängen in der Rinde, die sich hier und da blasenförmig erweitern (Harzbeulen). Ähnlich ist die Gewinnung des edelsten Pinaceen-Balsams, des Kanada-Balsams, der von der in den nord-

östlichen Vereinigten Staaten und in Kanada heimischen *Abies balsamea* stammt. Der Kanada-Balsam ist eine frisch farblose oder gelbliche Flüssigkeit von Honigkonsistenz und bleibt auch beim Erstarren klar; als Einschlußmittel ist er in der mikroskopischen Technik von Bedeutung.

Zur Erzeugung des sekundären Harzflusses sind starke Verletzungen des Baumes notwendig (vgl. »Anatomie«); die Stämme werden mit Beilen eingehauen oder angebohrt (über die verschiedenen Methoden sind die genauen Angaben bei Tschirch zu vergleichen). Von einer ganzen Anzahl von Arten wird auf diese Weise Terpentin gewonnen. So wird besonders in Südfrankreich und in Portugal *Pinus maritima* (*P. pinaster*) ausgebeutet (Bordeaux-Terpentin), in Niederbsterreich *P. laricio*, in Nordamerika *P. australis* und andere Arten, in Tirol sowie in der Dauphiné und in Piemont *Larix decidua* (Lärchenterpentin, Venezianisches Terpentin, Gloria-Harz). Terpentin wird zur Bereitung von Firnissen, Lacken, Kitten usw. verwandt, in feineren Sorten auch als Grundlage für Pflaster und Salben. Der Name Terpentin wurde im Altertum nur für den Harzsaft von *Pistacia terebinthus* gebraucht, den jetzigen »Terpentin« nannten die Alten »resina«. Der Terpentin bildet das Ausgangsmaterial für verschiedene weitere Produkte. So wird aus ihm durch Destination das Terpinöl gewonnen, das wie oben erwähnt in etwa 15–30 % enthalten ist. Ferner ist zu nennen das gemeine Harz (auch als Fichtenharz oder Föhrenharz, Resina Pini bekannt), das nach Abdestillieren des flüchtigen Oles aus dem Terpentin übrig bleibt. Es kann aber auch ein gewöhnliches Sammelprodukt sein, das aus dem Terpentin entsteht, wenn bei der Gewinnung das flüchtige Öl $\pm$ entweicht. Das natürliche Fichtenharz stellt gelbliche bis braunliche Massen dar. Hierher gehört auch das Wurzelpech (Bohmen), das sich an dicken Wurzelstücken der Fichte zwischen Rinde und Holz ansammelt. Ferner das Weiß- oder Wasserharz, das durch Eintrühren von Wasser in schmelzendes Rohharz gewonnen wird und wegen des fein verteilten Wassers weiß erscheint; beim Lagern wird es durch Verlust des Wassers an der Oberfläche gelblich. Von Wichtigkeit ist weiter das Kolophonium, das aus dem Terpentin nach Abdestillation des Terpinöls gewonnen wird, indem das Harz so lange durch Erwärmen flüssig gehalten wird, bis es ganz klar geworden ist, was durch Zerstörung der im Harz enthaltenen Kristalle geschieht, so daß ein amorphes Produkt entsteht. Bei Abkühlung erstarrt es dann zu muschelig brechenden glasigen Massen von hellgelblicher bis braunlicher Farbe; je heller die Farbe ist, desto mehr ist das Kolophonium geschätzt. Die Hauptmenge des Kolophoniums liefert Nordamerika von den *Pinus*-Arten, von denen das Terpentin stammt; dann kommt auch die Produktion Frankreichs in Betracht. Das Fichtenharz und das Kolophonium finden eine vielseitige Verwendung zu Firnis, Siegelack, zum Leimen von Papier, zu Salben und Pflastern usw. Unter Burgunderpech versteht man ein Produkt, das (ebenso wie beim Weißpech) dadurch gewonnen wird, daß man Wasser in das geschmolzene Kolophonium einrührt. Der Name Kolophonium stammt von der Stadt Kolophon in Kleinasien, in der in alter Zeit das Harz gewonnen wurde.

Durch trockne Destination des harzreichen Holzes von Coniferen (besonders der Fichte) oder aus Harzrückständen wird Teer und Pech hergestellt.

Einteilung der Familie.

A. Nur Langtriebe, oder Langtriebe und Kurztriebe, dann letztere mit vielen büschelig gestellten Nadelblättern. § Blüthen einzeln oder selten in Infloreszenzen gehäuft.

I. Unterfam. Abietoideae (*Abietaceae* —
Abietoideae — *Sapineae* Vierhapper).

a. Nur Langtriebe.

a. Zapfen aufrecht, zerfallend. Blattnarben kreisrund, keine hervortretenden Blattkissen. Deckschuppe am Fruchtzapfen entwickelt. 1. *Abies*.

ft. Zapfen im ganzen abfällig, nicht zerfallend.

I. § Blüthen in Gruppen aus einer behüllten Knospe hervorgehend. Zapfen groß. Deckschuppe entwickelt. 2. *Keteleeria*.

II. § Blüthen einzeln.

1. Deckschuppe am Fruchtzapfen länger als Fruchtschuppe. Pollen ohne Flugblasen. Blattkissen kaum hervortretend 3. *Pseudotsuga*.

2. Deckschuppe am Fruchtzapfen klein oder verkümmert. Blattnarbe auf erhabenem Polster.

- X Samenflügel den Samen deckend und um ihn herumgreifend. Zapfen klein; Deckschuppe $\frac{1}{3}$ bis fast $\frac{1}{2}$ so lang als Fruchtschuppe. Nur ein Harzgang im Blatt 4. Tsuga.
 XX Samenflügel leicht ablösbar, den Samen nur oberseits löffelförmig deckend. Zapfen grbfier; Deckschuppe sehr klein. Harzgänge in Blatt 2 5. Ficea.

b. Langtriebe und Kurztriebe.

- a. \$ Bltten am Ende blattloser Kurzzweige gebüschelt. Zapfen zerfallend 6. Pseudolarix.

/? \$ Bltten einzeln am Ende von Kurzzweigen.

- I. Nadelblätter einjährig; Zapfen klein, im ersten Jahr reifend . . . 7- Larix.
 II. Nadelblätter mehrjährig; Zapfen groß, im zweiten oder dritten Jahr reifend . . . 8. Cedrus.

- B. Langtriebe und Kurztriebe, erstere nur mit häutigen Schuppenblättern, letztere proleptisch entwickelt mit Schuppenblättern und ausdauernden Nadelblättern in bestimmter beschränkter Zahl. \$ Bltten ährenartig gehäuft am Grunde der jungen Langtriebe. Deckschuppe am Fruchtzapfen verkümmert; Fruchtschuppe mit Apophyse; Flügel meist den Samen nur zangenförmig umgreifend und leicht ablosbar II. Unterfam. Pinoideae. 9. Pinus.

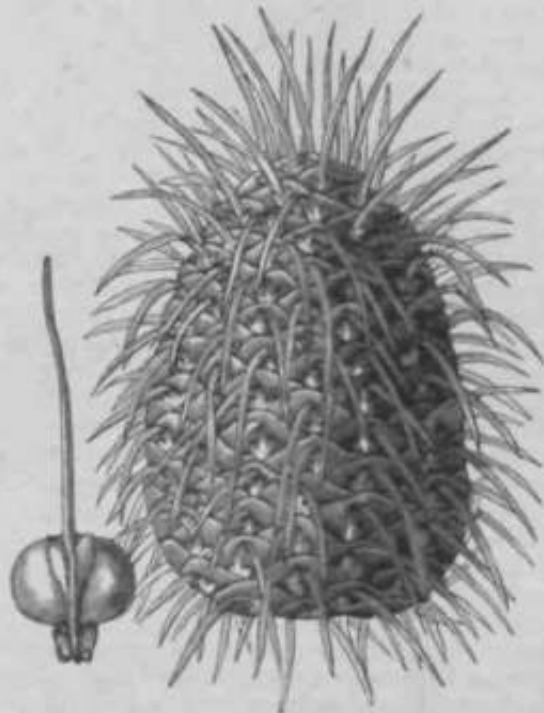
1. **Abies** [Tournef.] A. Dietrich, Flora der Gegend um Berlin (1824) 793 (*Picea* D. Don in Loud. Arbor. Brit. IV [1838] 2329; *Pinus* Sectio *Abies* Endl. Syn. [1847] 112). — \$ Blüten am Grunde von häutigen Schuppen umgeben; Antheren breit, dick, Sporangien mit Querriff aufspringend. \$ Blüten aufrecht; Deckschuppen verschmälert zugespitzt oder abgesetzt gespitzt, oft nach der Blüte vergrößert. Zapfen dauernd aufrecht, zerfallend, die Schuppen von der stehenbleibenden Spindel sich einzeln ablösend; Deckschuppen kürzer bis länger als Fruchtschuppe, viel schmaler als diese, mit schmaler Basis dem Nagel der Fruchtschuppe entsprechend, dann linealisch oder spatelig, nach oben in eine verschieden geformte Fläche verbreitert, $\pm$ lang verschmälert und gespitzt oder abgesetzt gespitzt bis lang grannig; Fruchtschuppen oben breit gerundet, am Grunde oft genagelt, breit keilförmig oder nierenförmig, so breit oder breiter als lang, bis halbmondförmig; Same geflügelt, Samenschale mit Harzlücken, Samenflügel mit dem Samen fest verwachsen und ihn auch unterseits teilweise umgebend, das Mikropylar-Ende also kappenförmig deckend, Kotyledonen 4—5. — Blätter oft gescheitelt oder auch rings um den Zweig gestellt oder besonders auf der Oberseite des Zweiges, meist flach und oberseits dunkelgrün, unterseits gekielt und mit bläulich- oder silberweißen Streifen von Spaltöffnungsreihen neben dem Kiel, selten auch oberseits mit Spaltöffnungen, Harzgänge 2 seitlich; Blattnarben meist kreisrund, Blätter unmittelbar am Zweige abfallend, keine hervortretenden Blattkissen hinterlassend, selten mit etwas hervorragenden, durch Furchen getrennten Blattkissen. — Typische Art *A. alba* Mill. (*A. nobilis* Dietr., *Pinus Picea* L.).

Ca. 40 Arten in Mittel- und Siideuropa, im zentralen und viele im temperierten Ostasien (stidlich bis Afghanistan und Himalaya), viele auch in Nordamerika, namentlich im pazifischen, eine Art auch in Mexiko und Guatemala.

Für die Einteilung der Gattung vgl.: Engelmann, A Synopsis of the american Firs (*Abies* Link), in Trans. Acad. St. Louis III (1878) 593—602. — K o e h n e, Dendrologie p. 13 ff. — H. M a y r, Monogr. Abiet. Japan. Reich. (1890) 30. — P a t s c h k e l. c. 642 und 767. — R. H i c k e l, in Bull. Soc. Dendr. France (1906) 5—18, (1907) 41—48, 82—86, (1908) 5—10, 179—185, 201—208, (1909) 13—21. — William Ramsay M'Nab, A revision of the species of *Abies*, in Proc. Roy. Irish Acad. 2. Ser. II (1877) 673—704. — Hickel unterscheidet bei *Abies* 3 Sektionen: 1. *Pseudopicea*. Die Arten besitzen etwas hervorspringende, durch Furchen getrennte Blattkissen (*A. Webbiana*, *A. homolepis*). 2. *Pseudotorreya*. Nur *A. venusta*, ausgezeichnet durch Form der Knospen und der Deckschuppen. 3. *Elate*. Die übrigen Arten. K o e h n e, der besonderen Wert auf die anatomischen Charaktere des Blattes (Lage der Harzgänge, Entwicklung des Hypoderms) legt, unterscheidet keine besonderen Sektionen; P a t s c h k e bezeichnet die beiden Hauptgruppen E o e h n e s a i s Sektion *Marginales* (Harzgänge der Blätter nichtbllühender Triebe an der Epidermis der Unterseite) und Sektion *Centrales* (Harzgänge der Blätter nichtbllühender Triebe im Parenchym). Mayr verwendet als Haupteinteilungsprinzip die Farbe der Zapfen unmittelbar vor der Reife und unterscheidet 3 Sektionen: 1. Momi-Tannen, Zapfen grün oder gelbgriin (*A. firma*, *alba*, *venusta*, *magnifica* usw.). 2. Pindrau-Tannen, Zapfen blau, blaurot, purpur (*A. homolepis*, *Veitchii*, *Webbiana*, *pindrow*, *amabilis*, *religiosa* usw.). 3. Pichta-Tannen, Zapfen oliven- oder gTaugrün

(*A. sarui/hun*, **h. pichtn*, *Iwlxnamea* UBW.). Wenn auch die Zapfenfarbe ein wichtiges Merkmal ist, so ist sie doch nicht zur Uaupiciuullurig zu verwenden, manthmiU Sndort sic such bei einer Art ab.

*A. Hanging** der Blätter nichtblättriger Zweige an der Epidermis der Unterseite gelegen (Sekt. *Varyinalrs* Pat*ehkt). < (Berber auf **A. fksapo*, bei weWier An  EUngtng im Parenchym *Bagan*). — *Aft.* Winterknochen iphiddformig, bis 2 cm lang, nicht harzig, Schuppen locker, alle abfhlir. *A. i* > ?*nuttu* (DougU*; K. *Koth* (-f, *hrartrata* [H. Don] Nuttalt), von gain be&chiUnkter Vorbinduflg in d« .Santa Lmi.i H-rgen iu Monterey County, Kalifornien- bis 50 m hoch; Buttfr locker p-stelh, geschcilt, daim, llai'h, st'uf, gespitet, uherfltiits dunkel jrelb^riin. Hnterselti weiflich, 35—5&min long, bis 4 mm brfil.; Ztjpfu piforniig-zylindrisch, oben gertmdet, 7,5—tOcro Uing] Frwcht«chuppe dfinn, gurtuulet, Deeltst'huppe meist =f so lajig-, kciifOnnig, iw eispitzig, iwischftn den Spitzen mit lang liorvortragender. kraftijfir, 2,5—* cm lunger Orannc [Fvg, 167]. — *Ab.* Winterknochen khüer, von vnrsnhi'f.dcnr Gestal(» — *Aba*, Blätter Tiadcreita mH Spalt-OffTmngamhcn, idlsuitig ab^tehved, kura mtd ilirk, ^^ *pinsapv* Boise., in SUDS(anipn to rlcu 06-birgen von Wpstgranadu, besondora di'r Sirr:* do ftonda, bwtan<ibHcl«*nif; bis 31—25 m hoch, tiff belstet, mit brete pJTJuaidAb'r *Ktmw*; *Witter* anch oberseits gewölbt, 8—16 mm lang, ctnmpfteU bls stechend, dunkelgrün, Spaltöffnungsreihen ni''ht anfnlkifl; Z&{fji fifirmi^r rftimriarh, 10—18 ctn lang. hillbraun. Deckschup< > vitl kilr-ICf ('), — i /> .-) lanj'i al* Frnrbtvhi: pe, p rondet, nit kurzT »li^wn^tllfr r-piti^*. — *A. nwi*rorrjiiiiTrii-^lil. in daa BvfB Midlich von Tainan: BIJUttt wenigpr dirk al> \m rorifrrr Art. Spaltöffnti-igen in ^ (TIII^<n-rZahl aot iler Oberse ite; HangAnge an das Hypoil'rm giMWud. — *AbyJ.* Butter beiderseits mit Spaltöffnungsreihen, länger. *A. concolor* I.hi.ll. >: QoHL, in dfn südwestlichen Vtr. si:ii-i i' > von SAD-Ortfoi bis Aiiixona and Neumexiko, in troi'ki-nrn Gobntwt«rtnt' r* oft waldbildend; Bauin, in KalUornJeu bis ft) in tux'h, tin Iniirrcii Nirilri^i-r: Ktioufxm niark wrhartt; jung<* Zwpife kalil; Bl<«fi-r (ro>rlirtr!l_r lteidrr*rita rnattgrOn, Mpit, 6—7^ cm Untr. an frtilen Zw<igM utt. gekrilmmt, fi—4 cm lang; Zapfen oval, abes abijt^nmddit, '—13enUgg^et*ub«baaruFrachtu'nii;'f>' i>r-iir HIS lang, otxn fvnad« nach nrtn *u breit keilformtg msdtmlert, l^fkohupp* uur halb fio lang, oh«n ah(rn'ftmut. p>?rJhn<lt, kurt ajt-grRetst grefiittt, — Vt'nrandt *A. i^Jtrtruri* Murr. In Knlifornirn Knospen Ificht tiarciir. kleiB. flumpf; BlitU-r nl^rwit* mattriin. ntetwitt mit ± dflutieltrn wHBea S^nri^TM: auch uft aU Var. von ^ . *cunct*, *hr* b^frhaet tvw. *Koviana* [Murr.] MaRt., var. *taxiactjrpit* Briwn.). — *A. magnifra* Murray, in Stld-Oregon und Kalifornien, in Gebirgen waldbiidetid; bis 60 in hoch; BMttlr U&d-grfln, bo«ond«n an oberen twl frtilen Zweigca dick, boiderseita gekielt, ira QucrchnitL breit rh&mbfch, 10—85 •'• lang', die OWrwit d>r Zwoigp dicht bedeckend, dorl viol kurzer als an den Settee; Zaptai oral<ylindri<h, difk, iturpurhrfun, 15—22 cm lang, mit groflon Fnichtsehupien, Deckfichui . > b.* (art M laair »i> FnicUwlmppff, »ptelig'lniiT, «Uich, laug<nm verschmAlert, gezahnt'lt: var. *ikattetui** Lemmoa, Aufneim-t (lurch bprvorn^cnnd Deckschuppea, ilione bmg Sfthml Fcti.'lt, dann verbteitert, ob*a jfr>rund*t und ahgewtatt ge<<pitit. — *A. nabitia* Lindfry, im Kaakjulci^> l>irgtt in Washington and Or^fm oft grofe W*ili-r biJdcud: bis HO—80 nt rwh; junge Zweigi' bohaart; Bliitr-r nicht j^echftrlt. AW Zw<^igotH>rsviti' bi-d*>ck<ud. dunk<l o4cr belter tilau-grim, an jflngeren ZwrMten Bach, 25 ~ » mm lan*, an ilt*ren dirkiT. 12—20 nun lanj; Zapf, <jval T-ylmJri.Hi-h. ..(< grrun<lt. fiurpqm oder olivfarfn-n. b^haart, K>—b cm lane, PrttchlMnupprn fast ganz bi'il(frki vnn d^n lurtifkgeichapfnwi, h^f*u^rtjtrBd*ii KiiUu dor D>«rk>htpu<Mi, diese (u>spatetif, " r lii: is verbreitert . obfb pcindnt, pMAhpl, aut der Uittelrippe aligmeUt Klemfich lang gespitet. — *Abj.* nijiiti r •liiffiTechnittli'i nur itii^'nij-it« mit SpaluiffsangsrMilun. — *Ab-1.* Dwk-schuppe Bn Znpton nirht Iiprii9rap*nd. — *Abj-H** Winterknochen m>hr grofl, rund, hanrcifth, *A. Webiana* (Wall.) Lindl. [*A. spvrtabilin* [Lamb.] Spach), in N'ord-A^hariLstau untl im tompe-ri«rten und Mihnlpinrin Hitn;it;i;i liis Bhutan (fni Zfnt.rtil-tlhrialaya Mfl HKW m, in Aflianietftn bfi 2300—3000 m), w*iwrlroitet Cmrakt«ri)aum; lti> Uber 60 m hoch; Astu al>Bpn^izend; Blätter ± pcacheitelt, 80—50 mm knp, nup^erandet bis S spitzig; Zapfen 15—20 om lang, dunkelpirpurfarbig.



Flu, >*. .i/i/u pnnurfa (Douglas) K. Koch. Zapfen. link- tint' j'<L'k?clupji> uml Fruchtschuppe wn IIIUWI, Tiiii'r Beantsmng d<r AbMldaog In Lnnvht'A Asatohn Dendrologto,na&h der \ainr. Riwa um *,! rerhi/lert. din Sphuppi*fnt Nntur^r. IE. I', i. Ana. II. 1. p. <J

Deckschuppe % der Fruchtschuppe erreichend. Nächstverwandte (öfters auch als Varietät der vorigen Art angesehen) *A. pindrow* (Royle) Spach, im westlichen Himalaya, Kaschmir bis Kumaon; Krone schmal kegelförmig, Äste herabgebogen; Blätter bis; 80 mm lang; Zapfen 10—13 mm lang. — AbyI2. Winterknospen kleiner, von verschiedener Form. — AbyI2X- Zapfen groß, bis 20 cm lang. *A. cilicica* (Ant. et Kotschy) Carr., im zilizischen Taurus, Antitaurus, Libanon; bis 30 m hoch; Blätter 15—35 mm lang, ± gescheitelt, oberseits glänzend dunkelgrün, weisse Streifen der Unterseite 7 reihig; Zapfen bis 25 cm lang, Deckschuppe ungefähr $\frac{2}{3}$ so lang als Fruchtschuppe, diese an den Seiten mit stumpfen Haken. — *A. numidica* De Lannoy (*A. Pinsapa* var. *baborensis* Cosson), in Algier, Kabylien, Babor-Berge bei 1800—2000 m mit *Cedrus atlantica*; bis 20 m hoch; Blätter dichtgestellt, 16—22 mm lang, ± aufwärts gerichtet, stumpf oder ausgerandet, oberseits dunkelgrün, weisse Streifen der Unterseite ungefähr 10 reihig; Zapfen grünlich bis rötlichbraun, oval-zylindrisch, stumpf, 13—20 cm lang, Deckschuppe kurz, schmal spatelig, Fruchtschuppe nierenförmig, wie bei voriger Art an den Seiten stumpf hakig. — *A. amabilis* Forbes, in Gebirgen von Britisch-Kolumbien südlich bis Nord-Oregon; Baum bis 80 m hoch; Blätter oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits silberweiß, nicht gescheitelt, stumpf, 20—30 mm lang, an der Zweigoberseite kürzer, an fertilen Zweigen spitz, öfters oberseits mit Spaltöffnungen; Zapfen dunkelpurpurn, Fruchtschuppe ungefähr so lang als breit, Deckschuppe halb so lang, in eine Spitze verschmalert. — AbyI2XX« Zapfen 5—10 cm lang. *A. grandis* Lindl., im westlichen Nordamerika von Vancouver-Insel bis Nord-Kalifornien im Küstengebiet, ferner im Bergland von Washington, Oregon, Montana, Idaho, nicht waldbildend, im Flachland der Küstennahe bis zu 100 m hoch, im Inneren kaum über 30 m hoch; Blätter dünn biegsam, oberseits tiefrinnig, dunkelgrün glänzend, unterseits silberweiß, gescheitelt, 35 bis 55 mm lang (an fertilen Zweigen 25—40 mm lang); Zapfen zylindrisch, hellgrün, 5—10 cm lang, Fruchtschuppe breiter als lang, Deckschuppe kaum halb so lang, oben abgestutzt und kurz abgesetzt gespitzt. — *A. Beissneriana* Rehder et Wilson, in China, Setchuan; bis 60 m hoch, die höchste Art Chinas; junge Zweige kahl; Blätter nicht gescheitelt, 10—30 mm lang, spitz oder stumpf, oft beiderseits mit Spaltöffnungen; Zapfen 5—8 cm, Deckschuppe % so lang als Fruchtschuppe, oben abgestutzt und kurz abgesetzt gespitzt. — *A. chensiensis* van Tiegh., in China, Schensi und W. Hupeh; 15—40 m hoch; junge Zweige kahl; Blätter ± gescheitelt, 15—40 mm lang, stumpf oder ausgerandet, am Rande leicht zurückgekrümmt; Zapfen vor der Reife gelblich, eiförmig-zylindrisch, 8—10 cm lang, Deckschuppe nur $\frac{1}{2}$ so lang als Fruchtschuppe, rundlich, kurz gespitzt. — *A. recurvata* Masters, in Setchuan; 20—40 m hoch; junge Zweige kahl; Blätter gedreht, 10—12 mm lang, am Rande nicht gekrümmt; Zapfen 5—9 cm lang, oval-eiförmig, purpurfarben; Deckschuppe kürzer als Fruchtschuppe, diese genagelt, an den Seiten ohrlappenförmig herabgebogen, breiter als lang. — *A. Kawakamii* (Hayata) T. Ito (*A. Mariesii* var. *Kawakamii* Hayata) auf Formosa waldbildend; bis 30 m hoch; junge Zweige dicht rostbraun behaart; Blätter stumpf bis spitzlich oder ausgerandet, 1,5—3 cm lang, an fertilen Zweigen oft nur 1 cm lang; Zapfen 7,5 cm lang; Deckschuppe $\frac{2}{3}$ der Fruchtschuppe erreichend, am Ende rundlich verbreitert, kurz abgesetzt gespitzt, Fruchtschuppe breit gerundet, breit keilförmig nach dem Grunde verschmalert oder bis breitgezogen nierenförmig, breiter als lang. — AbyII. Deckschuppe am Zapfen herausragend. — AbyIII. Blätter mit den Rand am nach der Unterseite zu stark eingerollt. *A. Deldvayi* Franch., in West-China, Setchuan, Yunnan, große Wälder bildend; hochwüchsig; junge Zweige kahl; Blätter 15—25 mm lang, ± gescheitelt; Zapfen dunkelviolet, oval-zylindrisch, 7—11 mm lang, Deckschuppe linealisch, nach oben rundlich verbreitert, mit abgesetzter, gekrümmter Spitze, Fruchtschuppe breit keilförmig, so lang als breit. (Von Craib wird die Setchuan-Form als eigene Art *A. Fabri* [Mast.] Craib (*Keteleeria Fabri* Mast.) abgetrennt.) — AbyII2. Blätter nicht stark zurückgerollt. — AbyII2X. Knospen harzig. *A. Faxoniana* Rehder et Wilson in West-Setchuan, der vorigen Art nahe verwandt; junge Zweige behaart; Blätter 10—25 mm lang, am Rande nur leicht zurückgekrümmt; Zapfen 5—9 cm lang. — *A. religiosa* (Kunth) Schlechtend., die südlichste amerikanische Art, in hohen Gebirgen von Mexiko und Nord-Guatemala; hoher Baum; Blätter nicht gescheitelt, oberseits dunkelgrün, unterseits weiß gestreift, spitzlich, schmal, 15—40 mm lang; Zapfen 6—10 cm lang (nach einigen Angaben bis 15 cm), Fruchtschuppe breit gerundet, breiter als lang, herausragender Teil der Deckschuppe zurückgeschlagen, ziemlich breit, ungefähr breit rechteckig, in eine scharfe ziemlich kurze Spitze verschmalert, unterer Teil der Deckschuppe zungenförmig. — *A. cephalonica* Loudon, in den Gebirgen Griechenlands in der subalpinen Region weit verbreitet, auch auf den Inseln, waldbildend; bis 25 m hoch; Knospen stark verharzt; junge Zweige völlig kahl; Blätter fast gescheitelt oder besonders an oberen Zweigen mehr allseitig absteehend, 14—28 mm lang, zugespitzt, stechend; Zapfen 15—20 cm, zylindrisch, Deckschuppe nach oben umgekehrt herzförmig verbreitert, mit herausragender, zurückgebogener Spitze; var. *Apollinis* (Link) Beissner (*A. Apollinis* Link) kaum wesentlich verschieden durch mehr zweizeilig gestellte, spitze oder spitzliche Blätter; ebenfalls mit *A. cephalonica* zu vereinigen sind die von v. Heldreich aus Griechenland beschriebenen Arten *A. Reginae Amaliae* und *A. panachaica*. — *A. Borisii regis* Mattf.*), im Rhodope-Gebirge in Bulgarien, am Olymp in Thessalien, auf Thasos; Knospen mit schwachem Harzüberzug;

* Vgl. J. Mattfeld, Zur Kenntnis der Formenkreise der europäischen und kleinasiatischen Tannen, in Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem (1925) 229-246.

Junge Xweige dtclit weich bcixaart; Blatter spitz bin fast ttchcmd Oder fut'li elunipf. — *A. Bom-mülleriana* Müttf., in Kl*iiiiU*ieu, Bithynischer Olynip, Pnphlagonieu; Knospen etnrk vi.'rharzt; Zweigu vQllig kuhl; Blatter bis 35 mm lxiug, derb. am Endo eteta ausg«rau«let. — *A. equ* trojeni* Aschers. vt Sint., in KldniuHrn, Ma-Gebirg*; Knospfrn schwarh Itarzig; junge Zweige #01% kahl;



Fig. 108. *Able* nlnb* Mill. (Zwd« tuit \$ Hltitin. s Zw«Jg nit v HHHf j Pwtochnppe «u» da Bltito von jkuw. -i Dtesdtrn von imu-ii utlt jungci- FrnehUvhupie und KdiueinnlugitiL :1 Fruchtacbutjiu nllalti (V—.& vorgr.5, ti „ BIBtt itti KiKisjiitniKiistAiiU. ~ Dieselba entwlokdtt. W St»uli)Utt.(?r (f«iKfutt. > Blatt vnit dtr Vnteiselte ta/lj. 10 (JaeHOhlntt. :/ KoimpflAnKe. JS SttumiikiKmpa dergplbei, die umgebenden Blätter abgeschnitten. (Xm-h n^tUkomm, POMU. Flora; K. 1*. L AMU. n. i- p- »2.)

Blätter tn«ist spits, docti auch ofiorw stnnpf mid diwas g«kerbt; Deeksthuppu wie bei j, A'ord^l- frumntatta. — AbyHaXX- Knospea aicht hartig. ^6ifis alba AlilL (Pfntw Wcea L., *Abies pectinata* [Lam.] DC, ^t. nobilis Dtetr., vi. excelsa Link, Tonne, WeiJumne, Kddtanno), verbreitet in Gebirgea d«s mittleren und sidlichen Europa, InSjmnien iiiKnuilimitii. Arnffonien und Mavarra,diirc!iSfido«t- FTankreich nach den Vogwen, in PculBcltlnnd nOrdldl ungefähr bis imn 51.° (im Harz aicht BT- sprflnglich), dann durch das sfldlich^l Polcn und Qaliiien nach dein Balkan, feraer in UnterUli«a

lang. *A. sibirica* Ledeb. (*A. Ptchla* Fork. *A. Setitnomi* FedscL), in Nordobtiblaud (ArchangelBk Wologda Perm), Zentralsiaien. Mongolei, Amurgtfbict unrf Kamtschatka; mittlerer Baum mit grauer Rinde; juogo Zw<*go kabl oder kure rtuiehlaarig; Blfliter iicht gescheidt, sehr dicht stehend, 12—30mm lang; kuum fiber linm tiicit, Bumpf oiler lius^erauittt, w-uo Streifen aus 3—4 Spalt-OttTiungSTEilen g(V>iUlrt; Zuiiten G—R tm lung, \or rftf Reite ulivgrfin; beuksthuppeii nur $\frac{1}{8}$ der Fruchtaohuppen nrrekhenU, aus keflfOrmigor BHSB plitziirh in vine fan trapcKf8rmi{, t FlSchc erweitert, oben ^erundet; **racwsndt** •. **fupftrolepts** Maxim. (*A. sibirica* var. *vrpfiTotepis* Trautv.), Mandchurei, Amurgebiet, Slwnai, Kor*u, f. *liulopkylta* Maxim, von atinlicher Vrrbreitung', ferner

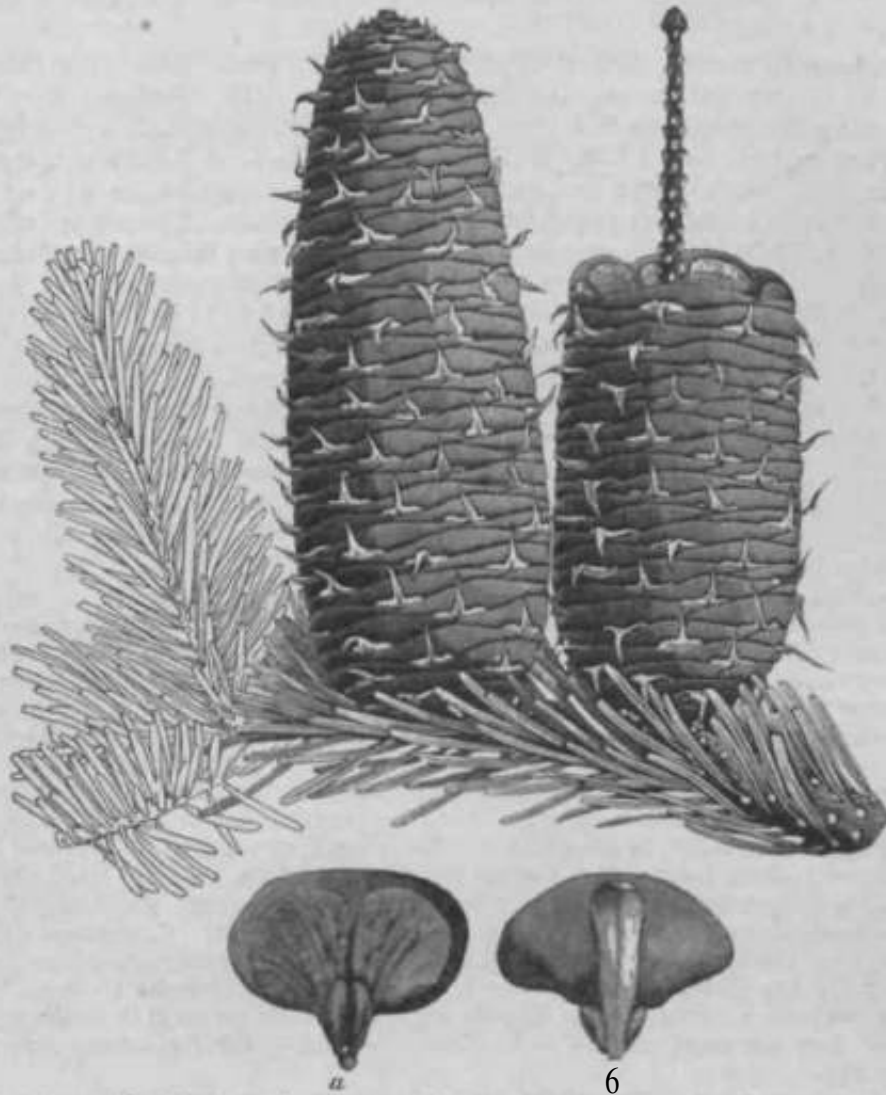


Fig. 163. Hauptm ur *Abies Nordmanniana* (st'i en) Spac b Ki'uriltzw.tlfr uni'h Gfi-ttfnerff Chtontcte 18M, p. 145, iiehn Zajiten rechts dft obernti-n Si'hujijien nhjefullen gfitai-lil. '/, <1IT imt. Ortttte. » uud h *A. ntfm* Mill. <i J in.-l-i- huppe von limen mtt rton B U U D. >> **Dwtedwipjw** uicl Fruthtaeltuipe von auDim, nat. Orfillfi. (E. P. i, Auti. II. t. ji. 88.)

A. ffracBtt Romar. la Kamtschiitia. — BTJ//II. Fruchtsclmpfen nicht breiler als lang. *A. Mariesii* Mast., in Gebirgen von iloniio; jimgt' **Ziwde** Mitit **bebut**; Blttwr 15—£5 mm lan^, im obersten l>rittol am breite»ten, oberstiw **be&grfin**, stark **gMdHitab**; 2n\ven brt'it oval, bis 15 cm lang, dunkolblnu, Decksrhuppe lialb so iang Ale **Ftachtchspgo**, **ofcd** breit abgfrechRilt«n, kunt gettpitz. — jj. *balsmea* (L.) Mill., Balpam-Tanoe, in l^abrnJor vijn W **Blctw&rt**, .MHU1"1JL Saskut ache wan, Kanai];i, norJostlich V«r. Siitaten uml durth da» **Alkgfaanjgellixgfl** bis Sfldwestvirginia; 15—20 m horh; **BUTter** stumpflkU **odei** i-twas **getpitxt**, oberaeita UuukclgrUn glinzend, J2-^0mm laDg, ypalLoUiiui(rnrwlicii jrderBfits 6—H: Zapf^n oval-zylimlrisch, 6,*i—10 cm lanjf, T.tockstfmpe **oban brett abgeaolmitteii** uml ^nAhncIt. kura **gfupiizt**; **kfin^r** ab **Frochtsdrajpej** aua der Kinde «"ird, btsiondeni in Kannda, **BJUMdHbalsiB** ^iMvonn, «m pcMflicJu-s IJa.rz. dae **bdlOafkra** in dor mtkroskopiiMlien Tedinik pt-braurht wird. — *A. iaMocatpa* (**fibtk**.) Nutt. (*A* subaiplna* Engf.'lm.), eine Gebirgkart, vnn Alaska (lurch Britisch-Kohmibia mid A3Wrt:i und durch die wcsUichon Ver.

eitie granneuartige Spitso ausgezogen, **Fruchtehppe** breit **genmdetj** Same ohne Harz-
ficken, hartealig, geflligelt, Flilgel den Saaien wie **bei Larix** dockwid; **EcefanbUttor 5—**&
— Hohe Baurae, Blatter zienilicti ilaeh, mit awei seitlidien HarE^Sngcn: BlsttkisBen kaum
hervortretend, Zweige fast glatt; Knospen groS, spindeUOrmig, spitz, mit zahlreichen
Schuppen. — Name von *yvdo*; und *Tsuga* (falsche *Tsuga*), Typisclie Art: *P. tuxifolia*
(Lamb.) Britton.

7 Artea im pazifiechn Nonlaniprika und 5n nstasir-n.

Aniariltiitiiiscie Arten: *P. tazifolia* (Lamb.) Britton (*Ptnu ttirffolia* Land). 180S,
Pacudotsuga Douglasii [Lindl.] CJUT.. *Abietia Douglasii* [Lindley] Kom; *Pseudotsuga mucronata*
[Haf.] Sodvartfc, DoafiM-Tanne, Douflas-Fichte, Douglasie, Douglas Fir, Mula der Elngelwrcnon),
<li; ifaktJTb*um tie* puiAschen NanUmrrikuB in der KOutcnregioa vi>m otdllehen JJritiBeh-Colmu-
bia durh Waahingtos und Oregon bU in die Ktistengebirgo
Kaiifomi'-ng flits Sant* Luria. kioge). auggedobnte Walder
bildend. di*¹ Art verUajrt L<ftfr<rlitigk<t um<l gut bewan-
Herten, ~~il~~*r nicht naspflgen Bodco; der Bntim wird in
vieleM Teflen Karopau anch foratiich angfbaitt, da er e<hr
raschwdchsig- ist, win Hoti i<t dauitbaft mid wem-oll; in
Deutschkod ist die DougJam (Iberull winterhart und als
Parkbaum K<lr beliclit.; hucher jynimiiJaJer Bauin mit
spitecr Krone, iM)—80 m (nach *fttMtfw Anpaben aueh
100m) erricchend; liitido braun, di^k, Ue^MpaUen; Zvrtig*
hehaart Oder kalil; BlittU>r gaedeltell mli*r aueh mehr all-
eeitig- ttt>stpht*nd, 17—30, &n starken Trichen auch his 35 mm
k¹⁰?. pwtivlt, titAAmirn'nppdrickt. *chmal linealisch,
stumpf, fibrsnii.i d<nk<*l>rrtin. gffnrcbt, unteteits matt,
mit 2 SjjaltAtnnunjrMtrrif^'n nebra drn Kiel; Zajifen bli
10 cm Ian? i Kip, I7oi, Same mit Ftupel 1 cm Unjf. — /*.
glnucn Mayr. in In Rorky-Mnunuinn ron Kuieurndo bi>
N'onl-Mi'xiko, nirht *w hochwQduir *», die KUSTcaart,
Blatter tnn'ut kflnor tied strifer, mast bUnliebgt&n bi*
heUgrfln, 7,alf-n kUner, 5—K on Urn*. D#ck*chupp<i all-
mahlk'li znnJckgrwhlaKTfl. — *P. mturoearpa* itayr. H &
birgon in SutfkjilifornUn. bi* 28 a htch, Zipfen H—15 cm
lftng, IltHkschupjwn aufrwht. — 0* t hft i at i > i < h i >
Arten, mit iwrspittifr^m BUtt^nd^[^]. *P. japonim* (Shira-
sawa) htkum, in Japan, Hondo. HM 700 m, rodg ver-
breitet; 15—SO m hoch, Zw^ijrlfin k>hl; Blan. r \<v< i't cm
lanp; Zapfen 4—5 cm lin^r. D^ckkucbupp^a xurUckgewrhlag-
en, ilittf'tpttti' r*Ut}T kvn, Seit*nlap[*n bniiliiti, zahn-
liirmig cinjr'whnitt^n. — N>h* verwwutt y, *Wthnniana*
Hnyata, aul Fon>o<a, Ml. Morrison l<i SWW m; Zweige be-
haart. Blatter kQirtr. — *P. slmnuir* Dodc, in Wcftchina,
Yinman: von *P. japonira* vatenthM-n durch prflBore
Zapfen f8 cm). *piti-r>- SHtMiUpp-sm to D<*8diiippe und
'viel ffrdUpn^¹ amin mit Hlogvrem, wbrnalerem FIOjrel. —
Ntho verwattdt /. *Forrrstli* t'raik in Yiinitnn, Blatter
iHiip^r, ntrkachiippen laiiger h^rvorra^cnil als bfi *P. si-*
nvnsls. —

FoMils Arttn (*R. Kriiusnl*): rins fussilw Vnr-
kommen von *Psewfatsuga* ist Rtr das Tertiilr NordaJnfrrika*, Schksiens und Stri<rni>rks dttrch Koiz-
fundo >ichtirg('itt'illt, fine Zuwcinting xu bartfrnmtcn Arten Ut allr>rding> nirht m<{rli<h (vgl. S. 40ft).

1- *Tsuga* Ciirrii-rp. Traits g\$ni-r. **dee** Ooniferes (1855) 185 {*Micropcuce* Gord Pin.
Suppl. [1862] 13; /'inn* Sect. Tjwfo End). Syn. Conif, [1847] 83 p. p. [inch *Pseud>tsugo*\\
Abies sect **MTOPatC** 8p*0h Hi*t. NaL Ve^[^]. XI [1842] 424V

Spetlelle Ltatur: **DOTOthf** &. Downie, Chinese Species of *Ttuifu*, in **NbtM** li. **Bot**
Gurd. Edinburgh XIV (UBS) 13—19, T. 194.

tj Hliili-n ;ixillur, pestielt, fast kujfeli^ oder brt-it zytindrisch, **Btiel** v<m **EablreldlSll**
Schuppen **nmgeben**; Antlieren mit **kuraem** Hpornfuti^cn Spitzchen, yporangien mit **QunnS**
tttfapringend, \$ Blften endstandig an vorjihripen Trieben, sehr kl<*in, uiiirfcht, Dock-
sehuppe etwas kfirzer alB die breite Fruehteelmppe; Zapfen klein, han^pn'l, njilit, zer-
fallend, Fruchitaelmppe gerundet, seltpn achmalcr, oval, Deckschuppe **nut V*** bis fast Vt'der
Fruchtschuppe orreichend, oben bmt abg-cstutzt und gezainelt oder ctwns zweispaltig.



Ffg. lio. *PttudoUga tajffolia* (Lamb.)
britton. *ZmpteB* ('i, nut. Or.) A Fracil-
schuiipt TOO luuiiii uilt Btmtdk o<-
'lji-rjrljijja il>r Nmliflii in (lit; Fnicht-
tilKltw von rltir BIUIH iJ<r Q UIUU> vergr.
e Pr<HlttrclHJHIt- mill OrckHt'illlppa aus
der \$ mltto von lnnr<n. (X>eh E. I.,
1. Aufl. 11. 1. p. m.i

selten verchm&ert bis fast spitzlicu: Same mit Iljirzlikken, gelJligelt, FIUgel zart, fast ao lang als Fruchtsc-liuppe, ileu Samen wie ttei *Abies* deckend. — Mittlere bis hobe Bourne mit meist breitpyramidaler Krone; BUTnarbe auf erhabenem Polster, Blfitter kurz ge-Stielt, nur mit eincra **Hanging nates dam Qe&SbfincfL** Typischle* Art: *T. Sieboldii* Carr. — *Tsuga* em **Japaoischef** Nairn;. —

14 Arten in *kdm* mn Himalaya bis Japan und in **ffordsmtt&Gft**.

SokL1, *Eutsutja EngofaMim*, in S. Watson Dot. of Calif. II (1880) ISO. — Blttter flach zu-Bammuedrückt, aur auf der **EfBtmseita** rait SpalUiffnufren; Zapfoa klrin, big 3 cm lang, ellipsoidisoh Oder rundlieh; Pollen olme Flugblaffen; 9 Artcti. A m i» r i k » i t i a c h o A r l, i> n : *T. americana* (Mill.) Farwell (3*. *canadensis* C.rr.. *Pfcea rmmfimi* Link, *I'imns eamadentia* L. nur in)H*IW^ auf das Synonym naeh 0 r n n o v i u s, d«r ft|irtüTMilWi bkibt tUr *Picm cwmdrmsis* (U) B. B. P. [*Picea alba* Linkj; Hemlock Spruce, Spruce Pim', H< i nJtwk.su nhe, St-hirrlingFUNiifl. von Sen -Si Imtiliml, Quebec und. Witictinsin K&K Dolawary mid in d'n Allr-pbimiw unit ihr^r Narhbarv'Hift bif Qsoigtl und Alabama; in D&utsoliland winterhart, nU Parkbaum w-hr lx>li<t>; SUf>l dfr ^ B)U<> di« Sthup-penhUle nicht ulimagend; bis 25—30 m hook, mil auxgBbfdlaten fUu^rigen Aim, Rinde glittt, spater aubgtfta, anfangs braun; jun^e Trk< < ilicht joitig behMut; Blhttrr fa.it gr*cfaettr|t, atumpf-lich, 6—14 mm lang¹ (nn der Zwoigaber^eite kflrz^r, ub*?rsrl* UunifrljrTtin, unlrrsfiLs matt und mit zwei bläulichen Littgastaifea, am Rande nfdM f-l n gezäh "U; Zaplvn 15—iO mm \ag, eifflnnig,

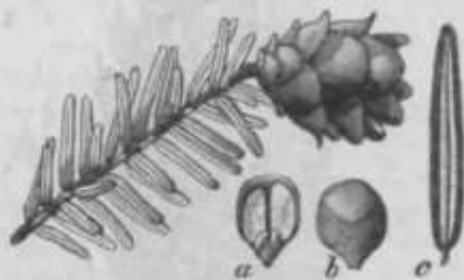


Fig. 171. *Tsuga americana* (Mill.) t Parwfil
Fruchtweig. a Frucht
it>eiut]io ron iim-ii
Ilil Sanst'K. • Dies, von iuficn. »m (iriimli-
.11- Oeofcaohapct. c Blntt^rui, untou, :M.
(Nach K. P. 1. Aufl. II. I. p. 80.)

jirini-lirililicli. mil 15—20 Tut kr*i>f(lmnfr>'Q, Ifdt'rigen ProchtMhnppcS. — *T. Mrrtnuiama* (UndL et Gord.) Can. (7*. *hiti T'-phftla* [Kaf.' Sarpfnt. dor Alt-SU? Namv dUet hi-trrnphftUa Raf. \u>-cher); westliches SatA-;itinTu;c. nOrd&ek liia Aiaekv untrre Kflrtenrrrgion von \V:il-l'... "rrgim i><l ROTdkaBktndoi; Siit-l do* 3 Blüte die Schuppenhülle weit überragend; bis 50—60 m hoch; Jung- Tr<=be dicht be)Mn; Bait-r IM—f'd mm hnf. ittirapnirh, (ranirandijT oder etvu f-in gezähelt; Z>(t<^>n 20— 25 ma Ung; r'rtichtKhuppe gerundet. — *T.rnrotiitiitiu* Enjivlm.. in Virginia uml Or>orpa; Frucht-iwhnppd r^laliT trbnuil, imgH3Utr nval: bi* 2> m lioch; ju<P^ Trii-br kahl od<r pim t]ärlich b>haart; Zapfen *—W mm lang, Sanii-ufidg*! Bber 1 cm tansr.

41!ltiekf Art<a: A. BUTN *» der

Spi. ^ (Araragi
[Sieb.] Eorhne, < niii.Nanir T*n^li odrd Togii), in Japan,

Hondo 40b—1000 m, Shikoku WHJ I-H*H* .r. % ,!-hlu 1<>— 1-U> m; hlu SO • boob; jungu Trielie kahl: Blittor friwhfpriln glilnzfnrl, 10—17 mm Is.nj; J Jlat<n pwiielt; Zapfen 2W—2> luin lang, liemlidi lang ffeftielt, — *T. Uvrsifolin* Maxim, it-inh. Natnt Knin-' Tintg*. Kun^Tsugai, In Japan, Hondo, Shikoku, in hOberen La^en att vorige; junpi? Triclip bdiaatt; BUtUr von »*hr wr schied. r Länge, S—IS mm, oft an der Sjiitzc IITHUT ills am Grunrie; J BluU'n (iM kugvli|r. airtrnd: Zapfrn kurz ge-ftielt: vt-r<:indt 7*. *farnwsana* ELay&ta i'tf FormoBO, T. cUaMnb (Kranr-h.) Priu^l. in Szechuan, T. H'fjrfii Downio in K(inlwest-Y(inna,n und Out-Tibet, 7\ CsfcaPM |k>wnlc in Yunnan, T, *Forrestii* Downin in Yunnan.

B. Itlatte Kturnpf. nitrhlansgpnindft. *T. dntoaa* (Dan) Eichl'T (T<flrwiwwitaiwi [Uttdl.] f'arr.), in der temptrirrien Region dM fffttfi3*yfj bia -10 m liocii: junpv ZwcijT-' In'haart: RIatKr am RanJe f^in gczfLlmelt: Zapf'n BO—Hi mnt. — *T. yunnancai*\$ (Fraath.), Maat., in Was6-TBaaan< BKttef bis ^ mm liing: Zapfen sohr breit. un^efitlr 25 mm lang und rhrnco hrt-U: varwmndt *T. dura* Downie in Yunnan. *T. patens* l>ownie in W4'st-Hupeh- — Zw<ff,(l'hafte Art: *T. Mairei* Lcm. c(. L^v. in Yttnnan,

SektII. H<tjK'rofii if<- Engelniaun 1. <. 121 ffitltitiff *Hexperoptruct!* Lemmon, in Rep. C&lf. State Board Forestrj- III [1890] 126). Blttuer tlkk. anch oboreeiU gekickt oder konvci, beiderneits mit BpaltOJbuiBgea; Zapf^n SfHndriselt-ovR], 5—5 cm lang; Pollen mit Fhigblasen,

Einzigc Art: *T. Pnttontana* (Jeffr.) Fnpolni. (7*. *Merfeutiana* (Bonjr.) Sargent, non *T. Mw-tensiana* f'arr.. der Name *Phuw M&tWShBUt* Boiifi. int nnsiohfr), im wwtlichen Norrlamrrkii, Sttd-oat-Alaska, Wtitliington, in der Sierra Nevada voa ZWW bis ilber 3000 m; Bltttpr elwas gicholffirmig gebogen, rings um dun Zwelg gtstellt.

Fossile Art<n iU.Rrilu>el): *T&uga gmQfUm* KMnal CDS (ifni IfiosSli flilfi Rhndlandes {Jahrb. PreuB. Oeol. T^uid. Anat. 34. 1 \VMi\ 22) dlt'tit 7¹. fntWricou :Mil.i BarweD Brbr n'ilie. andere mit Ptcaa itxw. pfmy vergichwra tertiire Zapfen sfiiren wold rash ttam. (feaderdingi hnt K o s -low ska (Act. Soe. Bot. F'ulon. 1 [1623] 21\$) Holz uml Ni<Mn mm &tm Inlrr^laslal von Rakow in *T. americatm* gtstellt, l>io Gattung¹ wilrde danaeh durch das Tettitl i" Europi verltreitet ge-wes* i und erst im spiittn QuartUr aua^eatorbpn ?ein. Ob *Pityites Sotmsi* Sward aiis ong'i"i Weald roll Auftertdi Hhnlichm Zapfen hiorher gehOrt, iat a*hr zweifelhaft. nuinal beblatterto Kurx-triebe dazugezogen wrdden.

eeitig glanzend dunkelgrün, gerade oder sichelartig gekrümmt; blühbar in der Regel vom 30. bis 40. Jahre; \$ Blüten zahlreich axillar, 20—30 mm lang, jung rotgelb, Antlieren-Spitzchen breit, am Rande gezahnt; \$ Blüten an der Spitze vorjähriger Triebe, sitzend, aufrecht, 4—5 cm lang, purpurnot, Fruchtschuppen abwärts gebogen, Deckschuppen schmal, spitz, zur Blütezeit ungefähr halb

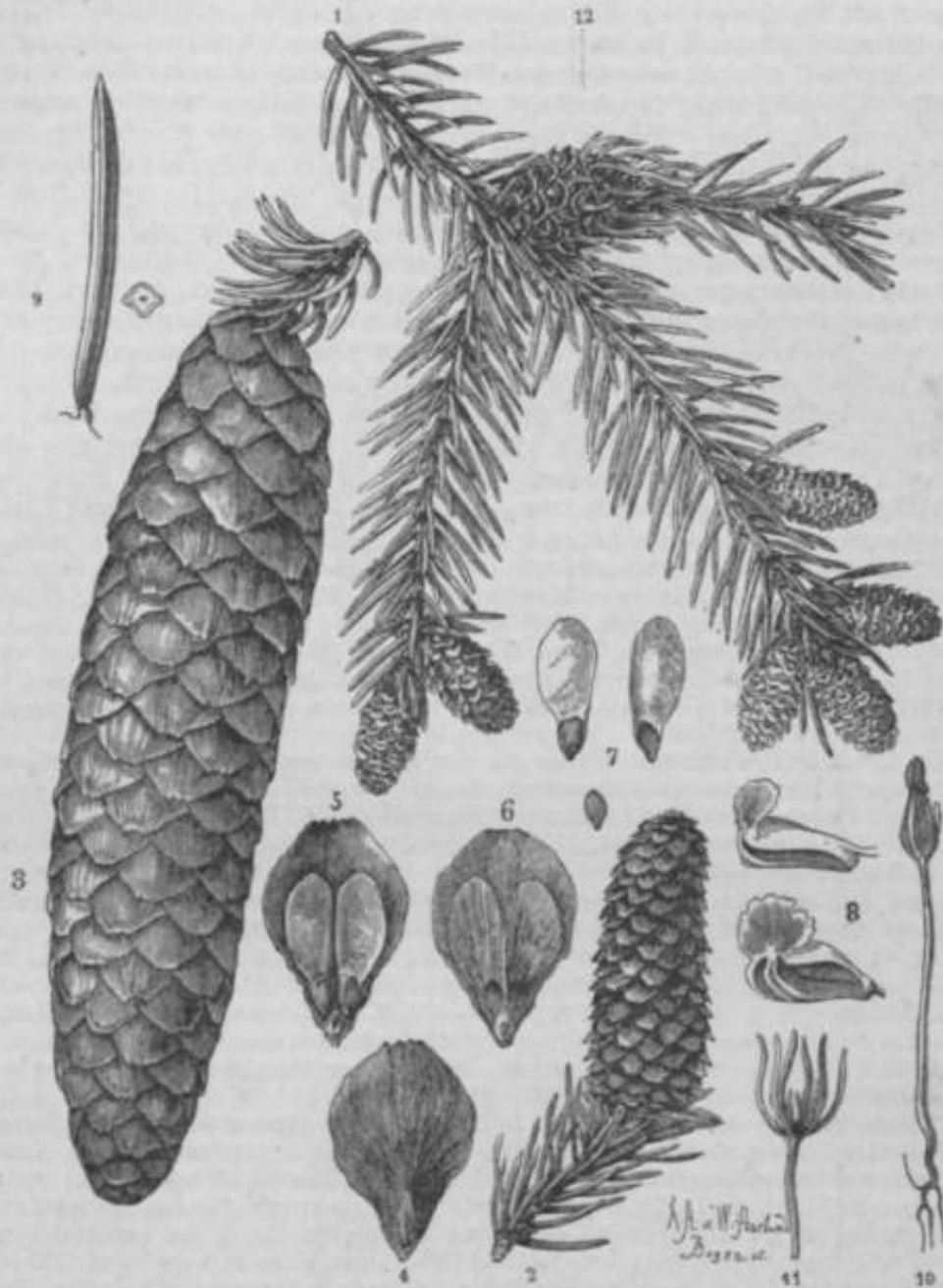


Fig. 172. *Fii-i-i tteeiUa* (T.mn.) Link. / Zweiff mit \$ Blüten. S Triebspitze mit 9 Blüte. s Reifer Zapfen. 4 Relfe Fruchtschuppe mit Deckflügel. 5 Von innen mit den Samen. 6 Ohne den Flügel. 7 Samen mit Flügel, ohne den Flügel (rechts oben). 8 Flügel allein (rechts oben). 9 Hintere und Querschnitt des Nadelstängels. 10 Kettenflügel mit der noch nicht zuden Samenschale. u Das Blatt, ohne letztere. / * m n Kinc Galic des Fichtenblattsaugers. (Neh Willkomm, Forstliche Flora; E. P. I. ALH. II. 1. p. 78.)

BO lang ala Fruchtschuppen; Zapfen reif hangend, 10—15 (bis 25) cm lang, 20—25 mm im Durchmesser, Fruchtschuppen fest zusammenhängend, erbt im nächsten Frühjahr beim Ausfallen der Samen sperrig, lederartig, verkehrt eiförmig, oben abgerundet oder in eine stumpfe Spitze ± vorgezogen, oft am oberen Rande fein gezähnt, öfters auch eingekerbt; Same schwachbraun, 4 mm lang, Flügel bis 12 mm lang; Kotyledonen 5—9. Spielarten und Standortsformen der Fichte: Zunächst sind zu erwähnen Kammerformen an der Grenze der horizontalen und vertikalen Verbrei-

biegsam, achnuil, gerade, 15—30 mm tang, an fertilen Zweigen auch kQraor und gekrtlmt, dunket blaugrfn utler bloich sUhlbtan; Zapfen zylindrieoh oder oval, 2,5—7,5 cm lang, Frnchtachuppen dttnn, biegsam, nach obon verBchmalert, abgeschnitten oder stuinpf, gezahnek oder fast gansrandig. — *P. pungens* Engelmann (*P. Parryana* Sargent), in Kolorado, Utah, Wyoming von 2000—3300 m, nirgends in grflBeren Bestanden; 20—30 m {galegentJicti gegen 50 m) liocli; junge Zweige kalil; Blätter atarr, Etechend, 25—28 mnt lung, an fertilen Zweigen alterer Bilimio viel klner, graugrQa oder blautichgrUn bis woiBlch; Zapfen 5—10 cm lang, Fruchtachupp^n btegaam, rbomliBch, am End© abgenchnitfn oder gerundet, gezflhnelt,

Ostasien, Himalaya, Zentralasion. A, Fruchtschuppa TOQ der Mitte ab nacli oben %n v-rtchmMlm. *P. bicolor* (Maxim.) SUyr IP. *AlcockUtna* Carr.; Iramomi der Jaiianer), in Japan. Hondo, w«i, T>brtitet; B«um mittlerer OrOfle; BjiUter ± blaugrQn, 1—2 em lang, meisrl gekrHiujal, kun gtptiut; ZhpTen eOanaig-xyliiidritch bis stylindriscti, fi—12 (mciBt 7—10) era tang, Fruchtschuppa rfeombbch. in der SpiUe nmdlieh nder BllTker vrschlunalt, gcaahuolt. — *P. hettT.A?pi&* Rehder tt WiLwn is ZentraJchin*; Zapfen 9—14 cm lang, 3—1 cm breit, Pruchtschuppcti rbotnbisch-nhoTat, nach ob«n IU lanpuun vorschmillert, an dor Spitic Lief aufigerandet Oder weispaltig. — *P. Baltourkma* Robder el Wilson in Zentralchina; Zapfen 5—9 om lang, Fnicht-

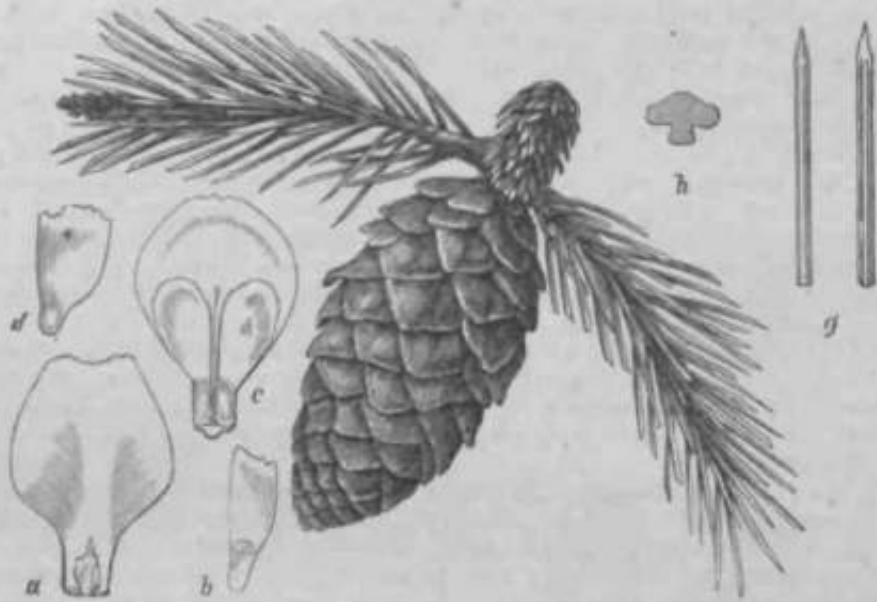


Fig. 173. /V«a *>Cfuf (U&xlin.) Mftyr, Fnitiisivclg In unt. OrOUe, Ann l)>ri<; voi'ttr. **a** Ducksohuppe und Fmhtschuppe, **e** Fruhtschuppe von imieii mtt S>meu, **b**, **d** Smitn, **g** Blatt vuu oben and unten, **h** Qtiersehultt doa Bl&ttes. (E. P. 1- AuH, II. 1. p. 79.)

schuppen bieglam, gestreift, uiterbalb der WitW am breitesten, rbombiBch-eifOrmtg, ± gezlhnelt; ferncr in Z«ntralchina *P. pttprurn* JlaaL, *P. mantig&ta* Maet^ *P. liklangensis* (Fraich.) Vntzi-l, *P. hirtetio* Rebder ot Wilson.

B. Fruchtschuppen naub obca cu breit gerundet. — Ba. LiingadiirschmegHer des Blattqui r-sclniltfa ungfliahr ebenso lang ate QuerdrnrchmesHer, *P. Gtehnii* (Schmidt) Mast., sUdliches Sakhalin und bofondere verbreitet in Yezo; biB 30—40 m hoch; die Borko lflst sich in brcltCD und dQnnen Flatten ah; jungo Zweige stark rotbraun bebaart; Blätter kurz, 6—10 mm, dick, stuwpf; Zapfea 5—8 cm lang, vor der Itelfe blaurot, dann gLanxend braun, Fruchtai-buppen ziemlich dtlnn, toi der Reife abspreizend. — In Gebirgen Zentrnlhondos solton *P. Maximoviczu* Kegel (*P. Tschonoskii* Mayr), in der Piovinz Shinano *P. Koyamai* Shiru&awa, auf Formosa *P. monisonicola* Hoyata. — In Zentraklima *P. avrantwca* Mamt., *P. Wntsottfana* Mast., *P. Witennii* ataet., *P. retroflexa* Hast., *P. iteyeri* Hebder et Wilson. — Bb, Längsdurchbmesser des BlaUquerschnittes länger ala Querdurchme-iBer. *P. poiita* (Sob. ct ZUM.) Carr. (*P. ThaitorgH* [Ijiinii.] Aachers. Graebn., *Pinus Thunbergii* Lamb., *Abies Thunbergii* LindL sr *Pinna Abies* Thunb. non I*, zweifelhafte Art; *Picca Torano* (Sieb. nonien!) Koehne; Bura-Momi [ItoscnQchtej oder Toraco-Momi (Tigerethwans-Fichte] der Japaner), in Hondo, besondere aul vulkauiachcm Boden, nirgends reidilich; Blätter 15—20 mm lung, Btechend, etarr, meist doppelt no dick als brcit, glancd dunkelgrfln; Zapfen 8—10 cm kng, FruchUcltipp© brcit ahgtmndet. — *P. Neoveitcttii* Mast. in Zentralchina; junge Zweige kahl; Blätter 15 mm lang; Zapfen oblong-xyliindriBch, B^—14 em lang; ferncr in Zentralcliina *P. asperata* Mast., *P. gemmata*. Reliefer et Wilson. — *P. morinda* Link (*P. khutTov?* [Royle] Carr., *P. Snithiana* [Lamb.] Boise.), in Ostnfghanipum tmd ira Himalaya von 3000—3600 m; hoher Baura; Blätter 30—10, then sogar bis 50 mm lang, Melf, apitz, lebhaft grOn;

pylar-Ende kurz deckend, Am griSBte Tetl der Unterseite vom Flügel frei; Kotyledonen 4. — Blätter abftülig, an Langzweigen einzeln spiralig gestellt, an kurzen derben Kurz-
zweigen bttschelrig gedrfntgt, • — Name von ysvioe und *Larix* — falsch Larche.

1 Art, *P. Kaempferi* (Lindl.) Oord. (*P. Fortunei* Mayr, *P. amabilis* [Nelson] Kehder, Gold-
larehe, Kiu-ye-sung = goldblattriger Nadelbaum), in China, in Tschekiang und nördl in Kiangsi,
von Fortune entdeckt tnd in England eingeführt, selten in Europn in Kultur. Der Bchfine Baum,



Kltf. 1T4. *J'ttudolarU Katmpfri* fblntll.) GorJ. A Zirelg mit bfbWucrteil mid l' Blütenstände tragen-
den Kursawetgpn, B Fruchtrwol. a \$ nlotuustnttl durchsclinLntii. 6 StmibbliUWr, vorgr. c Iiiii-
rchuppe mlt den Stmea rot) litncn. d Di'oksvhuppB utid Fruchtsylunpb voti eaBen. (Vach Ftgun-n ous
Gard. Chrern. 18W; E. P. I. Aufl. II. J. p. 77J

def durch dio hellgrünen, vor den Abfall sich goldgolb verffirbenden BlStler auffalt, wird in der
Hclmat bis 55—40 m hoch and hat etwa die Tracht einer Liirtbo; Blutter 2—8, meist 9—1 cm l.ijig,
biegsam, BpUalich, unterseita schwach 2 luvh'ig, oberseiU etwtu konvex, an den Kurzaweigen bis
zu 30—10 gebtischielt, abetelienil; £ L5iau-n ca. 1 cm lung, £ Blliten bie 2 cm, Friu-nOpfen 4—7 om,
Fmchtschuppe 2—5 cm laog.

1, Larlx Miller Gard. Diet. 7. cd. (1759) z.Th.; Adansoa, Fam. des Plantea II (1763)
480; Lam. et DC, ft Fran\$. 3. cd. III (1805) 276; Regel, in Gartenflora XX (1871) 90 bis
107 (*Pinus* sect, *Lariz* Endl. 8ya. Conif. [1847] 128). — Bliten monezisch, einzeln terminal.
^ Bliten an blattlosen, **Ijhligen** oder älteren Kurw. weigen, am Grunde von Knospen-
achuppen umgeben, kugelig bis oval; Antheren mit kurzoni aufrechtem SpiUcben, Spo-

oteren Teile fast reeMeckig, oder auch an den Soften mehr geiumlet mit iibfallenilen Itilndera, am oberun K:md ttvu >ringebogen, im unU'ren "l*11 rid SUJWUIUT k*iiriinaig tuch <P'm Grunde ver-Fi-hmüert, bis -I tin loch, oben 3.5— 5.3 cm breit, Snipe nach dt'in < rundo fpilzlicb versehutiilert bia 18 mm bug, FIQ^1 grolu. in tlor Form finer IUIJte fler Irochtichuppe catepncfeead. Daa Jlola der Zeder ist an kulrivieren Exein[>l:iren Icirhr. ni. lit. dauerhaft, us naiirlichen SUM!ori hat es eioen dichten Kern. Die Art, ist in Ktig^Lit] iintl Frankrei*h Utxttig In Kuliur, ftr IXeuUcfalimd ist fio nur m pilnfttger Lrtge im WMUS jiuiegw^ — *C. brevifoliu* Dpde (C. *Libasti* vir. *brwyffolia* H>ok.)

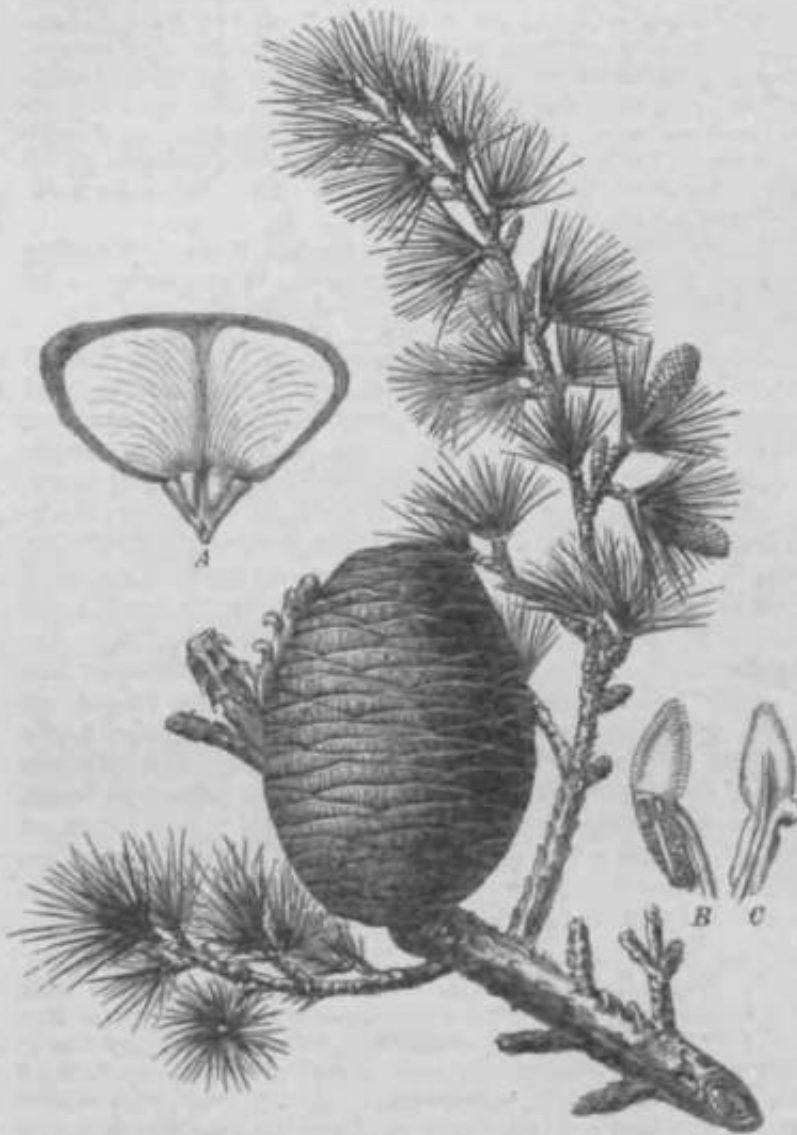


Fig. IIG. *Vfilru* dndara* (HuxU.) Load. A FriK'tilschijtpc van inin-ti mlt dPM Snjnt'ri. B, 0 StaubblltttCT. nauittltrur um die Hulftu vw-kli'inert, D, C \-erprfl0ort, (Unti-r BeDntznDg der .Mil'llilmig von Luni-litri. Pntot iwU fl.T Natur. E. P. I. AmI. II. I. p. 74y

wandtschaft mit *C. sttJit* iiber komeswt'^s ftst, Eolnngc ihre Anatomic unbekannt tat, deno auch j4pf-*erostrobti*s Gothnn ot Nagel (s. u.) verrinigi mit *C. llbnlichem* IIsbilus g;mz obweichenden Inneren Bau. Sokhc Htir JtuUorlkx beklBBte Zapftn Bind am besten als *Cedrostrabus* Slopes zu bcaeichnen. Dies giltauch far t«rrfr«» *Leckenbyi* (Canruth.) St:blmp. aua dem Grflngand der Insel Vi'ight, *C. Len-niert* Saportu (Unfiri! Kreid.- v(u 1e Havre), *C. Corneti* Cocrnans (Unturo Kreide von BeJgien) tL a. (vgL Gothan ot Njige), Joltrb. Preufi. Geol. l^and. Anst. 41, 1 [1980] 116). Hidier ist dagegen das Aufttetea der Zeder Im Tertiär. So findet fiih *C. Lopatini* Ilcer in Tertiär Oslaibirlens nnd *C. rivoti-t'wfa* Knnhy im Mkwin Kr:inknirhs. htor :mcli *C. miocenica* Lauby. Zufenschuppeu und Sammi einer *Cadruart* gibt schticClich *G o t h a n* fdr das Tertiär von Schlclica an.

Die alfi *Cedrojyfon* KTOHS b^schriebenen Hflizer kOnnen, sowcil es sich um Abietnecn handelt, auch anderen OaUnngcn der Familie EngohOren (v^l. S. 400).

C. l.OonoWcu rab*p. *C. brevi-fitja* Holtflbwj in dnn Bergen von Zypem. Blatter viol kUr-EM, 5—8 mm lang, glauk; Zapfen tylindriHeli-ovflil, mn Ende etwaa vertieft und im /ftifnim mit kurzem stump-teai l'orl^atz, — *C. atlantira* Manettl, in den hOhoren Go-hirgen von Algier und des Ortlchea HanjJkko (Groflcr Atlas, Aneginiriat, Agacbi, Mittlcrer Atlas); ^roller Baum, auch ini Alter von (jyrami-daler Form, Aate boriaonUt abstehend; Blatter 13 bin 15mra lang. FtHf. ?charfgc-:pit7,t. stumpf drcikanti(r; Zapfen "—% cm, 7.ylindri»ch-rifSrmip. Auch von dieser Art gibl es eine blaugrtine Font. — *C. deodara* (Roxb.) Loud. {*Pinus dptlara* T^oxb., Hitnalaya-Zeder, Deodar oder Pevadara = GotUssbaum), im nonhv^stlichen Himalaya von 1300—3200 m. in Afghanistan und Nnrdbelut&rhBUin; bh 50 m Tjoch, mit pyraimd&ler Krone, Aste ab?preizf^nd, fan Ende hängend; Blätter stumpfkan-tig, 2—5 cm lang, dunkelg fln oder dimkftlblut-grfln; Zapfen 8—12 cm lung, ebf i l indrisch, oben ftumpf gfrundrt. Daa d&iier-IEJL>, hnrzToiehe, stnTkrie-chentle* gelbbratme Oder duokkre Kernholz igt in In-<li<h pin wir-htigw Material ftr Bauti>n, BrOcken uaw.

Fostile ArtenHE. Krttu-i e l): Zapfen, die aufler-il : ii an C^friw erinnern. Kind raetir:k'h schon In der I ntwen Krcido g<>funden worren. Thro nithere Ver-

system meist stark entwickelt, mit tiefgrehender Pfahlwurzel. — Typische Art *Pinus sU-vestris* L.

80—90 Ariin i viel zahlreichere Arlon beschriebeB!) auf der ntrrdlichen Halhkiigel, nur auf den Sunda-Ineeln den Aquator naeh Sfiden Überschreitend, in den Tropen gobirgsbewoluend.

Untorgat L I. *Baploxylon* Koehne L e. 28 als Sektion; Shaw l. c. 35. — Divisio *Tettui-squamae* Masters L c 669 (die Gruppe enLhiLt nur ilie Soktioneu *Strobis* und *Cymbra*). — Blotter

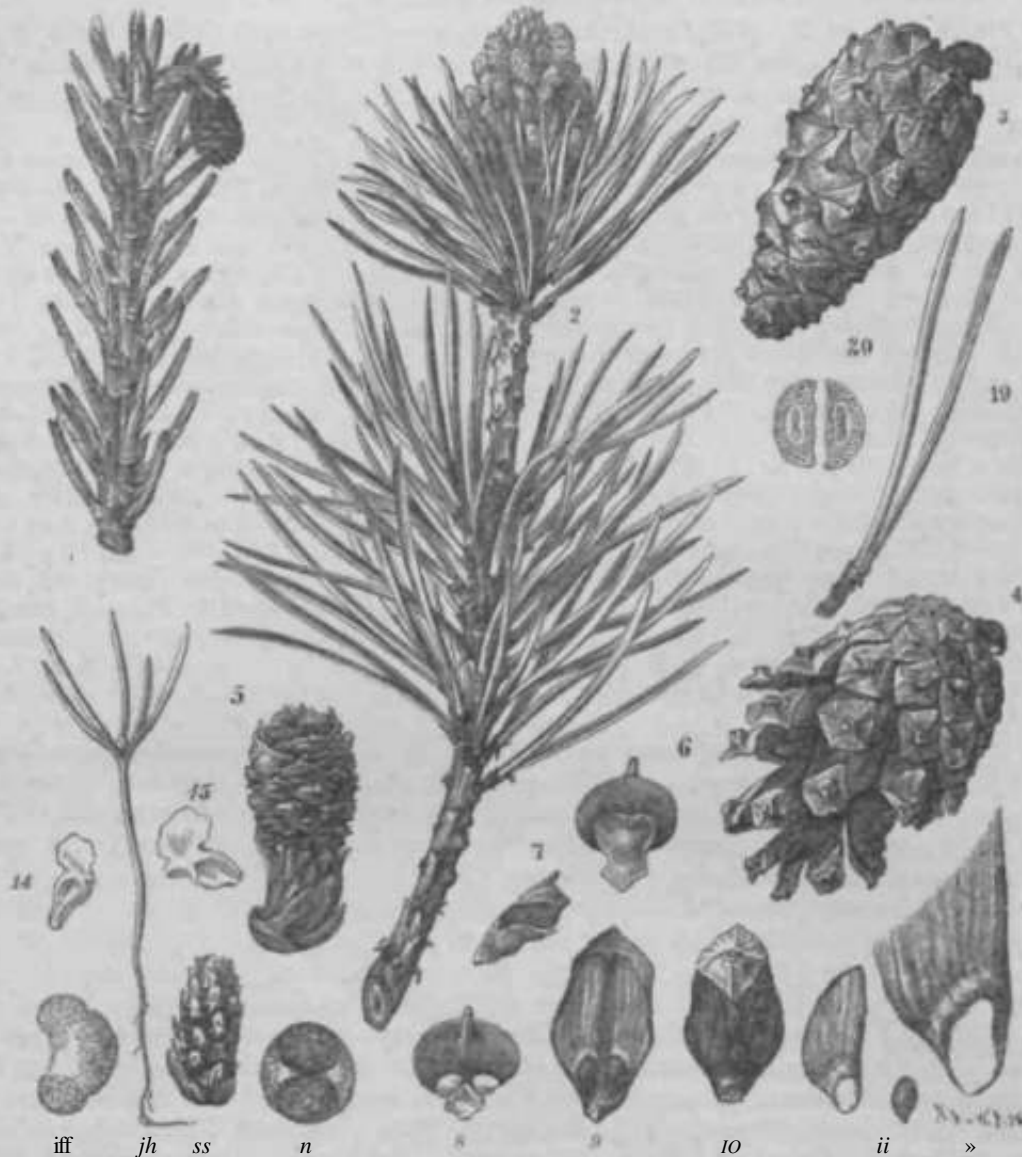


Fig. 117. *Pinus sylvestris* L. 1. Jünger mit kleiner Kugel. 2. Reife Kugel. 3. Kegelzweig. 4. Querschnitt der Kegelzweig. 5. Kegelzweig mit Kugel. 6. Querschnitt der Kegelzweig. 7. Querschnitt der Kegelzweig. 8. Querschnitt der Kegelzweig. 9. Querschnitt der Kegelzweig. 10. Querschnitt der Kegelzweig. 11. Querschnitt der Kegelzweig. 12. Querschnitt der Kegelzweig. 13. Querschnitt der Kegelzweig. 14. Querschnitt der Kegelzweig. 15. Querschnitt der Kegelzweig. 16. Querschnitt der Kegelzweig. 17. Querschnitt der Kegelzweig. 18. Querschnitt der Kegelzweig. 19. Querschnitt der Kegelzweig. 20. Querschnitt der Kegelzweig.

mit einfachem Gefäßbündel im Zentralstrang; Basis der Kurzweige-Braktee nicht herablaufend; Scheiden der Kurzweige allmählich im reifen Alter abfallig.

• **Sskt.** t *Cembra* Spach, Hiet. Nat. Veg. **Phaotr.** XI (1842) 398; Endlicher, Syn. Conil. (1877) 188 (*Pinus* % *Cembra** London, Atbor. Britann. IV (1838) 2211; *Pinus* Sett. *liaptoxyton* Suhsekt. *Cembra* Gntppo *Eucembra* Koetme l. c. 81; *Pinus* A. *Haploxyton* a. *Cembra* I. *Cembrae* und II. *Flexile* Shaw l. c. 2fi). — Apophysen mit endständigem Umbo; Samen dick, ungeflügelt oder kaum geflügelt; Hülse der Kurzweige 6; Scheiden ganz abfallig.

A. Zapfen nicht aulspringend. *Pinus cembra* L., Arve, Zirbe oder Zirbelkiefer (vgl. M. Rikli, Die Arve in »Kr. Schweiß, Neuo Denkschr. schweiz. Naturf. Ges. XLIV [1909]). Die Arve hat zwei getrennte Verbreitungsgebiete, eines im Alpen-Karpathensteyn, das zweite in Nordost-Russland und

NiederkaHfoniEon, Blatter moist eicjeJn am Kurzzweijr, drehrund, getegentiidi IU zweit und halb-
arehrund, Btarr, bis ea. 5 cm tong. - *P. quadrifolia* Sudworth {/. Parn^na Engclm. non «ord«n)
in Nioaerkalifomien, when in aiidkallforiien; BIHtter m&al zn 4, selfln cinzfln oder bia zu 5
starr. Die vier e^HJiiton, an trocken Slandortr-ii im sfldwestUchen KottamerDta imi! in Nord-
mexiko Torkommenden nahe verwandten Arten sind juueh als iu einer Art gehOrig betrachtet

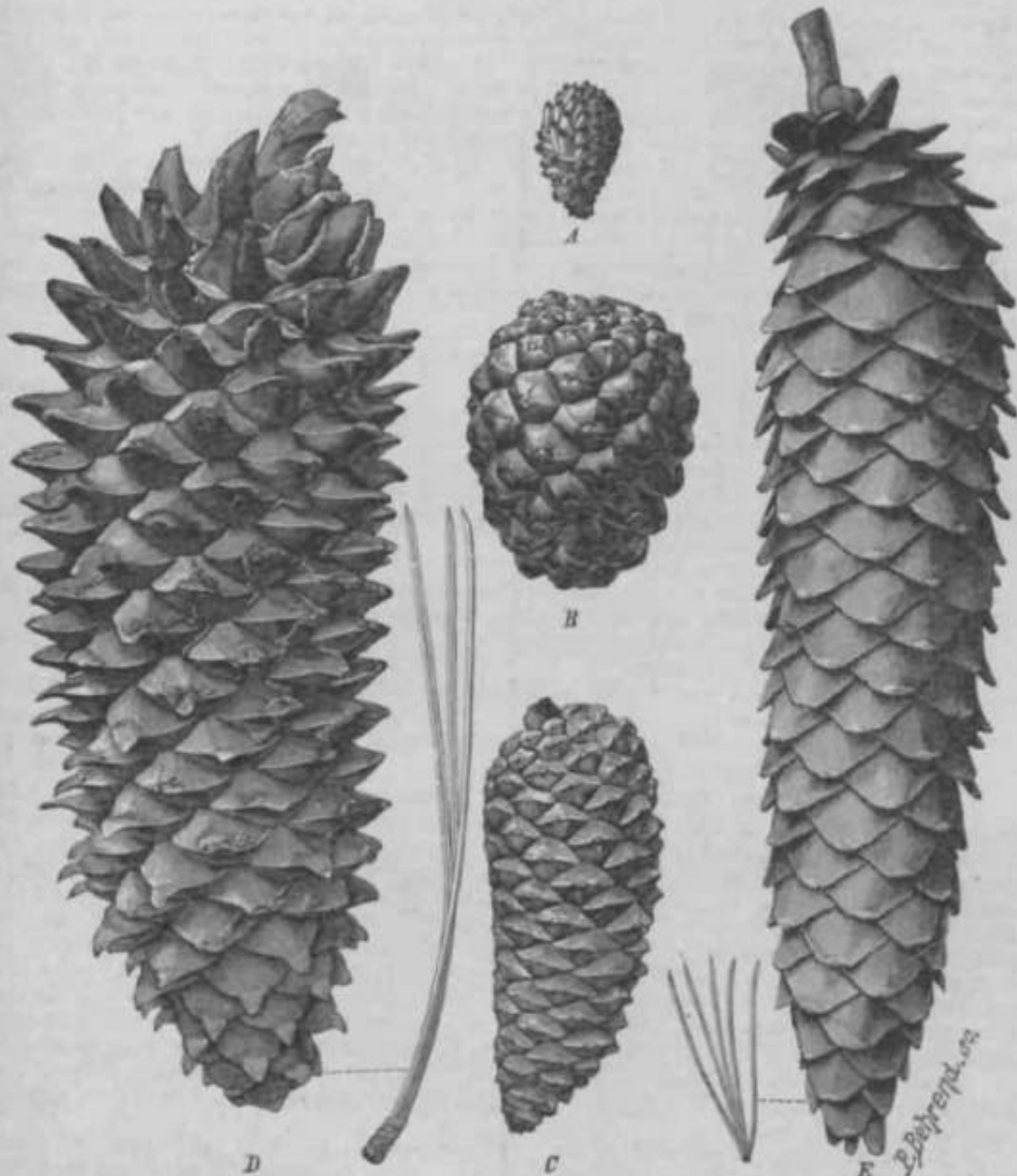


Fig. ITS. Zspfi'n verschiedener /V«u«-. \rri'ji. toi Ji iiml /," nilt ilcii mgshOligitt. NadiIbnKctifln. J .p
19Kfatted Milt. Bub«), KUCAuliV. /p Ip'phikah' C N mtritiit' Lams 00/• Vmterl Don. A" f Jambrrtiana
Douglas. Nach IIT Nntur phtogmph.), tlla* ' , < l.r iiiiillrl. UrfilK \», 0 J [s. IV]. vml. II. I. i». T2 i

worden, *gL r. B.T of«, in Mitt. I><utsch. Dndrol. Ges. 1907, 95, der VHT VaricWten von *Pinus*
cembroides bildet — Ba/J. Zapfen zylindriach. /'. Ptaearoia Goi^, in Zimtrnlncixiko; Blatter zu
«rei; Zapfea gatit&t, R—9 cm lanjr, — Bb. SehMden peri?tierend. *P. Xetsonii* Shaw, in K-ordost-
Moxikn; Blltter zu lirei, ± Tereinr, BO daB ein pseudoinonojibyller Kunzwoiler entstelit, (ein ees
6—9 cm lang; Zptoa 6—12 cm lung, lang gesrfelt, zylindriKh. Die nach Kruchtschuppen- u^d
Atmenfonn in die Gmppe vou *P. cembroides* gehOriye An iat dnrcb die Jineogebnen MtrkmaU
sehr a-
luuiniid.

UntOT8©kt.S. *Balfouriana* (P)nus Sekt, *Balfouria* Mayr [1890] 428; *Pimts Baplosylo**

- b. Schnppen am Frachtaapfan ± dachig iteckond: Kntyledoneu meist 2.
 a. Blotter schuppenffirniig o<ler srhnial natlelfirrig.
 L Samenanlogen aufrecht.
 L Zapfenschuppen mittfflkerbtem, wulstijrem JRimd. . . . 4. Glyptostrobus.
 2. Zapfenschuppen mit zahnftirmig eingeedmittenem Fruvhtschuppimrund . . . 5. Cryptomeria.
 II. Si:iiin-nanlii};n]i nmgcwendcL mit der Mikropyle nach dor Solinppnniiiflis ge-
 richtel
 L Schuppenwulst ± entwiekelt, Sameuanlagen 3—6 6. Athrotaxis.
 2. l';irp. t'infach; Sai&ejUOllageQ 2. 7. Taiwania.
 ff. Mätter grofl, linc:ilisfli-siclip|tormig::Sami»nailat.n'M unit"zwendet 9. Cun&iii-g-hamia.



Flu., IBO. s<;,t,t,,,>it,f, MrtiHititrt i.Timiiti.) si ell. it Zucc. Rechts *
 BHi(.iv/v.<ig. Jink, zapfen. 'Ea wst &r5Bo, t*oh 6»rd. Chron. J8M.
 «, ft stmittitatt. vt-rgr. e Fructitsi-liiii|»p.- von imt-ii mit Samen, nach
 Stob. et Staoft, a*t QriJfie. d Qpftmsbnttt dun-h cimlmliiii. vi-ritr.
 F. r. i. AtiH. II. i. j. 96.

1. Sciadopitys Bieb. el
 Zucc., H .laj.i-n. II •IMi'i L,
 T. mi. 108; EndL Syu Conff.
 (1847; lli>; Sbirasawa, !<<-
 tiojfr- ESaaen^ Forest. Jap-1
 (I""li) T. 8. Fig. 15^34: 'Thi-
 ewtton-DjLT in But, Mag. T.
 8000 (l^Oru; Wilson, The in.
 nifi;rs ami t^UEftdfl of 3&Q9&
 (Ifj)U 6-1—68. — J Blüten
 am lviirlu <le> Zweigi's kopfig
 ^•(li-itiift, i-iii/cln in der Ach-
 sel einer Hmitee, am Grunde
 vou mehrmi kleineu Schup-
 pen umgeben; Stem, zalil-
 n'ifh. FilannMit kurz, Aii-
 therennschuppfi breit eiffir-
 utii.'. ;un <lntri(l/ mit, BW<3
 Ifnga aufeprtagefiden 8^or
 niifOMi, 4. r.lilft'ii cinxcln U-v-
 mjiul, -iin (irmifip vou Kuos-
 pdosobttppen uageben; Caip<
 y,;ihlnlieh imhrikat, in tel
 jtijl^tPTtl Uliih- ;nis cifiinii-
 gem Grunde verschm.'tlort
 and etwia don btdbkteiBfQr-
 migen Schappenvnlst mH
 der Spitze fttanagend; fa-
 menanlagen 7—fl. nalie den
 Grunde des Schappenwulstea
 •iuJ „,i ner kh'inrn Anschwel-
 gestellt,
 freih.iti{fei)d. Zijjifen eiför-
 £Qig-0vi5, iin 7wr-ile» .liiir
 reift'iid. Vom ni'Tii'i Trwli xiir

Seite gedruft busen hsMgem Stid mil peisisaarsndan Schnppen; Bchtqapcn bolilg-
 tederig, halbkreisffirmig, ihLL-II dem Grande feefflfermtg ^encbmfilert, mit den OHBVD bieiten
 Rand snrflflkgebogea; das hAntlge KIHIP da aigeatlichea Gsrp. rteht tad Hem Raokea der
 Si Imppe; Ssmen in cine HeHic wt. in il<r JHtic »ler Schuppe gestdlt, bSQgend, si'i'li tt-il-
 wei«e deckeiu. cliippiisfli, nMammengodrflect lieiderseita mit jii.utigem EISgei, »li«n «n<l
 titiicji ftttsgerande; B^nbryo mit 2 KoifyiimiMi. — BfftttdgroSec his holier B&tm; Krone
 schmal, pyramidal. late fast wirtelig odor einzpln, spreizend: Zweige drefirurifl. mir mit
 spir.-ilijr (r(>steMti>], klcinpn eiri>rmi{r!;iii^i-Mlichen. aXtmShiidi virrjrt'htiiddi Scimpj-en-
 bliittem Men RUBemandergertcktoi] Schoppen dnr protSen Knospenl: am Emit' der Triebe
 die Schuppeti gedr<ngt w5 in (t<r Arhx'i U!Lttfiiriiiie Cladodien tragend, die bit zu 80 bis
 to vvirt^luri^- g<drfingt Band, CSftdodJen 3 .blire danemd, Jang Bdhnal lin^aliscli. efcsa
 sichelig fir'kriimnit, Ifdcris:. MI tier Splttfl Mttgetaad<t, nberseits dutikelp-un, in dor Mitn:

Über die flttere Litisro-tur. — A. Scou vart, Lea artires grants de la Californie, in Bull. Soc. R. Bot. Betg. LV (1933) 73—88. —

Blüteii monSziecti. \$ Bliteu an kurzeo Zweigcn terminal Oder in tier Achsel ob<n r Blatter, eiftSrmig oder oval, gestielt, am Grunde von dickeu Knospijiischuppen umgebeo; 8taui. 7.:ililroith. Filament kurz fadenfürDug¹, Antlierenschuppe breit eiftlrmig, am (irunde unterhalb des tjities mit 2—5, **gewOhnlich** -I voneinander grOfltenteils getmiuU'H, ovalen ij^orangien, die niit einem **LSag&rifi** nach umeii (oberseits) sicli oftneu. \$ Bliiten terminal, mit **MMreichen Sdhappen**-Carp, in cine ± lange Spitze verschmfflert, mil ijehuppcr-wnlfti unterhalb des spitzen Endes; Samenanlag-en 3—9 in 1—2 Reihen, zuerst aifreciit **Had flaan** aJnniililJch out dor **Hikropyle** nach HiHcn gericbctet BIUten ini HerbsL vor-gebiaet, *liest&jabmg* ini Frlibjahr, **EeHfl** dus Zapfens im selben **Jafa**, **Zapfeo** iiiiich *Offnung* mid Abfoll der Sanien persistierend. Zapfen eilipsofdisch. bolzig; Schuppen auBen in eine quergezogene rhombische Fladje ausgebreitt't, die hn Zoinrurn meist einen kleinen Staclfl trägt; Samen ii—9. frei hSngend, zusamm«ngedrliect, xwoifiagelig, mit dUrinkmstiger



Fig. 1(1. A **Se*/<i« fgaattii** i Until.J Penn... **Fruulitnreig**, **ttflft** ursu-. II mill «-c S. vttnjirrrrtii* **Eadl**; ft J Hlutaawcfc, n stum, vyii unnn, > **ntn** often, ' < Fnic>UH<i>iVti, '• **Sobttppa** nne deinscU'it vmi oben. // IIIII I, imt. **Qtffle**, ". <>' mid <: vergr. (E. P. 1. Anil. 11. i, p. s.; Bift 43.)

Schale; Embryo geradc. Kotyledotten 4—G. — OiganMsivha Biiumo mit **verhältnismäßig** kurzen, horixontalen Ksten; Staiitni mft dicker, aufien fas(rig(?r Borke; BUttet **schuppen**-formig, pfriemlich)m brejt lanzettlicli, l;utg herablaiifend oder linealisch **lanzettlich**, zwei-reilug aais^ebreitct. Name aacli dem talentvolleii Cherokee-Indi;im'i- SiMjiioyali (i.oorge Guess). — Typische Art: *S. sempervirens* Encll. —

2 Arteii In Kallforoten. A. Zapfou 4—6 cm laitg; Ulatier BL-!mpp<tnIorijj&; Laubknovjv n vordem nicht auagebildet *S. glaniea* (LtaDIO Pecnfl. (*Wellingtonia gigantea* Lindl., *Sequoia WeUingtiHiu* Sr-nman, Big Tn>e, Maiiimth-llautijjt in Kaltformica an den Wc5tliiin.Lⁿ der S«n* Novftda, im niirdlirl'n'ii Toil iwischen 4T00 utid 5800 Fufi, im sUdliclvn wisehen 5000 und 7500 Fuii. b>ie Banptentwioldnag flUUt In das Gi^biot Acs Kings River. Kaweali River nnd Tide Hlver. *<> die einittfliien grOSBea Fortten, in denen die *Stguota* domtalert, nittin b<'i«inaudor licgnn und tinea faBt litmnt^rbroclirnen GUrtfl bilden. liter wfed ^ul'r Hnutn im *Sequoia* National Park gMft&ftct; eine kleinere Gruppe blCOOdW\$ starker tt&umc wird inmitten der Kings-Rtver-Forsten ats General Trrant National Park gtschUlzt. In linzfllCen der gro6*n Forston dieaea Uobicts koinnon 10 000 bis 20 000 Stftmmt¹ vor; auch ist tier rekhlicher Nafibwochfl vorhandrn. N^nllich und silrlirli **dieses** X*>ntnin» aind eine A</.ahl Uelnarer »QtOTekk lipkaunt, in daQDB dot Big Tree- :uif **tiefgründigem**, fou<-lii(*[n Bodvn dor dominie re ode HestandU'il is(. D>pr nSrdBchfita Si.imiort (nur 6 IJihiimi ist ;nn Mid'ilo F^rk de3 American River, der stt^Uobste In QneHgeWet <ins Di-^r Crpt'k, <IIT <'wh siidlich JUI 'h'n Tule River anochlieBt Der m5(>hiipr. mirli "IH-H ni sich nur trmlg rerjflngendo Htfium isL von l'iinr gcwJHintich^N Hftfo von 70—90 m, erreicht l'lor auch IMhni von fiber 100 m (etwa 105 W> 110 m) und einen Duri'limnssor von 8 m, 4 in tiber dc-in Grand (fem*fiBen, die Basis solbst ist w>^ bodeutend im Umfng viTgrOBert. Das Alter ict nacli t/?n Jalirfsringtn Higher bis auf 2200—2300

- Jahre frslgttstellt, wurde **tacfc** an cinera Exemplar nach sorgfaitiger .SchiUxing **nuf** ca. 4000 Jahre berochnct. Jflnpric* Exemplar*¹ sind von Pymnicifnftjni), bis tief herab **beistat**, spater verdickt <Ich d«r Stamm ain Grunde und wird bis rur HOto von ctwa 50 m asUrei, die Krono ist MHUT Stlimal, die A»to shid verliiltnJsmJlfiig tun, lioriicmtal ahalch*?nd. **Die rothxaratu** Borco kisi -i. t, in fcinen **Pt&tefacii** ab; sie ist nacli auSon zu weieh. fiaerip und **Wrtloirt groBe** hicke (an alten



Fig. itts. *ss<A.<i-t gigatdea* (Lindl.) OMOa OaUforaJeo, Semi fforedii, CSalitwnu Big tree Qw>w. (Nach Harshberger in Kngler-I>nifl., regattttloq der Brde XIII.)

Schuppen bedeckt: **Bastfioboag** iuu Fnijjalir, Keife des **StapflnB** ini selben Jahre. Zapfen nach Alif-ill <• r SanitH [i«rsistierenil. Zijjftm holziß, **nsgelifar** kugelig, kurz gestielt; Zapfeil-**SOhnppen** von eirtem diinn-n StiH ;nis in **tine uraegelmfifiig** vierseitige Flaehc **plOteHch** verbreitert; rfiti Schilder, wie sio sich bei **Betr&ttitUlg des** ZapJeis von auJen diirstellen, **warden** im **mntaren kleineres** Teil vom Oirji. **gebOdei**, dessen Spitze nodi als kleinerBest **kennltlich tst; aba:** den frpbogcnen otoerei **Band dieses** Triles hreitctstcb **dwell eine** Furche **getrennt** der **Bber daa Carp. hinaaflgewadis«i«** Srfmpeowulsi ;uis, **der iu»** oljeren **Baud** **etwat g"lit:rbt** untl jiii ± deutljchen LilngsrieEcn vt-ryelion ist; itinen scleidet die tieluippe **rotes** Hara aus, das iiiiili in angtitrocknettiii Tropfen gelegeitJich aiiicri **surf den** Zapfen zu **sehen** iat: **SaaißSB** 2 seittk'h demStiel **del i?cliiipj** (n iiii^twachBen, unrogt>Imai3ig **dreikaotig**, **nach unten** im \vr>|ijji.ilen. mlt :) s«-)iw;*li(?n Flii^pfn. Sciale gliinzentl. **tUcf; Kotybdonen**



Plt. 183. *Tarotiuu. thiebiu ui*) Vir^l txiifliir-t In der CypTWM •^"ritiili -P't.nn.-itl. . . . Mfssls>ijijhi. Peart-River. HNIU'L IlurslilrririT. in *Eagler-Drudi*. Vcirtititloii der Erdu XIII.)

4—9. — Bitume mil **Bcbuppiger Bwdce**; **Zw«lfQ** oft **w»n Bypnodialem Anfbau***, kleine SeilfiiKweiga im fjnnzt'ii mit **Sfii Blftttetn abtSUig**; VVurzeln oft mil holzigeo Krjebildungen. **tier Mama bedesfist ZYuatftiaillclier Bxom.** — Typische Art *T. distichum QL*) **Eioh.**

bar eind, trnd suf den obren freien i'vil dos Wulstr-s aL **Sdrefeoigail** filr **dk** s.-mieitiinla^ea; rfie Spiu-
rtes Carp, bleiit klrin. [N-r Wiilst ut'hliet Jii; Hfiluug, in <lor dio Sain^nnlagco Ik'gttn. Im Ver-
laiJ der **Entwidtlug *W** (He AnliemngBtiilclit' **flat tkiwuimahga** ijntucr grOB^r, so duB i)«r reifi-
•Sam« auO'n dr'r IiiiiPiifciU! **dat** Schuppe **taut** ganz flugewjtschen iSL

*) **Ob«** ti'-u Aufjnu **dea Sweis^Bteaa** von *Taxodium jUa&cktm* macht V « l e n o v « k ^ **DJUUM**
Angaben (^itzmijrsljir. K. ^fihrn. 6«0. WisB^nsch. 188> [1889] JW5—368; fciraer nuch in Vergl. Mor-
phol. **der Pft&MO** li \W>T] SM>—90>. Wo »ui SulniptMiblttttT **ttgtodtii** Lsng-zivcigh wcnlen
mehrere J.ilire tiinihiri'li sympodial ztwainmongosetzt; dor obcre TriebttiJ vertrotrknei **and M^ilit**
»> m<lr<To Jahre steheu; die F«kt««tzuug gest'licht. airs wrier Kno^f, **die** *t«3 i» ikr Mitte dee
jahrigcn TriebOT in **dw AcSsel ""H3 8eJw^E»Bbl»tte** sitzt. We Syuipodialplidcr atreckcii sk-b, *»
da6 dip vt'rtnfkneti-n Kmlcn srlirtnhar smtlivh lichen. Wonn eijie neue A'tspiw^fpung i im~ JJaup-
triches o<1cr t-lric Frn^htbildung sfattflinlen soil, so vertrocknet die Spitze d«w diesjaling<M **Triebes**

3 Arten im sldOsttiueo Nordamodka und in Motiko. *T. distichum* (L.) Rich. ist ein hervor-
ragender Charaktetbamti tier Sumpfe und FJtiBtucdening-en der sttdl. n.tlan(is< Inn Sta&t&l und der
 Golfetaaten der Union, in den »River swampfl«, did gewfthulii'li wrhn-p- Munato mitt'r Waseer
 stehcii oder auf Strecken, die sogat dauernd uitt'r **Wttsat** ctehc-n, in sehr lieLt'm Bnstande hifters
 last rein auf gntBe Strecken oder mit Laubhtitacru g-cmischt, Ulier dir **diff** giaOm **Stimnto** hinwcg-
 ragen. Ia Europa winl Jie Art viel kultlvirt nnd ist in Purks :uif fnehtca SU-llen nit hohem
 <fruiuliv.iJ3sorsla>d in sch(Jncn Kxemplaron entwickelt, doeh *blsfifol* -i'1 hi»T vnn duufnid [lyramidalem
 WLL-MS. wahrend die Krone in tier Heimat im Alter flach scKirmEonnipr **wtd.** iJin **Basis (tea Stenoae**
ist dkk kimisch angeschwollcu; von den wett boriiooit;il rtrflfchenden Wurzeln entspriigen z:Uil-
 riehe, oben gcrun(iet4?, aufreohte Auswtlchsc (Wuncnknie), dio oft einen Fufl im Durchlitui!S<>r halten;



Fig. IM. r>txuiliw tti.ti-h m (L.) Itii-li. .1 . ' Z«Hfri-. ant Ommlr .s llnke I jw.I . JtMlr n. li Zweig
 mil nrd . HULtii, uMt<»i'i:LL» diC-ellen zr d il.Dillj;. Kiiry zweige (der rechte nor lltl AnMtX gezelehnei
 i' [nn-lit mx'li uli'li' gmu ri-lf. i iiml (> StmLj. torn unt«-ti, l'l-I ft mLL u«t"irn'trji Anllirwn. r q Blüte.
 il rnti-lil lll tlt mil Bird Samenaua^u. t flwiBi. | Derselbe iii) Uiiir-TlinHt. JJ .uer darschnitten.
 etwas r«gr. (UK 1.)HB*L....*n ' i . i. t; . . . K, i' . i. vuti. ii, t, p. 90)

dies© WunchHknce werdun lieaoridijs bei sel)t iwsflem Standort enlwickelt und ra^en olt inohrore Fufi

niclit; aie trftgt am Endo rfgehnUig zwei groSe beet'liuppte Winlerkiionptn, dio dnnn KU zwei neuen
 Rfhuiipi'iiirajfeaden Zweigen h«fanw;iftsen, wolit-i dor mrniinale aus der Terminalkuuspu hervor-
 gebt; oder es entwickeln sich aii8 den Knospen 1—2 gestkltte Zapfvn.

Die aiiiiiUigt'n Ktirzzweige mit gesdiuilloltra Hliilteti koinui-i-i nicht. nur u d«D tlii'j;ihrtgmi,
 sondern auch an fl'i«rt'ii Ljin^zweigen vor. An th'i orstfiren bringen cingc miUwre SchuppenbUuer
 diu K«r*wcifi⁶ l.-rM.r. tli> **tai DnM** viillii; :tl>fllvo nod nur *tkw* X.ir'-i **hfarttaMMB**. Iti **dec** Achsi'l
 anderer Schuppenblatter vA* t tntsu*hi *i*ti li - **K** intwi ig« mir **riaa Knoap***, **dens cnte** Bohop*
 penpaar transversal gerichtJ-t isL Kiitipt- vuo ilip**n Kmmiw LJuifp im nii< h>»n Jahre Langzweige,
 andcro Kumireigo **nit** geKheii't-n Htstieru. I*ii- lrtxt*res Ist«n »ti, ab*r ID ihretn **Grunde** bleiben
 die Sctiuppenblitter **fteben**; in J***r** Achtet **von doom der** BcfanppenbUlter tgewahulih T»n elii'^{Lu}
 der ti-i-dnn cnttrn **trantvenakn**) enUcht tine beKhnpt« Knos^, **deren** mt« **Blitter** wied-r trans-
 vtTsaj fall<n BbD <« im **BfltkMn** Frthjahr wirtltT »u tinem **ahalliffen** Zwtigtciii «i>wSch*L Diese
 Entwicklung **bnm** nintre Jahic so fort^ehrt. We **neco** Koospcu w*cheln wegen der trsna-
 versalen Stellung !<T t-rstrn Blftiar regelmfBig itire Entnti !uifsebens und die ganz vrkUrzt«n
I Lzte gnlern auswachsendes ltebliterte* Endo abfililt) siml dc-muacli S>iii; n.li.-ii. Die an
 diesen Kurzzweigen iioo pebildete Knospe drflect die v«rjiihrige Narbe zui Seite und das a hflli*
 Zweiglein etoht inimer Bchcinbar terminal.

Filament sehr kurz, Antberenschuppe breit dreieckig-nmdlich, am unteren Rande mit 4—5 rundlichen, lings aufspringenden Sporangien; Pollen glatt. £ Eliiten am Ende kurzer Zweig^e, am Grunde von unfruehtbaren SchuppenblStein umgeben; Carp, mit der Fruchtschuppe grofienteils verwachsen, lanzettlicli, an der alteren Blüte die Fruehtschuppe ctwas? uberragend*), letztere breit, im **oberen** Teil **gezfiht-eillgeschlitz**; Sameiiailafo'ii 2—5 am Grunde der Fruchtsclmppe aufrecht. Zapfen aufspriijrem und nach Abfall der Samen bleibend, kugelig oder kugelig-eiförmig; Carp, lanzettlicli, spitz, bis tiber die Mitte mit der Fruehtselmppe verwacisen, nach oben zu frei, oft zuriickgobogM, **BChw&ch ver-**holzend; Fruchtsclmppe iiber das Carp, verlängert, mit 4—5 starren, linealisch lanzettlichen, spitzeTi Ziihnpn eingeschritten; Samen 2—5 ziisammengedriickt kantig, mit 8



Kig. 10a. *Oryptommiajaponica* (L. f.) Don. Zweig link* mit (J BUTton, rechts mit Krucht, chva auf «f, redu./irt. links bet A die J Biatenlhre in nat. GrOlie. a Stnm. vom Hlkkon. b ion Imieii. c ZapfensL-liujitiv rum Kllekui, d von der Srite. ?• Same, a- & rergr. iNm-li dem Li;ben; B, P, i. Anfl. II. i. p. «u.)



Pi. 1«(i. At!u;tr,i< (.tiuvtMtiti* Don. Zwi-lit mit \$ and J IIIQten. a J BiUte, b mid c Stum. (/ Alterr \$ Bltlte. r Schuppe ilarau». a—e verier. (Nad) Hu.,k. Ic T. 080; E. P. 1. AuH. II. i. V. «>.)

schmalen Fliigeln, Integument krustig, Embryo mit 2 Kotyledonen. — Holier Baum mit p^Tamidaler Krone; Aste aufrecht oder abstelionrt; **Zweigknoopea** na^kt; Blatter mebrere **Jahre** dauernd, genähert, allseitig abstehend, **Unealisch** pfriemlich, ± siclielförmig p^lm; i n. spitz. iLüten schiirfer, oben stumpfier -<-kirt.

Name von *Kgxtoi* i verborgeii) und *fitgos* (Teil) wegen der eingeschloftsenen Samen.

C. faponica (L. f.) Don, in Japan und China; jap, Sugi; in Japan von SiidkiLsbhi bis Nordhondo veriin-id't, waldbildend; wegen der Mtarkon Kntur M BChwsr aii-/u^c)iin. in welohra Grenzen die Art wild vorkommt; das Indignat in China ist noch sweifaQimft, •ngt^ptlaiizt ist. die Cryptomerie in Sild- imil Zentrnl(biii:i weit verbrcitF-i. I^ii; k;im S:uriin :nis China narb Kow, • tu;us spater vviinle illi¹ Art (lurch L o b b UU Jiipail nach Esrop* rin^cfiilirt; jetzt ist sif- in Earopa viel in Kultur und pedcibt anrh in Dentschland {pit bei gsnltgendeff Peochtigkrii ilcr I-uft nml fl«8 Bodens. In Japan ist der edelgeformte Baum sohr popular und wird in Alleen, Tempelhainen uaw.

*) Die Friehtschuppe erschrnt mniichst :ils kloiner Wiilst zwischen den SunenanlageD «n< dem Carp., der geiilhte oberc Rand entwiokelt Bish erst sp.iter.

Qbi'raL soil niter Zeii g-gplliuizt; sain leichtts. wpiBtsj, dieliics uutil vidtrotand&fiHKN llfnz ist als Hau- und Xutiholz ivit'hl-ig. Die Crjptomerie wird 20—H), gelegentlich 30—H), bla 60m hoo'h; iih-gegchtaeu biilifr. -it' eahlgiclie Stockaoagchllfn: HMtbt c*. 10 DLB MHW Mmm Un* v...i_m lE—S t-ni ljuig. Eiii« Hcihf vPi GarteDforaws riad lyekjunt, am benMkeunrerCOKtai iM di< par. i-U.ijans, tt-aJirsch^inlit'li nur cino ftxiortis Siinilin^sfonn, die ilureh lani:-re, bei, *M. vreichoie nusht abfltohentlo BUttar atugesejcliafft ist, — Vtin i IMJA, Vilatun i schreib Hayn!..i elne /.\'ii>' \rt. *. iir>r(iit) EH< s^iri ilUTch kflraoro FtBcAttBdn^yt mil kbrtert-n ZAhatii AtuzVirhjirn HO]],

Fossile Arten ilf. Kr&Utel); Die ZwtAgd und gtqffwj v-n OrgftrnmUu >f<f \<i<'ii iliiiliy Sew. aus (-ii^li^ciiii i'jozita f'ud ctar labmtlgii ti.'iii.in^ hiiir .tjiiliiji, Oespalteae Zapfonschnopeti linden sicli bei rim-r gaazsD AJIKOJII a<s^csutrl>^iit Foiaoen (VcHaia a. a.), ihf SteHang ini -vWr tniift nqsiebar, Wee gQt ftaeh fiir die als Crjptomertopsis Stopes et FiiJI bes&delmetan strnktw-bietcriiU'ii Zwrigfl aua IUT Kri-ido t'on Jtipaii, tli" abweicheodeti HolKbau seigen. Jiin ;il- i be-Bdobietee Sob ana (fan 'J>rti-lr U0lnn<'u> ist ebonfrills zivpifolhaft.

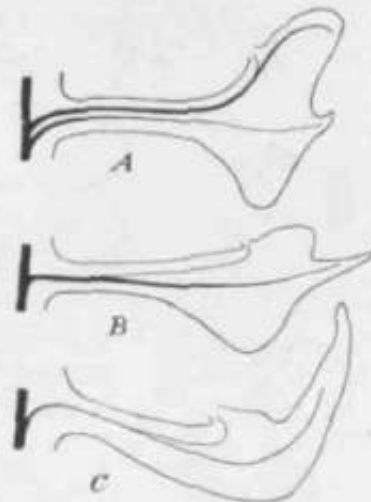
6. *Athrotaxi** D. Don, in Tmns> Linn. Soc XVIII (1839) 171 T. 13 Pig 2- Hook. Icon. T. BfP. 573, .IT): V'eitoh'a Mini, C<mif. New E<i (A. H. Kent) (1900)' 259—262; A. J. Eftmaa, in Ann. of Bot, XXVD {99iS) 26 ft. (*Arthro-inxis* EmU., Syn, Conif. (ISI'O 158 et ant.). Blüten motiD-siaoh. f liliiteii ciii/i'ln termiurl :in ktorzeo Zweigfii, am Grunde vim efnlg^i bftutigeu Schuppenbltttarn oafgeben, klein: Stam, mit il'nMivtii. zifonlich [iuDgfin, von dei BUitt n-achse srtnki'f<:61 abstel'fjidem Filament, Antherensoltupju' aufgerichtet, ellijiii>rh)>is tuvit sifsuaig, Spor&zigidn 2 (bis 3)*), vom Unterrand dm SebaP>Q aeben ilem Sfiel li'TiiMiiin^iHl. frei. ^lijixtidiHcfi. mil eiDQjn Utn^ldfi aufsprlii^ttn'!. 2 Blittfti terminal, nuniilifji-pifQrmi^: Carp, 'irliimir. KOgespitzt, llarh, jeflt>ri^, iuihrikat, fcora <Jt-k g©-Bfielt, mit breitem Hchuppenwulst; feunenanlagen 3—6 in einer Vertieftng ttntexbaib <K*s bberttD Randefi <iils Schup-penwulstes an der):i-is !>efestigt, umgewendet. mil dw Uikrop^e naeh <lr Bttais tie* Bcbnj^w geriditet, frei. Zapfen randlich-eifflrmig, holzif: bei der Reife wird * J i * -stielfOinilge Hai<is der Sdbuppl reriSngert ond stt-Jit von der Zapfenachse senkrecht ab; die Stärke des Schuppen-wulstes ist. b<i. den Arten verechieden; bei A. \$etaginoides i>t <las frtie ciffirtifre, zugespitzta Carpellende seiikreclit ;iuf^*rivljfci, IMI] r>{rt weit, iJber den Rand lies sdjwach mtwickelten Walstea Jiinnns (Fig-, 1S7), hpi A. laetfolia i-i der letstera si-irkfT antmokelt und Uegt in gleicher Holic mif tier Oarpellspitze, bei vi. Giipressaidea rag] dor dieke, brt'it K^mixiett: WtiJ-: über die kit itic fifif Spitze ties Carp, liinaits; Samen 3—6 i)fr So&appa KofUegsnd, an <U-n Seiten-ränd [m BChnal piHiire.lt, Schlude duun knistip. — KU'hie otlit mitilere Biama mit qira-ligen, iifhrrkaten, persistierend Sobnppenbl^teni — Xtunc von iSgoae {getlringt) und raiz (•^t'llmig) wejun der dientgestellten Bltfter. — Typischf* Art ^i. selwjinohh'x]>on.____

3 Arten iu Berggef^nd'n des wnatlichen Taamanien; Ober die Ontanddodj in dan Zapfin-BOhppen vgl. olen. A. setaginoides lion, bis 13—15 m hoch, stark vanweigt; Sdga vom deti bTsisti<:rendea BlJittom Ijfklei'l'.i, Blittor liis etwa 1 cm Uing, locker imtvrikat. teftwig, j-tifmlich-lanzettlich, aift dem RiKrken jfekict, h«Talilaufp(iJ. Zapftm Ms 2rin im Dturehmesseii Schuppen 7mni lane, <iü" :mf^richtote Rpitic 5mm lang. — J4. (twi/oUa Hook., Blittfii dfOrffillanzettlich, lfcht sprokeaid, ea. 6mm lauj?, an der Spftaa rfngbog^a, Z^riSen oa. 1,8 r.ij, lick. — J. cupressoides Don, Blitttar hli'in. dionibiiQb-dATndg, Mnmp^ tottagdnfl, Rb&apt ^ikiiit, Zajufeo ca. 1 m lang. foisile Arten fBS. K r & % «el): v. . . . {a mir, Athr<(>isis vesgSelieoen Fossilien diirfto Athro-tom rldtum bttnicum Mi-n]! «» JMB T'-rdllr BAbmaM .fi eh«rtea tdfirlier gchflren, vt^Nicht auch AthTotoxites Unger i iitlle UU 5<r I'iirvn Kreile vim itagonien.

7. *Taiwania* INi>nti in Journ. Liiui. Soe. XXXVII (1906) 330 {Taiwmites Hayata, nomenl).

Wichtifste spezielle Uterattir: B, Hayata, On TitiKama* a new genus of Coniferae from the Jftbtd of Fonnosn. I, C. 3*1—332, T. 10; On Taiwanian and its jiftiitiy to other gcucra, 3n Tokyo

•) Mir lag von don <\$ BJfittn mir spariiehes Material TO*; bei einer Blfte von A. cupretsobti'8 fand Hb an <i-n intercn StailliliHittern 3, tui den Obenn 2 Sporangien.



Fiir.it*.; Athrntiuit.Sehnltfftdiuroh die Zapfenschuppen mit Gefüß- rUilLrk i rinuf. B .i. lajifilia. (Nach Bames, in Aim. nf u.,r. XXVII.)

315*); *Raxopitys* SeniliB, Pinac [1856] 97; *Ratopitys* Nek ez Carr. Traitd Conif. ed. II [1867] 227: **Jacutarta Safin.**). — Biaten monfefeck. & Bltten vfeafcopflg-chiilft am Zwci-
ende; der Plttenstand geht aue einer dicken, von **Esospenschuppei**] tiililitil]t(*ti Ter-
«uaiki\ospt In'rvor, in flftr (lie Illfltctt:inlagei\ von «i*~«i 5<suppe-blätter n TfilJig pe-
deckt sind; in der Mitte der Knospe diri Anla^e d<^ **sterilen Zweige***, der durch den



Fiji. 189. ITii»Bfa^ilwf« i. maculata (Lamb.) il-ik, l.lul>-«: reohtl? StFltfti in d-r Uft te Frucl n yi K.
ITnch Bot>Mag. r a7i: i. l-l. Jnimii. T. i''' mt unil doa Lfbrn. rtmtf ttnter nut. CtrOfia a, /) stmn. c Jon-
gea. rf roifos riir]. • ftsnta im r.iin^'-^-'Imlit f iiliiu. i' c iiti'h t-l. .[Rpoti, ^/ /' nnvli BoL U N A und
lia Xittiir; K. I'. 1. Anil. II. 1. p, H •

Ijliitenstand nacli der **Anfbve** htndurchwiihst: ^u> pedrjngten, **breitfSj** der en, scharf
^espitztn Knospenschuppeu bildeu dip **Braktaen** ilcr **EJmelblfitan**; ajn **Qnmde** des
BMtenstiels in (3pr Arlisol der Braktcf >telipn zuniU-hsf .! **sterile BclmppeoWStter** von
tinen 2 transversal siml imd eines der Braktee gegei.iit>i>r steht, dann folpt ein k'urzer

*) Ber splttero Iftime *Cunningttamia* lileibt ^iilttg nuclt dein Ind. Noru. Gen. Conacrv. in
Vorh. Intern. Bot, KongT. Wien 1305.

nackter Stiel und dann der staubblattragende Teil der Rhachis; Stam. spiralig, Filament fadenförmig, Antherenschuppe rundlich-eiförmig, am Grunde mit drei ellipsoidischen, längsgeöffneten freien Sporangien. \$ Blüte terminal oder mehrere subterminal, rundlich, am Grunde von verkürzten Blättern umgeben; Carp, zahlreich, am Grunde verschmälert, nach oben zu eiförmig, gespitzt, Fruchtschuppe dünn, dem Carp, angewachsen, nach oben zu einen freien, dreilappigen Rand bildend, Samenanlagen 3 am Grunde dieses Hautrandes angewachsen, frei, umgewendet, mit der Mikropyle nach der Basis des Carp, gerichtet. Zapfen im Blütejahr reifend, aber nach Abfall der Samen bleibend, schließlich leer abfällig, kuglig-eiförmig; Schuppen locker imbrikat, lederig, am Grunde verschmälert, nach oben zu dreieckig-herzförmig, Fruchtschuppe ungefähr in der Mitte der Schuppe als schmaler freier dreilappiger, querverlaufender Rand oder als drei $\pm$ freie Schuppen sichtbar, an deren Grunde die Samen ansitzen; Samen frei, mit krustiger Schale, von einem schmalen Flügel umgeben; Kotyledonen zwei. — Bäume mit fast wirtelig gestellten Ästen; Blätter linealisch-sichelförmig. — Name nach James Cunningham, Chirurg im Dienste der englischen Compagnie um 1700.

2 Arten in China und auf Formosa. *C. lanceolata* (Lamb.) Hook. (*C. sinensis* R. Br.), in temperierten Teilen Chinas weit verbreitet, in Japan kultiviert, nach England 1804 durch W. Kerr eingeführt, in Deutschland nicht winterhart; meist kleinerer Baum, Krone schmal pyramidal, Blätter mehrere Jahre dauernd, ledrig, starr, dicht spiralig gestellt, aber $\pm$ gescheitelt, 3–7 cm lang, linealisch-sichelförmig, verschmälert, spitz, am Grunde nicht verschmälert, herablaufend, fein gesägt, unterseits neben dem Nerven mit vielen Reihen von Spaltöffnungen, Zapfen 3–4 cm lang, Schuppen bis 2 cm lang. — Verwandt *C. Konishii* Hayata von Formosa, mächtiger Baum in Gemeinschaft mit der *Taiwania* wachsend, mit kürzeren, beiderseits blaugrünen Blättern und kleineren Zapfen.

Fossile Arten (R. Kriiusel): *Cunninghamiostrobus yubariensis* Stopes et Fuji aus der Kreide Japans ist der lebenden Art sehr ähnlich. Dagegen gehören die in der Kreide häufigen, als *Cunninghamites* Sternberg bezeichneten Zweige nicht hierher. [Vgl. Kräusel, Meded. Rijks Geol. Dienst 1 A (1922) 10.]

Nur fossil bekannte Taxodiaceae (E. Kräusel).

Ceratostrobus Velenovský, Gymn. böhm. Kreide (1885) 25. — Zapfen wie bei *Sequoia*, Schildchen der Schuppen aber rhombisch, mit einem stark verlängerten Schnabel, Blätter kurz, anliegend, an *S. Couttsiae* erinnernd.

Zwei Arten in der Oberen Kreide Böhmens.

Microlepidium Velenovský, Rospr. Kr. Česk. Spol. 7 (1889) 11. — Zapfen klein, Zapfenschuppen holzig, am Rande gekerbt, von fast fächerförmiger Gestalt.

Cenoman von Böhmen, sehr an *Taxodium* erinnernd und wohl vielleicht zu den Taxodiaceen gehörend.

Echinostrobus Schimper, Traitē Pal. vĕg. 2 (1872) (*Athrotaxites* Ung. z. T.). — Zapfen kugelig, am Ende kurzer Seitentriebe; die einzelnen Carp, auf dem Rücken mit kegelförmigem Höcker. — Äste ausgebreitet mit alternierenden, abstehenden Zweigen, an denen eiförmige, zugespitzte, herablaufende Blätter spiralig angeordnet sind.

Eine Art, *E. Sternbergi* Schimp., findet sich im Oberen Jura, z. B. von Solenhofen. Trotz äußerlicher Ähnlichkeit mit *Athrotaxis* dürfte eine engere Verwandtschaft zu dieser Gattung kaum bestehen.

Geinitzia Endlicher, Syn. Conif. (1847) 280. — Zapfen zylindrisch, nicht abfallend, im reifen Zustande mit horizontal abstehenden Carp, mit dickem Stiel und sechsseitiger, tiefgenabelter Außenfläche. Zweige alternierend, mit spiralig stehenden, dichtgedrängten, sichelförmig gekrümmten, schmalen Blättern.

Wurde mehrfach in der jüngeren Kreide vom Nordrande der Alpen bis in das arktische Gebiet beobachtet; *G. cretacea* Unger in Niederösterreich; *G. formosa* Heer bei Quedlinburg; *G. hyperborea* Heer in Grönland. Ähnliche Formen Nordamerikas sind als *Eugeinitzia* Hollick et Jeffry und *Pseudogeinitzia* Holl. et Jeffr. beschrieben worden [Mem. New York Bot. Gard. 3 (1909) 38 u. f.].

Ober einige ausgestorbene Gattungen, die vielleicht zu den Taxodiaceen gehören, siehe S. 403.

Cupressaceae

von

R. Pilger.

Mit 26 Figuren.

Cupressaceae F. W. Neger, Die Nadelhölzer (Koniferen) und übrigen Gymnospermen (1907) 24 und 139, Sammlung Göschel Nr. 355.

Wichtigste allgemeine Literatur: Vgl. bei der Einleitung zu den Coniferen. Endlicher, *Coniferae* Ordo I *Cupressineae* (excl. *Taxodinae*), Syn. Conif. (1847) 3. — Parlatore, Ordo *Coniferae* Tribus *Abietineae* Subtribus IV *Cupresseae*, in DC. Prodr. XVI. 2 (1868) 366. — Benth., *Coniferae* Tribus I *Cupressineae*, in Benth. et Hook. f. Gen. PL III (1880) 421 u. 424. — Eichler, *Coniferae-Pinoideae-Cupressineae*, in E. P. I. Aufl. II. 1 (1887) 65 u. 91. — Engler, *Araucariaceae* § *Cupressineae*, Syllab. der Vorles. (1892) 62; *Pinaceae* § *Cupresseae*, 9. Aufl. (1924) 122. — Ascherson u. Graebner, *Pinaceae-Cupressoideae*, Syn. Mitteleur. Fl. 2. Aufl. I (1913) 279 u. 362. — A. Kramer, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte und des anatomischen Baues der Fruchtblätter der Cupressineen und der Placenten der Abietineen, in Flora LXVIII (1885) 519—528, 544—568, T. 9. — O. Renner, Ober Zwitterblüten bei *Juniperus communis*, in Flora LXXXIII (1903) 297—300; Über die weibliche Blüte von *Juniperus communis*, in Flora LXXXVII (1907) 421—430. — Bruno Kubart, Die weibliche Blüte von *Juniperus communis* L., in Sitz.-Ber. K. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl. CXIV Abt. 1 (1905) Sep. 29 S., 2. T. — A. Bayer, Zur Deutung der weiblichen Blüte der Cupressineen nebst Anmerkungen über *Cniphopteris*, in Beih. Bot. Centralbl. XXIII. 1. Abt. (1908) 27—44, T. 4. — A. Modry, Beiträge zur Morphologie der Cupressineenblüte, in 58. Jahresber. k. k. Staats-Realschule im III. Bezirke (Landstrasse) in Wien (1909), 16 S., 1 T. —

Herkmale. Blüten monözisch oder diözisch, klein, einzeln terminal an kurzen Zweiglein oder einzeln axillär (nur bei *Arceuthos* die § Blüten in axillären Gruppen), Sporophylle gegenständig oder in Dreierwirteln. Stam. mit kurzem Filament und breiter Antherenschuppe, die nur einseitig nach oben oder auch nach unten zu vom Filament aus schildförmig entwickelt ist; Sporangien (2—)3—6 ellipsoidisch, unter sich frei, am unteren Rande der Antherenschuppe oder vom unteren Teil des Schildes aufien ± bedeckt. § Spröfchen selten mit 1—3 terminalen Samenanlagen (*Juniperus*), meist mit ein bis mehreren Paaren oder Wirteln von Carp, oder carpelliähnlichen sterilen Schuppen, Samenanlagen eine bis viele aufrecht am Grunde des Carp. Fruchzapfen mit lederigen oder meist holzigen, bei *Juniperus* mit ± fleischigen Schuppen; Schuppen mit ± entwickeltem Auswuchs der Oberseite (Schuppenwulst), an der Frucht dachig deckend, oder klappig, oder schildförmig aneinander gedriekt, schließlic meist auseinanderweichend, bei *Juniperus* und *Arceuthos* dauernd miteinander vereint; Samen frei oder (nur bei *Arceuthos*) zu einem Steinkern vereint, ungeflügelt oder geflügelt, mit fester Schale; Kotyledonen meist 2, selten bis 5—6. — Niederliegende oder aufrechte, reich verzweigte Sträucher oder Bäume; Blätter dekussiert oder in Dreierwirteln, Jugendblätter nadelförmig, von Blattkissen abfallend, Folgebliitter seltener nadelförmig, meist klein schuppenförmig und am Zweiglein herablaufend, dichtgestellt, oft die Kantenblätter an den Zweiglein von den Flächenblättern verschieden.

Vegetationsorgane. Unter den C. finden sich Sträucher und Bäume; im allgemeinen überwiegen kleine und mittlere Formen (z. B. die meisten *Juniperus*-Arten, *Callitris*, *Cupressus*), doch erreichen eine Anzahl von Arten auch gewaltige Ausmaße; so wird *Juniperus procera* bis 40 m hoch, *TJbocedrus decurrens* 50 m, *Fitzroya* 55 m, *Chamaecyparis Laivsoniana* bis über 60 m. *Thuja plicata* (*Th. gigantea*) bis 70 m. Oft wird eine schmale und dichte Krone ausgebildet (*Cypressen-Foim*), doch wechselt das auch bei derselben Art; so sind von *Cupressus sempervirens* zwei Formen mit schmaler und breiter Krone bekannt. Strauchig entwickelt ohne durchlaufenden Hauptstamm sind besonders eine Anzahl Arten von *Juniperus*. *J. communis* ist dabei entweder aufrecht, von dichtem Wuchs oder niederliegend bis kriechend (var. *nana*), ebenso kriechen *J. conferta*, *J. prostrata*, *J. sabina*. Strauchige oder niedrig baumartige Formen sind oft nebeneinander bei den *Juniperus*-Arten entwickelt. Lang- und Kurzzweige sind morphologisch nicht scharf gegeneinander abgegrenzt; doch unterscheiden sich die Leittriebe, die die eigentliche Verzweigung bewirken, durch Länge, Dauer und längere Internodien von den kurzzweigenähnlichen Zweiglein, mit denen die Seitentriebe überall reichlich verzweigt sind. Hervor-

zuheben ist, daß sich der Jahreszuwachs mehrfach verzweigen kann (verzweigter Jahrestrieb), was im Zusammenhang mit dem Fehlen beschuppter Laubknospen steht; hierin ist ein Gegensatz zu den einfachen Jahrestrieben der meisten Pinaceen (bei *Pinus* Verzweigung des Langtriebes mit Kurz Zweigen im selben Jahr). Viele von den kurzen Zweigenden mit 2 oder besonders zahlreich mit 3 Blüthen und wachsen dann nicht weiter. Die Zweige können allseitig gleichmäßig ausgebildet (häufig 4-kantig) und beblättert sein und dann auch nach allen Seiten Zweiglein hervorbringen, so die *Juniperus*-Arten mit Nadelblättern, *Libocedrus tetragona*, *Fitzroya*. Häufiger aber stehen die zahlreichen letzten Verzweigungen der Zweige in einer Ebene, die Zweige sind abgeflacht, das ganze System der Zweiglein ist fächerartig oder kann den Eindruck eines Fiederblattes hervorbringen (sehr ausgeprägt bei *Libocedrus*-Arten). Das hängt mit der Form der Schuppenblätter wesentlich zusammen, die an den Kanten der Zweige anders als an der Fläche gestaltet sind; die Kantenblätter sind ferner an der Ober- und Unterseite des Zweigsystems verschieden (vgl. unten bei »Blätter«), so daß dasselbe wie ein Blatt bifacial gebaut ist. Das in eine Ebene fallende System der Zweiglein ist dabei meist horizontal ausgebreitet, kann aber auch vertikal gerichtet sein (auffallend bei *Thuja orientalis*).

Nur selten werden beschuppte Laubknospen ausgebildet, in typischer Form nur bei *Arceuthos*, wo die eiförmigen Blattknospen starre, spitze Knospenschuppen besitzen; bei *Juniperus communis* ist ein Übergang zu beschuppten Knospen vorhanden, indem die Knospen von Nadeln bedeckt sind, die durch geringere Länge von den gewöhnlichen Nadelblättern abweichen. Sonst sind die Knospen nackt, die Vegetationsruhe wird nicht durch die Ausbildung von Niederblättern markiert, die die Anlage des neuen Triebes decken.

Die Laubblätter sind entweder kreuzgegenständig oder stehen in Dreierwirteln.

Zunächst ist der Gegensatz zwischen den Jugendblättern und den Folgeblättern zu beachten. Die Jugendblätter, die auf die Kotedonen folgen, sind immer nadelförmig und stehen allermeist in Dreierwirteln, selten (z. B. *J. communis*) auch in Viererwirteln. Sie gliedern sich an ihrer Basis vom Zweig ab, ohne ein Blattkissen zu hinterlassen (vgl. A. D a g u i l l o n, Sur les feuilles primordiales des Cupressinées, in Cptes, Rend. Acad. Sc. Paris 128 [1899] 256—259; R. H i c k e l, Graines et plantules des Conifères, in Bull. Soc. Dendrod. France [1911]). Über die Fixierung der Jugendformen (»Retinosporen«) vgl. bei *Chamaecypariss*. Die Folgeblätter sind nur bei den Arten von *Juniperus* Sekt. *Oxycedrus* und einer Anzahl Arten von Sekt. *Sabina* nadelförmig, in Dreierwirtel gestellt, sonst sind sie im ausgesprochenen morphologischen Gegensatz zu den Jugendblättern klein schuppenförmig. Die Nadelblätter der erwähnten Formen sind auch relativ kurz, meist starr und oft stechend, gerade oder gekrümmt, sie lösen sich vom Zweig ab und laufen nicht an ihm herunter; die Spaltöffnungen befinden sich nur auf der Oberseite, und zwar ist nur ein Streifen mit Spaltöffnungen kenntlich (z. B. *Juniperus communis*) oder der Mittelnerv tritt etwas zwischen zwei Spaltöffnungsstreifen hervor. Die schuppenförmigen Folgeblätter, wie sie bei den meisten Arten ausgebildet werden, haben meist nur eine kleine freie Spitze; sie laufen, ohne sich nach der Basis stielartig zu verschmälern, breit am Zweig herunter und bedecken diesen; sie werden daher auch nicht, wie die Blätter der Pinaceen, von Blattkissen abgegliedert, sondern sterben am Zweig ab und werden durch die Rindenbildung abgestoßen; oft decken sich die Schuppenblätter, die meist in dekussierten Paaren, selten in Dreierwirteln stehen, stark; auf der Rücken- (Unterseite) tritt ± eine ovale oder längliche Drüse hervor. Es ist zwischen zwei Typen zu unterscheiden; entweder sind bei rundlichen oder kantigen Zweiglein (vgl. oben) die Schuppenblätter alle gleichartig oder es sind bei abgeflachten Zweiglein verschieden geformte Kanten- und Flächenblätter vorhanden. Im ersteren Falle können die Schuppenblätter ± übereinanderfallen oder sich nur mit den Rändern berühren. Ziemlich starke Deckung der Blätter ist z. B. bei *Libocedrus tetragona* vorhanden; die Zweige sind vierkantig, die Blätter stehen in vier Reihen; sie sind alle gleich, dick, schmal eiförmig, stumpflich, oberseits konkav und bis auf den dicken Rand von Spaltöffnungsreihen silbergrau; ebenso decken sich die Blätter bei *Callitropsis*, wo sie in Viererwirteln stehen. Bei *Fitzroya* haben die oblongen, abstehenden, deckenden Schuppenblätter die Spaltöffnungen in zwei silbergrauen Streifen auf der Unterseite. Bei *Cupressus* ist die Deckung der Schuppenblätter verschieden; bei *Cupressus sempervirens* decken die Blätter einander an den kurzen Seitenzweiglein, während an den Leittrieben der am Zweig herunterlaufende

led viel lenger 1st Bei *Junipmts subina* erreicht die Spifcse des anliegenden Blattes genifJe <li. BaHis des flariiljeretehendeii Bhtttaj, so daB bei der schief rbonibiechen Gestalt der Blatter das Zweiglein wie gefoldert arschknt; SpaltfifTnungeii kommen nur auf der Uberaeite (Itmeri.seite) vor, die grOfitenteite angewachsen jut. Bei *J. phoenicva* deckt <ia- gegen die Spitze des Blattcs die Basis .Irs dariibersu'lienclen etwas. Bei (*Mlttris* (mbon die



Fig. 190. Zwtiifjiin viT^Hii.Mj., r Oupremaoaa mil BcbuppenUttorn. .1 Am^Hnu wfrfan I, *Juniperus pkamtieta* i. 0 Ltngssabnitl dnnth den /.<t<iu- and das h«ntbUcfead« liiutt mli Hu " -/; *Fusrajfa empty&aidet* iM^llmc) Jbbiutou, /; Hlitn V.III *I,T Dntewefte. F ntroctott 'ViihD Bfhten. -ff Oytntmi* MMjwvfrwu L. - // ff TTbtaptr dotabwht L.I ftf«b. et Zucc von utx'ii. / ZH., (K TOD iint.n. CQnenwhnttt /.- « *Thuja.pUatta* Doa & Zwda von (i,,u von tmtOQ. -V. 0 Liutt^M-hridt- in IM-Jden tUohtungan. /' Ckamiucyparf* „r,t^, sich „1 Zucc *Libocedrus ui-f;*, „i,<it) fuk-fr. /; BUTi von der ObOHWite, S Lbandrun chiUiit fDoii) Kml - r /• *Libocedrus pltimma* V<>n^ Snr^iiii. r Jouger, U Klterer Zweig: 0 r /•

in Dreierwih>in stein•mi< u BiattcLeii nur eine jranz Heine freic S^tee, de litufeu abpr lane am Zwe^eb) fcenorter, da& durch die fitter bedeckt nnd ihircii Qe Wirtei geriiedart wird; die berablaofenden Blaticile Bind durcii Furehea vontinaoder ptrooait, mid xwar sind sie entweder thieli (das Zweiglein dan 11 Ta-t drehrund, nur (sin schnial ffefnrehti oder mit atujupfer Laugskante und neben diesnr jederseits mit ± ausgepr%ter Fnrche verseheiu

Im aweiten Falle sind an den ± abgeflaefcten Zweigen verstlieden gefornite Kanten imd Flilclienblattcr zu unterscheiaen; die FlitdienblattHT liegen breMich dm ab-

geflachten beiden Seiten des Zweigleins auf, die Kantenblätter sind $\pm$ vom Rücken (von der Unterseite) her zusammengedrückt und umfassen die Zweigkanten; die Oberseite ist dabei dem Zweig größtenteils angewachsen, so daß von außen nur die beiden Teile der Unterseite (auf der Ober- und Unterseite des Zweigsystems) sichtbar sind. Die Oberseite und Unterseite des Systems der Zweiglein, dem also je eine Hälfte der Unterseite (Rückenseite) der Kantenblätter angehört, kann nun besonders in der Färbung durch die Anordnung der Spaltöffnungen verschieden sein. Nehmen wir als Beispiel *Thujopsis dolabrata*. Die Flächenblätter stoßen aneinander; sie sind spatelig, stumpflich und haben unterseits zwei schmale silbergraue Streifen neben dem Kiel; die Kantenblätter sind in den Paaren deutlich voneinander getrennt, stark zusammengedrückt, sichelförmig-lanzettlich und haben nur auf dem nach der Zweigunterseite gewandten Teil einen breiten silbergrauen Streifen; der Unterschied in der Färbung der Oberseite und Unterseite des Zweiges ist also auffallend. Ebenso ist bei *Thuja plicata* (im Gegensatz zu *Thuja occidentalis*) und bei *Chamaecyparis pisifera* die Oberseite und Unterseite des Zweiges verschieden. In den beiden erwähnten Fällen stoßen die Flächenblätter mit ihren Spitzen aneinander, bilden also eine fortlaufende Reihe; in anderen Fällen werden die kleinen Flächenblätter durch die von der Seite her aneinanderstoßenden Kantenblätter voneinander getrennt. Das ist z. B. bei *Libocedrus*-Arten der Fall, etwa *L. papuanus*; die Zweiglein sind stark zusammengedrückt, die kleinen Flächenblätter sind durch die lang zusammenstoßenden Kantenblätter weit voneinander getrennt, Spaltöffnungstreifen sind nur auf der Zweigunterseite sichtbar. Hierher gehört auch *Chamaecyparis obtusa*, bei der die Flächenblätter durch einen kleinen Streifen der zusammenstoßenden Kantenblätter getrennt sind.

In anderen Fällen ist bei Verschiedenheit von Flächen- und Kantenblättern ein wesentlicher Unterschied zwischen Oberseite und Unterseite des Zweiges nicht gegeben. Auch dann kann die Deckung der Schuppenblätter wieder recht variieren. Bei *Libocedrus decurrens* (vgl. Fig. 206) laufen die Blätter schmal lang herab, die Flächenblätter sind in der Fläche des Zweiges bis zum Grunde zwischen den Kantenblättern sichtbar. Bei *Libocedrus chilensis* sind dagegen (ebenso wie bei der oben erwähnten Art *L. papuanus*) die kleinen fast quadratischen Flächenblätter durch die zusammenstoßenden Kantenblätter bedeutend getrennt, die Kantenblätter tragen (im Gegensatz zu *L. papuanus*) auf beiden Flächen ihrer Rückseite (Unterseite) Spaltöffnungsfurchen.

Anatomic der Vegetationsorgane.

Literatur vgl. bei *Pinaceae*. Ferner: W. Rushton, Structure of the Wood of Himalayan Junipers, in Journ. Linn. Soc. XLIII (1915) 1—13, T. 1. — P. S i n z, Bau, Wandlungen und Neubildungen der sekundären Rinde der Cupressineen, in Botan. Archiv VIII (1924) 40—63, T. 1—8.

Bei den meist schuppenförmigen Blättern der *C.* ist eine deutliche Sonderung von Palissadengewebe und Schwammparenchym nicht vorhanden. Die Spaltöffnungen stehen auf der Oberseite oder auf der Unterseite oder auf beiden, und zwar fast überall regellos zerstreut, wobei oft die Mittelrippe frei bleibt. Das Blatt wird von einem Gefäßbündel durchzogen. Zwischen diesem und der unteren Epidermis liegt ein Harzgang oder eine Harzdriese. Der Harzbehälter ist entweder oberflächlich und wird als Kiel der Blattunterseite (z. B. *Juniperus communis*) oder als Drüse (z. B. *Thuja occidentalis*) oder als dunkler grün erscheinende Furche (z. B. *Chamaecyparis nutkaensis*, *Cupressus*) bemerklich, oder er liegt unter dem Gefäßbündel, von der Oberhaut durch Parenchym getrennt. Ausnahmsweise kommen zwei seitliche akzessorische Harzbehälter vor (*Thuja occidentalis* usw.). Die kurzen Harzdriisen entsprechen den Harzgängen länger gestreckter Blätter; tragen die Arten in der Jugend Nadelblätter, später Schuppenblätter, so haben die ersteren immer längere Harzgänge.

In der Anatomie des Stammes herrscht große Obereinstimmung mit den Taxodiaceen. Die Jahresringe sind schmal, das Spätholz nimmt in ihnen nur eine sehr schmale Zone ein. Harzgänge fehlen dem Stamm, dagegen sind parenchymatische Harzzellen zerstreut, oft nur in geringer Zahl. Die Markstrahlen sind einreihig oder auch zweireihig; ihre verdickten Wände sind oft ungetüpfelt, doch kommen auch bei einer Reihe von Arten (*Thuja*, *Juniperus*, *Libocedrus*) einfache Tüpfel vor; die Kreuzungsfeldtüpfel haben im Spätholz eine rundliche Hofbegrenzung (oft schwach sichtbar) und einen schmal elliptischen, schräg bis steil schräg gerichteten Porus, im Frühholz wird der Porus breiter und horizontal.

In der primären Rinde finden sich Harzgänge, die mit denen der Blätter zusammenhängen; Steinzellen fehlen. Die Elemente der jungen sekundären Rinde sind sehr regel-

mäßig konzentrisch geschichtet; im Querschnitt treten Bastzellen in einzelnen tangentialen Reihen auf, denen jederseits eine Reihe Siebröhren anliegt; zwischen diesen liegt eine Reihe Parenchymzellen. Die Folge der Zellreihen ist also: Bastzellen, Siebröhren, Parenchym, Siebröhren, Bastzellen usw. Die radial hindurch verlaufenden Markstrahlen sind einreihig und niemals sklerotisiert. In den Membranen der Bastzellen und Parenchymzellen ist reichlich Kristallsand vorhanden.

Diese regelmäßige Folge der Zellelemente im jungen («proterogenen» nach Sinz) Gewebe der sekundären Rinde wird aber bald durch Neubildungen («hysterogene Bildungen» nach Sinz) gestört, die bei der zunehmenden Dicke des Zweiges und der tangentialen Dehnung auf treten und in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Cambium stehen. Die Lücken in der durch das Dickenwachstum tangential gestreckten Rinde hat ein Parenchymgewebe aus weitlumigen Zellen zu füllen, das durch allseitige Teilung aus den normalen Parenchymzellen der sekundären Rinde entsteht. Diese sind zylindrisch bis tonnenförmig, allmählich auf dem Querschnitt mehr in die Breite verzogen, die hysterogenen Zellen werden isodiametrisch, groß, die später gebildeten führen keine Stärke mehr. Sinz denkt an die Funktion als Wassergewebe, so daß also dieses Gewebe nicht nur lückenfüllend wäre als Folgeerscheinung des Dickenwachstums, sondern auch von biologischer Bedeutung.

Das mechanische System wird natürlich hysterogen durch das Parenchym stark aufgelockert, in dünne Bänder und schließlich in einzelne Fasern aufgelöst, doch bewahrt es eine gewisse Festigkeit, indem die Fasern netzförmig verbunden bleiben und die Lücken von Parenchym ausgefüllt werden.

Bei schwacher Vergrößerung sind die hysterogenen Parenchymmassen auf Querschnitten als Keile kenntlich, deren Basis nach außen zu liegt und die spitz nach der inneren Rinde zu vordringen.

Harzgänge sind in der sekundären Rinde oft nur spärlich entwickelt, aber wohl überall vorhanden; sie sind hysterogener Natur und entstehen schizogen durch Auseinanderweichen von Parenchymzellen. Zwei benachbarte Parenchymbänder lösen sich von den dazwischen gelegenen Siebröhren los, erst nur auf eine tangentiale Strecke von wenigen Zellen, dann weiter fortschreitend über eine geringere oder beträchtlichere tangentiale Breite; das bereits quergeteilte Parenchym tritt in tangentiale Teilung und schafft so ein zweischichtiges Epithel. Der Harzgang, in den hinein von den Epithelzellen Harz ausgeschieden wird, erweitert sich radial und im Lumen des Behälters liegt das mittlere Bastfaserband des an der Gangbildung beteiligten Jahresringes. Während also die Entstehung schizogen ist, können wohl diese in der Lücke gelegenen Elemente der Auflösung verfallen, also später lysigene Vorgänge sich an der Ausbildung beteiligen. Die Gänge können sich längs weit durch die Rinde erstrecken. Auf dem Querschnitt bleiben sie z. B. bei *Juniperus sabina* nur schmal, bei anderen Arten aber verlängern sie sich horizontal bandförmig, so daß sie z. B. bei *Cupressus sempervirens* bis $\frac{1}{e}$ des Kreisumfanges einnehmen können.

Das Periderm bleibt lange erhalten, die Zweige bleiben also lange glatt; es entsteht nicht unmittelbar unter der Epidermis, sondern etwas tiefer in der Rinde. Später bildet sich eine dünne, abblätternde Borke.

Der Bau der Wurzel ist ähnlich wie bei den Taxodiaceen. Die Wurzeln sind meist tetrarch. Die Verdickungsbänder in den äußeren Zellschichten sind stark entwickelt.

Blütenverhältnisse. Die Blüten der C. sind meistens monözisch, wobei oft ♂ und ♀ Blüten in unmittelbarer Nähe nebeneinander auftreten, seltener diözisch. So kommen bei *Juniperus* diözische Arten vor, wie *J. chinensis* oder *J. communis*. Doch finden sich bei *J. communis* auch monözische Exemplare, indem vorwiegend ♂ oder vorwiegend ♀ Exemplare auch Blüten des anderen Geschlechtes in geringer Zahl hervorbringen. *J. sabina* ist diözisch oder monözisch, gewöhnlich mit Überwiegen des einen Geschlechtes. Die Blütenbildung ist meist sehr reichlich.

Die ♀ Blüten sind klein, nur wenige Millimeter lang, oblong bis eiförmig oder zylindrisch, und bestehen aus mehreren Paaren oder Dreierwirteln von Stam.; diese Stellung richtet sich nach der Stellung der vegetativen Blätter. Meist sind die Blüten an kurzen Zweiglein einzeln terminal, die Schuppenblätter der Zweige gehen ohne weiteres in die Stam. über. Bei *Callitris* stehen die Blüten gewöhnlich nicht einzeln, sondern die Zweiglein tragen unter der Endblüte seitlich mehrere axilläre.

geflachten beiden Seiten des Zweigleins auf, die Kantenblätter sind $\pm$ vom Kiicken (von der Unterseite) her zusammengedrückt und umfassen die Zweigkanten; die Oberseite ist dabei dem Zweig größtenteils angewachsen, so daß von außen nur die beiden Teile der Unterseite (auf der Ober- und Unterseite des Zweigsystems) sichtbar sind. Die Oberseite und Unterseite des Systems der Zweiglein, dem also je eine Hälfte der Unterseite (Rückenseite) der Kantenblätter angehört, kann nun besonders in der Färbung durch die Anordnung der Spaltöffnungen verschieden sein. Nehmen wir als Beispiel *Thujopsis dolabrata*. Die Flächenblätter stoßen aneinander; sie sind spatelig, stumpflich und haben unterseits zwei schmale silbergraue Streifen neben dem Kiel; die Kantenblätter sind in den Paaren deutlich voneinander getrennt, stark zusammengedrückt, sichelförmig-lanzettlich und haben nur auf dem nach der Zweigunterseite gewandten Teil einen breiten silbergrauen Streifen; der Unterschied in der Färbung der Oberseite und Unterseite des Zweiges ist also auffallend. Ebenso ist bei *Thuja plicata* (im Gegensatz zu *Thuja occidentalis*) und bei *Chamaecyparis pisifera* die Oberseite und Unterseite des Zweiges verschieden. In den beiden erwähnten Fällen stoßen die Flächenblätter mit ihren Spitzen aneinander, bilden also eine fortlaufende Reihe; in anderen Fällen werden die kleinen Flächenblätter durch die von der Seite her aneinanderstoßenden Kantenblätter voneinander getrennt. Das ist z. B. bei *Libocedrus*-Arten der Fall, etwa *L. papuanus*; die Zweiglein sind stark zusammengedrückt, die kleinen Flächenblätter sind durch die lang zusammenstoßenden Kantenblätter weit voneinander getrennt, Spaltöffnungstreifen sind nur auf der Zweigunterseite sichtbar. Hierher gehört auch *Chamaecyparis obtusa*, bei der die Flächenblätter durch einen kleinen Streifen der zusammenstoßenden Kantenblätter getrennt sind.

In anderen Fällen ist bei Verschiedenheit von Flächen- und Kantenblättern ein wesentlicher Unterschied zwischen Oberseite und Unterseite des Zweiges nicht gegeben. Auch dann kann die Deckung der Schuppenblätter wieder recht variieren. Bei *Libocedrus decurrens* (vgl. Fig. 206) laufen die Blätter schmal lang herab, die Flächenblätter sind in der Fläche des Zweiges bis zum Grunde zwischen den Kantenblättern sichtbar. Bei *Libocedrus chilensis* sind dagegen (ebenso wie bei der oben erwähnten Art *L. papuanus*) die kleinen fast quadratischen Flächenblätter durch die zusammenstoßenden Kantenblätter bedeutend getrennt, die Kantenblätter tragen (im Gegensatz zu *L. papuanus*) auf beiden Flächen ihrer Rückseite (Unterseite) Spaltöffnungsfurchen.

Anatomic der Vegetationsorgane.

Literatur vgl. bei *Pinaceae*. Ferner: W. Rushton, Structure of the Wood of Himalayan Junipers, in Journ. Linn. Soc. XLIII (1915) 1—13, T. 1. — P. Sinz, Bau, Wandlungen und Neubildungen der sekundären Rinde der Cupressineen, in Botan. Archiv VIII (1924) 40—63, T. 1—8. —

Bei den meist schuppenförmigen Blättern der C. ist eine deutliche Sonderung von Palissadengewebe und Schwammparenchym nicht vorhanden. Die Spaltöffnungen stehen auf der Oberseite oder auf der Unterseite oder auf beiden, und zwar fast überall regellos zerstreut, wobei oft die Mittelrippe frei bleibt. Das Blatt wird von einem Gefäßbündel durchzogen. Zwischen diesem und der unteren Epidermis liegt ein Harzgang oder eine Harzdrüse. Der Harzbehälter ist entweder oberflächlich und wird als Kiel der Blattunterseite (z. B. *Juniperus communis*) oder als Drüse (z. B. *Thuja occidentalis*) oder als dunkler grün erscheinende Furchie (z. B. *Chamaecyparis nutkaensis*, *Cupressus*) bemerklich, oder er liegt unter dem Gefäßbündel, von der Oberhaut durch Parenchym getrennt. Ausnahmsweise kommen zwei seitliche akzessorische Harzbehälter vor (*Thuja occidentalis* usw.). Die kurzen Harzdriisen entsprechen den Harzgängen länger gestreckter Blätter; tragen die Arten in der Jugend Nadclblätter, später Schuppenblätter, so haben die ersteren immer längere Harzgänge.

In der Anatomie des Stammes herrscht große Übereinstimmung mit den Taxodiaceen. Die Jahresringe sind schmal, das Spätholz nimmt in ihnen nur eine sehr schmale Zone ein. Harzgänge fehlen dem Stamm, dagegen sind parenchymatische Harzzellen zerstreut, oft nur in geringer Zahl. Die Markstrahlen sind einreihig oder auch zweireihig; ihre verdickten Wände sind oft ungetüpfelt, doch kommen auch bei einer Reihe von Arten (*Thuja*, *Juniperus*, *Libocedrus*) einfache Tüpfel vor; die Kreuzungsfeldtüpfel haben im Spätholz eine rundliche Hofbegrenzung (oft schwach sichtbar) und einen schmal elliptischen, schräg bis steil schräg gerichteten Porus, im Frühholz wird der Porus breiter und horizontal.

In der primären Rinde finden sich Harzgänge, die mit denen der Blätter zusammenhängen; Steinzellen fehlen. Die Elemente der jungen sekundären Rinde sind sehr regel-

mäßig konzentrisch geschichtet; im Querschnitt treten Bastzellen in einzelnen tangentialen Reihen auf, denen jederseits eine Reihe Siebröhren anliegt; zwischen diesen liegt eine Reihe Parenchymzellen. Die Folge der Zellreihe ist also: Bastzellen, Siebröhren, Parenchym, Siebröhren, Bastzellen usw. Die radial hindurch verlaufenden Markstralien sind einreihig und niemals sklerotisiert. In den Membranen der Bastzellen und Parenchymzellen ist reichlich Kristallsand vorhanden.

Diese regelmäßige Folge der Zellelemente im jungen (»proterogenen« nach S i n z) Oiewebe der sekundären Rinde wird aber bald durch Neubildungen (»hysterogene Bildungen« nach S i n z) gestört, die bei der zunehmenden Dicke des Zweiges und der tangentialen Dehnung auftreten und in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Cambium stehen. Die Lücken in der durch das Dickenwachstum tangential gestreckten Rinde hat ein Parenchymgewebe aus weitlumigen Zellen zu füllen, das durch allseitige Teilung aus den normalen Parenchymzellen der sekundären Rinde entsteht. Diese sind zylindrisch bis tonnenförmig, allmählich auf dem Querschnitt mehr in die Breite verzogen, die hysterogenen Zellen werden isodiametrisch, groß, die später gebildeten führen keine Stärke mehr. S i n z denkt an die Funktion als Wassergewebe, so daß also dieses Gewebe nicht nur lückenfüllend wäre als Folgeerscheinung des Dickenwachstums, sondern auch von biologischer Bedeutung.

Das mechanische System wird natürlich hysterogen durch das Parenchym stark aufgelockert, in dünne Bänder und schließlich in einzelne Fasern aufgelöst, doch bewahrt es eine gewisse Festigkeit, indem die Fasern netzförmig verbunden bleiben und die Lücken von Parenchym ausgefüllt werden.

Bei schwacher Vergrößerung sind die hysterogenen Parenchymmassen auf Querschnitten als Keile kenntlich, deren Basis nach außen zu liegt und die spitz nach der inneren Rinde zu vordringen.

Harzgänge sind in der sekundären Rinde oft nur spärlich entwickelt, aber wohl überall vorhanden; sie sind hysterogener Natur und entstehen schizogen durch Auseinanderweichen von Parenchymzellen. Zwei benachbarte Parenchymbänder lösen sich von den dazwischen gelegenen Siebröhren los, erst nur auf eine tangentiale Strecke von wenigen Zellen, dann weiter fortschreitend über eine geringere oder beträchtlichere tangentiale Breite; das bereits quergeteilte Parenchym tritt in tangentiale Teilung und schafft so ein zweischichtiges Epithel. Der Harzgang, in den hinein von den Epithelzellen Harz ausgeschieden wird, erweitert sich radial und im Lumen des Behälters liegt das mittlere Bastfaserband des an der Gangbildung beteiligten Jahresringes. Während also die Entstehung schizogen ist, können wohl diese in der Lücke gelegenen Elemente der Auflösung verfallen, also später lysigene Vorgänge sich an der Ausbildung beteiligen. Die Gänge können sich langs weit durch die Rinde erstrecken. Auf dem Querschnitt bleiben sie z. B. bei *Juniperus sabina* nur schmal, bei anderen Arten aber verlängern sie sich horizontal bandförmig, so daß sie z. B. bei *Cupressus sempervirens* bis $\frac{1}{2}$ des Kreisumfanges einnehmen können.

Das Periderm bleibt lange erhalten, die Zweige bleiben also lange glatt; es entsteht nicht unmittelbar unter der Epidermis, sondern etwas tiefer in der Rinde. Später bildet sich eine dünne, abblätternde Borke.

Der Bau der Wurzel ist ähnlich wie bei den Taxodiaceen. Die Wurzeln sind meist tetrarch. Die Verdickungsbinden in den äußeren Zellschichten sind stark entwickelt.

Blütenverhältnisse. Die Blüten der *C.* sind meistens monoözisch, wobei oft σ und σ Blüten in unmittelbarer Nähe nebeneinander auftreten, seltener dioözisch. So kommen bei *Juniperus* diozösische Arten vor, wie *J. chinensis* oder *J. communis*. Doch finden sich bei *J. communis* auch monozösische Exemplare, indem vorwiegend σ oder vorwiegend σ Exemplare auch Blüten des anderen Geschlechtes in geringer Zahl hervorbringen. *J. sabina* ist dioözisch oder monoözisch, gewöhnlich mit Überwiegen des einen Geschlechtes. Die Blütenbildung ist meist sehr reichlich.

Die σ Blüten sind klein, nur wenige Millimeter lang, oblong bis eiförmig oder zylindrisch, und bestehen aus mehreren Paaren oder Dreierwirteln von Stam.; diese Stellung richtet sich nach der Stellung der vegetativen Blätter. Meist sind die Blüten an kurzen Zweiglein einzeln terminal, die Schuppenblätter der Zweige gehen ohne weiteres in die Stam. über. Bei *Callitris* stehen die Blüten gewöhnlich nicht einzeln, sondern die Zweiglein tragen unter der Endblüte seitlich mehrere axillare.

Bei *Libocedrus*-Arten (*L. macrolepis*), bei denen die sterilen Zweiglein abgeflacht sind, sind die Zweiglein, die am Ende σ oder g Blüten tragen, rundlich und mit kleineren, breiteren, gedrängten gleichmässigen Schuppenblättern bedeckt. Bei *Juniperus* Sect. *Oxycedrus* sind die σ Blüten einzeln axillär, d. h. der Kurztrieb der σ Blüte trägt nur einige gedrängte Schuppenblätter, die von denen der sterilen Zweige verschieden sind; sie umgeben die Basis der Blüte. Bei *Arceuthos* sind die Blüten in der Knospe von harten Knospenschuppen völlig umhüllt, und zwar gemeinsam zu mehreren in einer Knospe (vgl. die Gattungsbeschreibung).

Die Sporophylle gehen von bilateraler Blattform in Schildform über. Bei *Juniperus communis* z. B. ist ein kurzer Stiel vorhanden, der in eine breite aufgerichtete Antherenschuppe übergeht; diese trägt am unteren Rande neben dem Stiel mehrere unter sich freie elliptische Sporangien, die nach unten zu frei herausragen. Nun wird bei den meisten Arten der C. die Antherenschuppe über das Ende des Stieles hinaus nach unten zu verlängert, so daß ein hypopeltates Schildblatt entsteht, daß $\pm$ einseitig ist, indem der obere Teil über dem Stiel meist länger ist und sich nach oben zu verschmälert, während der untere Teil breit gerundet oder mehr abgestutzt ist. Durch den unteren Teil des Schildes werden die jungen Sporangien bei der freien Stellung der Blüte geschützt; man kann die hypopeltate Form als Fortbildung aus der bilateralen auffassen (Näheres darüber vgl. in der Einleitung S. 156). Eine verhältnismäßig primitive Form hat z. B. *Juniperus rigida*; die Antherenschuppe ist dreieckig-spitzlich und nicht nach unten zu über den Stiel hinaus verlängert (ebenso wie *J. communis* und *Chamaecyparis pisifera*, bei welcher Art die Schuppe rundlich ist). Bei *J. sabina* ist dagegen der ganze Schild fast kreisförmig, nach oben zu nur wenig verschmälert, und dabei wenig exzentrisch, der untere Teil also sehr lang; ähnlich *Thuja occidentalis*. Bei *Thujopsis dolabrata* ist der fast kreisförmige Schild starker exzentrisch, der untere Teil kürzer. Bei *Libocedrus decurrens* ist die schildförmige Schuppe rundlich-eiförmig, nach oben zu spitzlich, der untere Teil ca. $\frac{1}{2}$ so lang als der obere. Bei *Widdringtonia cupressoides* ist die Schuppe breit gerundet, hat aber eine dreieckige $\pm$ abgesetzte Spitze, die Sporangien sehen noch etwas über den unteren Rand der Schuppe hervor; bei *Tetraclinis* und bei *Callitriche*-Arten deckt die breit gerundete Schuppe mit ihrem unteren Teil die Sporangien vollständig.

Die Zahl der Sporangien beträgt (2—)3—6 (—7); häufig ist die Zahl der Sporangien an den oberen Stam. geringer als an den unteren; so sind bei *Juniperus communis* an den Stam. des zweitobersten Wirtels nur zwei Sporangien ausgebildet und am Gipfel der Blüte stehen unter völliger Reduktion der Antherenschuppe einzelne gestielte Sporangien. Die Sporangien springen nach innen mit einem breiten Riß oder mit einem breiten lochartigen Spalt auf. Die Pollenkörner haben keine Flugblasen.

Weibliche Blüte und Frucht. Die Stellung der σ Blüten ist ähnlich wie die der σ , sie sind meist an kurzen Zweigen terminal. Ihre Zahl ist oft eine sehr große, wenn auch nicht in dem Maße, wie es bei den σ der Fall ist. Bei *Juniperus* Sect. *Oxycedrus* sind die Blüten einzeln axillär, d. h. sie stellen kleine Sprößchen dar, die am Grunde von sterilen Schuppen umgeben sind, die in ihrer Form völlig von den Laubblättern abweichen. Auch bei *Arceuthos* sind (im Gegensatz zu den σ Blüten bei dieser Gattung) die σ Blüten einzeln axillär; das Sprößchen beginnt mit zwei transversalen Schuppenblättern, die von den folgenden Quirlen eiförmiger, spitzer Schuppenblätter etwas abgerückt sein können.

Die wichtigsten Merkmale der σ Blüten bei den C. sind folgende. In ganz jungen Stadien sind die Carp. deutlich einfach (es ist keine Scheidung von Deck- und Fruchtschuppe vorhanden), allmählich entwickelt sich ein Schuppenwulst, durch dessen verschiedenartige Ausbildung besonders die mannigfache Zapfenform bedingt wird. Die Carp. stehen in Paaren oder in Dreierwirteln, meist sind in ihrer unmittelbaren Nähe carpellartige Blätter ohne Samenanlagen vorhanden, die $\pm$ an der Zapfenbildung teilnehmen. Die Samenanlagen stehen aufrecht einzeln bis viele am Grunde der Carp., selten (*Juniperus* Sect. *Oxycedrus*, einzelne Arten von *J.* Sect. *Sabina*) terminal am Sprößchen. Die Mikropyle ist breit geöffnet, nach der Bestäubung wird sie geschlossen; der Nucellus ist vom Integument frei.

Der Verschluss der Mikropyle erfolgt durch starkes Auswachsen der inneren Zellreihen des Integumentes über dem Nucellus; hierin verhalten sich wohl die meisten Arten der C. gleich, für *Widdringtonia cupressoides* gibt es an, daß der Kanal wohl stark verengt wird, daß aber doch kein völliger Verschluss erfolgt. Für einige Arten (*Juniperus*)

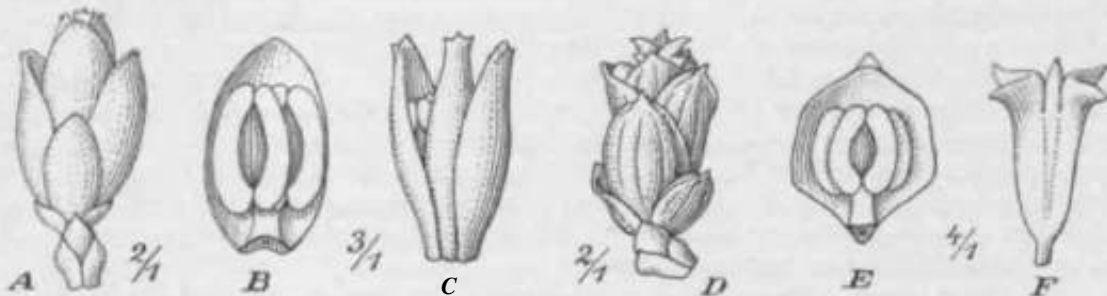
wird angegeben, daß zur Zeit der Bestäubung die Zellen am Nucellusgipfel degenerieren und zusammenfallen, so daß eine schüsselförmige Einsenkung entsteht, in der die Pollenkörner liegen; wie weit diese Erscheinung in der Familie verbreitet ist, ist nicht bekannt.

Sehen wir zunächst von den Formen mit terminalen Samenanlagen ab (vgl. S. 371), so haben wir in der Blüte deutlich entwickelte Carp. (Megasporophylle) mit basalen aufrechten Samenanlagen. Die Zahl der Carp. in der kleinen Blüte ist nur gering (nur 2 bei *Libocedrus* und *Diselma*, 3 in einem Wirtel bei *Fitzroya*). Sehr schwankend ist die Zahl der Samenanlagen am einzelnen Carp., am größten bei *Cupressus*-Arten (bis 20) dann bei *Callitris* (bis 15); bei *Juniperus* Sect., *Sabina* tragen die Carp. meist 2, aber bei einzelnen Arten auch bis 6 (bis 10) Samenanlagen, bei *Chamaecyparis* 2—4, bei *Tetraclinis* und *Fitzroya* 3, bei *Thuja* 1—3, bei *Actinostrobus*, *Diselma*, *Libocedrus*, *Fokienia* 2, bei *Arceuthos* 1 Samenanlage. Ofters ist die Zahl der Samenanlagen nicht konstant: bei *Juniperus sabina* z. B. sind normal zwei Carp. mit je 2 Samenanlagen vorhanden, doch können von den vier Samenanlagen 1—2 ausfallen. Für *J. phoenicea* seien (nach Herbarexemplaren) für eine Anzahl von Blüten die Zahlen der Carp. und der Samenanlagen angegeben: 1. 2 Paar Carp., das untere mit 2 und 1 (in der Mitte vor der Schuppe stehend) das obere mit 2 und 2 Samenanlagen, im ganzen 7; 2. 2 Paar Carp., vom unteren eines steril, eines mit 2 Samenanlagen, das obere mit 2 und 2 Samenanlagen, im ganzen 6; so zweimal; 3. 2 Paar Carp., das untere mit 2 und 2, das obere mit 1 und 1 Samenanlagen, im ganzen 6; 4. 3 Paar Carp., das untere mit 2 und 2, das mittlere mit 2 und 1, das obere mit 1 und 1 Samenanlagen, im ganzen 9. Bei *J. chinensis* zeigten (bei einem Herbarexemplar aus China) vier Blüten eines Zweiges folgende Stellungen der Samenanlagen: 1. 2 Paar carpelförmiger Schuppen (die am Aufbau der Frucht teilnehmen), unteres Paar mit 2 und 2 Samenanlagen, oberes steril; zweimal; 2. 3 Paar Schuppen, das mittlere fertil, mit 2 und 1 Samenanlage (letztere seitlich am Carp.); 3. 2 Paar Schuppen, vom unteren Paar eine steril, die andere mit 2 Samenanlagen, oberes Paar steril. Über die bei *Thuja*-Arten vorkommenden Variationen sind die Angaben im systematischen Teil zu vergleichen.

Der kleine Blütenzapfen ist oft nicht deutlich gegen den sterilen Teil des Zweigleins abgegrenzt, an dessen Ende er steht. Es treten dann Schuppen auf, die in ihrer Form sich den Carp. annähern, auch einen Schuppenwulst ± stark hervortreten lassen und auch an der Zapfenbildung teilnehmen können. Ebenso sind in der fertilen Region oft einzelne carpelförmige Schuppen steril oder der Blütenzapfen wird über den Carp. mit ± reduzierten sterilen Schuppen fortgesetzt, die die sogenannte Columella bilden. Scharfer abgegrenzt ist die Blüte z. B. bei *Cupressus*, *Callitris* oder *Fitzroya*. Bei *Actinostrobus* sind dagegen die sechs Carp. von zahlreichen sterilen Schuppen in Dreierwirteln umgeben, die nach oben zu immer größer werden (näheres bei der Gattungsbeschreibung); auch bei *Arceuthos* sind die 3 obersten Schuppen, die Carp. bilden, von mehreren Quirlen ihnen in der Form angenähelter steriler Schuppen umgeben, die auch an der Frucht Anteil nehmen; das gleiche gilt oft für einen unteren Quirl bei *Juniperus* Sect. *Sabina*. Bei *Fitzroya* stehen unter den 3 Carp. 3 sterile kleinere Schuppen, die einen schwächer ausgebildeten Schuppenwulst haben. Auch bei *Thuja* und *Libocedrus* sind die unteren, kürzeren, am Zapfen teilnehmenden Schuppen steril.

Die oberhalb der Carp. auftretenden Schuppen können diesen noch ähneln oder auch stark modifiziert sein; sie verschmelzen oft zu einem ± einheitlichen Gebilde, der Columella. Bei *Tetraclinis* ist oberhalb der Carp. die Achse nicht fortgesetzt, sterile Schuppen oder eine Columella fehlen also, die Ansatzstellen der Samen bedecken in der Frucht den ganzen Raum zwischen den ausgebreiteten Carp. Bei *Thuja orientalis* können die beiden Schuppen des obersten sterilen Paares miteinander verwachsen sein, ihre Enden sind dann zurückgekrümmt, ohne daß ein Schuppenwulst ausgebildet wird; oder aber diese kleineren Schuppen sind völlig voneinander frei und zeigen eine schwache Ausbildung des Schuppenwulstes. Bei *Thuja occidentalis* können 1—2 sterile Schuppenpaare über den Carp. auftreten; sind 2 Paare vorhanden, so sind die Schuppen des unteren Paares schmal lanzettlich, von der Seite zusammengedrückt, im unteren Teil verwachsen, die des oberen Paares bilden zwischen ihnen hervortretend eine einheitliche, pfriemliche Columella. Bei *Thuja plicata* bilden gewöhnlich 2 Paare von Schuppen eine keilförmige längere Columella; die Zusammensetzung aus 4 Schuppen läßt sich noch durch die Zahnung an der Spitze erkennen, oder es lassen sich auch noch die schmalen langgestreckten Schuppen des unteren Paares von einem zwischen ihnen stehenden pfriemlichen, oben zweizahnigen

Uebijde trennen, das aus der Venvaclitning tier retluzierten Schluppen des obetaten I'aares entstanden ist. Selten sirid tlie imteren S^appen fertU imd itnr das uhvrv I'uar bilriet die Columella. Bei *Vhujopsia* t=ind die bciden UIJ-TJUJ-II Sdmppcu in elm- afcgefiachte ffeelw, in tier Fliidif keilfarmipe ColumUa verwach&en, deien fn'ii' Spi&en bSrachenfSnnJg, eiii-warts gekrumint .-<ini. Bui *Libocedrus* Sect *HfiJerm* wind ffbei don lieidm Carp. BWei Stbuppooi^yare zu einer rlicli.'ti *Vhuia* verrini (vjii. nltiAres im systemtttfechea Teil). w-jlirornl bei irect. *Eulthocetiux* (JWr den Onrp. imr eta ki'jiner liiii'/tt'iclier xyJitnlriM-li»-r Aetaeniorateatz ala Kunlimeit cine.s Srjiiil.),i-np;itf- jici iimlt't. In get Bliite von *Fitzroya* sind fiber den Carp, dm klcinc pftiamliehfl oiler kf-uli^e ^t-irk bawhaltige, trocken glasige K6rper voxhanden, die einen modiftdertea Scrappenwirtel darstellen^ bei *Discinn* findet sich a» Hirer Stefle i> in oin hi'it IIIIHT kU-iuu-r OValer, ilirklirlur Kfirpi-r, -tdcr dieser ist ± gesjaltfn uidt erwwt SM seine ZusaHim«i«e*Ettng ;ms E«ei Bfihnppe) entsptechentl der zweis&feligcdi Itliiie. Baj *CttOSria* i>t tea Zeuteton dee Zapfens eiin- tmfach kt^elige oder gelappte, baxn odet lingere Cohnaelta voibsatden. Aiiiei Wi Jimigwrus kommen ba der incite kh&ta Btoile Schttppen Bbcr den Cup. vorj so Bind i>ei ^ . *jthuctimi* zvroi kieine, dk-kliche, fast zylij)drii?clit* oder lanzettlicliP rfdnippji vnrliauden (tlier di<sn' verwachsen tu. ekiem breiten, tlariion Qebildp nit '2 hiiriK'IK'iifBnnipfn Spiti^n; .in dW«r Ver« H heung



Vitc. mi. *i'huju*. A-V *T/i. occidentalis* L. I Fruchtzapfen. 0 Carp mir Siiuu-n ' Die In-hliii >iiarsten Schuippsn uuil-Culinnt'IIH. - / ' - P /A. /n>-.ii., Don. P Fruchtzapfen. ' Owp mil Baumwa. Co Foll- OrgltuU.)

U:um in dor Mittf IMH-II miei ein kleiner fleischiger Km per teilnehmen, dt;r *li< \:nt'<i-tnung eines neuen Paares darstellt.

Von besonderer Bedeutung f#ir die Qecta^ung doa fitano BHttenza^Eeai and dw FruchtUnprcns i>i die Auebildung dsn Sdtailipsoirofcrte», d> run- Mifa raicfaisdaiM wdp k:im. E)B BALfi ziitiaciiM lifrvin-frelinlien uciiiii-n. dafl in jini^i n M;idi«a Htfte di>iili ein fACfae Schmppeiiilil-uec. t'aj p.. \urlutiiden sind. an defifin sieli daim im oberen Teil di'r Schnppeirmtlift erbett Zur Zeit det Beetaabttag Ed die Differencierang <pr diebt fiwr-einanderetebaidea Carp, in dar kletnen BMtte oocti gezitag and diete >un\ ± tlach au<*. n lreillei, so riali die MUndmtjr IIT Mikrn)yle an den nnfierliten S:nmn:inl;tt:t'ti. RQ der •in Ht'sUiihiuu;strj>]de» lu* i vn rtritt. Bei liegt U:ld nac i ihr Jettigung wt-nlen li'e basalen Satneuanlagen durt die krSftige BBtwckhmng dea Walstes SberwaDI nod BO zum Schutze his zur Keife verl'Orjren. I>JUHI weieljeu nm YuW-A (lit* Schuppen 'init A usnahme von ittnifTtis) wieder auB(*jjiiancl«r und expoziftrao die Samen. N'nr bi'i Ushrna behalt, unwell irii Mich dein mir vorlir^enderi Hfr1>armateria| UrteDen katm. die r.'ir|)hil^ chuppe ibro Form daiiernd nhwv Hcr:m>l'ildiriir eint'.- SchluppenwnbttM fad. Difl Hliili' isl liier t«r minal, *las obentQ S<tnppeol>Ukttpaat dea ZwtdgeimB isi etwM vargrASert, Duai folgoi tlie beiden BlaUjiare der Kltlr; nur die Sdtuppeu dea obsraa Poftna eintl Car]), mil je zwei Samenanlagen; ?ie sind bnnt elliptiBeb, w,ilirend die Sehuppoo <W± Etnterraa Piuxcfl rni[dii(-h'(gifiirmi^, OM.it ohea zn et.was verftdtmUei Bkld. I>»' Seliuppen finer JIIMLI n Frucht. ileren Samcn lire FWgd ectwickeli habeo, beha3t«n dlese S<<t>H, olnte dafi ilureli *inen SelnilipiMiwalst dii^ Spii'e anf den Hiicken der /:i|>riji-e!iiipjt^l heral^ciiriU-kt u-trd; fio ibid ftwa ir, mui tang, ladertg, ini anterra Teil dicker «ls im oberea

hi. i;itwirk)uti'r 308 Sc)inpli«-iivulst!- in jttegsten mid [iirt^fseiliriltfien StadieD wurde an emigen Fonactn wai Kramer varfolgt. Bed *Thuja oeddentais* werfen Be \$ Itliiten mil den S-imenanlagen im Merist ;mL^legt Die Owp. beaitsen sum den Charakter effitoa veg<tailTeD BUTtea and werden #i« dle«ea ran riimm QeffiSbftndti thrcb* zogen. Daa bleibt, so bis zum aKAttOD rniltjafir. hum vergrOfiert sioli dag Oup. unil

zugleich, noch vor der Bestäubung, zeigt sich ein Querwulst auf der Innenseite etwas oberhalb der Mitte, der allmählich heranwächst. Um Mitte Mai steht die Spitze des Carp. und das Ende des von ihm gebildeten Wulstes ziemlich auf der gleichen Höhe. Nun bilden sich auch neue Gefäßbündel heraus, die nach dem Wulst führen, der stärkerer Ernährung bedarf, und zwar sind 7—9 (bei *Th. plicata* bis gegen 20) Bündel mit umgekehrtem Xylem zu beiden Seiten des ursprünglichen vorhanden. »Neben der allgemeinen Grössenzunahme des Fruchtblattes und Ausbildung des Wulstes ist noch ein verstärktes Wachstum auf der Unterseite des Blattes in der Nähe der Basis zu konstatieren. Hierdurch geschieht es, dass die Fruchtblätter nach Befruchtung der Eichen an einander gepresst werden und eine eigentümliche Art der Vereinigung derselben unter sich dadurch entsteht, dass die sich gegenüberliegenden Epidermiszellen papillöse Fortsätze treiben, welche in einander greifen und alsdann an ihren Enden kugel- bis keulenförmig anschwellen.«

Hiernach berechtigt nichts zu der öfters vertretenen Anschauung, daß bei den *C.* Deckschuppe und Fruchtschuppe miteinander »verwachsen« seien, eine Anschauung, die von den Verhältnissen bei den Pinaceen ausgeht und diese auf die *C.* überträgt. Weder ist ontogenetisch eine Verwachsung nachzuweisen, noch braucht diese in der Phylogenese vorausgesetzt zu werden; die einzige Stütze für die Annahme kann im Gefäßbündelverlauf gegeben werden, doch handelt es sich hier um eine ebensowohl für die Fruchtschuppe wie für den Schuppenwulst bei der starken Entwicklung der Gewebe notwendige Nahrungsversorgung, die morphologisch ohne Bedeutung ist.

Bei *Thuja orientalis* zeigt sich die erste Andeutung des Schuppenwulstes im Frühjahr etwas unterhalb der Blattmitte. Durch seine Größenzunahme wird die Carpellspitze nach außen gebogen. »Ist dies geschehen, so beginnt bald unterhalb derjenigen Region, welche die Krümmung der Blattspitze hervorgebracht hat, eine energische Zellbildung, welche, in vertikaler Richtung zur Blattfläche fortschreitend, den eigentlichen und fortan bleibenden Wulst auf dem Fruchtblatt zu Stande bringt.«

Auch bei *Chamaecyparis* und *Cupressus*, bei welchen Gattungen später das Carp. zur Schildform übergeht, sind die ersten Stadien der Entwicklung des Schuppenwulstes mit denen von *Thuja occidentalis* zu vergleichen. Im Frühjahr macht sich z. B. bei *Ch. Lawsoniana* der Schuppenwulst ebenfalls durch eine leichte Aufwölbung der Carpelloberseite bemerklich, die sich bald vergrößert. Daneben ist aber eine »ebenso beträchtliche Anschwellung auf der Unterseite, in der Nähe der Basis zu konstatieren. Die Entstehung dieser ist der schon geschilderten ganz ähnlich, nur machen sich in dem sonst kleinzelligen Gewebe schon frühzeitig weite Harzgänge bemerkbar, welche zur Vergrößerung des Wulstes beitragen. Da aber diese Veränderungen nicht allein in der Medianlinie des Fruchtblattes, sondern auch zu beiden Seiten derselben auftreten, so erklärt es sich, dass durch eine derartige Entwicklung das Fruchtblatt nach allen Richtungen hin ungemein anschwillt. Erwägt man nun, dass mit der Zeit diese Anschwellungen immer beträchtlicher werden und dieselben zugleich an sämtlichen Fruchtblättern erscheinen, so erhellt, dass sich die letzteren bald gegenseitig in ihrem Wachstum hemmen und formbildend auf einander einwirken werden. Durch eine solche Entwicklung geschieht es daher, dass das Fruchtblatt, von aussen betrachtet, bald eine fünfseitige Gestalt annimmt, auf deren Mitte sich die ehemalige Blattspitze als ein kleiner Vorsprung erhebt.«

Damit ist schon der Übergang zum Zapfenstadium beschrieben, auf das jetzt noch etwas näher eingegangen sei. Die Zapfen der *C.* sind klein, da nur immer wenige Schuppen an ihrem Aufbau teilnehmen; die größten Formen finden sich bei *Cupressus*- und *Callitris*-Arten. Die Schuppen werden lederig oder meist holzig, seltener werden sie einigermassen fleischig oder lederig-fleischig. So sind sie lange bei *Thuja orientalis* etwas fleischig, von blaulichgrüner Farbe, schließlich aber trocknen sie fast holzig aus. Dauernd fleischig oder lederig-fleischig bleiben sie bei *Arceuthos* und *Juniperus*, wobei auch sterile Schuppen unterhalb der Carp. sich verdickend am Zapfen teilnehmen; die Konsistenz des Fruchtfleisches ist recht verschieden, es kann trockner und faserig oder weicher und sehr harzreich sein.

Stets legen sich die Schuppen so aneinander, daß die jungen Samen bedeckt und eingeschlossen werden. Nach der weiteren Entwicklungsform des Carp. und besonders des Schuppenwulstes ergeben sich vier verschiedene Zapfentypen: 1. Die Zapfenschuppen greifen sich teilweise deckend übereinander, 2. die Zapfenschuppen legen sich klappig in einer Ebene aneinander; zwischen beiden Formen kommen Übergänge vor; 3. die Zapfen-

schuppen legen sich schildförmig aneinander; 4. die Zapfenschuppen verwachsen zu einem Beeren- oder Steinzapfen. Der erste Fall liegt bei *Thuja* vor; der Zapfen ist schlank, aus relativ schmalen, etwa oblongen Schuppen aufgebaut, die übereinander fallen und fest aneinanderliegend die jungen Samen einschließen; bei der Reife sperren sie von oben her auseinander. Bei Sect. *Euthuja* vergrößert sich die Schuppe im ganzen, der Schuppenwulst tritt nicht auffallend hervor, sondern bildet nur, von der Carpellspitze durch eine flache Einsenkung getrennt, einen schmalen Rand in gleicher Höhe mit dieser. Bei *Thuja occidentalis* ist das untere (sterile oder fertile) Schuppenpaar fast so lang wie der ganze Zapfen, die oberen Paare ragen*also nur wenig über dasselbe hinaus, am Grunde kann noch ein kleines, aber den Laubblättern gegenüber stark vergrößertes Schuppenpaar am Zapfen teilnehmen; bei *Th. plicata* sind die oberen Schuppenpaare länger als die unteren, das unterste ist etwa halb so lang als der Zapfen. Stärker ist die Ausprägung des Schuppenwulstes bei Sect. *Biota*; bei *Th. orientalis* wird dadurch die Spitze der dicken Schuppe stark nach außen gedrückt.

Geringer ist die Deckung etwa bei *Thujopsis* und *Fitzroya*, doch ist zu bemerken, daß die Carp, oder carpellähnlichen Schuppen nicht wie bei *Callitris* usw. in einem Wirtel klappig aneinander liegen, sondern in den Wirteln abwechselnd übereinander stehen. Bei *Fitzroya patagonica* ist noch in älteren Stadien der 2 Blüte, wenn die Samenanlagen schon stark entwickelt sind und Flügel besitzen, das fleischige, rundlich eiförmige, nach der Spitze verschmälerte Carp, mit seiner Spitze aufrecht, doch verläuft quer oberhalb der Samenanlagen ein fleischiger Wulst. Erst später erhebt sich der Wulst breit gerundet über die Carpellspitze in der Weise, daß die Schuppe von innen gesehen gleichmäßig obovat erscheint, während außen die Carpellspitze unterhalb des gerundeten oberen Randes zu sehen ist. Die unterhalb der Carp, stehenden drei sterilen carpellähnlichen Schuppen sind kleiner, der gerundete dicke Schuppenwulst ragt nur wenig über die Carpellspitze hinweg. Über den Schuppenwulst bei *Libocedrus* vgl. die Beschreibung der Gattung. Eigenartig ist die Entwicklung der ziemlich zahlreichen Zapfenschuppen bei *Fokienia*; die dicken Schuppen sind von außen gesehen schildförmig, so daß ein Übergang zur *Cupressus*-Form vorliegt; doch verschmälern sich die Schuppen vom Schildchen aus nach ihrer Basis gleichmäßig keilförmig und sperren weit auseinander.

Bei einer Reihe von Gattungen ordnen sich bei der Entwicklung des Fruchtzapfens die Carp, und die carpellähnlichen sterilen Schuppen in der Weise an, daß sie kranzförmig ungefähr in gleicher Höhe in einer Ebene stehen und sich auch mit den Rändern nicht decken, sondern völlig klappig aneinanderschließen; gewöhnlich weichen sie dann bei der Reife weit klappig auseinander. Bei *Actinostrobus* sind auch am Fruchtzapfen die sechs gewirtelten klappigen Carp, noch von abwechselnden Dreierwirteln kleinerer steriler Schuppen umgeben (vgl. Gattungsbeschreibung), bei *Callitris* und Verwandten hebt sich der 3—6-klappige Zapfen scharf von der sterilen Region des Zweiges ab. Über die Entwicklung des Schuppenwulstes bei *Tetraclinis* und *Callitris* vgl. die Gattungsbeschreibung. Die Schuppen werden bei der Reife holzig und vergrößern sich stark; bei *Callitris* sind die aus dem unteren Wirtel hervorgegangenen meist etwas kleiner und schmaler. Die Spitze des Carp, wird durch den Schuppenwulst ± auf den Rücken der Schuppe am Zapfen herabgerückt.

Bei *Cupressus* und *Chamaecyparis* wird, wie schon oben erwähnt, nicht nur durch die Entwicklung des Schuppenwulstes die Carpellspitze herabgerückt, sondern die Carp, wachsen auch an der Basis und den Seiten aus. Da die gedrängt stehenden Carpellpaare die Internodien nicht entsprechend verlängern, müssen die Carp, vom Zentrum des Zapfens aus sich nach allen Seiten richten und der Zapfen gewinnt so kugelige Gestalt. Die Schuppen hemmen sich gegenseitig in ihrem Wachstum und werden schließlich fest aneinanderschließend schildförmig; in der Mitte des Schildes erhebt sich als kleiner Mucro die Carpellspitze. Von den außen sichtbaren, dicken und holzigen Schildern aus verschmälern sich die Schuppen nach dem Zentrum zu stielartig.

In allen beschriebenen Fällen sind die Zapfenschuppen trocken und meist holzig; der Zapfen öffnet sich schließlich durch Auseinanderweichen der Schuppen, die Samen können ausfallen. Bei *Arceuthos* und *Juniperus* dagegen bleibt der Zapfen unter völliger Vereinigung der lederig-fleischigen bis fleischigen Schuppen dauernd geschlossen und fällt im ganzen mit dem Samen ab. Während bei *Juniperus* die hartschaligen Samen im Inneren des Zapfens voneinander frei sind, also ein Beerenzapfen vorliegt, entsteht bei *Arceuthos*

eine Art Steinzapfen, indem die Samen zu einem knochenharten Gebilde verwachsen (vgl. Gattungsbeschreibung).

Der Schuppenwulst entsteht bei *Juniperus* oberhalb der Samenanlagen und bedeckt diese, sich schnell vergrößernd; wenn die Schuppenwülste sich berühren, so verwachsen sie durch Bildung von Papillen an den Epidermiszellen, die ineinandergreifen.

Eine Anzahl von *Juniperus*-Arten zeigen sich dadurch von allen übrigen Cupressaceen verschieden, daß die Samenanlagen hier nicht ohne weiteres auf Carp, zu beziehen sind, sondern am Blütenstrebchen terminal sind. Das gilt für die ganze Section *Oxycedrus* sowie für mehrere *Sabina-Aiten* (*J. recurva*, *J. squamata*). Bei den letzteren ist im Zapfen nur eine terminale Samenanlage vorhanden. Es lagen mir von den betreffenden Arten keine jungen Blüten vor, die ältere Blüte oder junge Frucht läßt keine sichere Deutung der Stellung der Samenanlage zu, doch ist es wohl im Vergleich mit den anderen *Sabina*-Arten, bei denen die Samenanlagen deutlich auf Carp, zu beziehen sind, anzunehmen, daß in der Bildung der Samenanlagen eine starke Reduktion eingetreten ist und die einzige noch vorhandene nicht echt terminal ist, sondern zu einer der Schuppen als Carp, gehört.

Im Bau des Strebchens von *Juniperus recurva* zeigen sich mannigfache Variationen. Es beginnt stets mit 2 kleinen schuppenförmigen transversalen Vorblättchen, dann folgen (an mehreren untersuchten Strebchen) zwei Dreierwirtel steriler Schuppenblättchen ohne Wulst, dann ein Wirtel von Schuppen, die die junge Frucht bilden. Diese sind dick, stark durch basales Wachstum verlängert und völlig miteinander vereint; die drei Wülste bilden vereint von oben gesehen eine fast flache Platte, in deren Mitte nur eine kleine Öffnung bleibt, in der die Spitze der Mikropyle der einzigen Samenanlage sichtbar ist. Vom Rande der Platte stehen die freien Spitzen der Schuppen ab. Ein Längsschnitt zeigt, daß die drei Schuppen eine krugförmige Höhlung mit sehr schmaler Mündung (der erwähnten Öffnung) umschließen; am Grunde dieser Höhlung steht in der Mitte aufrecht die Samenanlage. Sterile Schuppen oberhalb der drei Schuppen mit Wulst sind nicht vorhanden. Die Zugehörigkeit der Samenanlage zu einer Schuppe deutet folgender Fall an: Auf die beiden transversalen Vorblättchen folgt nur ein Wirtel kleiner Schuppen ohne Wulst, dann schließen vier Schuppen mit Wulst zur jungen (etwa 3 mm langen) Frucht zusammen, und zwar zunächst ein Wirtel von 3 Blättern, von denen eines etwas höher steht und einen stärkeren Wulst hat, und dann höher ein einzelnes Schuppenblatt mit starkem Wulst. Alle vier umschließen wieder eine Höhlung, in der die Samenanlage steht. Im Vergleich zum erstbeschriebenen Fall kann man annehmen, daß der dort vorhandene zweite Wirtel von einfachen Schuppenblättern hier in die Frucht eingetreten ist und daß von dem Wirtel, der dort die Frucht bildet, nur eine Schuppe übrig geblieben ist, zu der die Samenanlage gehört. In einem dritten Fall sind wiederum zwei Wirtel einfacher Schuppenblätter vorhanden, nur ein Blatt des oberen nimmt ein wenig an der Fruchtbildung teil; dann folgen nur zwei Schuppen mit dicken Wülsten, die in gleicher Höhe stehend wesentlich die Frucht bilden; in der Mitte der durch die beiden Wülste gebildeten Platte ist die Samenanlage sichtbar.

Regelmäßiger und gleichartig ist die Stellung der Samenanlagen bei den Arten der Section *Oxycedrus*. Es sind normal drei Samenanlagen vorhanden, die mit den obersten drei carpellähnlichen Schuppenblättern deutlich abwechseln und eng aneinanderstehend den Gipfel des Strebchens einnehmen, die Achse ist über sie hinaus normal nicht verlängert. Bei *J. communis* fand K u b a r t gelegentlich eine kurze Fortsetzung der Achse über dem Wirtel der Samenanlagen, einmal war diese auch dreiteilig, stellte also die Anlage eines neuen Wirtels dar; »in der überwiegenden Zahl ist jedoch mit dem Samenanlagenwirtel die Achse abgeschlossen.« Der Beerenzapfen wird meist nur aus den drei erwähnten Schuppen gebildet.

Die weiblichen Blütenstrebchen von *J. communis* sind zunächst Laubknospen ähnlich; sie stehen einzeln axillär aufrecht und bestehen aus mehreren Dreierwirteln von Schuppenblättern, mit deren letzten die Samenanlagen abwechseln, die zur Blütezeit mit ihrer Mikropyle frei herausragen. Die obersten drei Schuppen, die wir als Carp, bezeichnen wollen, und die später den Beerenzapfen bilden, sind in der Jugend einfache Blattgebilde wie die unteren Schuppen; die Entwicklung des Schuppenwulstes macht sich zunächst als kleine Anschwellung in der Mitte des Carp, bemerklich. Bemerkenswert ist die frühzeitige Verwachsung der Carp., auf die schon K r a m e r (1885) hinweist: »Nicht unerwähnt bleibe,

dass die Fruchtblätter schon von Anfang an am Grunde vereinigt sind und durch intensives, intercalares Wachstum dieser vereinigten Blattbasen die drei Ovula beträchtlich in die Höhe gehoben werden. Durch diesen Vorgang erlangt auch die gesamte Blüte die Form einer Glocke, an deren Rande die drei Blattendigungen zipfelartig hervorragen. Nachdem so das ganze Gebilde sehr rasch und beträchtlich an Größe zugenommen hat, beginnt erst jede der auf den Fruchtblättern entstandenen, noch geringen Anschwellungen sich zu entwickeln. Sie überragen bald durch ihre Größenzunahme die ursprünglichen Blattspitzen und drängen zugleich dieselben etwas nach auswärts, während sie nach und nach die vorhandene glockenförmige Öffnung der Blüten verengen. Diese Verwachsung ist schon stark ausgebildet, wenn die Samenanlagen noch frei herausragen. So zeigte ein 4 mm langes Blütensproßchen von *J. rigida* folgendes Verhalten: Es wechseln ca. 5 Dreierwirtel kleiner steriler Schuppen miteinander ab; sie sind lederig, breit dreieckig bis rundlich-dreieckig, stumpflich bis kaum spitzlich, imbricat, die unteren 1 mm lang, die oberen etwas länger. Von diesen sterilen Schuppen heben sich die drei 2,5 mm langen, im unteren Teil glockig vereinten Carp, scharf ab. Die drei endständigen Samenanlagen, die mit ihrer Stielhülle zweilappigen Mikropyle etwas nach außen gekrümmte sind, sind 2 mm lang und überragen die Carpellspitzen beträchtlich.

Die Schuppen willste schließen bei weiterer Entwicklung über den Samenanlagen zusammen, so daß die jungen Samen in das Innere des Beerenzapfens gelangen. Bei *J. communis* sind im Juli die Beerenzapfen bereits geschlossen.

Von der normalen Form kommen bei *J. communis* zahlreiche Abweichungen vor; die Schröter und Kirchner (1906) folgendermaßen zusammenfassen: »So sind bisweilen bei normaler Anzahl der sterilen Schuppenblätter statt dreien 4 fertile Schuppen vorhanden, oder die ganze weibliche Blüte ist nach der 2-Zahl oder nach der 4-Zahl gebaut; auch der Fall ist beobachtet, daß bei normaler 3-Zahl der Quirlglieder eine Umbildung der oberen Hochblätter zu Fruchtblättern eintritt, welche entweder alle oder zum Teil steril bleiben oder auch fertil werden können; endlich kommt eine Vermehrung der Fruchtblätter auf 6 und ein mangelhaftes Verwachsen derselben vor. Auch teilweise Spaltung eines Fruchtblattes kann eintreten.« Vgl. auch Bayer im folgenden.

Die verschiedenen Erklärungen der eigenartigen Stellung der Samenanlagen bei *J. communis* und Verwandten sind schon bei der allgemeinen Betrachtung der Blüte in der Einleitung zu den Coniferen berührt worden; ich gehe hier noch kurz auf die Arbeiten einiger neuerer Autoren ein. K ub a r t (1905) zieht seine Folgerungen aus der Entwicklungsgeschichte. Die Untersuchung junger Sproßchen zeigt regelmäßig abwechselnde Wirtel von Blattgebilden; den letzten Wirtel bilden die Samenanlagen. In der Ontogenese ist keinerlei Verschiebung der Samenanlagen nachzuweisen; es werden auch nur drei angelegt. Die Samenanlagen sind danach einfach als umgebildete Blätter zu deuten (was der älteren Ansicht von Sachs entspricht). Die Wülste, die die Samenanlagen später einschließen, entsprechen einem Arillargebilde. Damit wendet sich K ub a r t also gegen die mehrfach vorgebrachte Deutung (Strasburger usw.), nach der die Samenanlagen zu dem unter ihnen stehenden Schuppen wirtel getoren. Ursprünglich trug danach jedes Carp, zwei Samenanlagen, aus Raumangel wurde nur eine Samenanlage immer auf einer Seite des Carp, entwickelt; diese Reduktion wurde konstant, so daß normal die Samenanlagen anscheinend mit den Sporophyllen, zu denen sie gehören, alternieren. Die K ub a r t'sche Erklärung wurde in mehreren Kritiken abgelehnt. So schreibt M o d r y (1909): »Eine solche Auffassung mußte natürlich eine scharfe Abgrenzung von *J. Oxycedrus* und den anderen Junipereen zur Folge haben, wodurch die Reihe der Junipereen zerrissen wird. Abgesehen davon aber kann ich mich mit der K ub a r t'schen Auffassung nicht befreunden, da ich mir ganz gut vorstellen kann, daß die Blätter, die die Wacholderbeere bilden, wirklich Fruchtblätter sind, die Samenanlagen aber eine seitliche Verschiebung erfahren. Eine solche seitliche Verschiebung hat sich ja auch bei der *Thuja* nachweisen lassen. Die Notwendigkeit der Annahme eines Arillargewebes fällt damit von selbst weg . . . « Bayer weist auf die öfters auftretenden 1—2 accessorischen Samenanlagen hin, die zeigen, daß auch zwei Samenanlagen an der Schuppe angelegt werden können. Die Samenanlagen gehören also zu diesen Schuppen als Carp. Aus der abwechselnden Stellung darf man nicht folgern, daß die Samenanlagen umgebildete Carp, darstellen. Auch die Beobachtung der jüngsten Stadien beweist nichts, da die Stelle, an der die Samenanlage von Anfang an angelegt wird, bereits erblich fixiert ist.

Mir scheinen diese Kritiken begründet, da nicht anzunehmen ist, daß im Unikreis der Gattung *Juniperus* (*Oxycedrus* + *Sabina*) einmal die Samenanlage einem ganzen Carp, entspricht, das andere Mal an einem Carp, steht. Auch bei *Sabina* kann nach Reduktion und Verschiebung eine einzelne Samenanlage terminal werden.

Nicht selten sind bei *Juniperus* die Beerenzapfen nicht vollkommen geschlossen, so daß die Samen $\pm$ frei liegen. G. Beck v. Mannagetta (Sitz.Ber.K. Akad. Wissensch. Wien, Math.-naturw. Klasse, Abt. I, Bd. 126, 6. und 7. Heft [1917]) gibt eine Übersicht über die bekannten Fälle und führt die ältere Literatur an. Seine Resultate sind folgende: 1. Einzelne Pflanzenindividuen der meisten *Juniperus*-Arten bilden Früchte mit entblößten Samen aus. Nur selten kommen letztere auch unter normalen Früchten vor. 2. Bei den Arten der Sektion *Oxycedrus* erfolgt die Entblößung der Samen durch das Auseinanderklaffen der Spitzen der drei unter den Samen stehenden Schuppen, seltener durch das Unterbleiben oder den geringeren Grad der Verwachsung dieser Schuppen. 3. Bei den Arten der Sektion *Sabina* wird das von den verwachsenen Schuppen gebildete Fruchtfleisch der Beere von den Samen einzeln durchbohrt, oder es treten die Samen paarweise oder in einem Doppelpaare aus gemeinschaftlichem Loche des Fruchtfleisches $\pm$ weit heraus. Oft kombinieren sich diese Fälle.

Bei *Juniperus communis* sind Zwitterblüten beobachtet worden (vgl. Renner 1903), die an vorwiegend σ Exemplaren vorkommen. Sie sind kaum länger als die σ und haben 2—3 Quirle von Stam.; an den obersten Staminalkreis schließen unmittelbar die Fruchtschuppen an oder unter diesen steht noch ein Quirl kleiner steriler Blättchen; die Samenanlagen sind normal. Auffallend ist, daß die Zwitterblüten ausgesprochen protogyn sind; eine Selbstbestäubung ist also ausgeschlossen.

Die Reifung der Samen erfolgt meist in einem Jahre, bei *Cupressus* im zweiten Jahr; auch bei einer Anzahl von *Juniperus*-Arten kommen die Samen erst im zweiten Jahr zur Reife (z. B. *J. communis*, *J. fortidissima*, *J. chinensis*; im ersten Jahr reifend z. B. *J. sabina*, *J. excelsa*, *J. virginiana*). Häufig werden nicht alle Samenanlagen weiter entwickelt, regelmäßig wird z. B. bei *Actinostrobus* von den beiden Samenanlagen des Carp, nur eine zum Samen ausgebildet. Die Samen sind eiförmig oder oval oder nach oben stärker verschmalert, oft $\pm$ kantig. Die Samenschale ist $\pm$ verhärtet; sie bleibt z. B. bei *Callitris* nur dünn, wird dagegen bei *Juniperus* knochenhart. Meist sind drei Schichten zu unterscheiden, die äußere und innere sind nur dünn, häutig, während die mittlere zur Sklerotesta wird. Von der äußeren Schicht gehen meist häutige Flügelformen aus, die aber niemals bedeutende Dimensionen erreichen. Ganzlich ungeflügelt sind die Samen bei *Thuja* Sect. *Biota*, bei *Juniperus* und *Arceuthos*. Bei *Diselma* sind 3 Flügel entwickelt, von denen zwei nur schmal, einer größer und halbmondförmig ist; ebenso haben die Samen von *Callitris* oft drei Flügel. Sonst sind zwei Flügel vorhanden, die $\pm$ gleichartig oder stark ungleich sein können (*Libocedrus*, *Fokienia*, vgl. Beschreibung der Gattung).

Das Nährgewebe enthält fettes Öl und Aleuron. Der Embryo hat meist nur zwei Keimblätter, bei *Tetraclinis* drei bis fünf, bei *Juniperus*-Arten zwei oder auch bis sechs.

Bestäubung, Befruchtung und Embryoentwicklung.

Wichtigste Literatur: W. J. G. Land, A morphological study in *Thuja*, in Bot. Gaz. XXXVI (1902) 249—259, T. 6—8. — H. O. Juel, Über den Pollenschlauch von *Cupressus*, in Flora XCH (1903) 56—62, T. 3. — N. Sidsky, Über die Entwicklungsgeschichte des *Juniperus communis*, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXIII (1905) 212—216, T. 6. — Olga Knischewsky, Beitrag zur Morphologie von *Thuja occidentalis*, Dissert. Zürich, Druck Bonn (1905), 36 pp., 3 T. — C. O. Noren, Zur Entwicklungsgeschichte des *Juniperus communis*, in Uppsala Univers. Årskrift (1907). — A. A. Lawson, The gametophytes and embryo of the Cupressineae, with special reference to *Libocedrus decurrens*, in Ann. of Bot. XXI (1907) 281—301, T. 24—26. — Alice M. Bailey, The development of the gametophytes and fertilization in *Juniperus communis* and *Juniperus virginiana*, in Bot. Gaz. XXXVIII (1909) 31—46, T. 1—4. — George E. Nichols, A morphological study of *Juniperus communis* var. *depressa*, in Beih. Bot. Centralbl. XXV, 1. Abt. (1910) 201—241, T. 8—17. — W. T. Saxton, Preliminary account of the ovule, gametophytes, and embryo of *Widdringtonia cupressoides*, in Bot. Gaz. XXXVIII (1909) 161—178, T. 11; Contributions to the life history of *Widdringtonia cupressoides*, 1. c. L (1910) 31—48, T. 1—3; Contributions to the life-history of *Callitris*, in Ann. of Bot. XXIV (1910) 537—569, T. 45—46; Contributions to the life-history of *Actinostrobus pyramidalis* Miq., 1. c. XXVII (1913) 321—345, T. 25—28; Contributions to the life-history of *Tetraclinis articulata*, Masters, with some notes on the phylogeny of the Cupressoideae and Callitroideae. —

Zun Auffangen des Pollens wird, wie auch **Hos** bei den Coniferen, nnter Mikro-
pjle ein Kklssigkeitstriipfchen ausgeföhieden, das bald wieder aufgesogen wrd. Hber
die Vorgitige bei der Befruchtung und Einbryobildtmg im allgemeinen ist das betr. Kapitel
bei den Pinaceen 211 verg-leichen.

Die Entwicklung JOB Mikrosporangiums beginnt damit, daß sich die erste subepider-
inale Zelfebicht dntch perikline W&nde teilt Die beiden so entstandenen Zellschichtei
bilden mit der Epidermis die Wandmg des MikroapoTangiums. Sie differenzieren sii-h in
die eigentlidie WandzeilBCfttdit und dli Tanetum uurl ttban sich so von der irmeren
Gruppe der Zellen ab, aus denen die Mutterzellen der Mikrosporen hervorgehen. Das

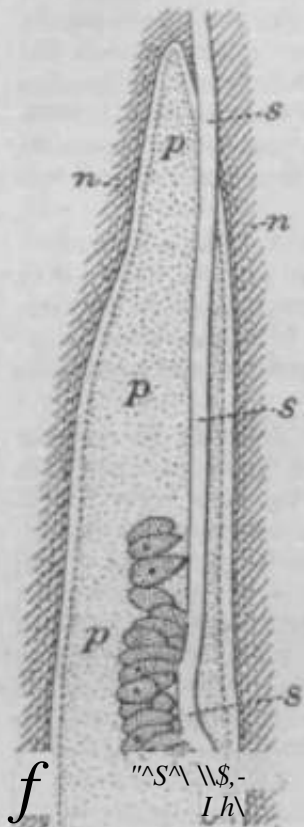


Fig. 192. Längsschnitt durch
den oberen Teil d« Pro-
thallium Vm Vtüttri». n
Nucellus, s Pollenschlauch,
p Prothallium. (Nach
tOn. in Aim. of Bot. XXIV.)

Tapetua ist also im Gegensatz zu den Pinaceen einschichtig.
Ebemo wie bei den Taxodiaceen **werddn** in GegenstaU au den
Pinaceen fa dur JJikrospore keine Prothalliumzellen aufgeachnit-
bw, die reife Jlikroepore enthiilt also nur zwei Zellen. Nach
JueJ teilt sich bei *Cupressus Goveniana* die KBperzelle nicht
in 2 ZtIU'ii, Ko'idern in einen rundlichen Komplex von 4—20
fiueist 8 Oder 10) £ Zellen, auch Nichols gibt an, daß bei
Juniperits communis die Körperzelle gelegentlich 3—4 <\$ ZellMi
hervorbringt, von ilenen aber imr 2 als funktionsfähig anzu-
aehen sirnl. **Sonst** werden, wie ali^eniein bei den Coniferen, zwei
,J ZeUfu im Poikiist/lilauch gebildet, und SI ud & ky, der auch
bei *Juniperus cotnntnis* nnt **zwei** Zellen fand, meint, rlaß die
Anguken ^on J u e 1 für *Cupressus* wolil auf Unfrreuchung von
krankem Material zuriltkxulUhren »ind.

Bei *Juniperus*-Artevst erstreckt sich die Entwicklung fiber
2 Jalire* bei den anderen Gattungen taltt HcsUiubung und Be-
tnieirfmng mctet in »ii(' gleiabe **Safson**. Ffir *Juniperus communis*
maehi Kiohole folgende Angalieu: Die Bestäubung erfolgt im
PruiijaJir. bis rar Be/ruchlung¹ verlHuft ein Jalir. Im eruten Jalir
(rftohst der Pollenachlauch ptivas in den Nucellua hinein und die
generative Zello entateht. Im nachsten Fertiljahi wird Stielkern
inifl **Kflrperye&e** r,^chililei. dor loHenseMauch tritt in die Arche-
ironienkiimmer und kiirz vor der Hofruchtung entstehen die
beiden \$ Zellen. Dio Meggaporoii-MnUi'raelle wird erst im zwei-
u^n Frfllijaitr initerfciifiilmlr und die Entwicklung sclireitet dann
^ieihmaiiiE fort. Auch bei *Widdringtonia* verlaufen nach S ax -
ton 14—15 Monate zwischen Bestäubung und Befruchtung.

Meist wiTd nur eine Megasporen-Mutterzelle auapebildet;
gnlegendlieb sind 2—3 zu uittersclieiden, die auch eine oder zwei
Teilungen ausföhren k&nnneu aber nur eine Megaspore ent-
wickolt sich weiter. Die ius der Mutt<rzelle hervorgebende Te-
trade kann bei *Thuja* wo liblich eine LUNgsrcilu¹ ilirstellen oiler
die Teilung»wiinde können auch schrfif geet^lt sein. Die Mega-
fporen-Moiiibr.nii ist, bei den *O.* schwacher als bei den l'inn-. 1 n.

Dag l'intli:illiuni winl wir- bei den Pinacflw diircl) Alveolen gebildeL Die Archegoiitii
geben mei^t aua Oberflächionxt'lllon des Pruiiallmms dtircti Toilung hervor (*Thuja*, *Jun-*
iperus UUV.J. dagegen **eutaptiogea** HL bei *CuUitris* und Verwandtfln Liefer im Prothallium.
Im ersteren Falle aind aie wie bei den Taxodiaceen in e i n e r Gnippe mit gemeinsamer Ar-
chegonienkammer, von einer gemeiitsamen Deckzellschicht umgeben, angeordnet; die Zahl
der Arrfiegonien im Komplex ist m<id aieht groB (*Thuja* *3—9 Archif«onien. *Junpcrm*
6—10, *Libocedns* 6—24). Bei *Callitris* nnt Verwandten aind die Archt^lonien **Dftcs** sehr
7,abreicli in rim-in Prothillium (*Callitm* 16—20, *Widdringtonia* 30—100, dMSUO xahlreich
bei *Actinostrobus*). Ffir *Actinostrobus* gilit Saxton an, daß bei <M Prfritliulliubiniltung
l;mge Alveolen entstehen, die nur an ihn>r Bnsis (n<ch der Megasporenwand zn) eine
klffinc Zelle abechnciden und sonst ungeteilt im Inneren zn&mmenetoBrn. Im ganzen
oberen Teil des ProthalliumB steileu diese AJveolen, nachdetn sie dann eiuige kleine 7Mvu
an eiiieni oder an beiden Enden abgoclinitten hnben. Initiait'n von Archegonien dar, <iiio
also selir groBe Zetlen sind. Abet nur die Initialen, dip mit dem ins Prothallium tierab-
wandernden Pullen&clilaucht in Kontakt kommen, werden zu funktionierenden Arch&go-

nien, die anderen können sich weiter teilen. Bei *Tetraclinis* bleiben die Alveolen ungeteilt, bis sie sich fast treffen, dann teilen sie sich in mehrere Zellen. Da der Pollenschlauch seitlich im Prothallium herabwandert, liegen auch die Archegonien seitlich tief im Prothallium (bei *Widdringtonia* etwa- bis nach der Mitte des Prothalliums von oben her). Der Pollenschlauch dringt nicht am oberen Ende in die Megaspore ein, sondern wächst erst an ihr herab, ehe er eindringt. Bei *Callitris* werden die Archegonien in einer Gruppe tief im Prothallium seitlich ausgebildet oder auch, wenn zwei Pollenschläuche vorhanden sind, in zwei Gruppen. Bei *Widdringtonia* sind mehrere Gruppen vorhanden, und zwar nahe dem Rande des Prothalliums, an dem der Pollenschlauch entlang wächst; nur die Archegonien der untersten Gruppe, die mit dem Pollenschlauch in Verbindung treten, entwickeln sich voll mit Halszellen und Bauchkanalkernen, die der oberen Gruppen bleiben unentwickelt. Besondere Deckzellschichten werden für die Archegoniengruppen nicht ausgebildet. Es bestehen also bei *Callitris* und Verwandten zwischen Pollenschlauch und Archegonien-Ausbildung bestimmte Beziehungen: Die Bildung von Archegonien-Initialen in ihrer normalen Stellung, seitlich und tiefgelagert im Prothallium, wird zwar nicht durch die Lage des Pollenschlauches bestimmt, aber diese Lage ist bestimmend dafür, welche der zahlreichen Archegonien-Initialen zu funktionierenden Archegonien werden.

Die Zahl der Halszellen beträgt meist 2—8, wobei sie in einer Schicht liegen; bei *Tetraclinis* liegen meist 8 Halszellen in 2 Schichten; oft sind sie von geringer Dauer und werden bald desorganisiert. Ebenso wie bei den Taxodiaceen wird keine Bauchkanalzelle, doch überall ein Bauchkanalkern abgeschnitten. Bemerkenswert ist, daß er nach Land bei *Thuja* befruchtet werden und sich teilen kann, woraus sich ergibt, daß er potentiell einem Eikern gleichwertig ist.

In bezug auf die Befruchtung gilt für die Gattungen mit Archegonien-Komplexen dasselbe wie für die Taxodiaceen: Beide \$ Kerne aus dem Pollenschlauch können funktionieren, so daß, wenn nur ein Pollenschlauch zu dem Archegonien-Komplex vordringt, zwei Embryonen gebildet werden. Der Inhalt des Pollenschlauches wird in den Raum unmittelbar über den Archegonien entleert, also nicht in das Ei selber, so daß Schlauch- und Stielkern meist in diesem nicht zu finden sind.

Bei *Thuja*, *Juniperus*, *Cupressus* erfolgt die Wandbildung im Proembryo bei der dritten Teilung, also im 8-Kern-Stadium. Der fertige Proembryo besteht wie bei den Taxodiaceen aus 3 Schichten von 4 Zellen, den oberen nach oben zu offenen Zellen, den mittleren, die Suspensorzellen werden, und den unteren, die Embryo-Initialen darstellen. Bei *Juniperus*, bei welcher Gattung die Zellen der unteren Schicht in einer Reihe liegen, können mehrere, sich trennende Embryonen entstehen; bei *Thuja* dagegen sind die vier Zellen der Embryo-Schicht tetraedrisch angeordnet, es ist also nur eine Spitzenzelle vorhanden, aus der ein Embryo hervorgeht. Bei *Widdringtonia*, *Callitris*, *Actinostrobus* füllt der Proembryo (ähnlich wie bei *Sequoia*) das Ei ganz aus, für *Actinostrobus* gibt Saxton an, daß die meisten Zellen des Proembryo durch ungleiche Teilung einem Suspensor und einer Embryo-Initiale den Ursprung geben.

Geographische Verbreitung. Eine Gruppe von Gattungen ist von vorwiegend stdtlicher Verbreitung. So erstreckt sich die artenreichste Gattung dieser Gruppe, *Callitris*, über ganz Australien, Tasmanien, Neu-Kaledonien, ihr schließt sich *Actinostrobus* in Westaustralien an, ferner *Callitropsis* auf Neu-Seeland. Die verwandte *Widdringtonia* bewohnt Südafrika und das tropische Südafrika, *Tetraclinis* im westlichen Mittelmeergebiet Nordafrika und Südsanien. Zwei verwandte Gattungen, *Fitzroya* und *Diselma*, sind in Südchile und auf Tasmanien heimisch. Von *Libocedrus* bewohnt die Untergattung *Heyderia* das westliche Nordamerika und China, die Untergattung *Eulibocedrus* Südchile, Neu-Seeland, Neu-Kaledonien, Neu-Guinea.

Die übrigen Gattungen, der nördlichen Hemisphäre angehörig, sind besonders in Ostasien und Nordamerika verbreitet, so *Thujopsis* in Japan, *Fokienia* in China, *Thuja* in China und Japan und weit durch Nordamerika, *Cupressus* einerseits von China durch das Himalayagebiet bis ins Mittelmeergebiet, andererseits im westlichen Nordamerika und südlich bis Mexiko, *Chamaecyparis* einerseits in Japan und Formosa, andererseits weit in Nordamerika, nördlich bis Britisch-Columbia und Alaska. Das größte Areal nimmt *Juniperus* ein; in der *Oxycedrus*-Gruppe ist *J. communis* auf der ganzen nördlichen Hemisphäre in der alten und neuen Welt von weitester Verbreitung, die anderen Arten reichen

vom Mediterrangebiet bis Ostasien. In der Safa'wa-Gruppe ist *J. sabina* ähnlich weit in der alten Welt verbreitet, in Amerika wird es durch die nächst verwandte Art *J. prostrata* ersetzt. *Juniperus* Section *Sabina* erstreckt sich ferner durch das ganze Mediterrangebiet und in den Gebirgen des tropischen Ostafrika (*J. procera*) südlich bis Nyassa-Land, dann durch Zentralasien und den Himalaya nach Ostasien; in Amerika reicht die erwähnte *J. prostrata* nördlich bis New-Foundland und Britisch-Columbia, die meisten anderen Arten bewohnen die südlicheren Vereinigten Staaten, die Verbreitung geht auch südlich durch Mexiko bis Guatemala und bis Westindien.

Fossiles Vorkommen (R. Kräusel): Die Zahl der mit den Cupressaceen in Verbindung gebrachten Fossilien ist schon in mesozoischen Schichten recht groß. In den meisten Fällen handelt es sich aber bei diesen, als *Cupressites*, *Widdringtonites*, *Thuites* usw. bezeichneten Resten um sterile Zweige, deren Stellung völlig unsicher ist. Immerhin beweisen sie im Verein mit entsprechenden fossilen Hölzern, daß die Familie schon im Jura vorhanden war. In der Kreide, noch mehr im Tertiär, lassen sich dann einige der lebenden Gattungen mit Sicherheit nachweisen. Daneben finden sich in der Kreide auch eine Anzahl später ausgestorbener Typen.

Über **Verwandtschaftliche Beziehungen** vgl. die allgemeine Einleitung zu den Coniferen.

Einteilung der Familie.

- A. Zapfen reif holzig; Schuppen klappig auseinanderweichend oder dachig deckend
Unterfam. I. Thujoideae.
- a. Samen ungeflügelt oder mit gleichmäßigem meist schmalem Flügelrand oder selten mit 3 Flügeln, von denen einer $\pm$ verkümmern kann.
 - a. Zapfen 6-klappig, im unteren Teil von zahlreichen sterilen Schuppen in Dreierwirteln umgeben. 1. *Actinostrobus*.
 - p. Zapfen ausgeprägt 3—6-klappig, ohne Umhüllung mit sterilen Schuppen.
 - I. Zweiglein gegliedert; Blätter getrennt herablaufend, mit sehr kleiner freier Spitze.
 1. Columella im Zapfen vorhanden; $\S$ Blüten allermeist 3-gliedrig (selten 4-gliedrig), Frucht allermeist 6-klappig; Samenanlagen $\pm$ zahlreich. 2. *Callitris*.
 2. Columella fehlend. $\S$ Blüte mit 4 Schuppen in 2 Paaren, Zapfen 4-klappig. 3. *Tetraclinis*.
 - II. Zweiglein ungegliedert, Blätter deckend.
 1. Blätter in Viererwirteln, von araucarioidem Typus; Zapfenschuppen in 2 Viererwirteln. 4. *Callitropsis*.
 2. Blätter dekussiert, schuppenförmig; Zapfenschuppen 4. 5. *Widdringtonia*.
 - y. Zapfenschuppen etwas deckend.
 - I. Zweige rundlich oder kantig.
 1. Schuppenblätter in Dreierwirteln; Samen kürzer als Schuppen, diese mit Schuppenwulst. 6. *Fitzroya*.
 2. Schuppenblätter dekussiert; Samen so lang oder länger als Schuppen, diese ohne Schuppenwulst. 7. *Diselma*.
 - II. Zweige abgeflacht; Zapfen reif mit klaffenden, paarweise übereinanderstehenden Schuppen. 8. *Thujopsis*.
 3. Zapfenschuppen deckend, ledrig oder holzig. 9. *Thuja*.
 - b. Samen mit 2 ungleichmäßigen Flügeln, mindestens der größere über den Samen nach oben bedeutend verlängert.
 - a. Carp. 2, Zapfenschuppen flach. 10. *Libocedrus*.
 - P- Carp. zahlreicher, Zapfenschuppen von außen schildförmig. 11. *Fokienia*.
- B. Zapfen reif holzig, mit schildförmigen, klappig aneinandergesetzten, zuletzt klaffenden Schuppen. Unterfam. II. Cupressoideae.
- a. Samenanlagen $\pm$ zahlreich am Carp.; Zapfen im zweiten Jahr reifend; Samen $\pm$ geflügelt; Sporangien am Stam. 3-⁵. 12. *Cupressus*.
 - b. Carp. mit wenigen (1—)2—4(—5) Samenanlagen; Zapfen klein, im ersten Jahr reifend (Ausnahme *Ch. nootkaensis*); Samen breit geflügelt; Sporangien am Stam. 2—3. 13. *Chamaecyparis*.

C Zapfen **red** ± fleischig, aus den verwachsenen Schuppen gebildet; Carp, mit 1 bis 2 Samenanlagen, Oder Samenanlagen am \$ Sprtffichen teradnai

i. | Bteto in u l l t a Gruppea; Frucht mit einem Unterfam. III. Juni deae.
Memkern; Latibknospen mit Knospenschuppen aus den drei Samen deten
eerenzapfen). 14. Aiceuthos.
Laubknospen n.la .ft.

t», Gattung unsicherer Stellung: erus.
iota.

Unterfam. I. Thujoldeae **PUGTT.**

(Cupressineae % Actinostroboeae und C. § Thujopsideae Endl. 1. c. — Cupressineae-Actinostroboeae und C.-Thujopsidinae Eichler 1. c. — Cupressoidae-Actinostroboeae und C.-Thyopseae Aschers. u. Graebn. 1. c. — Cupressaceae-Actinostroboeae und C.-Thujopsidinae Neger L c.)-

1. Actinostrobus Hiq., in Lehmann, PL Proissiau. I (1845) 6 «: Bentbam, Flm Au8traJ. VI (1873) 239: **Dfete**. in EngL BoU JaJLrb. XXSV (1904) 62; Baker and Tmitb A Research, of the Pines of Aaetralta (1910) 291—298. — JlouOzisch. ^ BIDten oblong; Stam. in Dreierwirteln imbrikat, mit breiter Antberenschuppe und 2-^3 **Sporaa** gien am Qrunde tier Schuppe. £ Blaten mh kurzem, beschupptom Stiei, emzelu. kugelig; Carp, 6 in 1 ganz gonaberten DrHenvirtelfi, jedes am Orunde mit 2 aui-rechten Samenanlagen, die fruchtbareii Carp, umgeben von zahlreichen, sterilen Schuppen in DreierwirteJn, die votu Stiei aus nach oben zu grflBer werdon. Zapfen rundlich, nach oben zu etwa kegelig v\$-sebmfoert, die verlMngerten Carp, nur ini unteren Teil noch von den Schuppen ttnn-geben, in einem Wirtel fast aneinanderlio^nd und dann **kJapplg** auseinanderweichend lede-
nff-faohv; zentrale ColmaeUa entwickelt. Von den beiden SaLnanlagen jedes \$ ent-wickelt sich nar eine zum Samen; **Samen** groa. aufrecht, dreikantig, mit e n7elneD groen Harzlilcken an jeder Seite, FlOgol 3, hautig, - Pyramidal *TM, TM, TM
Zweiglein S-kantig, geglicdert; Primarbl/ltler nadelfttnnig, Fo-toi blätter sehr klein, schup-
penförmig, in Dreierwirteln, dreikantig. stair, spitz, abstehend. — Name von **aktis** (Strahl)
Typische Art: *A. pyramidalis* Miq.

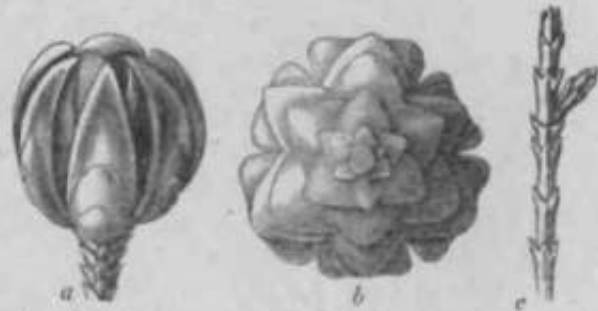
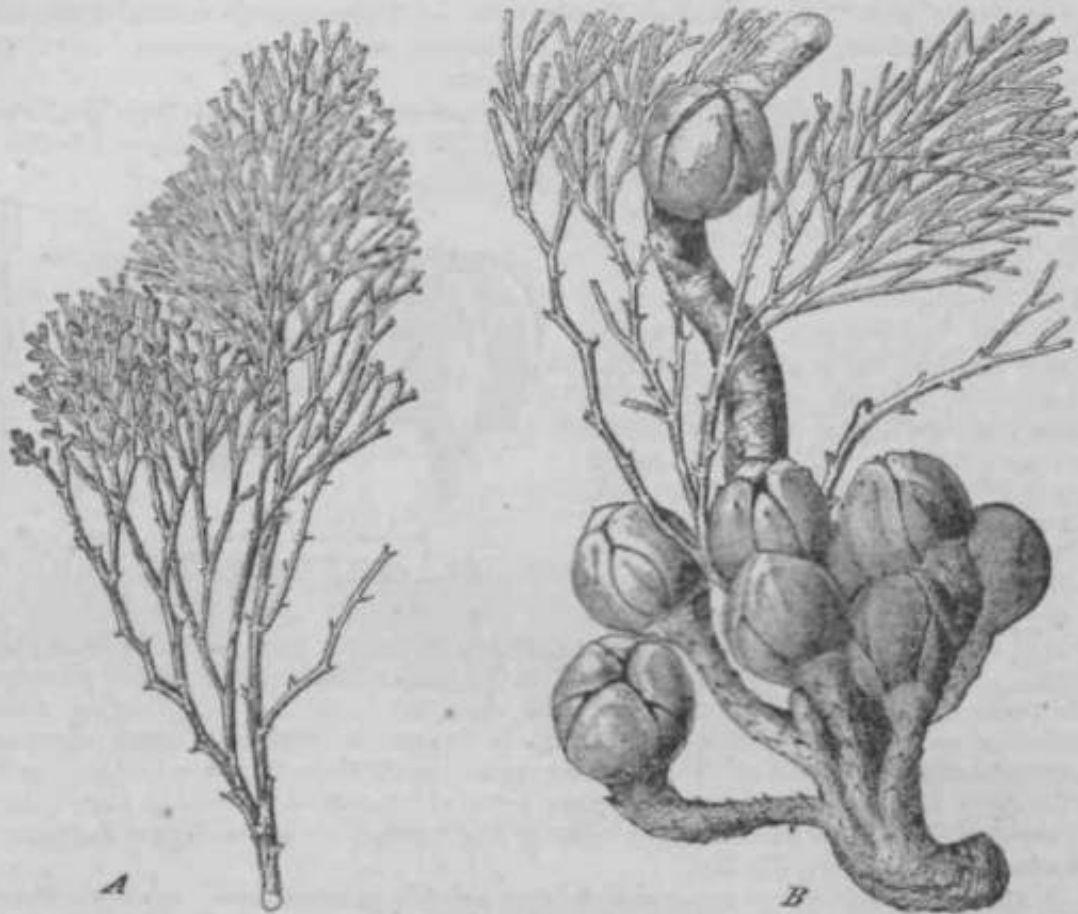


Fig. 193. *Actinostrobus pyramidalis* Miq. a Zapfen aufrecht, b von unten, c ein Blattzweig, b, c etwas vergr. (E. P. 1. Aufl. II. 1. p. 93.)

Pri
etw—
8—4
Schuppenblaturn b.J^ck^N Sticlen; tow dick,9 Filament atauh
grandet, nufrecht, inon neben oJer, auch unter d^m Filameut mit 2-S
SS*&S\$itoSi**
Ist etwa 5 mm lang, mit sehr kleinen, in Dreierwirteln stehenden, imbrikaten
Schuppen bedeckt; von der Basis der Blüte an werden die Schuppen allmählich
rundet, mit kurzen Spitzchen; **seas** gestellt, bedecken sie die kug
hin, verstecken also die Carp.; **n artf: S535SSS**
handen. Nur am Gipfel sehen die eingekröten Schuppen oberhalb
stehen in 2 Wirteln, die ganz genähert sind
Die äußeren Carp. sind eiförmig, mit dickem Kiel und dünnerem Rande, die inneren sind schmaler,
im Umriss lanzettlich, dickfleischig, gekielt; Samenanlagen 2, klein
Carp. Zur F^chtrdfe vergrößern sich die Car., Ma7k die t m i X i ^
ledrigen ster., huppen
verdickt sich **Btldc**; der Zapfen **bt** am* **nmdBoher** B_{Mis} etwas
bis 20 mm lang; **rhe 6** Car **p^{ti} ^n** jaiEt ta eincm Wjrid f{
weichen die Carp, klapplg atineinander and die S-unon werdon
fi h i i tollid ri e htf stark gekrümmt, außen konvex, besonders nach der Basis

su; von den bicUTM iameimnngen des OiriJ. enlwk'bfltt sich immer nur oine zum Samen; die tuilerc Saraenanlagf **wild** mieh stark veTgr5B<Tt. bk-ibt aber Hath, olme Embryo und liegt tier Innen.scite des Carp, an, *dim* Bucko] di iMBMH ilivhi uigwlrucfct; *Aer* Same i*i dnnkuntig, bin 1 cm lang, unit 3 dcrbh.luiigfu. bruiien FiiJgrle; no julier Flfche de» Sum.us Ueg eine gruBr, mit etark riechendem Harz irftllitf Blwn. Die xentrmle ctumclb l»t o»ch ubrn **rentfenilerL**, — Dii* iweit* Art, 4* acM-fntea/iw Parl. Irt cin klelnrrr .-trauch, der vie ifwh Unjffrr SadrlLlatter entwickelt; die £ Blfiten sind an pntwickeltwu Z«eijrliin **endttindlg.** rtwu **Unf**<r, die An.therfn*rhuppi- ist ZugR«pitz; die Eapfonii(hui>pen l'miigen in eb<? knrze, **abspreizende Spitze.**

•2. Cailftris v. nt(.i.,i, 11, **ea& Sen.** Nnv, **tSOS 10;** Must*!-, iii **Jontn.** Lhtu. Soc. XIII (1893) 15; Baker ami Smith, A rcsr>ir<lh of *ih>*- **Pfaica** 'if AustiTilia (1910) 13—289*). {*Frenela* Miri.d. in Mem. Ibis. ffHfat ffat Paris XID [1835] 30 et 74 pr. p.: Spach,



Fiji. 104, *fftlitri* rotunda* It. Br. JI ZtreJg mit <? Hldti-n. li /ncfu mlt **PttubbHtpftn.** (Xach DIKIB, In En^er-Drudc. [^]^1«don d«r Errtf VII.)

Hist Nat V6g. Phaii^r. XI [1842] 345; Knd]. Syn. [1847] 35; ParhU., in DC. Prodr. XVI. S [1848] 44^: Benth. Fl. Austr. VI [1823] 284:Co/Wr^ Vent- 3 *Eexactnis* et 4. Gtfo-

*) Der (**fame** *Cullitra* wun«- von Richard (Comment. [1*26]) aufgewiomtnen, d«r «J»er xu nächst als T>pua <tr Gattung p. 46 *C. quadrivalvis* (Vonteiukt) bringt (waiiwnfl der Art name gnr nil-lit von V <n t e a fti stammt). Als Synonym wird von V i r b a r d ftngL'^fleo: *Thuya articxtata* Desf. Fl. AU. Uinu warden noch «wd Aistmliitchp Arten beschriebei C, *rkomboldea* K, Br. und (? *oblonya* Rich. fC. *fruiicosa* R. Br. ms.t Riclurrl hlit aiw die OaUung st^br welt; wird »ie in iiuslirere Gattinignn gpteill, HO mufl Ucr Namn *Callitris* far die auatralischen Art*n bleibpti, ouf die sich die Boschreibtiog von V c n t e n a i bflifht (dor kr-ine be«onder^ Art ang-ibt). M a a t e T s erhob *xuent* die *C. gwdrivalvia* Rich, zur besondern Gattung *Tefractints* (bti B o n t h a r a al» Sekt) Mirb.? I (Mim, Mus. d'Hist. Nat. Paris XIII J1825] 30 und 74) gab dor Gattung **Coffitoif** den oeuon Kiunen *Frenela* (nach dem Physik^r PreocI), well *Cahjtris* Labill. xu ilbulich kl-iiii^<- und dfiswegcn Verwirrung in d«r Nomenklatiir eintTcten k<)iint«: seine *Frenela* iat *CaH'tiris* in* Sinne VOD Richard. Spach (Hist. Nat. V*g. l'lian^r. XI [1842] 3J5) fflitrt (**due** Trennuogr in drel Oattungen iijurri, hricht. aber den Kamen *Frenela* Mirb, anf die australischen Arten und

clinis Benth. f. in Benth. et Hook, f. Gen. PL III [1880] 425.) — Blüten monozytisch. < \$ Blüten meist zu mehreren an den Enden von Zweiglein gedrängt, Beltener einzeln terminal, oblong oder eiförmig, klein; Stam. allermeist in Dreierwirteln, Antherenschuppe breit eiförmig bis fast kreisförmig, über die Ansatzstelle des kurzen Filamentes nach unten zu verlängert; Sporangien 2—4 rundlich, frei; in der jüngeren Blüte sind die Sporangien von der schildförmigen Antherenschuppe völlig gedeckt, später sehen sie etwas unter deren unterem Rand hervor. \$ Blüten mit 6 (selten 8) Carp, in zwei Wirteln, die unteren kleiner; Carp, des oberen Wirtels am Grunde mit einigen bis zu 15 aufrechten Samenanlagen in mehreren Reihen, Samenanlagen an den unteren Carp, in geringerer Zahl (*). Zapfen geschlossen kugelig oder breit eiförmig, selten konisch verschmälert, bei der Reife klappig geöffnet; Zapfenschuppen $\pm$ dick holzig, in einem Quirl klappig, verschmiert, drei kleiner, auf dem Rücken unterhalb der Spitze mit $\pm$ entwickeltem Mucro; im Zentrum des Zapfens eine einfach kegelige oder gelappte, kurze oder längere Columella: • Samen im ganzen im Zapfen etwa 25—40, mit 2—3 breiten Flügeln. — Straucher oder kleine bis höhere Bäume; Zweiglein dicht gebüschelt, gegliedert, durch die herablaufenden Schuppenblätter gerieft; Blätter in Dreierwirteln, lang gleichmäßig angewachsen herablaufend, nur mit sehr kleiner freier Spitze; Primordialblätter nadelförmig, im Querschnitt dreieckig, bis 3 cm lang, allmählich in die Folgeblätter (übergehend. — Name von *xaXko* (Schönheit) und *reett* (drei), wegen der regelmäßigen Dreierwirtel. —

Etwa 20 Arten in Australien, Tasmanien und Neukaledonien. Die Arten sind in Australien von wirtschaftlicher Bedeutung, da das fruchtige Holz sehr widerstandsfähig gegen Termiten ist; ferner wird die Rinde zum Gerben benutzt und mehrere Arten (besonders *C. glauca* und *C. calcarata*) liefern eine Art Sandarakharz, das von Beltier austritt (vgl. bei *Tetraclinis*).

Sekt. I. *Octoclinis* Benth. 1. c. (*Octoclinis* F. Muell., in Trans. Phil. Inst. Victoria II [1858] 20; *Leichhardtia* Sheperd ex F. Muell.). Zapfen groß, eiförmig, konisch verschmälert, Carp, in zwei Viererwirteln; Sum, in Viererwirteln. *C. Madeayana* F. Muell. (*C. Parlatores* F. Muell.), in Queensland und Victoria; Baum, gewöhnlich 20—25 m, auch höher, mit pyramidalen Krone; Blätter in Wirteln zu 4 oder 3, an den unteren oder manchmal an alien Zweigen alle starro spreizende, 5—10 mm lange Nadeln entwickelt oder zu kleinen Schnippen reduziert; Zapfen 2,5 cm lang, Schuppen 8 oder manchmal 6, von außen gesehen ca. dreieckig, etwas konkav, runnelig, dickholzig am geschlossenen Zapfen durch die Verbindung der Schuppen hervorragende Kanten; Columella kurz, pyramidal; Samen mit einem großen und einem kleinen bis obsoleten Flügel.

Sekt. II. *Sexacclinis* Benth. 1. c. Zapfen mit 6 Schuppen, ungefähr kugelig oder breit eiförmig.

A. Zapfenschuppen am Rücken mit großen, harzfahrenden Warzen. *C. robusta* F. Br., in Westaustralien; Baum oft über 30 m hoch, mit harter, rissiger Borke; Zweiglein hellgrün, mit acht kantigen Gliedern, fast drehend, nur mit schmalen Furchen zwischen den angewachsenen Blattblättern. freies Blattende sehr klein; Zapfen kugelig, außen bedeckt mit 2,5 bis fast 5 cm im Durchmesser, stark runnelig und mit großen Warzen; Mucro fast 0. — Verwandt *C. tuberculata* R. Br., Südaustralien, Zapfen kleiner, Blätter graugrün. — *C. verrucosa* R. Br. (Oypres oder Turpentine Pine),



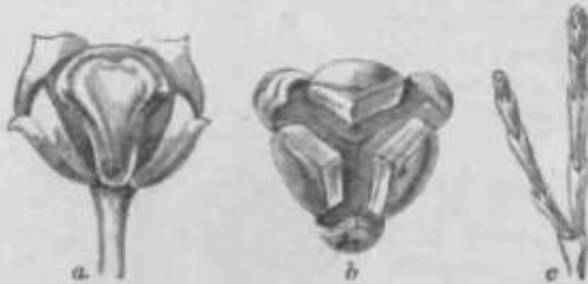
Fig. 196. *Callitris Madeayana* F. Muell. (Nach P. Muell., E. P. I. Aufl. II. L. p. 98.)

und Bentham den Namen *Callitris* für *C. quadrivalvis* Rich.; für eine südafrikanische Art nimmt er den Namen *Pachylepis* Brongn. Endlicher (Syn. [1847] 35) hat (benutzt *Frenela* für die australischen Arten, desgl. *Parlatore* (in DC. Prodr. XVI. 2 [1858] 445) und Bentham (Fl. Austral. VI [1873] 234). In Benth. et Hook, f. Gen. PL III (1880) fasst Bentham die Gattung *Callitris* wieder in weiterem Sinne und hat die austral. Arten unter Sect. *Hexacclinis* und Sect. *Octoclinis*, ihm schließt sich Eichler in Nat. Pfl. Fam. an.

• Die Carp. sind zunächst von Schuppenblattnatur, nach oben zu von breit eiförmiger Gestalt, mit Terlinfrüchten; die tragen am Grunde die Samenanlagen; die beiden Wirtel sind deutlich unterscheidbar. Nach der Bestäubung verdickt sich das Carp, gerade über der oberton Reihe der Samenanlagen; es werden so wulstförmige Erhebungen gebildet, die über den Samenanlagen ausmündend sind und diese einschließen. Durch weiteres Wachstum des Wulstes wird die Carpellspitze auf den Rücken der Schuppe herabgedrückt. Bei fortschreitender Entwicklung und Verholzung der Schuppen vereinigen sich diese am Grunde in einer Höhe in einem einheitlichen Oobolde.

on trocknen Standorten in Neusüdwaies, 'Zentral* and Westaustralien; Zweigtetu Uellgrtn, Zapfen geBffnet 2 cm im Durchmesser.

B. Zapfenschuppen am Rfkk«?n glatt oder mzelig, ohne groBe Waraen. — Ba. Zweige fast drehrund, our mit echmalen Furlien zwjacliwi den ausgewachsenen Blattbasen. — Biut, Mucro der Zapfenschnppe deutlich entwkkelt, ± vorragend. *C. intratropica* Benth., in Nordaustralien und no der Nordwestkltste von WcBtaustftlien, Baum bis 15—20 m, Blattspitzmi spreiz«id; Zapfen klein, Schuppen verhltnismaflig dUnn, Columolla kurz. — Ba/f. Mucro der Zap(enschiuppen undeutHcb. — Ba/jT. Zapfen geOCfnet bis 2 cm Durchmesser. *C. arenosa* A. Cunn., in Neuaidwnles und an der StldkQste von Queensland. — *C. glauca* R. Br. in Australian weit verbreitet. — *C. Morrisoni* Baker, in Sudwesfciaustralien. — Ba/III. Zapfen bis liber 3 cm im Durchmsser. *C. gracilis* Bnker, i« Neusfldwales, bis Uber 15 m hoch, Zweige lang, dttnn, bangend; Zaprcnchuppea sehr dick, glaU oder wonig runxelig. — Bb. Zweige ± kantig, die herablaufendcD Blattbaen sind rait stumpfer LJngskante und neben dieser jederseits mit ± amegeprJlger Furche verBehon. — Bbtt. Mucro der Zapfen-Bchuppen deutlich entwickeJt. ± vorragend. *C. sulcata* (Parl.) Schlechter (*C. subumbellata* [Parl.] SchlechU, *C. Balansae* [Erongn. et Gris] SchlechL) auf Neukaledonien; Zweiglein verhaitnismiiBig dick, stark kantig, Glieder bis 5 mm lang; Zapfen 1 cm lang, Mucro dreieekig; var. *alpiva* Compton (*C. neoealedonica* DfUnner), Bergform mit diehtfcbQBcheiten Zweigloin und kflrzoren Gliedern. —



Flff.ia«. *CaliiivU rtumboUr** R.Hr. a Z^{te}* «ifr»ctat, b von ohon. 0 Blatwde. wnnlg Dlici- nat. GrOUe. [E. P. I. AUH. II. I. p. 08]

C. rhomboidea B. Br., is Queensland tind Neusudwalos; meiat kUaner Baum, eelttii 16—30 m hoch, mit ncbnialer Krone und aufstrebenden Aaten; Zapfen klein. Schuppt-n in it stwkcm Mucro, — *C. calcarata* R. Br., in Oetaustralien verbroitct. — *C. Baileyi* White, in Queensland. — *C. lioei* End., in Westaustralien; Baum oder Siranch mit krUftigen, gewundenen Zweiglein; Zapfen 1,5 cm im Durchmcs-ser, vor dem Aufcprlugeu douUkh Etiimpfkantig¹. — *C. Umnutnica* Baker, in Victoria-

Neudldwales, Taamanien; kloidrcr Baum rait ti«fangeseuten, absprcitenden Sst«n; Zapfen klein. — *C. oblonga* Rluh. (*C. Ounnii* Hook. I.) auf Taemanleo; Zapfen etwas konisch, bifi

flber 2 em lang. — Bb[^]. Mucro klein, undeatlich. *C. MSUert* (Par.) Bootii., ID NeusUdwaJes; Zapfen bis gegen 8 cm im Durchmeaeer. — *C. Drummondii* (Parl.) Benth., in WcAtanstralicn; /wetglfin krftig, starr; Zapfen bis 13 am im Uurchmesser. —

Fostlle Arten ffl> K r a u s c l): Vierklappige Zapfen, wie *C. tjuadrivalvis* (*Tetractinis*) besiut auch *C. Brannniarti* Endlicher atie dem Tcrttar Europae, noch im PHozlla von Frankfurt a. M. vorhanden, ebenSo *C. liinkii* v. Ettingsh. in der Oberen Krefte von Nordamerlka, Bthmco und M3hren. Andero Zweige stehen *Cattitris* (*Frcnela*) nahe. sie werden mcist als *Frenelapxis* Sehenk bezeichnet und linden sich voi allcni in der Kreide von Schlesien, BOhmen, Frankreich, Nordamcrtka tiavf.

Wio weit die als *Widdringtonites* bezeichnen filteren Zweigresto hierhergehoren, ist mmindest sehr ungewiB.

3. Tetradinis Masters, in Journ. Roy. Hort Soc. London XYV (1892) 250, Journ-Linn. Soc. XXX (1898) 14 {*CdUilris* 2. *Tetradinis* Benth., in Benth. et Hook. f. Gen. Pl. III 11880] 424; *Callitris* Sect. IV. *Eucalliiris* EichL in E. P. I. Aufl. II. 1. 94). — Blaten monflzilch, an Seitenzweiglein terminal. § Blfiten oval, klein, Stem, dekupsiert, rilament kurz, Antherenschuppe sehr klein, fast kreisffirraig, imch oben zu nur wenig verschinflert, tiber die AnsatzstellB de8 Filamentes nach unten 211 verlitng^ert, Sporangion 3—5, lSngfi aufsprtngend. § Blfito klein, mit 4 Schuppen in zwei Faaren, die des oberen Paarea etwas schimaler, Schuppeii wirtelig¹ gestellt, nach aulien zuriickgcl«o^en, mit iliren Endeu flach sternfOrniig' in eine Ebene gestellt; die Oberseite der Schuppen fst fleischfg verdickt, besonders nach dem Grunde zn erhebt skh ein fleischfiger Wulst; die vier wulstfflmigen Ertiebung'cn stoGcn um die Aciee zusannnen und verdecken die Samenanlagen. di« nur rait der Mikropyle hervorsehen: nath den breit eifSrmigen Enden "rxt weiden die Schuppen dtinner, fleischig-lederig; die etwas schmaleren 8c)iuppen des oberen Paarea steril, die des unteren Paares Carp.; Bamenanlagen. drei am Carp., aufrecht*). Zapfen fast wurfel*

*) Die Cn.Tp. Att jiln^ren Bltite sind etwa 2 mm lang, die sterofflunnig ausgebreitete BlQt« hat 4 mm im Durrlnusser. Spater verlitngort Rich die Basis der Schuppt?n, wahrfiml Jie abstehen«lr Spitze nicht groBpr wird, der Wulst erhebt eich xunachst noch nicht vie! fiber die Spitxc; die Qei«chigen Hn^cn der Schuppen echiieten eng zusammen und verbeTgen dio kilrzeren Samwintiiju-i!- Dann wird der Wulst runz^tig and erhubt eich mohr uber dio kleine blctbende Spitze, die dAdnrch aaf den KUcken der Schuppe gelangt; die Tier Schuppen der jungen ca. kugeligen Fruclit legtn

förmig, vierklappig **geSfioet**; Schuppen bolzig, dunkelbraun, bereift, die breiteren breit herzförmig-eiförmig, die schmaleren eiförmig, die breiteren wenig, die schmaleren etSrker am **Rücken** konkav, inntm entsprechend die breiteren fast flach, die schmaleren $\pm$ stark gekielt, SeJmppeu am Rücken oberhalb der Mitte mit kleinem BliuppcherifGrnigeni Mucro; Columella 0, die ovalen AnsatzsteUei der Samen bedecken den ganzen Achsengipfel am Zapfen; Samen bis fast zum oberen Band der Schuppen reibend, schmal eiförmig, mit HurzlickGn.beiderseitsitii,

großem, dlimmtutigem Flügel. Ifilum des Pamcnh ziemlich groß, schmaJoval; Kotyledonen 3—>. — Kleinerer Bauni, Zweige fast gabelig oder mehr fiederig, sparrig verzweigt; Zweiglein gegliedert (an den Knoten getrocknet leicht 7.erbrechlich), etwa zusammengeedrückt; gegenständliche Blätter an den jungen Zweiglein in 2 Paaren zu einer Viererwirtel genithert, freier Teil der Blätter sehr klein schuppenförmig, am Kantenblatt etwa kahnförmig, am Flächenblatt breit dreieckig-rhombisch, flach, Blätter lang berablaufend, mit schmalen, scharfen Furchen zwischen den Blattkanten — Name von τετρακλιος (mit vier Lagern oder Betten) wegen der 4 Schuppen der 2 Blüte.

1 Art, *T. articulata* (Vahl) Mitterb. (*Thuja artemistata* Vahl, *Callitris quadrivatis* Vent., *Callitris articulata* Vahl) Murbeck, auf Urogen und trocknen Miipeln von SudHpajien, Marokko, Alger und Tunis; Baum von 6—12 m Höhe, \$ Blöten 4 bis 5 mm, Zapfenschuppen bis 12—23 mm lang. Die Art tritt als Santlariiklarz (Reifeu Sandnraça), da freiwiig Oder nach Einschnitten in der Rinde austritt und in Kfiraera vtr-Bdiiederer Form erhörtet; e & dfopt sur Herstellung von Firnie, zur Qlltung von Papier oder als Crundlago für Fflaater,

4. CalHtropsJs Compton, in Journ. Linn. Soc. London XLV (1922) 432, T. 27. Blüten monSziscli, terminal. \$ Blüten eiförmig, Stain, in Viererwirteln, Antherenschuppe mit mehreren Sporangien \$ Blüten breit eiförmig, aus drei gedrangten Viererwirteln von aufrecht zueinanderneiffenden Oarp. gebildet, die inneren in der Mitte zusammenstoßend, die äußeren in den Lücken; Samenanlagen 8 in der Blüte. Zapfenschuppen bei der Reife

sich test aneinander. Da sich die Schuppen bei weilerem Wachstum gegenseitig pressen, so werden ihre Ränder (besonders bei den kleineren) $\pm$ nach außen gedrückt und der Haken der Schnappe wird dadurch $\pm$ konkav. Die Runzeln veruert sich bei der Reife, die Schuppen sind dann mel- glatt.

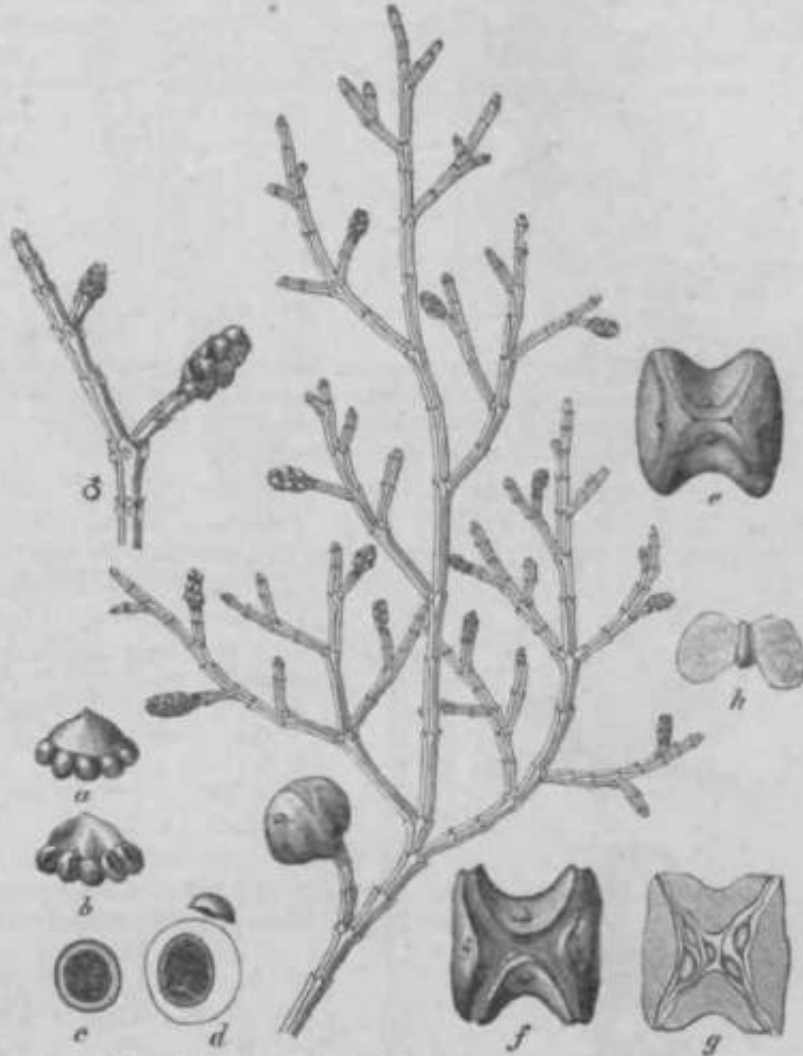


Fig. 107. *Thuja articulata* (Vahl) Uffarth, Xwulg mit 4 Blättern und Judfeln Frucht, imt. GröÙe, bei J. clu. **Blütenmischg.** etwa verirr. B. Stülbt. Hlt von flü. Ucn, b von Inneti. c Pollonkom. rf. DusBlue n*iu. Aufjujlieti in **WMWT** mit al^wtrfirter Eiine. N Frucht vop obeii, **ntuA** gesch. uwsen, /"Fruchtreif. klnffciid. **a** Dlosolbc in vucrachiltt. ftSnnic <t~a vergr. (S. P. 1. Alul. Tl. |. p. fe)

auseinanderweichend, nicht hokig, sehma.1, dick, innen gekielt, außen naho dem Ernie mit finsehnltchem, spitzem, abstehendem Mucro; ColtimeUa klein, korrisoh; Sameti 1—4 enfiwickelt, 2—3-kantig, kauia gefldgelt; Embryo mit 2 Kotylettonen. Baum, Zweigo schwach geteilt, Beblätterung von Araucarien-Typus; BlMtor in Viererwirtelii, schuppenOnnig* deckend, nicht lang uerablatifend-angewachsen. — Name = Catfi Jm-alinlich.



Fig. US. *TttmeHni* ariieulata* (Vahl) Masters. Links: Jtiagere \$ Bltite mit 2 Schuppflüimurei) A und 6 Sttmeiatilnjjeti A*. (Nnclt Sncha.) Rechts: A Altore 9 BlUte, B Carp, von der OberscfU" mit Sclhap-penwufot mill don belden Hcltlclliou Stunewiwlntu"ii. 0 Cftrp. von der Suite. (OrijriinU

1 Art, C, *araucarioides* Compton, auf Neukaledonien; bis 10 m holier Bittim, iste horizuul. Zweigo zylindri&ch, dicht beblättert; Blatter 5—7 mm hung, eclimui, £—2,5 mm bruit, stcifr, mit breiter Baeifl anfiitzend, auflen gekielt, innen Bach, mit der Spitze eingebugen; ^ BlUtea 10—12 mm long; Zapfenschuppen 1 cm lang.

ft. Widdringtonla Endl. Gen. Pl. **SnppL II** (i842) 25, Syn. Conif. (1847) 81 (Farolinia EudL Gen. Pl. Suppl. I (1840) 1372, non Webb 1&40; *Pachylepis* Brongn^ in Ann. Sc. Mat. XXX (1833J 189, non Leasing*); *Cattitris* 1. *Pachylepis* [Broagu.] Benth., in Benth. et Hook, t Gen. Pl. UI [1880] 424; *Cattitrh* Sect HI *Pachylepis* [Brongn.] Eichl. in **Hat** Lfl.-Fsm. II. 1.94).

Wichtige Literatur: M. T. Masters, **Sottt** on the genus *WMdfittitjtonia*, in Journ. Linn. Soc. XXXVJ (1905) 267—27J. — Th. R. Sim, The Forests and Forest Flow of the Colony of the Capo of Good Hopo (1007) 5H—540, T. 147. —



Klf. 139. *IViiiifriiijtiHtiijJuntjHtr" ides* (L.) Knell, jI (inOffüeter Z»p(fii von der Seite. B D*r>clhi! von pben (am '/, v(rklcfnv). C KrUtUos Zwdgeln <ctwn-t veigrj. (E. P. I. Aufl. II. 1. jü.SU.)

Bill ten monilaisch (nadi cinigen Anpaben auch diffciech), an kurzen Seitonaweiyen terminal. # Blyten klein, oblong, aus wenigen Paaren von Stain. Knsammengesetzt; AntliereiBchuppe aus brctt rundlichem Grande dreieckig-ve!>dim;Hert, ^porangien (3—) 4 (—5). **fiber** den unteren Rand der Anthercnschuppe tiervorragend. \$ BlUten mit 4 **vngeOht** gleichen, abstthtinden Carp.; Samenanlagen bis 6—8 am Caqi., aufroeht. Carp, spiiter klappig zusaiaenneigend, am rundlichen jungon Zapfdn fest geechloseen, **nchlte&lich** Zapfen weit klappig aufspringetul. Zapfen an verdickton kurzen Seitenzweigen zu mehreren gedrfntgt, Schuppen an Breite **dwJU TCrBCbJadfflOi** dick holzig, am Kfleen unterhalb der Spitze mit ± etitwickelteni Mucro; Samen dick, elfOnnig, mit bau-tjrem Fltlgel: Kotyledonen 2, — Eleine bis gro&c

Bautne mit dekuasierten oder auch bosondera an kriift.tgen Zwicglein ± alternieronden Schu|>[i< iil-liittf ru. junge Pflan.en mit linealiach-nadeUWnuigGn Blattern. — Name nach Capt, Widdrington, f 1856.

6 Arteo in Stldafrika und im sfidOstliotion tropischen Atrifta, *W. jwiiperoides* (L.) Endl. {Clanwilliani cypress, Cederboom der Buren), anf don Ctidar-Bergcn in SJldwestkapland, bis 20 m hoch, mit gruer, rissiger Rinde; Schuppen blatter graugrdii, <[r^icckig-cif(irti]i(r. oder schmu j ci-Mrmtg, Bpiitlich oder Btmnpnich, am Rucken t gekielt; Zapfen gesdilosson niedergedrfickt bi< fast kugfltlg, gOfTnot Ms 3 cm im Durchmowcr, Schuppen bis 2 cm Isng, holiig, eifOnnig, auCcn rot-

*) *Pachylepla* Leasing fat 1882 pnbiialert; die Gnttung¹ *Ifit* zweifelliaft und wird von Autoren zu *Rodigia* (kehrnclit; eo lange der Sachverlialt nicht vOilig aufgokWrt tat, wlrld *Widdringtonla* am be&ien beibehalten werden.

braun, run?^]g-w(w?ig, uuteriialb «ler Spitxe mit abstehendem, etwas zurückgebogenem, dorn-
förmigem, stnrkem HHTO; Sumeu an den etwa schne aleren 3 in>(h>n £, sw dfu <WAB br elteren 3
wchlof eiförmig, dick, duukolgefllrbt, mit großer rfftn and nebula I em Flügelrand!
— *W. cupressoides* (L.) Etidl., von Kajwtadt bi* r,raiun*iown, XaUl (Drakfmbtfffeu); Zwerf-
bHumcheii, nieifit nur 3-^ m, seltn bis 5 nt ln>rb; fy-huppeabUttr dlckffeh, t&inrmig win biactt-
licd-eifflrmig, epitz; Zapfun ellOnaig, stumpf, g«Mh)gn« bis S eta htag, Scbuppm auten g!«tter,
UDterhalb der SjiHre mit kleiurm Muoro, inncn stark g^kjhT; Saturn 7-H M, der Schuppe, "if örmig,
dunkel gefärbt, lltigel ± scMef efnsfltig, witrmiir ff« fe i i eht • kir* ttben a«apr>rantii-t, bis so
lang als Same: verwanat H'. rfr*ifOffW><«<«NO Sja>f Natal fDmJreiBbef^cn), durch runielipc, drei-
samigo ZapfensoltappeB, kleinerc uiui ringsum ffleieh mftillff goflfig<lt« Samoa chngt —
W. Schwannii (Marloth) Msaterst, In irtllflftlichen Kapland, Kongngebirgo; 15—20 m hoch, in der

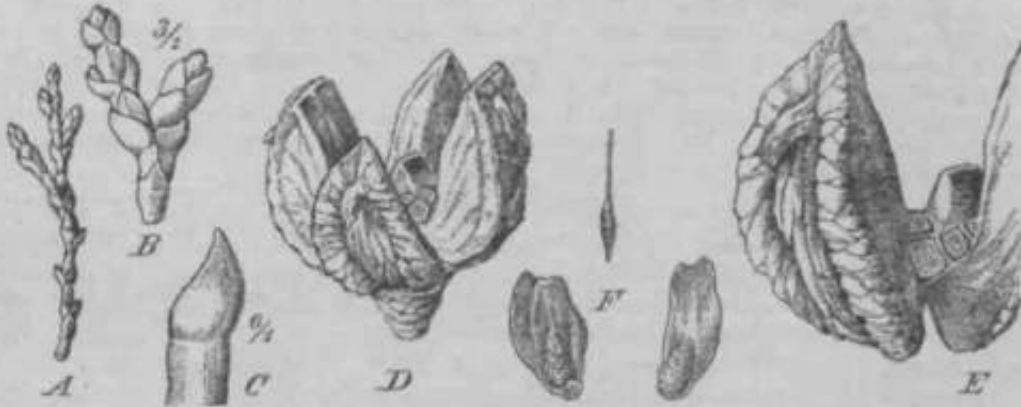
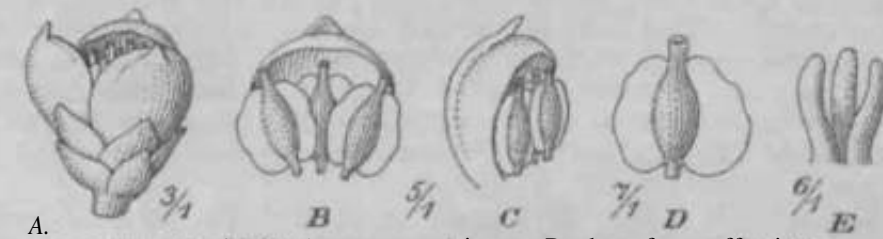


Fig. SW. *Widdrinqumia* *8dHO*T*U* (Msrtoth) Miwterg. A Zwölfstiek. I) Efu solebas, 3uinl VOFBT, t' Kin
Interutlluin ntth UlfU. O 2*pf«t ^ Curv- d«*«<«plben, vergr. i' Same von der FlieUe (mil ,von der
Kante gwabro, (N&«h Unrlwlh. In Engl, Hot, Jahrb. 1903.)



A. *cupressoides* i) Johnst. v jtmger Ptdttapfon- ff« j mtt aitereo Sameu-
anlagen, von vort-. C Dase 'l''* von il#r Sette. D Same. Jf CtilumUla.

Ponu to *Saffiu* Aab dm *W*, ntprawofctos nahcnid, in der Fonn tier Zapftnfichupppn der *W. jun-*
peratdes (fi^200). — (l'. H'A;/^; licmlte (U'. JfoAo«(Masters), un KyosaaUnd tWilaujl) bei
2000—2600 m, dort ji-tzt fin« TOraiahtet, Kliodesia und Hurdtraimvaa]; Bourn, bis gegen SO m hoch,
mit ausgebreili'tfr iElone, defert auj*pm<"lehnel-s tfatafaolk; Better fast (Quadratiacii; ZHpfen ca.
kugelig, bin gtgen 2 cm tang, Schliilijjt:n am RUEken i wanig, untorluilb dor Spilio mil koniachem
Kaen; Samca mit BoiOlch vom K3qi*r des Samcns verbreitertem Flitgcl. — Zweifelbuft *W. Com-*
tnvr&onii (BroogtL.) End), sotl von Mauritius Btammon.

6. *Fitzroya* J. D. Honker ex W. J. Hooker, in Botan. Mag. T. 4616 (1851)*); Flora
dea Serrtis VII (1851—52) 129 (*Gtupre&teUata* Senilia, PIDHC. [I8fi6] 60). — Biuteu diOifKh,
an kurzen Zwei^loin **terminal**. <\$ BIQtcn zylindri>ch, Stam. in Dreierwirteln, Filament
kurz, AntberfinBchuppe *mirecht*, eiffririiii^, am Hacken gekielt, unterlialb der Ansatzatelte
des Filamentes vrliingert, Sporan^ieo 4 neben dem Filament, frei, mit **Llzigsrifi** anf-
*spri*Qgenri unrl Hpilter g>a< **wflclatfond**. \$ Btdten kagelig, **Schtrppsa** in Dreierwirteln,
in n.m.l.r **BtwM** tlecketid, am **Grande** tlrei aterUe ScJiuppen, djuin drei Carp.**), dann oben

•) Die Tafel des Bot. Mug., deren Text von W. J. Hooker unterzeichnet *lit*, während am
SchluB dor GattungKbesolireibniifr bomerkt isi: Hook. t. in Herb. Hook., ewcuten 1. Nov. 1851;
zu-rnt erwähnt wird *Fitzroya* untor Hookers Namen in eineln ArtiJtel von Lindley in Journ.
Hort. Soc. London VI (1. Okt. 1851) 204, durii winl dort koino Om.UujgBdiagnose gegeben, sondern
nur die Art in engtinchur SprAche boachriebcti.

•*) Bei cinom kultiviertn ExompUr (infi ich auch 2 Krijise fruehtbar, doch nicht an alien
Carp. 3 B&mimanlagen; c* vraren im gansson 15—16 SaHienanlageh vorltandcn. In dr-T BKlto (earn

drei pfriemliche oder keulige, kleine, stark harzige, trocken glasige Schuppen; Carp, mit 3 aufrechten Samenanlagen mit röhrig verlängerter Mikropyle. Zapfen im ersten Jahr reifend; Carp, auseinanderweichend, holzig-lederig, im Umfang rundlich-obovat, am Rücken ungefähr in der Mitte mit breit dreieckigem, spitzliche, etwas nach oben gerichtetem Mucro; die unteren sterilen Schuppen kürzer, der gerundete Auswuchs erhebt sich nur wenig über die ursprüngliche Spitze des Schuppenblattes; Samen oval, mit vorgezogener Mikropyle und zwei halbmondförmigen Flügeln (mit den Flügeln der Same ca. kreisförmig im Umriss); Kotyledonen 2. — Stark verzweigte Bäume mit Schuppenblättern in Dreierwirteln. — Name nach Capt. Robert Fitz-Roy, der die Art auf der Reise des Beagle (1831—36) sammelte.

1 Art, *F. cupressoides* (Molina) Johnston*) (*F. patagonica* J. D. Hook.), im südlichen Chile von den Küstengebirgen der Provinz Valdivia etwa bis 43° s. Br.; der spanische Name ist Alerce (Lärche); der Baum erreicht eine Höhe bis zu 55 m und einen Durchmesser bis 5 m (nach Reich) und bildet größere Bestände, besonders in eumpfigen Niederungen, in höheren Lagen bleibt er niedrig; Zweiglein nicht zusammengedrückt, Blätter gleichartig, in Dreierwirteln, ± lang schuppenförmig und ± absteehend, oblong bis spatelig-obovat, kurz spitzlich, unterseits mit zwei eingedrückten, silbergrauen Streifen. Die Alerce ist ein wichtiger Nutzholzbaum.

7. **Diselma** J. D. Hooker, Fl. Tasman. I (1860) 353, T. 98; Benth. Fl. Austral. VI (1873) 240. — Blüten diözisch, terminal an kurzen Zweiglein. \$ Blüten klein, ellipsoidisch; Stam. 6—8 gegenständig, Filament kurz, Antherenschuppe dreieckig-eiförmig, Sporangien 2 getrennt, mit Längsriss geöffnet. \$ Blüten sehr klein, am Grunde vom obersten etwas vergrößerten Schuppenblattpaar des Zweigleins umgeben, mit 2 Paaren gegenständiger, breit eiförmiger, stumpflicher oder elliptischer, lederiger Schuppen, die ein wenig einander decken, davon nur das obere Paar fertil, diese Carp, am Grunde mit je 2 aufrechten, freien Samenanlagen mit vorgezogener Mikropyle; über den Carp, eine kleine ovale einfache oder zweispaltige, dickliche harzige Columella. Zapfen sehr klein; Schuppen nicht verändert, ohne Rückenspitze, starr, aufrecht; Samen etwas länger als Schuppen, oval, mit 3 Flügeln, von denen einer breiter, halbmondförmig ist, zwei schmaler, einander genähert, öfters der dritte Flügel kaum entwickelt. — Aufrechter, stark verzweigter Strauch mit vierkantigen Zweiglein, Blätter klein schuppenförmig, dekussiert, dicht gestellt, angedrückt, breit rhombisch-dreieckig, stumpf, dick, gekielt. — Name nach dem Autpr von Sig = zwei und *oeXia* = Pfosten, Pfeiler (»standard«), in bezug auf die beiden Carp.

1 Art, *D. Archeri* J. D. Hook., auf Bergen im westlichen Tasmanien, 2—5 m hoch, Zapfen nur etwas über 2 mm im Durchmesser.

8. **Thuyopsis** Sieb. et Zucc, Fl. Japon. II (1842) 32, T. 119, 120 (*Platycladus* Spach pr. p., *Thuyopsis*, *Thiopsis* aut., *Thuya* Sect. *Thuyopsis* Benth. in Benth. et Hook. f. Gen. Pl. III [1880] 427). — Blüten monözisch. \$ Blüten terminal, aufrecht, zylindrisch; Stam. dekussiert, in 4 Reihen deckend, Filament sehr kurz, Antherenschuppe breit gerundet, innen am unteren Rande mit 3—5 ellipsoidischen, freien, längs aufspringenden Sporangien. 2 Blüten an kurzen Zweiglein terminal, am Grunde von deren obersten Schuppenblättern umgeben; Carp. ca. 8—10, die obersten und untersten unfruchtbar, dekussiert, dick, eiförmig, nach oben zu zurückgebogen-absteehend, am Grunde dem Rücken

junge Stadien lagen mir nicht vor) sind die Carp. (3,5—4,5 mm lang) eiförmig, nach unten zu keilförmig, nach oben zu verschmälert und stumpflich, oder bis rundlich und nach oben zu kürzer verschmälert; die Spitze ist noch aufrecht, doch zeigt sich schon ein querverlaufender fleischiger Wulst ungefähr in der Höhe der Spitze der Samenanlagen; dieser Wulst überwächst bei weiterer Entwicklung die Spitze der Schuppe, die dann auf den Rücken herabgedrückt wird (Carp. ca. 5 mm lang).

*) Vgl. Johnston, in Contr. Gray Herb. Harvard Univ. N. S. 70 (1924) 91. *Pinus cupressoides* Molina 1782 (vgl. bei *Araucaria araucana*), auf welchen Namen sich Johnston bezieht, ist ungenügend charakterisiert (im Gegensatz zu der *Araucaria*, die besser beschrieben ist), nur durch: »*Pinus* (*Cupressoides*) fol. imbricatis acutis« und durch den Volksnamen Alerce. **Philippi** (Bot. Zeit 1864) identifiziert die Art mit *fitzroya patagonica*, während Sargent (Sylva N. Amer. X [1896] 134) und O. Kuntze (Rev. Gen. III [1898] 875) den Namen *Molina* auf *Libocedrus tetragona* (Hook.) Endl. beziehen (*Libocedrus cupressoides* [Molina] Sargent l. c.). Allerdings gibt Endlicher (Syn. [1847] 44), der *Fitzroya* noch nicht kannte, *Pinus cupressoides* Molina als Synonym zu *Libocedrus tetragona*, doch hat Molina sicherlich, worauf auch der spanische Name hinweist, die wichtige *Fitzroya* unter seinem *Pinus cupressoides* verstanden, und es wird am besten sein, den Namen in diesem Sinne festzulegen.

tier d&riiber stehenden Carp. aaiiegeftt) mid hdei file Samenania bergeml. Sameii-
:uilltgen ft*), flaechenfflrmigi aufrec&t, Zapfen mil mefct 4—5 fntchtbaren, zur Reife waft
klaffenden, paanvcise uboreiiianderelchemlwi Schuppen, dieuc dick loderig liotzig, ana
keilfijmijLvj l-i-is v<rl>rf:ilert, abgerondet orter niit langernii PortSSss (fir <ik"kin ei^ent-
Jiehrn Siifzi? des Carp.), rlas otmrsto l'uir za sclimal keilfflmijrer abgefladLter Cohunccla
verwachsen, init dngekiimmten SjJitzen; Samen 5, auficcht, znsamjnengerlrUtk, j?e-
fiflgelt; Kotyiedonen 2, — ITohe oder kleinere Bjume, g^ites Kutzhoh; Sstfl wirtelig,



Fig. 202. *Thuja plicata* (L. f.) S. «t Z. a SOUS. vi.ni Rttakon, 6 v...ibOft. → rjirji. Vf.n iiti.ii.
</Stack eines Zireigea von d«r Uatenettb f Qaewotetti durefa draaclboo, nnr 1 PttolienbUuter t» I hend.
i- Desgklehenii iritn mi^li i Kaiiti'ilil>Ihti>r KB« khlin'n CralM im I ewebe al: ni BaixgttPgt!). tHauptflgot
Und <> n*cS Sleb. uinl Znot, Kl. Jspoa. t. ir>, ti'n, »/ f mnii Jem Lehun. Hnuptflifur [n tint. Größe,

Zweige und Zweiglein zaiiidel, xweiv-eilig in vim-r Ebene aysgebnsitet, nur unt ecits
mit SpaltfifTnungsstreifen; Blotter sclmppeoffeniig, Idderig, dekiipsiort. dem SweJg zu ehiem
groBen T ril aagewadwenj dtajkelgrfin gijiiizend. Fl&ebenbl&tter lich mil cten Spitzeu be-
rührend, sjiatclfrirmig, stumpflicli. unterseits liellen dem Kiel mit 2 BChBULOo, sflbergraaen
Spaltöffnu ngastet^te, KantenWitte mit dentlich«n Z-wiBcbotsthanen evidcfaeiieuuaidet,
stark Un^s ziisamn]cii)~rf>I^licit, geKielt, iiobelltfimigslaiizettlioh, :mf <lem nach der Zweig-

*) Die Zahl il{r irameoanlagen uftd Sflmen wird fib<;roll mit 5 (4—5) anpegeben; ich f.mrt an
Gartenexcruplaren und am-h an cinetn ExempUr aus .Japan 2—3 SftDieaSalagfla und am ob«nrtfln
Quirl nur 1 SamenunJage.

unterseite gewandten Teil mit breitem, zentralem, silbergrauem Spaltöffnungsstreifen. — Der Name bedeutet thuja-ähnlich.

Nur 1 Art, *Th. dolabrata* (L.f.) Sieb. et Zucc. in Japan. Es werden 2 Varietäten unterschieden: **Var. australis** Henry, im mittleren und südlichen Nippon, bei 1100—1800 m; kleinerer Baum, 10 bis 16 m hoch, Zapfen bis 1,5 cm lang, Schuppen stark verdickt, am Ende des keilförmigen unteren Teiles mit etwas wulstigem Querkiel und dann in einen dreieckigen, $\pm$ langen Fortsatz, der an den unteren Schuppen zurückgekrümmt, an den oberen schmalen Schuppen aufrecht oder am Ende etwas hakig ist, ausgehend. Diese Varietät ist meist in Europa in Kultur, oft als buschiger Strauch, in Mitteleuropa winterhart; 1853 nach Leiden und dann wieder 1859 nach England eingeführt; eine charakteristische dichtverzweigte Zwergform ist f. *nana*. **Var. Hondai** Makino, die nördlichere Form, im mittleren und nördlichen Nippon, öfters waldbildend; bis 30 m hoch, Zapfen durchschnittlich etwas länger, die Schuppen am oberen Ende abgerundet, mit ganz kurzem, eingekrümmtem Fortsatz.

Fossile **Arten** (R. K r i i u s e l): Mehrfach sind Reste aus dem Tertiär hierher gestellt worden. Da es sich aber stets nur um sterile Zweige handelt, können sie wie viele andere im besten Falle als ;nicht näher bestimmbare Cupressaceen bezeichnet werden.

9. **Thuja** L. Spec. PL (1753) 1002. (*Thuya*, *Thyia*, *Thya* aut.). — Blüten monözisch. § Blüten an kurzen Zweiglein terminal; Stam. in geringerer Zahl dekussiert, Filament kurz, Antherenschuppe breit, nach unten zu über die Insertion des Filamentes verlängert und die Sporangien teilweise deckend; Sporangien 4 neben dem Filament auf der Innenseite der Schuppe, schräg gerichtet, frei, mit Längsspalt geöffnet. £ Blüten terminal mit einigen dekussierten Schuppenpaaren, von denen 2—3 Paare Carp. sind und 1—2 (bis 3) aufrechte, freie Samenanlagen tragen. Zapfen klein (jünger bei *Th. orientalis* etwas fleischig), Schuppen $\pm$ klaffend, übereinanderfallend, meist mit den Rändern etwas übereinandergreifend, ledrig bis holzig, die Spitze kaum oder wenig auf den Rücken verschoben, einen meist nur sehr kleinen, selten (*Th. orientalis*) größeren und hakig gekrümmten Mucro bildend. Samen geflügel oder ungeflügelt. — Bäume oder auch Sträucher, reich verzweigt; Zweiglein $\pm$ abgeflacht, dicht mit dekussierten Schuppenblättern bedeckt. — Der Name &vov oder dva wurde im Altertum für ein wohlriechendes Holz zu Opfern gebraucht (vielleicht *Callitris*?). — Typische Art *Th. occidentalis* L.

6 Arten, in Ostasien und Nordamerika heimisch, durch die Kultur weitverbreitet.

A. Untergatt. *Euthuja* (*Thujae verae* Don; Sekt. *Euthuya* und *Macrothuya* Benth., Sekt. *Euthuja* Eichl.; Sekt. *Euthuja* Koehne). Samen geflügelt, Carp. nur wenig verdickt. — Aa. Färbung der Oberseite und Unterseite der Zweiglein nicht stark verschieden; Flächenblätter mit hervortretender ovaler Drüse. *Th. occidentalis* L. (Lebensbaum, Arbor vitae, White Cedar), östliches Nordamerika, Kanada, nordöstliche Vereinigte Staaten, durch die Alleghanies bis Virginia, im Norden auf feuchtem und sumpfigem Boden gesellig, im Süden des Gebietes seltener; in Europa in vielen Formen kultiviert, schon 1545 eingeführt; Holz gelbbraun, dauerhaft; Baum bis 20 m hoch, Stamm oft geteilt, Äste aufwärts gebogen, Krone schmal, Zweiglein zuerst hell gelbgrün, später dunkler; Flächenblätter breit dreieckig, spitz, Kantenblätter auf dem Rücken abgerundet; Zapfen im Herbst reifend und die Samen entlassend, aber bis zum Frühjahr bleibend, bis 12 mm lang, schlank, braungelb, Schuppen ledrig, nur wenig klaffend, dicht unter dem Ende mit kleinem Spitzchen; der Zapfen wird von mehreren Schuppenpaaren gebildet, Schuppen des untersten Paares steril, anliegend, klein oder auch Va bis fast Y* des Zapfens erreichend, linealisch, Schuppen des zweiten Paares oblong, konkav, mit je 2 Samen, Schuppen des dritten Paares schmal, keilförmig, mit je 2 Samen, dann folgt ein Paar schmaler, steriler, nach unten zu verwachsener Schuppen, das mit einem obersten pfriemlichen Fortsatz eine Columella bildet; von diesem Schema kommen vielfach Abweichungen vor, es kann nur 1 Paar fertiler Schuppen vorhanden sein, oder das obere Paar hat nur je einen Samen, oder der pfriemliche Fortsatz fehlt; Samen mit ziemlich schmalen hütigen Flügeln, der oben und unten ausgerandet ist. Jugendform: f. *ericoides*, buschige Pflanzen mit schmal linealischen, bis 8 mm langen Blättern, Übergangsform: f. *Ellwangeriana*; unter den zahlreichen Wuchs- und Farbenspielarten seien erwähnt: f. *plicata*, von dichter, gedrungener Form mit flachen, breiten Zweiglein, f. *Wareana*, von Pyramidenform, mit kurzen, dicklichen Zweiglein, f. *fastigiata*, Siulenform. Das Laub von *Thuja occidentalis* fet infolge seines Gehaltes an Thujol giftig; es wird berichtet, daß Haustiere an seinem Genuß eingegangen sind (vgl. *Sabalitschka*, in Ber. Deutsch. Dendr. Ges. [1924] 131—134). Ab. Zweiglein oberseits glänzend grün, unterseits Blätter mit weißlichen Streifen, Drüsen undeutlich. *Th. plicata* Don (*Th. gigantea* Nutt.), nordwestliches Nordamerika, Süd-Alaska, Britisch-Kolumbien, Oregon, Washington, kalifornische Küstenregion, 1853 von L o b b nach Europa eingeführt, in Deutschland winterhart; Riesenbaum mit breiter Stammbasis, bis 70 m hoch, Blätter eiförmig, spitz; Zapfen bis 1,5 cm lang, mit meist 3 Paaren fertiler Schuppen und 2 oder auch häufig 3 Samen entweder an alien oder einem Teil der Schuppen (also Samen bis 18 im Zapfen), Schuppen des untersten fertilen Paares oblong, der oberen keilförmig, Columella keilförmig, aus 2 Schuppenpaaren gebildet, am Grunde des Zapfens ein Paar steriler,

utir 2—3 mm lunger .Sehupja-n. Ac Zwifplein Lilaligrilii, nkht stark *mttWWgtitettak**, Blatter mit ovuli'u »rii.»Tt: >nn*-n US.* - **Ltaga & m** t'arp. *Th. Standhkii* (i.lortil Carr. *Tfjuju typonUa* Maxim.), itt Gcbirpsn vun Umt'lo, Japan; K.nr>bi. N':tuk« jap.; **15—16** m hovh. mil **dklttn**, pyrami-
liiler Kriine; FUCHrabUtter rtumpfli'-h. KattenblAtter wenff p'JciHU mit der Sph?> eingei"ifen.
Ad. **Zmfefel** jWitwiMJ grtln, rtark **sattramMiffsdrctkt**, nJkhunbUtter nit ertuUwnr Linie. Drüse
\mileutli-li. T*. «wl<*u6*<iui* Fnactu, in ZcaVn^rj... echvn; Blati«r tchr kkin, **Kai** tenblätter
Mik gukiflt, u Ucr Spitxc «t*M gobo^n, Ae. **Zweiglein** «#rk *u*Anum-ujrprlrlii-tr. **oliuwitt** Jieii-
{Trfn. iinti'mi'w graujrrun, JilatUr mit Pnl«c. *Th. kora* Korea;
kliriiF-r **BMBB** oder SturtJ^li; Ziipr^nachuppoji dttim.

B. I' n t. p- r yr a tt. *Biota* Don (*Thuja* 2. *Ilfota* Don; 7) iote Don ox EtniL. Syit. [1847] Jb. als *Oat-*
lung; *Platylailus* Spach, Hist.. Nat. Vég. Iliflin-r. XI [18421 S33). **Stem**«n ungonugeU, junger Zapfen
fast fiotalbiff. /*A. *orientalis* L. (Bi'o/a OimAfKt
[IJ.] EndJ.), lifiiniselci in KordosUiliinu. **Man-**
dei ir, Korea, Batch <Uc Kuluir wei vor-
breitet, 1752 **naab** E'uropa ein^efllhrt; S—10 m
ho<h, stark vewwetgt, v>n ovalem oder kegel-
förmigem Wuchs, Holz dauerhaft, rötlich, Zweige



Fig. 303. *Thuja occidentalis* L. ... J-niitjAv.il.-., E.I.I.-In-
blatt mil • i• LSamen \ "it mm-n. 6Znpfon to Qaw-
schnitt, vuu den Siirioioi nurdiodes oberan j-'imlif-
tiiiiiij, i.u. • > il. iivii. in derMitte die Oolmella
iMiet &ai unitili' > tirUi- UructatW*tt] > aai iriirde
vom Si'luiliii- iiiiin inriiliri. Siirh dun Ltehim.
n IUKI ft etnn.i vt>rirr. tK. P. I. -Anti. II. I. piftjtj



Fig. 1NH. *Thuja sibirica* L., ZM, L. i., It I geschlos-
senen inn] I i iTenti I'i-irlii. a Uutrst'lmitt dtv
7rtbfu>, gfiQJut rlurt-li (Ins tMmiga Fruilittilait-
im;ir. i. Qaarsettattf d<t Frn.lu, -• june. cTUiga-
MAudd duascbon. d w-iilir, c, d nn-hr VITCT.. a un.i
ilrr I'IIICIIIJ: *IU III]>t. QrODC. VtirJi (liUi Leben.
W. \ I. Hill. JI. 1. p. Di)

in Bt-nkrechter **Eben**« verawelgt, **Zwe^gloii** iuf **bdden Seltan** jfk'k'h; Ulilitr rftck, spitzlich, die
Kantenblätter msamni(>iiffr(lrn<'kt-(L')>kiifJu dio PMcliMihlttteT eHflflniff-dtombbeh, mat <l<m EUteku
gefureht, im" KiiHi-nLiJltt-r iiljiTr;il'fnt: J Bifita Jnit :1 SolnqipeiTIHlWim, da 'itn-r-t., l'aar mit j> i>
das mittlan Brit je 1 SwDrBuil^t, du uberste l'a.ir *teril, cine **CoiaMtQa** hi!liiut. prlegf-ndlii-h
2 Samen anlagi it '• i j'-i' • tt*f Lini ^ J'.vir storier Sfbappea an Etdn; Z>f>en 1,5 cm tMVS sntaug*
fleischig, blaülic^ *, d*im atwirockn^nd. hniut, die Schuppen holtig, >perr<n<t. **Sphscu** der < tap.
auf den IMrk. lirra!i^ru«-kudir|(h*ki,f f^kriimmt. nlw-ntie **stnil**« tichnppen muwinai **iHBd**;
Samen eiförmig
fönn: **Retinotorm jmiifuroides** Carr., baachi, i:iii<ilflnn%o BlArter «tarr, spiuig. alwtthcfd; unter
den zahlreichen kiiltivipften Fomn'n f.<c f. r: t. **pedula** *CupreMta pedula* Thont*, *Thuja*
pendul a L.urilt., *limM futinia* EmlU Itnhilni jii|>.). in'il vrrjlii(:prtf>ri. duunei), lisiogenden Zweigen,
Spitze IH r l!];ni'r il>sti*hfnt3; f. *piramifrltlis* vnn hreit siiiiioüfiinniKrrin Wuchs.

Fo<ite Hrt«n iK- t r i i u d): Von dm hfertwe gestplltten KoasiUsn v(>rdienL KU fit. *Cciden-*
talis thurintjiani n Sch Ice It tend ah I aua dam **nateiW** JHluyium von Weimar Erwithnup, vietleicht
nocli *Biota orlmftdb succinea* Goepp. atK firm Bi'rnslpin. Paa Hoh von TA. *orientalis* flndet aich

auch in der Braunkohle von Bonn. Dagegen sind die schon aus dem Jura bekannten *Thuiteszyreige* durchweg unsicher.

10. **Libocedrus** EndL, Syn. Conif. (1847) 42. — Blüten monözisch, an kurzen Zweiglein terminal. § Blüten oft nur mit geringer Zahl von Stam., diese dekussiert oder spiralig angeordnet; Filament kurz, Antherenschuppe aufrecht, breitgerundet, nach oben zu wenig verschmälert, nach unten zu beträchtlich über die Insertion des Filamentes hinaus verlängert und die Sporangien deckend; Sporangien 4 neben dem Stiele auf der Innenseite der Schuppe befestigt, voneinander frei, mit breiten Spalten geöffnet. § Blüten*) am Grunde von einigen Paaren kleiner gedrängter Schuppenblätter umgeben, fertile Carp. 2 mit je 2 Samenanlagen, abstehend, darunter ein Paar steriler Schuppen, darüber ein kurzer Achsenfortsatz oder 2 Paare steriler Schuppen, die später zu einer flachen Platte von der Länge der Carp, verwachsen. Zapfen im Blütejahr reifend, klappig gebilnet; Schuppen bolzig-lederig, flach, im Umriss oval oder oblong, mit kurzem Mucro oder längerem Dorn

*) Die jüngere Blüte von *L. macrolepis* (2—3 mm lang) zeigt folgendes Verhalten. Die Paare der Schuppenblätter stehen fast in gleicher Höhe, bemerkliche Internodien werden zwischen ihnen nicht ausgebildet. Am Grunde beginnt die Blüte (abgesehen von den kleinen Schuppenblättern der Basis, die sich auch am Zapfen nur schwach vergrößern und bei dessen Aufbau keine Rolle spielen) mit einem sterilem Schuppenpaar; die Schuppen sind lederig, flach abstehend, rundlich-eiförmig und zeigen unterhalb der Spitze innen eine Anschwellung. Sie erreichen am Zapfen bei den verschiedenen Arten eine verschiedene Länge; sie bleiben z. B. bei unserer Art und bei *L. decurrens* verhältnismäßig klein (ca. 1/3 der Carp., vgl. Fig. 206 Hauptfigur), bei anderen Arten werden sie bis 1/2 so lang als die Carp. (z. B. *L. plumosa*, Fig. 206 d). Dann folgt dekussiert das Paar der Carp.; diese stehen auch von der Achse ab, ihre Spitze ist etwas zurückgebogen; sie sind sehr dick fleischig, im Umriss eiförmig-elliptisch; dem eigentlichen, in die Spitze ausgehenden Carp, sitzt innen, fest mit ihm verwachsen, eine fleischige Platte auf, die in der Höhe des oberen Randes des Carp, einen dicken, oben gerundeten Wulst bildet und nach unten zu etwas konkav ist; wird das Carp, älter, so wächst dieser Wulst über die Spitze des Carp, empor und drückt sie rückwärts; die Spitze steht dann als kurzer Mucro (*L. decurrens*) oder als langer Dorn auf dem Rücken des Carp.; die Erhebung über die Spitze ist nur eine geringe bei *L. decurrens* (vgl. Fig. 206) und *L. macrolepis*, bei anderen Arten aber wird sie durch bedeutendes Wachstum zu einer flachen, dicken, oben gerundeten Platte, die am Zapfen mit dem unteren Teil des Carp, eine einheitliche oblonge Form annimmt, wobei dann der Dorn tief am Rücken der Schuppe sitzt (Fig. 205). Es ist nicht zweifelhaft, daß in diesem Wulst ein Homologon der Fruchtschuppe ähnlich wie etwa unter den Taxodiaceen bei *Sciadopitys* vorliegt; er ist schon zur Blütezeit vorhanden und wächst später ± heran. Seine biologische Bedeutung liegt in dem Verschluss des Zapfens, die beiden Carp, liegen flach aufeinander (resp. auf der aus dem 3. und 4. Schuppenpaar gebildeten Platte, vgl. *L. decurrens*, Fig. 206) und weichen erst bei der Reife auseinander. L. S. Gibbs (Contrib. Phytogeogr. and Flora Arfak Mountains [1917] 87) beschreibt für *Libocedrus arfakensis* jüngere Stadien der Blüte und gibt an, daß die beiden Carp, (fertile bracts) zur Zeit der Bestäubung nicht modifiziert sind, und daß dann eine Anschwellung zwischen den Carp, erscheint. »This swelling gradually develops into 2 ovate-elongate projections which displace the apices of the bracts, and it is these secondary projections which open to deliberate the ovules . . .«. Dazu ist zu bemerken, daß die Anschwellung schon in jungem Stadium (wie auch die Figur von Miss Gibbs zeigt) vorhanden ist.

Am Grunde der Carp, stehen in kleinen Gruben rechts und links die flaschenförmigen Samenanlagen mit zweilippiger Mikropyle. Die Flügel werden bald entwickelt und zeigen die Ungleichheit, der größere Flügel steht nach innen zu. Bei *L. decurrens* und *L. macrolepis* ist der kleinere Flügel immerhin gut entwickelt, mit dem größeren verwachsen und doppelt so lang als der Same, bei den anderen Arten ist auf der einen Seite des Samens nur ein schmaler Hautrand vorhanden.

Bei den Arten von *Eulibocedrus* sind nun über den beiden Carp, keine Schuppen weiter entwickelt, es zeigt sich zwischen den Carp, nur ein kleiner harzreicher, zylindrischer Achsenfortsatz, der ein Rudiment eines Schuppenpaares darstellt. Anders dagegen bei *L. decurrens* und *L. macrolepis*, bei denen noch zwei Schuppenpaare über den Carp, stehen. Diese beiden Schuppenpaare sind an dem reifen Zapfen zu einer flachen, lederig-dicken, ovalen Platte von der Form und Länge der Carp, verwachsen, die zwischen den Carp, wie eine Scheidewand steht und bei der Reife, wenn die Carp, sich zurückbiegen, aufrecht stehen bleibt (vgl. Fig. 206 *L. decurrens*). Seitlich sieht man die beiden Spitzen der auf die Carp, folgenden, stark von der Seite zusammengedrückten Schuppen und oben in der Mitte die beiden Spitzen des folgenden Paares. Es ist auch bei jüngeren Zapfen noch möglich, die Schuppen voneinander zu trennen, die beiden seitlichen sind halbmondförmig, die beiden mittleren bilden vereint einen schmalen Gewebestreifen. An jüngeren Blüten von *L. macrolepis* zeigten sich die auf die Carp, folgenden Schuppen noch getrennt, schwächer zusammengedrückt, dickfleischig, ungefähr spatelig, kurz gespitzt, während das letzte Paar schmal und verwachsen ist.

fler eigentlichen SpiUe ties iSc-huppeiiblatte) am RUcken; Samen 3—J im Zapfen entwickelt, lanzettlich im **Umfang**, nut **HtpzLUcken** in der Sciude, mit uigleichen Flugeln (oft auf der **eJsdD** Beito mir mit scimalem Hautrand), der griidere FlQgel stark nach oben verlungert; **Kotyledoan** 2. — Mume, Zvvoige vierksntig oder zusauinu-usedrQckt; Blotter **BCfanppenOnnig**, iieknsiert, seltei alle **gleioh**, meist die Kanteublatte zusiimiuedrlickU Name von kftoc = Troptvn, TTSBB oder /<tec = NaB, Quell und **xr&Qos** = Zeder, von **srweilthafter** Dezieliukig; von E H di i d h e r, d o r d e n N & s e n y a b, wirft die Bildung¹ nicht erktfirL — **Typische** Art: *L. phtmosa* (Don) Sargent (JU **Donkma** EadL).

fi Arton in KaJifomien, im sfidliehen (liile, in China, auf Nouseeland, Neuknfulunien und m(Nfn^rniiniL uiiJ dm Jlolulskn.

Untergatt. *Ueyderia* (K. Koch, DdiUr. II. 2 [1873] 177 ala Gathing, Tympv: ff. **deevrrms** [Torr.J Koch; *Cutovedrus* Runs in Journ. of Sot. XI [1875] liHi T. 133, Typus: *C. macruU-pis* Kurz). Xwoiglein abg<flacht, Bch<i>i>:i;iihl:ii.Hlr lang sohnal horablauffini, die b")iU-hent!);in,T lug zum Onmiltt swifichen den EaatenblttCiTa b 1 • • i i Hirlio sichib:tr, lewtore iibo nicht in der Flitcho ausanimmwtoflond: 2 Sdiippfinpanre nm Zftpf) tber den Gftt* zu eiqn liiifhu Platte swischen dioseii ^ vrdnt; 3wnen i>it5 ungk'icifn verwausen J'iUgelu, tbet auch der Uatnora Kltgel gut entwicelt.

A. Obeweita mirt Dntarsette >Jr Zwd^kia nidrt vewoWeden. i. *decurrens* Torrey (Incense Cedar), in Orogooi. **Kajifini-Ti** iSicrrn HevAda tuU) Ktotengebirgo), KiedeiktHfoniieit, moir *vm-tinzilt* vorkoiMtiinl. uii'hi waldbildeiu3, in tGtteleoropA uiniitT);in; jiiHiin b^n on in liitdi mil. -ii'iiiniiiT Kr'nn% Zweige nnregolffiffig VIT-Kweig; Hl:lt<r sjiit/, Iritiiculirli, mit **KUXZC** fri'i-r SphzQ wiiL tuig herabUnfend (3 bis 6—7 mm)j Z^fea bit 25 mm bag, die Btrilsn Schuppen unt(r Uen Carp, tura odtr his 15 mm lang, **BCoco dei Sdiu)**>LMI kuni, n.ihfi deui OkZpdltdifi; liingeret SjuncnilUgeL bis 20 mm king,

B. Oborst'iln iimi Oatarsvile flor n>;**eflachteu** Zwoiglolo vrr-
aciiie(l<n, MKitUT auf <ler 7,iveigol>erseite kauru, auf <ler Zweig^uiittr-
^iu? ^(<irk ycfiircht; di< Zwriicleu, ciif ;ui ihrem Kudo J Odfr ^
Blifon tra^epj, riniftlich, nicht Rbge&tdu^ mit klclLnoren, fcOraeran,
breiteren gedritn^t imbrikaten Schnppenbmtera. *L. maerolepit* (Kaw)
Bonth^ in China, YOmün und aif Formes; Znpfen 2 cui tauj, ^triles
*Schuppenpaar untor den rirj>. kurz.

Untflr^att. *Eullhacedrus* ililger. Zweijffin sriten vior-
kantig-, mit plekhon odor fant gck-hcn Bl.Uern; in. i-t Xwoiglein aii-
geflacht, **Kautenilfttar** ana Blfchonblitter *vm(ibi<daii* und dabd
entim xwischo ticn l<t>torea in der **EiSciiil iet Kwoigloina** zusammen-
stUkd, i'iarlieLiUJUU^r dadttrefa ± Ifng »0Ofin*nder ^ctn'mit, Zweigo
meist iliirch ilie kuraen, in einu Ebnu gottallta] letattoq Zweigluin einem Ftedcrblatl glichend;
Zapfeiiichiiniicii fiber den Carp- 0 oder nur dnreli Jfclenen Aclisenfort^atz aagedcuteL, Zapfen*
schuppei ditbfit nur in 2 Piaron, due obere frut'htJuir; <U-T kleinere f:Amenflfel auf l'itien scima.tcn
liautruinl reihniert.

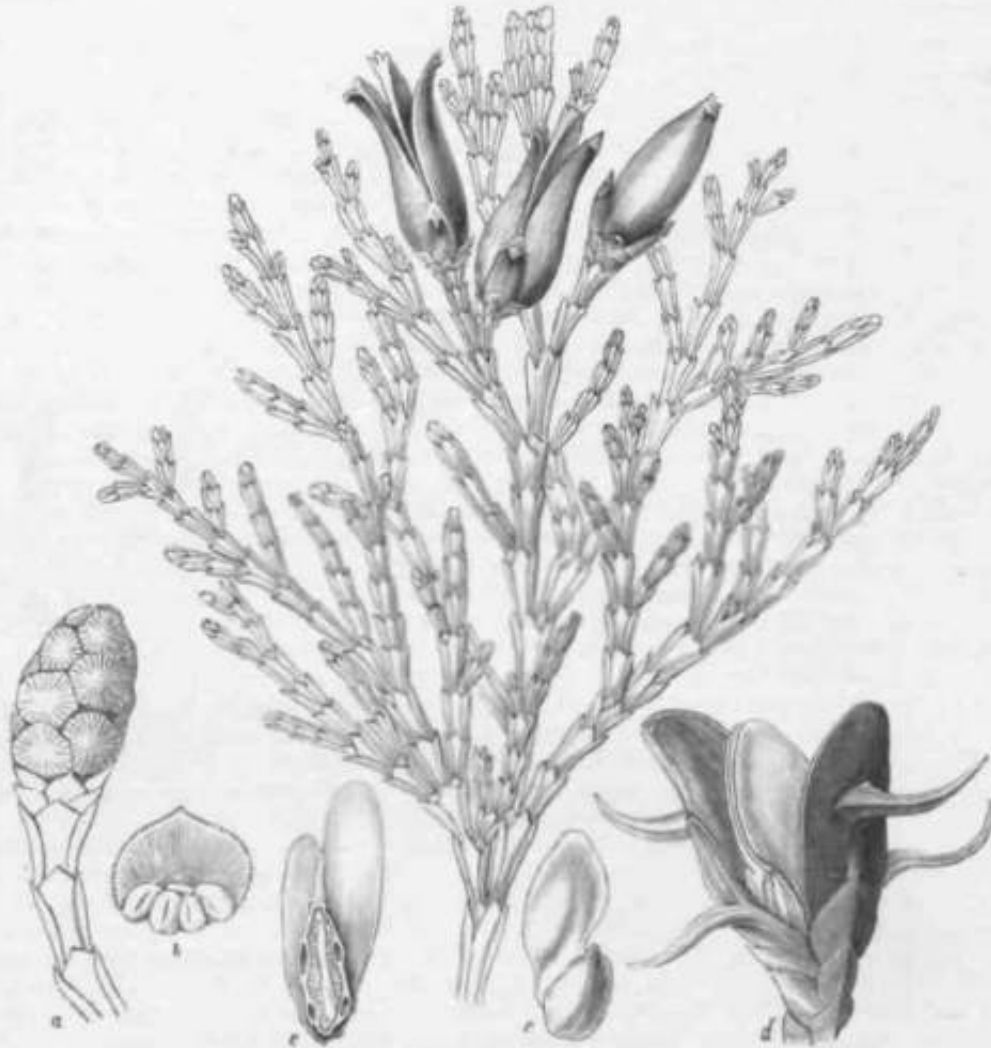
A. ZwiigE-iii vierkuntg. *Libocedrw uvifera* (Lion) Pilgor (*Juniperus uvifera* Don, *L. tatra-yona* Wolk.) Euil., L. cttpressoirfpe ^aTBtjni, non J'iw* ntpresiofjfls MHVITUL vgi. *Ajunodnng* btl *Fitzroya cupTdSaUfs*), im afdlirhn Chile von VaMivia an slldlith. Ms nadi Fmezlvtdj Baum bis 30 m hoch, im fiUdlchon Tfil dee Gebittee audi bnMhig ivic:hs(nd. BliUcr viprrroilL^imbrikiLt. allo ffldeb, (U<k< iwhmal pjHirtnljr. <tmipflinti, ^iki.U, nugudrdekt otst t Mutuhflld. obfrseits koniuv, bis auf den Itand mm BpftflftBUUgiriifien sillirrenm: UIIFT> -t. ri'» Z;giffHBchuppen liis 3/3 dor Car^i. Itini:, Zapfeu'chup^n unRefahT in te Mine >ks tOeknu mil pfaicnBi hem Hum, ilir gebogon aatwfrta {rariehM t^t and bis mm rt<1 Kn> der Schippe raecht od^r dtatt noch Ulierrugi.. — */. Hi>'rit>n* Hook. f. aal Xruwebuid (KaJkiirakaj; Baiun 13—20 m bwh. M&au] konisoltj Kiintonblatter und FU^hf-nblaiter bum rrm-bifden, tpitt; Zapfwi Mullich wl.' be! *L. phaaota*.

B. Zivci-Jin ab^llarht. Kmniienblttr end FUEli<sbltt<r «Urk rer<rhledeu. — Ba. *Z&pteti*. schuppen mit tnnem, sttnnpfem Macro dkht unier dns obren Kande. L rAi/™*s PoiP Kncl., in Chile von 34*f* (1500— 1600 m) *Qdtirh a bat 41*. Mch Boch in dax augrenif n.li- OtUM von ArgBBttofan hinfiiberfflimd; FURhenbiatrr ubr klrln. rbonkbiwh-HfAnnlg', [ttHH. Kaniijnblatrr atunipnich, Bek, betdvrmIU nut (rraarr Fnrrb<; Z*pl^*n 12— 15 mm lang; ^ Bl4ten 3 mm bag, en. 10 StUL, AntherrBwhupn* eifdnni^, TorKhnil-rt, — Bb. Sturn odpr lufer Dorn dtr Z.iiffen-schuppi-n fir-r an Ituckrn. — Bba, ZKpfaufanpp<n mit bugvin l>>ni. L. y/wwow (Don) SArgent (L. WontewJ [ttook.1 Kii'll.. 7ui;'a *Dotdaita* Hook. . . f E^eOMtand; bis 80 m hoch, xnh konischpr Krone, Bork< in taBgoo, SOJenwa Sohtqipw Bbbftttam>K li.f.r* h<luvrti^ N'uuhols; kl.inr Zweg-Ifiti an Sen LtKtrieben zahlreich in ciner Kbene, kurz, so datt der jim^ Zweig^ das Auaseien cines FIaderblatte gowinntj FUElienblfHor br^it, rhomiiisch. k.iim ^espiUt, K.tntenbUitrr dick, stumpfMch, ca- hslbnval von oben, im dor Obersinte dee ZwdgMns fflatt, an der Unterseite gefurcht; Carp- aut (ton Itttcken un^filhr zur Mitte mit pfrtomlichem Dom, der tt< tag wicj der



iJSJzJ i*newfni* austro-
" 7,n,'^r " ^ ^ " { J ?
cotigiul) "

stunipf gerundete ForUwtz des Carp, *let* — *L. austrocaletJonica* Brongu. et Gris, auf Ncukaledonkn, ZweigleiD stark zusammengedrückt, Z m ^ fi&.lerMat.hihiLlidi. HHiiter **stomps EaatmbUtter** mit iringckrtiiuiLcm Tinfle. auf der Zweiguiterspite mit lirtiU;r SiialtjLTnuugsEuiivlie; Cari». mit tier am fülcckD oritspring-endein, his J cm Singem. pfrienlichem Dora. — Bb/.'. ZapfciHflitippeQ mit kllaerein. stuinpfen Mucro. *L. papmtna* ¥. SIUII.. (Jcbirge von N«uguineu (**Molukkim**, Batjan? Viel-Ji'icht eipcioo Art); Zwcil^Jcin stark xisajiiuengedrückt, Blätter ctwas Btuinpfllich. Kftntenblittter an iler Zweigoberstfiie gliiti, an dar Intoreelte mit bjeiter SpallOffmm^fiirche; ^ UIUlon mil spiralig



Klg, JbO. Iliui|ttfltrnr ttnd n ' fJhcedrtu <• curru Twrr. - [BUKa '• -i.im. vim inn.ii. c Same Im LKagsscliifft. - d - t.)>'>>••• (Poti Snrrfni. rf Zspfm. nrfachen rtrn belden klaffeti.hu 0«rp«lkn (Ilf Snirn sd-httnr. - Same. (Hauptil(pw uml a r IMCII TV rr «y. PL |re iti«(il, T. H: fl. s niicli Hooker, London 700JXL I. T. IT; F. P. ' Auf. II. i. p.*!, H*il>rHir in MI. UrOOc, t. b, it vergr.)

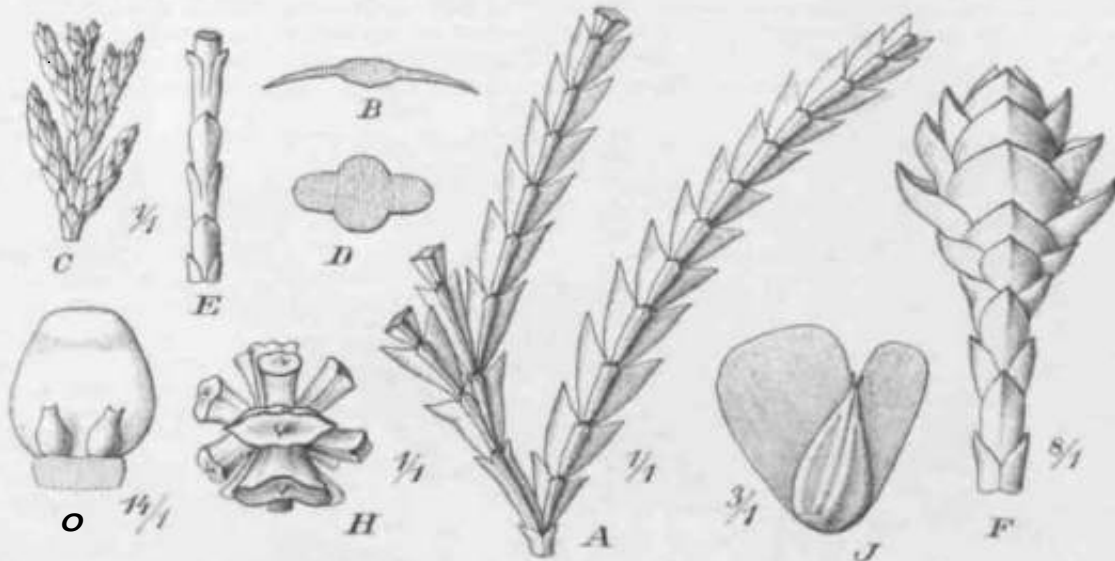
gestellten SI;MIL.I.]UU.TII. — Verw«idt *L. torrirHttmai** Schlechtr and *L. arfakensis* Gibbs von den Gebirgen ffngnlnnii.

Fossile Arten 'K- ttiU»el): Snkr lianltg DÜfan rioh nu r-rtiUr -UT XurdhiilLikugel ili> thariiktristiscLf-n Zweige \>n h. saHcainaidt i Dngi r. Der uuitosilacshii finu det Nadirlu wi-itlii von dem tier litip-n-l-n Artvn :ilt. Wmfg«r Lm« RoBtt liod au'i li ati« dnr OIMTPII Kride bekannt.

11, Fohienla.A. Honry e! II. II.TI. . . n, in Owd.Clirm.XLlx Mini) (Hi.— ? BJfiten? ♀ BIUten terminal, mit 6—* P«ff«i daknssiater, genatfletar Carp.; Samenanlagen S, aufrt, mit broiler Mikrojiylc. Zftpfen im EVEiteo .tnlir rslfend, mit kurzem, schuppigem Stiel, ca. kiigelfjtr. ZapfeusclmjiiwH 1—lt> tiobd^, «AWPB*fc ftoMisaitSerwoLohend] von au&eo schiliKMniiu., nitch 3w Basis zu keilftirmfg verschmiUert, SchjJil oWony, koohav, mit einer knr/fli Spiize im Centrum: Samen 2 Jim (:n]i., im UniriB ilreiecki^i'ifihniifr. s|it/Heli, am Qnmddl aligeilacht, mit lireitem liilum. HanedtttMn 8 Umg, PtQgol 8 scitUcb,

grofi, unpleich proB. — H-ininc rnit, rieknasierten Scmpiiciidliitverii. — Name tA<#i der Provinz Fokion. *Itma, — Typisilir Art /'. ilo<iijinsii Daun 1) nrv M Thomas. —

:: Artca In (Iiina. F. *Hadgitutii* tDmmi H-iiry ei Thoin*, in Koki/p; Ratlin bU 13 m horli: ZwHgo in finer EbtM VBttmAg, ibgefliit-lit: Matt IT >#i<, Flächenblätter aus breit dreieckl... oticron Teil limp IteifBralg Otah antai veaschmSlfitt, 1^ yum i-runde iwiM-hrn dm Kamrnl>Jan<-ru in diT Ffl>hc >ii)itli:ir. K:mii-ul)J:Sitir stark EUiainmciDgedrfickt, in d«n tlltft«« •!. Dblong4uuettl]«h, onteraetta mtl bse&en SpaitfiBnungaetwifen; an fnn^en Pflamea lit: •er brei tef un<i tcharf gwpltat; Z:tjtfen t.5—5 cm litng. — F. *Marh/r<i* Mcrill in K<iki>ti, soil dirh «]«rrli kilrziTf Blatter nrnl itompferQ



Pig. soi, Fokienta Bodfi»*ti. -t Zw«lg mil JogtuidDIKttero. n QaenwUnltt e BeVuttartar Zwelft D nitt. : Banptubss einw langen Ifljm^, file VcrUngwaqg <#r [utornodlmi lelgeod. FS Blüte, ft Carpel! m(t SanumMdwaai / B«ifM g«Ofn«ter Zaptao. / ^m... »a«li i.>n). <hron.: E. P. i.Aiitt, Erg.-B. aAIII.J. . .>

Kantenblätter osterscheiden. — P. *Kwrnii* BbyatS in Yunnan. in det QrCDXi vim THNIUN, in der Samen- und Samenzell ellorm verschieden.

Fossils Artan i.U. KT&UBOI); ZQ ^'. *Kanoli* Bay. ffetl. C o hini (Bull. SJTV. géol. Indochinu 8.¹ [1920], flt>7i [li.lircstta iins dan Ttetfltr »on iliiiiii niniirrii gestellt.

UntcrfaiiL II. Ctipressoideae PQgft.

(Cuprsssineae S Oupn ^neae veras BndL 1. & 6. — Oupressinsae-Gupre&sinae Kit-Ki. L c — 'Ij'ifSfioidem-Cupreswtic Aschers. u. < taseftn. 1. o. — (Sfpreftwiw m (Hprvssene Neger 1. &).

12. Cupressus J.. Spec Plant (17f;ii 1002, Gen, PL ed 1. 17.57i B94], etL B (1754) 435 (Qtipre8U9 Brtte Qrttppfl Eucuprstssta K. KocJ). I'cinlr. 11. i*. 11^7;'' 146), —

WtcMlgste spcielle Ltatur: K. T. tEfrstors, A <5<mjil Vtew of LL- Qwm Cuprestus, in .litiini. Linn. 8oe, XXXI (isw!) 315—3U5. — A. I'jin ii i. Les Cjrpria (Genre Cupressua), Kmyil fecon. de Sylviculture II iPnris 1«IJ). — W. L. Jrgon, Tin- Silva of I'aJifonila (1910 IH 161, —

IHiitm niomizisch. (J Bllltfln kUMn^ tprmin;il, t&ngiiti) eifOrtolg 1>U aylindrisclx; Stam. mit. kuraem Stw\ und seliildfurnii^tT &ntbemiB«btpp«, Sporangion :. S ton Grande mil der Untersoite, liings mifspringend, (ii¹ LSngsiiBBe uu'l^t xn Uththezo erweiterb + Bifiten mil melirreii gekrcuzten Paaren von Carp., die am Grande 1 :.ihln iiiiip snfrechte Samcn-anlagen brflgea. Zspten WOfefShl kngdig, liolzifr, im folgenden Jalr reifeinl, bis -ur Reife feat geschlossen, ilurrl Aaniiuradenirei^Iteii Sot Schapp^'n geOfi net; Sc Imipecu nuci außen aus eliiIf&rmiger Bnsis scJiildfurnii^ verbreitfrt, ^gcneiiiaacier kmHjr abgeplattet; Samen ± zalilr<>iel), ziifcjUiinfmL^inickt. ± -rfflifrft: Kotyledoiifii i^n (C.fUttrU^em per-virens) odei i:—<!(—Tt). — Strftacher ruler meist BSmne, meist mit verllingprter Krone. Aste reichlfcb rarewefgt, die letston ssahlreichen knr^en Zwefgleiii atlfieftig jorichert orler mehr in ritu-r Ehene Btehend, j^leiehseitig etwas kantig oder seitener KQsammengedrückt; Primärblätter iurlelfUmJ^% scfwach lu-rablaifend. abatebaad, sUmShlidi in die Folge-!(>ter Qbarg^end, dieso srlilieflitrl klein. schspenOnnlg, fleckend, henblaofeixl, an-liegend o*k-r mir wonijr mit <#i Spitee vom Zvvtiir :il>^>liojr^n. auf tiiliii RiU-kn konvex

und mit eintr Drtiea versehen, alle gleicht oder bei abgeplattetea Zweiglein die seitlichen etwjLs von den vorderen und iiiuu-reii versdiieden. «* Cupressus schon im Altertum N.unc Hir <lio QyjHflBB. — Typisehe Art: C. ifew/jej-uirerw L. —

Oa, 1-2 Artftn im wartUcfaen XWdameriku und iu Aflien, bis zum 3silidien MwliUTrungi'bHit, %.. T. durcli idte KiUtnr well vurlu-citr.

A. ZiitfpD gtofi, iitft -1 cm itui^r. — Aa. Zapfen gTn.iibia.tin. *O. sempervirens* L., Cypxesae, in tJen Gebirgen Jus Bstllalum Ak ililrrringubietcs hdmisch (Persieu, Syrien, Kreta, CypCO) uswj. fdion im AlUrtum nach lijilku plngeffthrt und jetzt im westlichen Mediterniu(ji;bict m'tfach ein-pcbUrgert, aueh ia SUildcutW^iltod KB gHaatlgen StMWtorten noch wint^rhart; 1&—20. manchmal bti (i)icr 80 m both; Pfaiihirxi*! mit weit sich erstreckenden Seitenwiinelu; Borke 1« Stammes iliinn, grau, lan^erjssig; nach iler Tracht werden zwei Vitrietfttcn iiiii'TSrlüi;ilen: L vur. *hotizoittalis* j.Mill> Alton, Kmnc breit kt/jrelfOrmip, Aete horizontal nbstehend, die in <ler Helmut der Art ge-



Flu. 308. (Hpr<#m# maeroitarpfi (iordoti, CaUfomlen, Monterey-Buy. (Xitch Harshitftrper, In Engler- l>nulc, Vegetation cter Kr.li \Hl.i

wöhnliche, nbor WOldg oiigepftanxte Fnrm, 2. var. *stricta* Alton (var. *piraauiiul-i* Xym.. f. *fasti-giata* DC), Krone spitz kegelformig, achnuil, isto aufstrobrn-l. rj< powflhnlih niigc)llan!rtp, vor-zugsweise als Cyprciae bekannte Form; Holz gelbrot. mit braun^m Kern, fest un<l hart: Zivcignin schwach vierkantig, nach alien Seiten gerichtet; Blätter scimal, grOtltrntcils d^m Zweig (tagt-tvach-it'n. iliinki-liyrr:iii{fraii, mit cin^cdmcktur ovalyr EandrfiM :mf ftan Rflefcof, U (Jen kldnen Zweignin drfifrrkig stninpflieh. test rtngnlrlckf, ;tm !ati(Jt> rtwas< jrf/iinhclt: frfli (illi!>;ir; J BldtFD mit ca. 10 PMrnn von ?tant.; J Biltfln rundik'li. 5—6 mm im Dureliuujs-^r. *^:ir[i. mtfat in 4—9 f8—7) Paiiren; Zapi«n (2—)8—I cm tang, Rchilder u—8-eckig, mit etwaa gwSIMar nnil germuoltei ObertJadi- nH ItlBiffiiB ImTOi SkWH «—2<t am (*:trp.. gilnwnil rothniun, 4—6 mm lutff. — \i rwardt ft liuclfiusitsmi Hirktl in China, Yttiituin. — Ab. Zapfm gUitsmd rothraun. C macrofo/fo Gordon (C. *Lumbvrtio* CUT^ C. *Hartwegii* Cur.), TOO gun bwchrlnkter Verbreitung on der Kflrt* TOD KaJiforaim »QdUch dor Vot^terry-Bai (Cyprew Pointy oft ccMtae einzelne Exemjlar« u drr WeckraktKie; Baum bi> flber 30 m hoch, Boric« Khitppig, dvafclbisim, später bis (am welS; Zvdi^eta w«f. naeh alien Sritn gerichtM. ptni kuttlf; Blätter dankelgrOn. brtit-lich, ciflInnifr, Bttu >; !: Ki-rher :itu-li var. *guadalupensis* (ViAiam) Master* von KaliforaWi. mit starker a) Blätternderraj djlInneren, inohr gmngTOneu Zweigen.

B. Zapfei klchn>r, mr-in unter 2 em. — Ba. Zwtfglefa nach alien Sritnn gerichtet, nicht in • ine Eben* gestellt (Ausnahne ± bei C. tetfMIM var. *Ht>nlhamt*. — Ba«, Kooro flet ZtpEsn-•chuppo schwach entwickelt. *O. Goveniana* Gordon (C. *Sarffenii* Jopson), in der kilifnmiic*lien

Küstenregion; meist kleinr Baum oder Bauntatrauci; Zweiglein Inuli, J., virrkymi[^]: Bi&tftfr dickb'ch gewölbt, spitz, dunkeltfrrtln; ZnjJVn 1.5—2 cin ini Durchmsesar, rotbraun-gttuzaid, init 6—S Srup>>cn: Saincii glilnxcmll iellbratin oder rotbraitii. — Salic vprvnnit C pygmaea Sargent. - Bay¥. Ilucro d<r Zaiifciischuiipo put i-iitwiekelt. — B&/JL Blittter mJt Bu&aUender Efan drflM mft sithtbnrcr BansausBCfatduig. C. Mecnabiana Murray, an weapon bollerten Btmtdorten in Kali-ftmiieti: niedrlger, buschigt>r Bmini; BUTtai mat ileni ftflecken g-fi-undi-i. itunpJIiah; Zapfen ir> bis 2.5 cm Lung. Sohuppen mit auff<J!<'nfcin, stoffi^fen MIKTH. dw :in den njiti rr ri Sehuppen Barfleck-gebogen, an dfn (irn-ron dicker uml etitgebugen fat. — Ba/>II. Hirtzlr(h*) <i r JiUitr-r wanig j<f-fallend. O. hfu'tiixi Mill/' ". ijinn-n l.:un,, tVjhlrfi de GoaJ, in Mexiko b'n 1800—1300 m, besomtt ra in VYjiworluilp li u <i J /• ur-Fir. n HJltigr. ill ilcn Gobirg-on v... JUUIUJDHIH. in vit>lc an-lr-- Uladei eingeführt, iti Poftagal, von wo dip Art bwclirieben vnirdo, eing^hQrgcrt; 10—20. nelten bis 40 m hoch, i, dicht »II<T lodtar v<r*rffgt. mit (ugebreleten, heral xipvii«ci A*ti«, Stamm nil btntun* rotor Schnife!(•••ke; IIatter t gnugniti. spitz, lift XUGffSfiilZI. UUl I.Tldi' Mit'int Unas :this[i-]li-ljl: Xt:)f.li Eoetci twfdlt, -Liiffi pmubrami, 1—1,"> iliih Zi rm ini Durebmesser, Sobuppen molBt (i—J*. mit sfuit./ijii (MIT sliiii)jlf'.iii Murr'i: v;tr. ti< nltami [MniL] Qirr, in JUEjtiko, von sdii.il^r l'yrii)iilcl-j-fcm<, Zvreighn ± in rim- KIH-JU^l p*-sU<jlt, uichr ahpellacht. — ('. itrizonica, in den BoigeD v<•t Arissonu uml Nonltnextko. C. fftatn ^tidwurth, in Arizona, G. liakrri Jepsam in Californien. — Bb. Zivcifrlirii + in rwr Ebene ausgebreitet. — Bbn. Zwidgbfa nir.hl ju-'ammrngr!' rückt, !• ätter gleichesulloV C. tandota Don, im i •lichen Uniul;i>i ••••I ••• *i—3000m und iu Znitrakhiiuu SKcedmBB tx-i 19D0—2500 m in mwkntfu O«biet«; Bauin vrrschied MT BSkt (18 H m. Im Iliad-triyn iii- tn : /..• ifcieln kun, kaniig; BI&IUT mil itili'f>-nilti >j.iu<. />jif(ti 1.3—2(—2.3j cm Im l.uwlime*<er. — Bb/y. Zwri^k-iii zussammengo-ilrQckt, die Knnt<>iiltlilter toUtUUec :i Es die Flächen-blätter. C. funehris Kintl. (TrftTteneyppraBs), im mittlereu (Miina wftit vvrbricileit. lt-tmnit-rs :uif Hergon mit. troikuuu Ktimn, liefert dnu-rhaftes, •. • I ^ abtftaechtu Bator, Blittter spits; Znpfen 0,8 his 11— ('>i etn im Dnrhmasez*, Sunen 3—5. — Vorwandt dio zwcfoltiafto Art C. cnshtnariana Nryli> in hidien; Zweige Uubrhiingcnrl, Uiatter •. i-Tii Fti abstohond, selimak'r, Zaj)f(nsrlii>j|i>i>i mil.... In Sltnifii.

A detailed botanical illustration showing a woody branch of a plant. The branch has several small, dark, pointed leaves. At the tip of the branch is a large, round, textured fruit or seed pod. Below the main branch are four smaller, numbered drawings labeled 'a', 'b', 'c', and 'd'. Drawing 'a' shows a single seed or fruit part. Drawing 'b' shows a cross-section of a fruit or seed. Drawing 'c' shows a long, slender, segmented structure, possibly a style or pistil. Drawing 'd' shows another view of a seed or fruit part.

FoilsA Arten (H. KrSnsel): Blfiteo-
mit C wmpcvirens L. übereinstimmend,
finden <iclj im Bernstein GstpreaBeiM. Dagegen
ist die MHiraxil der ftll CtpressUes Iw. bezeichnet
Zwelo gan/ iih>irLr. Nur C. tturi/ormls
(= C. dii in GSts von Turtl nit.) C. i/j> m f. f.
Ball] me gkk'lun 8cWelitei ran Antrim bwtz<n

IS. Chamaecyparls **Spach, B3st** Nat V6g. Pfmuer. XI (1842) **8S9; Boffi**[^] Syn. **Oonif.** iIS-ITi (Vi {**Ckmaepcuce** Zucc. ei Endl., Euchir. (181] **139, aootenl; Hitinispora** Sieb. et Zucr.. **KL Japan.** U [1841'—**M**] 36, T. 121—133**); **Cttpresw**^{*,} **Zw-aitn** Gruppo

*) Mit *C. taatanica* *kt tteh* affll&ci. r b-*cas-a thuriferi* Kunth von Mexiko vereinigt worden, die libn our 1-² iinj^rfflOgdlte Sam«n an dsr B<dwpp< lisJ. b<« vi-nig bcfctuinto Art ist ran DO muil i.Tniiru. id Boi 52 [1914] £96) in 7Av/a orifufaUt gnogvu mid als *T/i. orictitalis* v;ir. maefcasa lifs^hTiellien wanl^d, al» in Mniko ttWMidan Form der ringehlbtrpn Art.

**) SpicL begrQndi • L c die Latin[^] CAatawyyarii »of C*. *tpkavoidva* Spach [= C«-
pres*Ms t/t/oithx L., mil 0ft. *w(*o/rnjrii: Ctutou-mito A «cailk» S-udm. — Qnrntmi-faadlea
& Acaillea 2-flores... NumUa pi-miili-es. I *mr-* (ihr ploicbxHtg¹ wurde die Oatnog *tetiawspnnt*
Siob. <t Zucc. vrrdffonitirlii. li[^]gTliTiifft auf *R. obtma* tun] /?, *pUifera* (far Name beucht sich auf
dio gro&iii llarttliiisen nra Parai'n [*gijimf* as Haxa)); dnzt kommt *It. squarrasa* Sieb. ot Zuc[^] die
aher *tea* riail <ixi>rte .ruffendfonn von *C. pisifera* 1st. End Ho her !. c teilt dife Galtnnr in
S Siiktioiien: SuestanOKIQWrl (din nordamerikiumchen Arten) undt/efthtisporu (dio a[^]ialiKchi'i
ArU-n). Darin folgt Him Cirriere (Trdlte Conif. ed. 1 [1855] 132), der aber die falsche



Fig. SOD. *i* **i* /*i*-Bin* • L-1/H • *i* **i* • i a Stun. vom
It *an*, *ti* im LXn*SwfanJtt • } Ultite. <i Cue-
jiil> tiirniiji mil. dni Snifiaiiiiiircii. i SKOit. a-it
SABltusbld in mil. Qrtfife • i nnc-li
It if Intnl. Octoi T. ft, die Bftbltaaltgur mn-li d<m
Lb (R. p. i. Aurt. n. i- p.

CkamaeCjfpata K. Kmli. DendroL 112 JI8T3] lBd; *Cupressm* Sect, *Cfuimitecy purls* gent, Sylv* N. Ainer. X 11&J6] 97, Camus, Lea Cyprus [1014] 25. vgl hei *Cnpressus*). — In 3ea wtcktigsten Merkmiden mit *Cupressus* iHjereinstimmend und von dipser (J.-thmg sicht durchgreifend verschieden. Sportttgieij flan Stubbblftt 2—3. CJTJI. mit wenigeD, (1—) 2—4(—6) Samen«nlagén; Zapfen kteín, allenm-fet im ersten Jalire roifend (nur bei CA. *vooUiutensis* im eweiten .l:thre); Samr- lu<it geflQgdt, bei mebreren Alten Jliit- mtt&e&i- den Harzdrtsen; Kotyledonen 2. • — fi&ume, teilweise von gewaJ tiger Htihe; Zweiglein ± Kbgeflacht und in erne Kliene jjestellt; BUtta attoppenf6na%, utigleich (tibor die Jugend- fiirriH-n vjri. Aimerkiinjr). — NLIH' vnn x". "" ~ :il'f ^W Etds mni KWgKWK " Cynre sse; der K:uif bedentet niedrige Cyprowe, (ii*¹ Hodiwtclisi^kciI tar Arfen in der Heimai war

nicht bekannt.

n AliQD in NuriitfiK-rika. in Japan iimH auf Pcomosa hebuifldi, m Kultuv welt verbreftet, ;ils Schdn-Cypreee besddmot. — Typj>Hi- An: *Ok thuuuhs* .l.: B. 8. P.

A. Samm mit as&Uledeo Wnn- <lrllpeli. — Aft. liJUTtr Stltiijflitli. Oh, oil- tana sirii. <T. /,i)[i-.. Ilinitki (I<T Jspaner, in JapjBi be] S00 — i.'itiitni, :inf Fonoou, 1801 in Engjimd Qingetdbrt, in Zfniriilcurpira. ^inh'tlutH: *WyiMin* vim 2d X'i, st^llen Ms & m Hiihr, mit ovalor, :un Qipfel genm- ietex Krone *Isto* boibumtal, Kwdgo ± li.iii^i-inl, Korkir sjhin. rntlr:uiti. in laugen • Itnnit'ii Stn'ifcii idibifitt'Tinl; Itotx wcifi his ^iritiijfcih, gisnecnd, awtgateielu ietes **Werbhok; Blfttter** snliegend, unil'-iitlivlulHi- ^i^', hi-Jignin. FiirrljinliliiUfr GdfSnnlf, PII'II *infhi* inH >ltT Spite* berOhrand, so dafl flk Kantenblittfr iii <iir Ricthe nttaaufiitii- stoßen, K;il(li i.U.iittr b.ujr »MjirfH';(i;itit'ii. iij:i[ii'liiii.tl mil klei:.'r •pitze; **Zapfen** 10 bia 1. Dot im iJufihniesser, .l.1lf*-i-n it- IS, Se• iM fail tfarh mit *gati* km zem. siuiti'1- feia I<Fasta; *Siratnanlapi-n* 2—4 (• Itt-ii lii- 3, >:int«n ^—4 mm Uop, mi< i-:i Ban' •In:en jederseits, Fligel «cbmai(T ain Some. Jugendform i. *ericoides*, kugelför- niif. gtsnblan, BUuler iin«U«oh, dicklich, *though*, fi-riH-r iii Kulmr u. a. f. *mum*, fwerqfozm, f. i»»<iiiiin (*Ch. pendula* Maxim.) mil tdDfri-ii liatigwodCB Zwicgwn und gleich- gectnIMen Blftttcm — Ab. BDUter spitz. — Abu. FUEbeabttttm sich mit ilcr Sprtae berühren

Samens bl. Suuii.^i:il:ju'n ! i. [-Idget dtB Sieb pan . 01 Zur.\. S;m;ir; i. Icr .l:ti:incr, ill .I.: mit CA, *jiti.itsn*. in TempBUudBen usw. viel p-i'[i(l.-ui7.t. [801 in EtagtSnd i-sngffdlrl.



:ig. 210. *Chamaecyparis Lawsoniana* (Andr.) Parl., Garten- Exemplar voh 43 m Höh.,- ui,i HJ m miirtvm l mfu-
(R. r. i. Ami. u i. p. w j

in Zentrleuropa wintprhart; Baum vi>n 30, «fltrn lii< feuit Mm lliiii, Kroni' wJimul jiy:uni«iitl. Aetc horizontal iibsU'hcnil. nich den Kr.b- xti BtWU achfixtl gsbogen; Sdht nii'lii BO w- riv.ill al< Schreibweise Trilm TTütht>ij>Fü jrlit. wto rie \i'-lfac! später bdbchalten v.union 5>t- In dw 2. Auflngo l^'T). tSZ i'ib': I arriere Reti MMfttra »1* rntrT^attung vim fAiHHiTry^Mrb, vobti r atjer die Artra tmt«r *Rr.fwjupura* iaL-o ab> i. iiii. _' [inine gebnuirhli auffillirt- L>IT CU>r>kt'r dT 6rup]H> bnt nirh ilcr pim Terindirt, jeUt Mrhro brt *Chamin'ry/pnrU* aJI<Aften mil Sefaiipp<nl>LitU'ni iiml uiiH r *Hrtimatpont* die rwrifttha/tru *ia.r.nfi>n[K>n mit ifi*tant<-li, uuilrUOnnifr^u B&ttern. Solefaa *Urtinniporn* Arlrnc «iml dinn uoch waiter*¹ anp'trcWu word<ii, Dafi « rich ht<<r nur uin JjigCDilfjrnji-u UL;iri:liirr Arten haudelü die durrh Sti-vklingv ftsii'rt wurdtn, wunlt fcwuufliUH von Boltaoor Daehgturi<ai rgl. Bcis-ii' r. in (• r. Di.-aUeb. B L, Do». VI [USB] LX.NXIII bis LXXXXI inn! ILui.lt.. A:u'lvliolzkiiiria It Au(i. jJWHi !<.>. \< *m%ix ptMU 'li'j Funm-n in Kiilhm JI: tt marhte AtiHtan.ten von ctenjenigen l'liprtwacuei, df-rcn Zusütimrjiliaug mil den BtfiBAfpOno ventmtet wurde. uiiil venvandte junpi? *Bt&vatxUtn* 'i» sicckiingcu. So kounte ft kirnstlich <A> in dor Oartinkiiltiir ht'kannU'n Rrtinopporen wirrt'r <rxetf^n. Did heranwachsenden

von *Cl. obtusa*; Blfthl.-r srhw: i< h fctitfg gftttMBd grlln, dftnai^JMsetfllch, fie Kai.lhn.lhmt.ter etwas abttehend; Zsptai uhlroJeli, o—fc mm im lhtnrHimi r. Scteuypmi T ^ JJ.]... .t. !MJJ, anitaa itiin-gi-liliitliifr pdlygaaJ seMMHtaM ^ mil Bi-hwiu-hem Poztsatz unierlitUb >J t Uitte, ftUmffhlicti vtaxk konkav tewend; Samen lE—S mm lang, tuit mehren-n hfrvrnrMenden Uandrtnw. die (laum n Hligt-1 braito* *1> Jer Karper. Jufendfurtu f. *iquarrom* <tt*ri*ispont mpmrnw (Sieb. et Zucc.), ui.d- rigr liauin <MLT dichtfr Siraurii, Bl&ttcr abstefaemd, Hip^Hf h^ ipitt, 9—5 nun imag; C bergangsform xiim Ty [HIS f. *tpittmoaa*; in Kulttur ferner andi r^t Wttchsformen. — Yenrandi Ck. *furmotenaiw* Matsu-mura von Formosa, Riesenbaum bis zu 65 m Höhe. — Ab/. Flächenblätter sich mit den Spitzen nicht borfliuend, Kanl enblätter also in fier Pfstchs ± zuennunen*löfi<end, Sar. anlagen 2—; , lTügel des ^itin.ijfi ftdnaakt aJs der K8r]jtT. CA. *Latextitiitint* lAmlr.,]';rl, Lcboubitttm-Cyprnae, in Bergen vtiu Nordkalifornien und SililiHhinrcpni, in »J.ürteu in xaUratafaen Ponnen utitl Farben-spielarten kultiviert, in der Bsinutt wirhliges KuUholz; bis 01nr QQ m Imrh werdend, van pyra-midalem Wuehu, mit dicker Ilir^j j Zweiglein siililrtMch: l'l;trhf)il>l, it'ler (lr'icL-kif.-ei(ttrjng, mil lait'lrilrir, Bt-was cingdrficktor Haradrftst; die Kanti?nblat(er nicM. n^sentlidd VOT-schiede:L; Z:l]I*IL 7—10 tiin iaag, Schuppen an i-t. 8, Hurro inn Uruii-le breit, VUaUUDADgAdrOoki, y.iirvckge-hogeu, un di'ii obnreil Srhuppen gu-Tiids; SauLMi ;i.5—I.J isiiu]<igr, mil mei* 2 H:iriiJrffsen au(jtttdor Si'rir. Von fl.<it /:iiliotv]i]n Kiilturfonni: seien erwShnt: r. *pendula* mit fber-hängenden ZwcitfiTi; f. *fl&forath* mit ddnttvn. illiiTliiiiKt'ihl'-ii. vcnig' g>-t' illii-n /.wiificti; f. *ttfM nana*, Zwerg-form; f. *prvxrata*, mit niederliegendem EStnan tmd Svelgea; brnar *xi-stieren wetfitnotSB, bldittgsae, blaak grüne Formen.

ohne Harzdrüsen. —

Ba. X:t)ifi-ii 6 nun im Duri'hiiM .•• i, mit il—li Salnijipen, SamfiasnlagSD l—2 tun Carp. l'll. lhfuiih ^ <v. l !! Et (. fCS, *spkaerotdea* Bpaeh; Wbito (til;ir). in den mlttleiren mid MMI-tkhen nllanti.-T'licn Vwt^aigtea Sfaution, beeoaden muf >...iiltr'wji und tetiwelse Bog«n Zail ilborschwemm-t< in Hoilcii: bis iM m tioch, mil. atark<iti Si>itiiu mill srhitittier Kr<iiri; Zweiglein zusammengedrückt oder faj>i randfidi; Fttobeablattar ca. *o lang als K:inii-nt);ittir. moist mit ihren Spitzen

greifend, schmal l'rt i-r-kiir-^ifcinniLf. i-->ilzt, ilivlit ;ilif, f'f'lrirkt, 0&*t uui Ende spreizend, mit ik'Ht-licher, ovaler i>r-l-. auf dfm Baolm; Md>rn dir ZitjtriNnihujipen v,iunii<*li tbiuk, ><v zurück ebgeen; Samen l'ifiinalg, *j>iulirti. Htig^I 50 hreit <h KorptT. — Bb. Zopfen s—ii* mm im i> i, chnesse r, mil 4—6 8cltufM'Q, SunrnantAgen 2—I an Carji. Ch. *tutotkatmaU* Lamb.) Bpwdi (anca ^A. >iuf>tt< uxh oder Tft. *HutkstvmU* t^pach!] p><hri:(b'ni). im Qordfatlahea EfoFdjtmelki, Enseln Etrf Kot.ti U-gebirge Mm Aluka uul BritIsoJH^olainbi: lii- Wthiognai imd Ifosdoftgoii, lWA in St Petatibug eingeführt, in Zen'raleuro> ninterlart. I. s. udohltQtM NUIXIKP.; liis 40 m Lodl, mil MHHIMI pyra-midaler Kmiu'; Zwtvg^fn verliatnt*mtiflig s-teif, kautn ;ii c-iliiciit: Klitticr eiförmig-verschmälert, dunkelblaurin, angedrückt, inn Bndd ii<:i< tbstohend; Zapfan im .'. -l-ihr r>ifi<n*. Schvppfln mil aufrerliU'in. ppil/i'iii Mticro; Ssmim du-klirh. (i nun Intjir, t'ltipcl ea H t t s Körper.

Ffiuura *gehea* i^i^ht nitdst in die Domuta fern über; urn CBB it<ta tortgewtsn Vermehrung der charakteristischen Zweiglein in liliidiplicht Vtliarrfii i n i3cm Jugendzustand, wie wir es tni lien ant) Jaf*a dngeWirtan Qwtoufinawa finden, wdehe jede&falls seit undenklichen Zetten dori feamrtlich tnagsa and slots nur Auf diasan Wegfl bii^<pflnirt wvide&c. M-ist sind die Pjlafljfln ninrlU Rptfnispora sqtiarrota Keb. rt Zuoc. fnn-hipi. ulitr p(*tegonlich (Abbildimg eines fntdhtendo i Zweiges l>d Sick ut Zucc. L O. T. 12:1). Zil jeder Jogendfona ^l>t <8 auch rine Übergangsform, die Zwicgc mit »e)ii]>iiur>tnnigen und rail nadi-lfSniigen Biatlern trilgt. T>ie *Retinaspora-Form* um geli(lr<m toils zu *Vfiamaecypans*. teOt zu *Thuja*,



Kin. sn. CJHtUiteciffiiri* iJntu. n --ab. et l. 1877. OW* rechts und link- Friuht. vi-rttr.. I.-TIII-unten Stüclt'ien eines Laubzweiges, wenljt yorgr. (N>!-li Hat i . . . B P. i. Anil. II. i p. 100,1

Unterfam. 111. Jmiperoidc; «e l'.ii-».

(*Cupressaceae-Juniperinae* Lindl. 1. c. — *Cupressim'-uc-Jiuhlperitmt* Kicilil. 1. c. — *Cupressoidae-Junippreae* Aschers. u. (Iaebti. I. c. — *Cit pressaceae-J unipereae* Neger 1. c.)-

1-l. Arceuthos Aiiujn.- i Kotachy, in Oat. Bot. Woelichblatt IV (1854) 249; Antoine, Die CupTessinweti-Gattungen *Arceuthos. Juniperus* und *Sab'ma* (1657) 3—7, T. 1—5 (*Juniperus* I. *Caryoedsrw* EndL Byn. Conit [1^47] 8). — Diozisch. \$ Blüten ID oxiJUiren Qntppaa, 'lie aus oilier bescknppten Knospe hervorgnhen; Knospoifeliupjiuui h:irt nud Bpite, die Basis der fcurzen BiatensUmdBacitse unigcbend; BUlten in 2—3 Orderwirtelu flbereinamhr, in der Aclis. 1 von lieueuliseh-lanzettlkhen Brakteen, die mit dem Bllitenstiel im unteren Twl rarwacbseo ^im] mn<] im olieren TVil f:ist senkrvcht aifgerichtet hinter der BUUe hervortreten; Slam, in ~> v> DtekafWitrln. Siii-1 kutz, Antlicvens(;lmj>[ie rundlich-eifOrmig, kurz, spitalich, am Qeonde mit CL. *> Sporangiaa. i BIUtonsprGBdien einzeln aill:ir, sitzond, nmdlich, mit nifiinri'ii Qtiirlrti eifStm^er, s[üitzlir'itr x^thnppe nblätter; die obersten Schuppen (= Carp.¹) mit je einer in der Mitte vor Schuppe stehenden SameiKinlago, diese mit der Mikropylfl etwas hetvorragend. Fniclit steinfruchtartig, ungefähr kuglig; die dicke ftafechige Schteht aus 8 Quirlen Ubereinandergcatellter, ver-



Ft«. Sli. Avernfhim drifpaeM il./ililH.) Antofnc el Kotaohy. Fr..<)ti. a unfreebt, B i...i ScJusltel, e Im Querulmitt iNn^u dor Niiiii -unit i< nut GroBe, E. K i. AuH. li. i. ji. iot.)

grGQcrttir, verwachsencr Schuppen gebildet, deren wnlRt.i>i- Kiinder an dor l^'nirfit itcutlich ii.ii-ter-Bfiheidbor sind: .Stoinkfirn ans deo drpt Samen gebildet (selten 4 bis 6 Samen), eif(irmigt t?;inienscl{Ue dick, krmelienhurt, bei den 8 Samen, mil Ausnalime des oberen Drittts, wo sich die Piunen niir beriihren. vJlllifr z" einer hartGn

%i Mil^ ver<c!imolwn; Seheitel des Steinkernos ± ehigcdrflect, vrm der Vorwiilbung- der Saniflnstli.il*

aberwallt, am Grunde der Einsoiktiig dio ± unter sich Ireion, verknOcberten frQheren Mikropylen-Endtgrungen. — Baum; Blattkaosptta edfdnmg, mil: sturten, ^|>it/.fn EnosjWO schuppen; Mliitter in I>rt'ierwirteln, breit nadelftirmig, aljgegHedert, lanzettlich bis fast oifOrmig lanzettlitli, starr, stecliend. oberseits flach konkav, mit deutlicheDi Mittelnerv untl /wei Hpjltilffmingsstn>ifin, oaterseita stnmpf gekfelt.— Name vom greeb.agxfH?<v = Wacfiolder.

1 Art, A. *drupacea* (Lnbill.) Antoine et Kotschly (*Juniperus tfrupvctn* Labill., Wrkscher Nam" .-tmlis), in Europa nur auf dem Kalvo in Lakonien (Poiojionni'sj. w« <lio ArL liei 110*1 bla 1200 m einen khitnn Wald bildet (1853 Ton Hnyer pntdeckt), verlircit^t in ten Qebtrg«a *Has sMlCshea* Kl^inaftions (Gi)icischer Taurus mw.), doim in Pyric-n. Lihnm, AntflfAaota (Hennon); Bum bis 10 m hoch, mit breikkoaischer Krono; BUttcr 10—33 on Unjr, Dio £ Hlttenspriibchn <ind ctwa 5—7 mm lani*; dio beifcu rBten Iransversalen Sdwppciifilmigoi VnrMIIUcr ktinnen vim den SruppenMnttquirlen etwas atitrciiii'ki acin, so daft pin klemrs IntPniiKliiin nin SpriiCrIHii vorhamlf'n iat; <ie Quirle Bini in ^rfilcrer XaU tea. 10 Prdaigubre) am SpttddktD BOTwakelt, die lederigen ^chupjirnMftttr ilrcknii einandfsr; ijie mititcrca ffrOBhm »md breit eif&mig, ^litzlirli und wtTfletit tt.wiisi filler 2 nun lung-; ituoh d>rii 7ü **werdfid** <lio ^rluijip^! fIMmiihli'h kl^ituT **un<** inclir ysiuinpic.il, **die Sclurppen** ilcs obersttin (Curpell-)Wjrtels sintl nur ca, 1 mm iang. tifOrniir »tttnipf. JH> : * Simeuanla^fn. fE> miltfrn vor den Oarp. stehen und fast HO hr>it aln dif<» siml, neluucn anoiuandergedr^nt't *3iea gamea* ijipfl^! ice. SprOfichens ein und slad sognr gegenoinonder durch fieri Druck **Qtwas** kantip. .Stpinfrtirhtzapf™ 2—2.5 rm im **Dwctaneewr**, r>if fjtjnkflvii>jett, borcift. Im Tauri? ist dio Art em wertvoilnr Nutzbaum. das Hi>lz ist zit **Bsntan vortndSflh** goeignot, das FriK-titlleir-U -wtr<l m finer Art Jifarmeltide oder Mus virjirlicieM; **brOts** <li^ Imragen Beigesclimackes sin<I die Frflebto silBilt-h. angcut'hin rierhi'iKl und **Bahmacklufk**, 11<T Amly*-Bium wird zwnrst von Pinrrc Bolon beschriben, dor ilin 1517 .itif **sefnu** R*J« im rilii-i-iction Tiurus keanenlomt; Labitl»rdi&ro fand die Art 17&8 auf dem ra^tus-Berge (**DjelMJ ACJ**») nml beschrieb pio 1791 als *Juniperus drupacea*. Lange Zeit war wonig **Bbei if*** b'knnnt. hi* diirch dio Snmrthiin^ v, II <• l r i r <• i o h a m i » rilirjrn nnd dem Peloponnea und beetinrters ili** SatninInNr" ron Kotschly Atiircritl in dio lifirbfirien kani; Ictr.tere Kxornplno difiit.cn **BOBONDfin** fiir die auafllhrliche Beschrdbing von Antoine und Kotschy.

15. *Juniperus* Tutirn. ox Linne, Gen. Pl. (1737) 311 Nr. T64] L. Spec. PL ed. 1 (1753) 1038.

Wichtigste spezielle Literatur: E. Spach, Revision des *Juniperus* in Ann. Sc. Nat. 2. ser. XVI (1841) 282-305. - F. Antoine, Die Cupressineen-Gattungen: *Arceuthos*, *Juniperus* und *Sabina* (Wien 1857). - K. Schumann, Praktikum für morphol. und system. Bot. (1904) 350 h. 354; Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. XLIV (1902) 72 II. - Kirchner, Lew. Schröter, Lebensgeschichte der Blütenpfl. Mitteleuropas I. 1 (1905-06) 287-337. - John G. Jack, The fructification of *Juniperus*, in Bot. Gaz. XVIII (1893) 369-375. - Ch. Spraffue Sarfent, The Silva of North America X (1896) 69-96, T. 516-524, XIV (1902) 89-94, T. 738-739. - B. Kubart, Die weibliche Blüte von *Juniperus communis* L., in Sitz.-Ber. Akad. Wissensch. Wien CXIV Abt. 1 (1905) 29 pp., 2 T. - O. Renner, Über die weibliche Blüte von *Juniperus communis*, in Flora 97 (1907) 421-430. - V. L. Komarov, De Gymnospermis nonnullis Asiaticis II., in Not. Syst. ex Herb. Hort. Reipublicae Rossicae V. 2 (1924) 25-32. —

Blüten monözisch oder diözisch. § Blüten axillär mit kurzem, beschupptem Stiel oder am Ende ganz kurzer Zweiglein, mit mehreren Paaren oder Dreierwirten von Stam., Filament kurz, Antherenschuppe breit, ± nach unten über die Insertion des Filaments hinaus verlängert und die Sporangien deckend; Sporangien 3-6 frei, unterhalb des Stieles befestigt, mit Längsribb. aufspringend. £ Blütenstempelchen mit kurzem beschupptem Stiel oder Blüten terminal an etwas längeren Zweiglein (*Sabina*); Samenanlagen 3 terminal mit dem obersten Schuppenwirtel abwechselnd (*Oxycedrus*), oder 1-mehrere Schuppenwirtel oder Schuppenpaare am Gipfel des Stempelchens fertil, Schuppen mit 1 oder 2 Samenanlagen an der Basis, oder nur 1 Samenanlage terminal (*Sabina*), Samenanlagen aufrecht. Beerenzapfen, im ersten oder zweiten Jahr reifend, aus 3-6 fleischig werdenden, mit ihren Schuppenwülsten fest zusammenschließenden vergrößerten Schuppen gebildet, ± kugelig, reif meist dunkelblau und weißlich bereift, Fruchtfleisch trocken, faserig oder weicher und sehr harzreich; Samen 1-10, frei, kantig, hartschalig; Embryo meist mit 2, selten bis 5 Kotyledonen. — Reichverzweigte Sträucher oder meist kleinere Bäume; Blätter dekussiert oder in Dreierwirten, Jugendblätter nadelförmig, Folgeblätter nadelförmig- oder klein schuppenförmig und dicht deckend, breit herablaufend und mit kurzer, freier Spitze meist mit deutlicher Drüse auf der Rückenseite. — Name aus der klassischen lateinischen Literatur. — Typische Art *J. communis* L. —

Die Gattung ist mit gegen 60 Arten von weitester Verbreitung in der nördlichen Hemisphäre; in Nordamerika nördlich bis Alaska, Britisch-Columbia, Labrador; Zentralamerika, Westindien südlich bis Guatemala; in ganz Europa, nördlich bis zum arktischen Gebiet; Nordafrika, in Ostafrika in den Gebirgen südlich bis Nyassaland; Vorderasien, Himalaya, Ostasien, Zentral- und Nordasien.

Sek. 1. *Oxycedrus* Spach, in Ann. Sc. Nat. 2. ser. XVI (1841) 288, Endl., Syn. Conif. (1847) 9-Ascherson u. Graebner, Syn. Mitteleur. Fl. 2. Aufl. I (1913) 376 (*Thujaecarpus* Trautv., Pl. Imag. et Descr. Fl. Ross. Illustr. 11, T. 6). Samenanlagen drei endständig, mit den obersten Schuppen abwechselnd; Beerenzapfen meist aus drei Schuppen gebildet; Blätter in Dreierwirten, nadelförmig, abgegliedert.

A. Blattoberseite mit einem Spaltöffnungsstreifen, der Mittelnerv nicht hervortretend. *J. communis* L., als Gesamtart von weitester Verbreitung in der nördlichen Hemisphäre, ganz Europa, ferner im Mittelmeergebiet in den Gebirgen von Algier und in Vorderasien bis zum Kaukasus und Persien, im Himalaya, in Nord- und Zentralasien bis Kamtschatka und Sachalin (nicht in China), Japan (var. *nipponica*), Nordamerika von New-Mexico bis Alaska und Labrador; in der Arktis und in den Gebirgen in der var. *montana*. Die Art zerfällt in mehrere Varietäten: 1. var. *vulgaris* Willd. (1796; *J. communis erecta* Pursh 1814; Wacholder, Machandel, Genève); die Grenze in der Verbreitung gegen die var. *montana* ist vielfach nicht sicher, da Übergänge vorkommen; der Wacholder ist anspruchslos und gegen Temperaturextreme widerstandsfähig, lichtliebend, daher besonders an offenen Stellen auf Sandboden, Heide und Moor, aber auch als Interholz; öfters tritt er als vorherrschender Bestand großer Formationen auf (z. B. in den baltischen Ländern); seltener mit kurzem Stamm und breiter bis spitzer Krone, meist strauchförmig, von Grund ab geteilt; Knospen von schuppenartigen Nadeln gedeckt, die nur durch geringe Länge von den normalen Nadeln abweichen; Zweiglein deutlich gegliedert, die Internodien dreikantig und furchig; Blätter in dreizähligen, abwechselnden Quirlen, vom Zweiglein abgegliedert, steif, pfriemlich-linealisch, allmählich in eine Stachelspitze verschmälert, 8-20 mm lang, selten noch etwas länger, oberseits seicht gefurcht und mit einem Spaltöffnungs-Mittelstreifen (der Mittelnerv nicht hervortretend), unterseits stumpf gekielt. § Blüten 4-5 mm lang, aus einigen Staubblattquirlen gebildet; 3-7 (meist 4) Sporangien am unteren Rande der breiten Antherenschuppe. ♀ Stempelchen klein, sitzend, mit mehreren Schuppenblattquirlen; Beerenzapfen gewöhnlich aus einem Schuppenblattquirl gebildet, kugelig, schwarzbraun, blau-bereift, 6-9 mm im Durchmesser; Samen 3 oder 1-2 keimend, hellbräunlich, schwach dreikantig. Im Fruchtfleisch Wacholderöl (*Oleum Juniperi*) in schizogenen Behältern; die Beeren werden von Drosseln, Birkhühnern usw. gefressen, wodurch die Samen verbreitet werden; Verwendung der Früchte zu alkoholischen Getränken (*Genevre*,

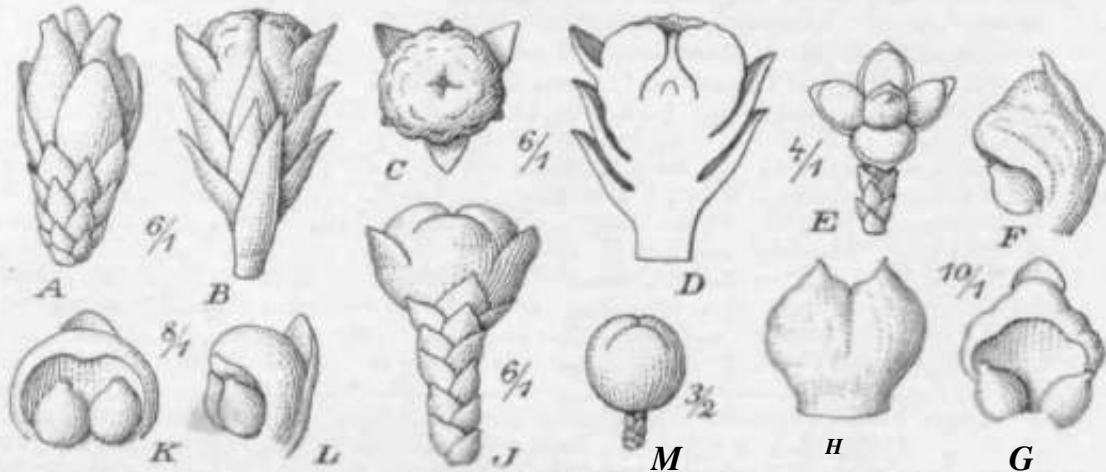
gekielt. 2 Unterarten: 1. subsp. *rufescens* (Link) (*J. rufescens* Link), Blätter 16—17 mm lang, 1 bis 1,5 mm breit, Beerenzapfen fast sitzend, gehiiuft, braunrot glänzend, 6—8 mm im Durchmesser; 2. subsp. *macrocarpa* (Sibth. et Sm.) Neilreich, Blätter bis fast 30 mm lang, Beerenzapfen einzeln, zerstreut, ca. 15 mm im Durchmesser, zuerst blau-bereift, dann rotbraun bis bräunlich schwarzblau, glanzlos. — *J. cedrus* Webb et Berth., auf Gebirgen der Kanaren; Bauin mit abstehenden gebogenen Asten; Blätter linealisch-lanzettlich oder oblong-linealisch, 8—14 mm lang, stumpflich oder spitz, kaum stechend, oberseits rinnig; Beerenzapfen 8—14 mm im Durchmesser, anfänglich blau, dann orange-braunlich, zuletzt glänzend. — *J. brevifolia* Antoine, in Bergwiildern der Azoren; Strauch Oder Baum, reich abstehend verästelt; Blätter linealisch oder elliptisch, 7—9 mm lang, stumpf oder kurz gespitzt; Beerenzapfen dunkelrotbraun, 6—9 mm im Durchmesser. — *J. formosana* Hayata (*J. taxifolia* mehrerer Autoren, nicht Hook, et Am.), auf Formosa, in Süd-, Zentral- und Westchina, in Hupeh bei 500—1600 m, in Szechuan bis 2300 m; 8—15 m hoher, schmalwüchsiger Baum, gewöhnlich mehrstimmig, Äste aufrecht oder geneigt, Zweige hängend; Blätter an Länge variierend, manchmal bis 3 cm lang, sehr stechend, oberseits kaum bis stärker rinnig, mit schwach oder stärker vortretendem Mittelnerven, unterseits stark gekielt; Beerenzapfen orange bis rotbraun, 6—8 mm im Durchmesser; verwandt *J. lutchuensis* Koidzumi auf den Liukiu-Inseln. — *J. taxifolia* Hook, et Am., auf den Bonin-Inseln; bis 15 m hoch mit aufrecht-abstehenden Asten und langen, dünnen, hängenden Zweigen, an stark dem Winde ausgesetzten Stellen auch niederliegend strauichig; Blätter kurz am Ende verschmalert, meist stumpflich, nicht stechend; Beerenzapfen braunglänzend.

Unvolkommen bekannt: *J. Mairei* Lemée et Léveillé, aus China, Yunnan.

Sekt. 2, *Sabina* Spach, in Ann. Sc. Nat. sér. 2. XVI (1841) 291; Endl. Syn. Conif. (1847) 17; Ascherson u. Graebner, Syn. Mitteleur. Fl. 2. Aufl. I (1913) 386. (*Sabina* [Bauhin, Pinax (1671) 486, Ruppius, Fl. Jenensis (Ed. 1726) 311] Miller, Gard. Diet. Abridg. Ed. 4 [1754].) — Samenanlagen 3—6(—10) einzeln oder meist zu zwei vor den oberen Schuppen des Blütheispröfcheis (der oberste Wirtel steril), seltener 1 terminal; Blüten öfters an etwas längeren Zweiglein terminal; Beerenzapfen meist aus 6 Schuppen gebildet; Jugendblüthe nadelförmig, in Dreierwirteln, Folgeblätter meist schuppenförmig, meist dekussiert, selten in Dreierwirteln.

A. Altweltliche Arten. — Aa. Beerenzapfen mit mehreren Samen. — Aaa. Beerenzapfen dunkelblau, Fruchtfleisch nicht stark faserig. *J. sabina* L. (*J. lusitanica* Mill., *Sabina officinalis* Garke, *Sabina vulgaris* Antoine; Sade-Baum, Seven-Baum, Stinkwacholder), im ganzen Alpengebiet in der montanen und subalpinen, manchmal alpinen Region, doch in sehr unregelmäßiger Verbreitung, südlich nach dem Apennin, Karpathen einzelne Arcale, auf der Iberischen Halbinsel verbreitet, nördlicher Balkan, Kaukasus bis Ural, zerstreut durch das südliche Asien und in einzelnen isolierten Gebieten bis zum nördlichen Rußland, Zentralasien Altai, Songarei; kleiner Baum mit dicht buschig verzweigter Krone (die aufrechte Form ist *J. lusitanica* Mill.) oder meist strauchartig bis kriechend (*J. sabina* B. *humilis* Endl.), mit sehr dauerhaftem Holz; Zweiglein kantig, Blätter dekussiert, deckend, rhombisch, spitzlich, außen mit länglicher Oldrüse, an kräftigen Trieben Blätter öfters lanzettlich, weniger herablaufend, spitz, manchmal in Dreierwirteln; Blüten monözisch Oder dioözisch; Stain, mit rundlich-eiförmiger Antherenschuppe, Sporangien 2—4; § Blüthenpröfchen zuerst aufrecht, dann hakig abwärts gekrümmt, sterile Schuppenblattpaare 3-10, Samenanlagen normal 4 doch öfters auch nur 2-3, selten 1; Beerenzapfen aus 4 Schuppen gebildet, blauschwarz, bereift kugelig, 5—7 mm im Durchmesser; var. *tamariscifolia* Ait., Blätter alle oder teilweise lang lanzettlich abstehend, eine Jugendform, in Kultur oder auch wild vorkommend. Die Zweigspitzen von *J. sabina* sind als *Herba Sabinae* officinell; der Geruch ist eigenartig aromatisch, der Geschmack widerlich- bis 4%, ätherisches Öl von brennendem Geschmack und starker Giftwirkung; das Laub wird von Volk gelegentlich als Abortivum gebraucht, die Anwendung ist lebensgefährlich. — Nahe verwandt *J. semiglobosa* Regel vom Tienschan, *J. davurica* Pall, vom Baikalsee bis zum Amurgebiet *J. jarkadensis* Komarov von Jarkent. — *J. excelsa* Marsch. Bieb., in Mazedonien, auf den Zykaden und Karpathosinseln, den Gebirgen Kleinasien, Libanon, Russisch-Armenien, Persien; hoher Baum mit pyramidalen Krone, Äste aufrecht oder etwas abstehend; Blätter an kräftigen Zweigen in Dreierwirteln, dreieckig-eiförmig, an den Zweiglein dekussiert, rhombisch-eiförmig, spitzlich am Rücken mit deutlicher, oblonger Drüse; Beerenzapfen an kurzen, etwas gebogenen Zweiglein einzeln, kugelig, schwärzlich, bereift, Samen 6—4. — Nahe verwandt *J. isophyllos* C. Koch von Kaukasus Ferner *J. polycarpus* C. Koch (*J. macropoda* Boiss.), Kaukasus, Gebirge Persiens und Afghanistans, Himalaya von Nepal westlich und Westtibet; strauichig oder baumförmig; A Blüten an verlängerten, gebogenen Zweiglein, Spitzen der Schuppen an der Frucht deutlich. — *J. procera* Hochst., in den Gebirgen Ostafrikas bis nahe an das Nordende des Nyassasees, öfters bestandbildend (abyssin. Hochland 2300—3300 m, Eritrea 2200—2700 m, Kilimandscharo 2000—2800 m); wird 25—40 m hoch, mit geradem, am Grunde oft über 1 m dickem Stamm, liefert gutes Nutzholz; Blätter an jungen Pflanzen nadelförmig bis 1 cm lang; Schuppenblätter rhombisch, spitz, Rücken mit linearer Drüse; Zapfen kugelig, dunkel rötlichblau bis schwarzblau, bereift, 6—8 (—9) mm Durchmesser, Samen meist 2—3, selten 4 oder einer. — *J. thurifera* L., in Spanien und Portugal, Südostfrankreich, Sardinien, Marokko, Algier; bis 15 m hoher Baum; Zweiglein vierkantig, gerieben streng aromatisch riechend; Beerenzapfen 7—11 mm im Durchmesser, dunkelblau, Samen 2—4; var. *gallica* De Coigny, in Frankreich, durch die gestreiften Samen charakterisiert. —

J. foetidissima Willd., in GracililuncL Hazedonlea, Klriiasit-ii, Byien, TnuokAttkasianj *strauchig* oder *liuuiiliriuiiir* bis 17m hoch; Zvcigk-in dfulich vierkantig, Hcbupi>enbl&tter tufirmig-rhiJiii-bisch, D rii » <- *nf dera Rfkkfn g&ni nndfatJicli; Iftwnilil mifm uufrechT, braunrot Oder schw&izlich, blttabereift. 6—S mm im niulmHiMni, Si in B 1. MOT *elten ii. KFOH. — *J. chintnui** L. in Japan (Hondo, Kiushiu, Kurn, NunJirMchma, SildmudMiiOTeL, in Japan and China TW lutilMwij b H S m hoher Bum; JagvadbUuer in I>reier>ifU-li». bi* 15 mm laaft rtuhel-spitzitr. oft much ooch an llierro Exmplana im tmtcrtu Teil odd'r s*lbst u blühtid. • SvagfiD entwJckAi Schuppenbllitr dcknHierl, rbomliiveli, Spjtze >iiiiitjflit-h-t'tiiefieb<^ea. Drflxc am RUcken Ijuipfich; Brvnnr.apfeu ra. luigelig, chtrtrxm-vu, ln-rcif. . . . 7 mm iuu Iniri'hmc^er, Oilmen meUt 2—8; cine ui^ltTliegeade, pobVtrbUdendr Variftiit mil Ungrai eprdKcnilen X^ten tet me. Batgmttt Henry, in Ni,alliondo his 2<>0ui, mid liokkaidu his zur Kllstt' bsndrgehand, Sacha-lin, Kurileu; \<4i J. eAfMMsfil stud <in> Anxulil von (Jiirtt'iifonnen gezttefctet. — Aa/tf. *Boerenzapfen* rrlany.vnd roUirauti, I'mchtfliiifch schr zähe, mit holziRen Fascrn. *J. phocnivea* L. (J, fytia L.i. Im ifittebaewgBbiet in tfer immtrgrQnen Region Wftit verbredtet, M;ukir;i. Knu;irt:n, nn On ten bis Griacleniaiid uiitl grit>cbist:he Inscin, Zypem (nicht Taurus), ga.ua Nordafrika, l'aliisijj;i; aypreswon-iühlichur Stmeb oder kJeiiier Bauiu. meist 2—3 m, seltea bis Hm hoch; Zweiglein knntiy: Scmppecn-Utttar mit Bfemi cingtkrflmmtet Spitze, etwa e gampBtch enoheineod, SavsdrBu easrst vorragwui,



Fl. an. *Jimfptna*, BSBua A J. r^t-- . . . f f iw>ir< H>m I It. 0 Ilaan* BRltOQ-
sp. OBoben. ' DunQx roa a miM-hra. dip SpMai der lUkrofyte im />-ritrui sl<biUar /* DaanUbe
hn Unguehnti — K' //./ j>A.rn<». K Hiui<ti<j.niu*hi-iv rOupoU mti s.-iiujii-tmni-t mm dorSaltAi
(V voti rant. // Cdlilililililil. — J. -/ 7 r/i^rojj,, J ,\lr- n< liuit< i -ri>iUi-h>-ij, /v < nijn l) nm rani, A von
der Selt. Frucht. (Original.)

drum c-ingdHenkt; aut-h an ttetetto I'llanzen kilinn-n nadcltSrniit^t: Bftttet v...<er An <lr Jugend-forna auftreten^ BeeronxapfsQ kujjelig, an* 3 Selppeipiarietii gL'Luldet, 0—U mm tlitk, Samen 4—9; var. *turbinaia* (*J. turbinia* Guns.) mit (iftirmigen Bet'reiz:jpf-n: jil- An wirt gelegentlich unterschieden *J. ooptota* Kunze aus deni Utorslgebiet Spaniens, kricobend, rasig waottteid, mit eiförmigen Biv.T^iu'ij^ttii. — Ab. B<te>w>5>1<n Isusig, — Ab<. BUTtia waifa an iiteren Pkiazcn nadelförmig. *J. rscim/a* Ilamilion, im Ost- uud \Vi^aUimabya. Im chiu^Uoh-tibt-unisfhon Grenz-gubiat: Strauch oder kloiner Bauni; Zweiglein riejtilirh Nutr. um Ende ebwSM blngend; BBttCT in Dreierw irtvln, Umfaoh-lBaMttBell oder jifri<tnHcb-lauii nJirii, staobelpitcig', looker d<ekcnd, 5—V mm Ing; I' • r'tizApfuD eifOnnig oder oval. T—10 mm lang, bra-uimlv, Schuppen weti imi T Jctn BDA .-it ziernJirh Ungeu, «piuli<fa<w MDCTU, Sunv proa, rifunnig.—</ . sqttainala 1;<MIHT(, vi>n Sikkim bia Wwliapch, Westn<ebnui und SJwnri, oft in dt'ii HoohgBbltgBD his 4000 m grtjk* Be-Btiindp bUdend; v*n><O(tt mil rori^vr Art. dunh brHt^> unit ktirzon? Bliillor (8—4 mm), sowitt durch (llrklicbe, «hr gwlrtnft*, aufgrrrrhteir /.*npl<in tun. r-li.i-•Ini: meiat iiericrliegrend au>-gebroitvl. baumlOrnig die var. *Fsrgemi* Hi-hil^*r rt \Vibu>n in .T.vchu:tn. — Gldch&lla iiatw; ver-n'undt / . mfrtitonicoUi Btyftta, TUB Morrisonberg' in Konnosu, 400D m; s=laufhi^: Mliiitr '!- 4 mm hinfr; Ik^rrnupren 6 mm lwlr. tebwnlich. / . femwauit* Komamv, in Kan<u. atedri^er Btmefai Btttter ablon^Utuettdeh, •teclwtid; fiecratzspfen kWN. fchwtralirb, Sam* fchr klein. H5 nun liinff. ciffnuig¹. tlr' icctiff-ri(iitilich vtrwhrnllet, — Ab^ . Difttrr *>nig<m> u den ob^rrn Zweijp-n IT-vuhsen v I'fluu-n Fchttpp<tf6nnt(C. — Ab^I. Sam< lut gtatt. / . jwmrfoavotia FIMb. <k Hoy. i' />'iira.las<<n. Tk< a<wh*n. AliLau. .Altai- and .SAJaagetriffe, Nuwcluin. AIMChu; straurhip; ZwrijfU-in dicklkh. dcotlirli kantiir; SehgpfflMittfT rt(imbi*ch<-tampnirh, nm I; <ck<n -lutn)f gskielt; fr:eren.apta tifArmif, 5—8 mm lanjr, S<»<< rifnrnifr. A mm)wlr, — *J. aaltvarin* BaMtt M WHwai, in Kairiu <nii NonlivoitMerhiuin: klfirw liis mittlnrcr Hanm; Betrenzapfen piffirnt. 5—6 mm lang, sohwiLrjlk-Iipliuzend, Sam* i S—0mm lunjr. — ^ . cttnvallium Hi'tnier of Wilson, iit Szechuan, L>500—8500 m; tleiner H.iim; Beoenupfca fji't kngelig oder eifSrmig^ rotbnum, C—8mm lanjj, Same

kugelig-eiförmig, gmphtt, 5—1 mm lang. — **Ab/II.** Same eingedrückt-gestreift. *J. mekongensis* Komarov, in Osttibet, am Zsachju, Nebenfluß des Mekong, 3000 m ü. M.; kleinerer Baum; Blätter st k-elig, 6 mm lang, kleinerer Baum; Beerttwapta aiftuff, kugohg- odor oblong. 10-1.,]:ih(r. **MinrtaHdh, &*» o** spaw.p im Umriff. gotruift, 6-10 mm bmg, ntt seta tmrtei Sh l **Wallichiana** Hook. f. et Tho.ns.. im Ost- imd Wertlimal^m 8800 —i. m u. M. am Kuen-lun, yQHWOO m a, it.; *J. FatmM* Komarov. in B^hmm. - Ab/VUL. I W S S g-skulpturiert. J.tWetic« Kn_n,rov_f feUibet, Kw^O, BMoLfMfra 0. M., B.UO.'Ut ,lioht,r K " , Beer inzapfen rot braun-glänzend, ca. IJJun i,, Durchmeaw, Same faig<dig, 8-10 ,,,, ,]: m. , m " E-It(i! stumpf



Fig

Jersey. [Nasi Hdi-*hb6r**r hi Eiaia«r- Drude, V«getKt)on IIIT Grdfl iti

vierkiintig, on den Setten (frubijr mid hflekt»ri^ — */.* **mJdtountit KoiUBor**, Ocbirgo nOdlich des Kuku-nor, 4000 m fl. M.: **Bttan** 10—12 in; Bcerenzapfen roigc], f(i,f rotiniWS, Same fust kujrelii; **ttark** gerunselt, 7—9 mm im Dmclwncflscr. — */.* **Przewalskii** Komarov. In **Wcatkaaaa: Banmbfa** 12m; BeereniApfen **totbman**, 10—15ttm im]>urchmoH«pr. Siime obkoidat oddt m **regelmäßig** kujjifiif: zwfjkit/lip, m **dm** Sdtcti **Btooptnmselig^ QA** 10 mm tang. —

B. AittfricuniBote Arlf-n. — **Ba. Beexeotapftai** rotttnuin, mete ratb&v (^rofi, mlt kinr faser)«er Fleischfichiclit. — **Baa. Sitter** scharf stm.liftntl **getptixt**; ^amcti **Uhlraioh fWa** 8—10J In der Frucht *J. /toceWn* Schlei-liL, in >foriloHtmexiko bei 2000—2700 m **Vflrbreitet, Sttd** westtexas ('liisoB **Mountain***); kleiner Baura mit sproizcadpn Aslen mid fiiltmm iiiipri-inpc-ndon Xwpiren-BaeriiKapfen kiipclip **ain oblong**, 10-12 mm lanp. ± **bnrelft**. - **Ba/***. **Btttet stumpfJtli M. s ^!** **Samoa** 1 bit wenige. — **Ba/r Ssaen** 1-2. y. **caBfondca** CMT. (*/.* **erroHaum** Kdlog) an trockii«i BerghSnRuii drr Const Kanpcs von Kaiifwriiipn, bis Lower Califarnia, utich an dm WcRtbflinec der Sierra Navnda; etrauihig oder k->ni>rhli;uimWrmig bis 12m boch; Zweiglcin kr.iftiff Bteif- Blilti- oft 55u 3. gelbirriLn. nnpwi^ekt, **etwai** sluinpfiich. Drfisc am Rue-Uii **dootUch**; **Beereniaofen'** kugelig ...lor **obIODf**, KHSmin lang, bcreift, Samcn 1-2, groB, epite, imrogrlrnaliig k.:,itii; **verwandt** rtinii/o)ifa.ml)k>n, z, Aui(. Uil. **IS**. gg

J. megalocarpa Sudworth in New Mexiko. — *J. utahensis* Lemmon, in den westlichen Ver. Staaten zwischen Rocky Mountains und Sierra Nevada weit verbreitet, öfters bestandbildend; buschiger Baum, selten über 7 m hoch; Zweiglein gelbgrün, kurz, dicklich; Blätter dekussiert oder gelegentlich zu 3, spitzlich, am Rücken gerundet, Drüse undeutlich oder ± deutlich; Beerenzapfen fast kugelig oder oblong, 7–11 mm lang, bereift, daher besonders im ersten Jahr oft bläulich erscheinend, Samen 1, selten 2, eiförmig, spitz, scharfkantig; verwandt *J. Knightii* in Wyoming. — Ba/JII. Samen 3–4. *J. pachyphloea* Torrey, an trocknen Hängen in Südwesttexas, Arizona, New Mexiko, Nordmexiko; Strauch oder Baum bis über 10 m, mit kurzem Stamm und starken, spreizenden Ästen, ausgezeichnet durch die dicke, schuppige Borke; Blätter angedrückt, am Rücken gerundet, spitz, Drüse deutlich; Beerenzapfen kugelig oder oblong, 10–12 mm lang, ± bereift, gewöhnlich mit 4 Samen. — *J. mexicana* Schlecht. et Cham. (1830; *J. mexicana* Schiede ex Schlecht. 1838, non *J. mexicana* Spreng.; *J. Deppeana* Steud.), in Mexiko verbreitet; pyramidaler Baum; Zweiglein steif, gerade; Blätter zu 3 oder dekussiert; Beerenzapfen 12 mm lang, mit 4 Samen. — Bb. Beerenzapfen dunkelblau, bereift, meist klein, mit weicherer, stark harziger Fleischschicht. — Bba. Alle Blätter nadel-förmig. *J. saxicola* Britton et Wilson, auf Kuba; dicht verzweigter, kleiner Baum von 3–8 m Höhe; Blätter etwas spreizend, 4–7 mm lang, ca. 1 mm am Grunde breit, glanzend; Beerenzapfen 5 mm lang, breit ellipsoidisch oder fast kugelig. — Bb/?I. Blätter wenigstens zum Teil schuppenförmig. — Bb/?I. Niederliegend flach ausgebreitet. *J. prostrata* Pers. "(1807; *J. horizontalis* Moench 1794 V, unsicher; *J. sabina* L. var. *procumbens* Pursh), an Ufern von Flüssen und Seen, von New Found land bis Britisch-Columbia, südlich bis Massachusetts, nördl. New York, Minnesota und Montana; nächst verwandt *J. sabina*] Blätter oft nadelförmig, oft graugrün, spitz; Beerenzapfen klein, unbereift. — Bb/?H. Baume oder Straucher. — Bb/?III. Zweiglein sehr deutlich vierkantig. *J. sabinoides* (Kunth) Nees (*Cupressus sabinoides* Kunth; *Juniperus mexicana* Spreng., non Schlecht et Cham.; *J. tetragona* Schlecht.), verbreitet in Mexiko, Guatemala, nördlich bis Texas; kleiner Baum oder Strauch, in Mexiko gelegentlich bis über 4000 m ansteigend, dann niedrig strauichig; Blätter dick, gekielt, ± stumpflich, Drüse gewöhnlich undeutlich; Beerenzapfen ca. kugelig, 6–8 mm im Durchmesser, meist mit 1, seltener 2 Samen. — *J. barbadensis* L. (*J. bertnudianae* L.), auf den Barbados- und Bermudas-Inseln; Zweiglein dicklich; Beerenzapfen 5–6 mm im Durchmesser, Samen 3 oder mehr. — Bb/?II2. Zweiglein nicht ausgeprägt vierkantig. — Bb/?II2*. Beerenzapfen ziemlich groß, Samen 2–3; Zweiglein steif. *J. occidentalis* Hook., an Gebirgshängen in den nordwestlichen Vereinigten Staaten, südlich durch die Sierra Nevada bis Südkalifornien (S. Bernardino); strauichig oder Baum, meist 7–8 m, doch auch höher, mit starken, abspitzenden Ästen, die eine breite, niedrige Krone bilden; Zweiglein gelbgrün, kurz, kraftig; Blätter oft zu 3, spitz, mit deutlicher Drüse; Beerenzapfen 6–9 mm lang. — Bb/?II2**. Beerenzapfen klein, Samen meist einzeln, seltener zwei. *J. monosperma* Sargent (*J. occidentalis* Hook. ? *J. monosperma* Engelm.), vom Ostfuß der Rocky Mountains von Colorado (an trocknen Hängen bei ca. 2000 m) durch Utah und Nevada, südlich bis Arizona, New Mexiko, Nordmexiko, (hierher wohl auch *J. pinchoti* Sudworth aus Texas); Strauch oder Baum, gelegentlich bis 15 m, mit offener, unregelmäßiger Krone; Blätter selten zu 3, spitz, Drüse meist undeutlich; Beerenzapfen 5–7 mm lang. — *J. virginiana* L. [*J. caroliniana* Miller; Red Cedar; vgl. Ch. Mohr, Notes on the Red Cedar, Un. St. Dep. Agric. Div. Forestry Bull. Nr. 31, 1901], von ausgedehnter unregelmäßiger Verbreitung im atlantischen Nordamerika; nördlich bis zum Seengebiet, New York, in Canada am St. Lawrence River und Ontariosee, südlich bis Südkarolina, Alabama, Mississippi, westlich im nördlichen Teil des Verbreitungsgebietes in einzelnen Standorten ziemlich weit über den Mississippi hinaus, im südlichen Teil westlich bis zum Coloradotal, am besten im südlichen Teil des Verbreitungsgebietes entwickelt; wichtiger Nutzbaum, mit dauerhaftem, leicht bearbeitbarem Holz von schöner Farbe, besonders für Bleistifte gebraucht; Baum bis 20, gelegentlich auch bis 30 m hoch, mit aufstrebenden Ästen, die eine meist kompakte, pyramidale Krone bilden, im Alter oft mit mehr horizontalen Ästen und offener, gerundeter Krone; Zweiglein dünn; Blätter klein, spitz, am Rücken gerundet, Drüse undeutlich oder deutlicher; Beerenzapfen klein, kugelig, dunkelblau, bereift, Samen 1–2. — Nahe verwandt die südliche Form *J. lucayana* Britton (*J. australis* Pilger, *J. barbadensis* Aut., non L.), in Florida, und Westindien (Kuba, Jamaika, Haiti, Bahamas), liefert ebenso varzißliches Holz für Bleistifte; mit dünnen hängenden Zweigen, brüchiger, offener Krone; Beerenzapfen nur 3–4 mm lang. — Ferner *J. scopulorum* Sargent, die westliche Form, auf höheren Bergen von Britisch-Columbia und Alberta bis Arizona und Westtexas; niedriger Baum; Zweiglein etwas derber als bei *J. virginiana*, Fruchtreife im Gegensatz zu den beiden vorigen Arten erst im zweiten Jahr. — *J. gracilior* Pilger, in Westindien (St. Domingo, Haiti); Zweige locker verzweigt, Schuppenblätter scharf gespitzt; Beerenzapfen 4–5 mm lang, meist einsamig.

Fossile Arten (R. K r ä u s e 1): Als *J. Hartmannianus* Gopp. et Menge ist eine \$ Blüte aus dem Bernstein Ostpreußens beschrieben worden. Sonst finden sich im Tertiär, auch schon in der Kreide nur sterile Zweige. Danach scheint die Sect. *Sabina* die ältere zu sein. Der als *Juniperoxylon* Kräusel bezeichnete Holztypus (vgl. S. 407) ist¹ in der miocänen Braunkohle häufig.

Gattung unsicherer Stellung:

Macrobiota Komarov, in Not. system, ex Herb. Hort. Bot. Petrop. IV (1923) 180. — Blüten diözisch. \$ Zapfen klein, am Ende kurzer Zweiglein, kugelig oder eiförmig, Schup-

pen 2—4, lederig, unterhalb der Spitze der Braktee am Ende gebuckelt (? »infra apicem bracteolae apice umbonatis«), in einen oben offenen Becher vereint (»in cupulam supra apertam connatis«); reifer Zapfen geb'fnet, Schuppen verhärtet, fast holzig, horizontal abfitehend; Same 1 elliptisch, ungeflügelt, aufrecht.

1 Art, *M. decussata* Komarov; sehr dicht verzweigter Zwergstrauch; Blätter dekussiert, klein schuppenförmig, deckend, spitz, mit Driise am Rücken, an einzelnen Zweigen nadelförmig. Reifer Zapfen. ge'fnet ca. 6 mm breit, 3 mm hoch, Schuppen ca. 3 mm lang. Über die Verbreitung bemerkt der Autor: ^Crescit in montibus altioribus provinciae Primorskaja, districti Olginensis, a Vladivostok orientem versus in valle fluvii Sutschan magna in copia, fruticeta densa in solo lapidoso efformans. Legit J. K. S o h i s c h k i n, 6. jun. et 5. aug. 1921 in monte Chualadsa et 12. jul. 1921 in monte Zamo-diuza non procul a fossis Sutschanensibus.«

Der Autor will die Gattung zu den *Thujopseae* bringen, doch zeigt wohl keine Gattung dieser Gruppe mit der neuen Gattung nähere Verwandtschaft. Alle Merkmale weisen auf die Verwandtschaft mit *Juniperus* hin bis auf das Aufspringen des reifen Zapfens. Nach Abbildung und Beschreibung habe ich vorläufig, bis weitere Untersuchungen vorliegen, den Eindruck, daß es sich um eine anormale Form einer *Juniperus* Sect. *Sabina* aus der Verwandtschaft von *J. pseudosabina* handeln könnte.

Ausgestorbene Cupressaceen (R. Kräusel).

Palaeocypris Saporta, Pal. Franc. Pl. jur. 3 (1884) 574. — In einer Ebene verzweigte Sprosse mit spiralig angeordneten, zuweilen dekussierten, kleinen, dreieckigen, angeprefteten, kaum an der Spitze freien Blättern.

Es dürfte sich bei diesen meist jurassischen Resten kaum um eine einheitliche Gattung handeln. Ein Zapfen aus dem Oberen Jura Frankreichs ist zweifelhaft.

Cyparissidium Heer, Fl. foss. arct. 3, Kr. Fl. (1875). — Sprosse mit kleinen, angeprefteten Schuppenblättern, Zapfen endständig, nur aus wenigen gedrängten, spiralig angeordneten flachen Schuppen, diese vielleicht einsamig.

C. gracile Heer ist in der Kreide von Grönland häufig. Die Art bzw. ihr sehr ähnliche werden auch für Böhmen, Tirol und Nordamerika angegeben. *C. Nilssonianum* Nathorst findet sich schon im Rhät Schwedens.

Moriconia Debbey et Ettingshausen, Denkschr. Ak. Wien 17 (1855) 259. — Sprosse flach, fiederförmig verzweigt mit regelmäßigen, kurzen, anliegenden, oben abgenindeten, dekussierten Blättern.

M. cyclotoxon Debb. et Ettingsh. in der Kreide von Aachen, Grönland und dem atlantischen Nordamerika.

Phyllostrobus Saporta, Pal. Franc. Pl. jur. 3 (1884) 635. — Zweige mit kurzen, schuppigen Blättern, Zapfen an *Libocedrus* oder *Callitris* erinnernd.

Jura (Kimmeridge), Frankreich.

Anhang.

Ausgestorbene Coniferen, deren systematische Stellung noch mehr oder weniger unsicher ist.

Von

R. Kräusel.

Palyssia Endliclier, Syn. Conif. (1847) 306. — Hauptäste quirlständig, mit bilateralen Seitenästen, mit linealen, 1-nervigen, spiralig stehenden, am Grunde herablaufenden Blättern. \$ Blüten zylindrisch mit zahlreichen, spiralig stehenden Stam. \$ Blüten mit zahlreichen Carp., endständig. Carp, spatelförmig, lang zugespitzt, am Grunde in einen Stiel verschmilert, auf dem Rücken gekielt, mit 10—12 Samen liings des Randes, diese in einer an *Dacrydium* erinnernden Cupula.

P. sphenolepis (Braun) Nathorst im Rhät von Franken und Schonen. Wahrscheinlich gehdrt die Gattung in die Nahe von *Dacrydium*, doch bestehen auch Ähnlichkeiten mit *Cunninghamia*.

Walchia Sternberg, Fl. d. Vorw. IV (1826), XXII. — Bäume, Seitenäste abstehend, zweizeilig, abwechselnd, mit spiralig gestellten, dreikantigen, sichelförmigen Blättern. Zweige erster Ordnung mit aufrecht stehenden, längeren Blättern. Zapfen eiförmig, mit spiralig stehenden, eiförmigen, zugespitzten, sich dachziegelig deckenden, nicht abfallenden Schuppen, nach Zeiller vielleicht 1-samig. \$ Blüten nach Florin mit geflügelten

Pollenkörnern, ähnlich *Spencerites*. Sekundärholz araucarioid, dazu die als *Tylodendron* Weiss (*Schizodendron* Eichwald) bezeichneten Markkörper.

Zahlreiche Arten im Perm, wichtige Leitfossilien dieser Formation darstellend und überall in Europa verbreitet, im östlichen Nordamerika und in den Gondwana-Gebieten bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Gomphostrobus Marion, Compt. Rend. Ac. Sc. 110 (1890) 892. — Laub wie bei *WcUchia*, Zapfen aber aus gedrängten, linealen, oben gegabelten Sporophyllen bestehend, diese mit je 1 Samen an der Basis.

G. bifidus (Geinitz) Zeiller aus dem Perm von Frankreich und Deutschland. Es handelt sich um einen sehr isolierten Typus, der aber meist mit *Walchia* zu den Araucariaceen gestellt wird.

Doliostrobus Marion, Ann. Sci. Géol. XX (1881) 60. — Zweige mit breiten, anliegenden, spiralig stehenden, schuppenartigen Blättern (wie bei *Pagiophyllum*), Zapfenschuppen dünn, dornartig zugespitzt, einsamig,

1 Art im Alttertiär von Südfrankreich.

Entomolepis Sap., Ann. Sc. Nat. 5 s. IV (1865) 55. — Zapfen mit großen, dünn lederartigen, längsgestreiften Schuppen, die mit einer zugespitzten und zurückgekrümmten, am Rande gewimperten, blattartigen Deckschuppe versehen sind.

E. cynarocephala Sap. im Oligocän von Armissan. Der Zapfen hat einige Ähnlichkeit mit manchen Abietineen, doch ist die Lage und Zahl der Samen nicht bekannt. — Ähnliche Zapfen mit je 2 Samen sind von Fliche als *Crossotolepis* Perroti aus dem Oligocän der französischen Alpen beschrieben worden. (Bull. Soc. géol. France 3. s. XXVII [1899] 474.)

Schizolepis Fr. Braun, Flora (1847) 86 (*Halochloris* Ettingsh.). — Zapfen zylindrisch, mit locker stehenden, tief zweispaltigen, in einen Stiel verschmälerten Schuppen mit 2 umgewendeten Samen. — Bäume mit Lang- und Kurztrieben, mit schmal linealen, spitzen, an den Kurztrieben dicht gedrängten Blättern.

Wenige Arten im Rhät und Jura, am bekanntesten *Sch. Braunii* Schenk, z. B. im Rhät von Franken. Neuerdings sind auch dreispaltige, dreisamige Schuppen bekannt geworden, die vielleicht hierher gehören. *Schizolepidella* Halle stimmt damit nur äußerlich überein. (Erg. schwed. Siid-polarexp. 3 [1913] 90.)

Voltzia Brongniart, Ann. Sci. nat. V (1828) 448 (*Glyptolepis* Schimp., *Glyptolepidium* Heer). — § Blüten kurz gestielt, verkehrt-eiförmig. § Blüten länglich; Carp, rundlich, am Grunde in einen Stiel verschmälert, mit 3—föhlappiger Innenschuppe, an der 2 bis 3 hängende, geflügelte Samen stehen. — Bäume mit quirlständigen Ästen und abwechselnden, bilateralen Zweigen; die Blätter an den oberen Teilen der Äste linear und flach, an den unteren kurz, vierkantig, mit herablaufender Basis, Spaltöffnungen eingesenkt, durch einen Papillenkranz überwallt, Holz araucarioid, mit *Tylodendron-tihiiischem* Mark.

Verbreitet vom Perm durch den Buntsandstein bis zum Mittleren Keuper. Im Zechstein Zweige, Zapfen und Samen von *V. Liebeana* Geinitz, *V. heterophylla* Brongn. im Buntsandstein, ähnliche Reste auch in Ostkanada, *V. coburgensis* Schauroth im Keuper-Siidddeutschlands. Ob ähnliche Zweigreste aus den Gondwanagebieten hierher gehören, ist noch sehr zweifelhaft.

Leptostrobus Heer, Fl. foss. arct. 4. Amurland (1877) 72. — Zapfen schmal, zylindrisch, lang, mit locker gestellten, am oberen Rande gekerbten Schuppen, welche 2 beiderseits geflügelte Samen tragen.

Einige Arten im braunen Jura Ostsibiriens und den Gondwanaschichten (Rhät?) von Ostafrika. Die Gattung ist in ihrer Stellung unklar, namentlich wenn dazu gestellte benadelte Kurztriebe wirklich hierher gehören. Die Zapfenschuppen sind von *Voltzia* kaum zu unterscheiden. — Diese wie die folgenden ähnlichen Formen hat Potonie daher auch als *Voltziopsis* zusammengefaßt.

Cheirolepis Schimp., Trait. Pal. Vég. 2 (1872) 247. — Zapfen zylindrisch, mit fast kreisrunden, 5spaltigen, kurz gestielten Schuppen, welche 2 umgewendete, schmal geflügelte Samen tragen. — Äste mit abwechselnden, 2zeiligen Zweigen, welche mit spiralig stehenden, kurzen, angedrückten Blättern besetzt sind.

Ch. Munsteri Schimp. im Rhät Frankens, *Ch. Escheri* Heer im unteren Lias des Aargau und Frankreichs.

Swedenborgia Nathorst, Paliiont. (1878) 30. — Zapfen mit lockeren, spiraligen, handfg. geteilten, langgestielten Schuppen, an denen ein einziger umgewendeter Samen sitzt.

S. cryptomerioides Nath. im Rhät von Schonen, ein sehr eigenartiger, isolierter Coniferentypus.

Widdringtonites Endl. Syn. Conif. (1847) 241. — Zweige mit kurzen und spitzen, angedrückten, spiralig angeordneten Blättern.

Die älteste Form ist *W. Keuperianus* Heer aus der Lettenkohle von Süddeutschland und der Schweiz. Die Nadelepidermen dieser Art stimmen gut mit *Callitris* überein. (Kräusel, Senckenb. 5 [1923].) Diese und ähnliche Formen in Jura und Kreide dürften wohl echte Cupressaceen darstellen, leider kennt man Blüten und Zapfen noch nicht. *W. Reichii* (Ettingsh.) Heer ist weitverbreitet in der Kreide Sachsens, Grönlands und Nordamerikas.

Pagiophyllum Heer, Sect. Trav. Geol. Portug. (1881) 11. — (*Pachyphyllum* Saporta, *Moreauia* Pomel z. T., *Brachyphyllum* Brongn. z. T.) — Zweige mit spiralig stehenden, sich locker deckenden oder abstehenden, lederartigen, dreikantigen, eilanzettlichen, am Grunde herablaufenden Blättern.

Mehrere Arten im Jura, vielleicht noch älter, bis in die Kreide reichend, die meist mit Araucariaceen verglichen werden. Sie sind oft schwer von der folgenden Gattung zu trennen.

Brachyphyllum Brongn., Ann. Sc. Nat. V (1828) 109. — Fiederförmig verzweigte Sprosse mit ± deutlich spiralig stehenden, dicht gedrängten, dreikantigen, dreieckigen oder rhombischen, am Grunde herablaufenden Blättern, diese an der Außenseite oft buckelartig erhdht.

Mehrere Arten in Jura und unterer Kreide, die wenigen, ungenau bekannten Zapfen etwas an Abietineen erinnernd. Die Zweige gleichen *Arthotaxis* am meisten. Die »Gattung«, meist zu den Cupressineen gestellt, ist sicher nicht einheitlich. Als *Brachyoxylon* Hollick et Jeffrey bezeichnete Holzreste aus der Kreide Nordamerikas haben damit nichts zu tun.

Elatides Heer, Fl. foss. arct. 4. Amurland (1877) 77. — Sprosse mit gekrümmten, diinnen, spiralig stehenden kurzen Nadeln, Zapfen länglich-oval, Zapfenschuppen dtinn, sich dachziegelartig deckend, vorn schmaler, bzw. deutlich zugespitzt, vielleicht einsamig.

Mehrere Arten im Rhät, Jura und unterer Kreide, ohne Zapfen kaum von *Araucaria*, *Pagiophyllum* u. ä. zu unterscheiden.

Elatocladus Halle, Wiss. Erg. Schwed. Südpolarexp. 3 (1913) 82. — Sammeltypus, für dimorphe sterile Coniferenzweige mit dorsiventraler bzw. spiraliger Beblätterung.

Mehrere Arten im Jura und Kreide, die früher voreilig als *Taxites*, *Cubinghamites*, *Sequoia* usw. bezeichnet wurden (ähnlich auch *Retinosporites* Holden [Bot. Gaz. 60 (1915) 215]).

Ullmannia Göpp., Mon. foss. Conif. (1850)* 185. — Zweige mit spiralig stehenden, kurz zungenförmigen, lanzettlichen oder linealen Blättern von derber Konsistenz und radialem Bau; ein zentraler Blattnerf, welcher beiderseits von einem breiten Flügel Netzfasertracheiden gesäumt ist, Spaltöffnungen gleichmäßig verteilt, eingesenkt, von einem Papillenkranz umgeben, Holz anscheinend araucarioid.

Wenige Arten, im Zechstein oder Kupferschiefer von Ilmenau, Mansfeld, Gera; *U. Bronnii* Göpp. besonders häufig im Kupferschiefer von Gera und Frankenberg in Hessen, zusammen mit Fruchtschuppen von *Voltzia Liebeana* Geinitz. Andere Arten im Perm Schlesiens, Böhmens, Rußlands. Zusammen mit *U. Bronnii* kommen Zapfen und Schuppen vor, die aber auch zu einer anderen Conifere gehören können und daher besser als *Strobilites Bronnii* So lms bezeichnet werden. Es ist überhaupt fraglich, ob es sich bei *Ullmannia* um eine gencische Einheit handelt.

Cyclopitys Schmalhausen, Mem. Ac. St. Petersb. XXVII (1879) 39. — Nur Zweigfragmente, an welchen lineare, gegen die Spitze allmählich verschmälerte Blätter zu 2—6 oder 10—12 in einem Quirl stehen. Blüten und Früchte sind nicht bekannt.

Im Jura nicht selten. *C. Nordenskiöldi* (Heer) Schmalhausen im Jura Spitzbergens und Norwegens. Andero im Perm Rußlands und Sibiriens. Zeiller vermutet, daß es sich eher um *Equisetales* oder *Sphenophyloides* handelt.

Plutonia Velenovsky, Rozpr. Kr. Česk. Spol. 7 (1889) 11. — Zapfen etwa 3 cm lang, Zapfenschuppen spiralig stehend, dtinn, flach, vorn zugespitzt, an *Tsuga* erinnernd, Zweige mit breiten, langen, an *Abies* erinnernden, spiralig angeordneten Nadeln.

Plutonia cretacea Velen. im böhmischen Cenoman,

Raritanla Hollick et Jeffrey, Mem. New York Bot. Gard. III (1909) 52. — Gablig verzweigte, diinne Sprosse mit winzigen, stachelartigen, dem freien Auge kaum kenntlichen Blättchen.

R. gracilis (Newberry) Holl. et Jeffr. in der Kreide von Nordamerika.

Sphenolepidium Heer, Sect. trav. geol. Portug. (1881) 19 (*Sphenolepis* Schenk). — Zapfen länglich oder kuglig, klein, an kurzen Seitenastchen mit lederartigen, keilförmigen,

am oberen Rande abgestutzten, bei der Reife horizontal abstehenden Schuppen, Blätter spiralig angeordnet, klein, schuppenförmig, am Grunde $\pm$ herablaufend.

Mehrere Arten, namentlich in der unteren Kreide.

Fossile Coniferenhölzer

von

R. Kräusel.

Wichtigste Literatur: Gothan, W., Abhandl. Preuß. Geol. Land.-Anst. N. F. 44 (1905). — Seward, A. C., Fossil Plants IV (1919) 167. — Kräusel, R., Jahrb. Preuß. Geol. Land.-Anst. 38, II (1919). — Der & Paläontographica 62 (1919). — Der s., Senckenbergiana II (1920) 99 und VIII (1926). Eckhold, W., Jahrb. Preuß. Geol. Land.-Anst. 42 (f. 1921) (1922) 472.

Fossile Hölzer vom Bau des Coniferenholzes, also ohne Gefäße, nur aus Tracheiden und Parenchym in Sekundärholz bestehend, finden sich in alien Fornitionen, meistens recht häufig. Bei dem einförmigen Bau des Coniferenholzes ist es oft schwierig, solche Hölzer bestimmten Uruppen zuzuweisen. Die älteren Anatomen glaubten, nur 5 Bautypen unterscheiden zu können: *Araucarioxylon* Kraus, *Cupressinoxylon* Göppert, *Cedroxylon* Kraus, *Pityoxylon* Kraus, und *Taxoxylon* Kraus, und zu diesen »Gattungen« sind sehr viele Fossilien gestellt worden, oft von sehr geringem Wert. Die Bezeichnung *Araucarioxylon* ist irreführend, nachdem sich ergeben hat, daß eine ganze Reihe von paläozoischen Gymnospermen, die nichts mit den Coniferen zu tun haben, »araucarioides« Holz besitzen. Die Bezeichnung *Dadoxylon* Endl. ist daher vorzuziehen.

Neuere Untersuchungen haben nun gezeigt, daß eine holz-anatomische Unterscheidung der Coniferengattungen oder doch kleinerer Gattungsgruppen sehr wohl möglich ist. Tüpfelung der Tracheiden, Auftreten von Holzparenchym, Harzgängen und Quertracheiden, vor allem aber die Ausbildung der Markstrahlwände bzw. die Tüpfel der Tracheiden gegen diese (Kreuzungsfeldtüpfel) kommen da in Frage. Unter Hinweis auf die oben genannte Spezialliteratur können hier nur die so unterschiedenen »Gattungen« unter Hinzufügung der entsprechenden lebenden Arten aufgezählt werden.

Dadoxylon Endl. (*Araucarioxylon* Kraus, *Araucarites* Göpp.). Ohne Harzgänge, meist ohne Parenchym, Tracheidentüpfel alternierend und sich abplattend, Kreuzungsfeldtüpfel zahlreich, klein, spaltenförmig¹ (*Araucaria*, *Agathis*).

Die Dadoxyla älterer Schichten sind in ihrer Verwandtschaft unklar, zum großen Teil sind es keine Coniferen, sondern *Cordaitales* usw., ohne daß eine sichere Trennung zur Zeit möglich ist. Jüngere Formen stellen dagegen z. T. echte Araucariaceen dar, z. B. *D. aegyptiacum* Ung. in der Kreide von Ägypten, *D. aparenchymatosum* Gothan im Tertiär Patagoniens.

Taxoxylon Kraus (*Taxites* Göpp.). Tracheidentüpfel opponiert, rund, Tracheiden mit Spiralverdickungen. Ihr Bau gestattet die Unterscheidung der lebenden Formen (*Taxus*, *Cephalotaxus*, *Torreya*).

Die Bestimmung sämtlicher hierher gestellter Fossilien beruht auf einem Irrtüm, indem die durch Zersetzung bedingte Spiralstreifung mit Spiralverdickungen verwechselt worden ist.

Cedroxylon (Kraus) Gothan. Tracheidentüpfel opponiert, rund, Markstrahlzellwände getüpfelt (Abietineentüpfelung), Quertracheiden, wenn vorhanden, glattwandig. Parenchym fehlend oder spärlich, Harzgänge nur im Wundholz. (Pinaceen außer den folgenden.)

Nur wenige Arten in Kreide und Tertiär.

Piceoxylon Gothan (*Pityoxylon* Kraus z. T.). Tracheidentüpfel opponiert, rund, Parenchym vorhanden, Harzgänge dickwandig, Quertracheiden glattwandig, Markstrahlzellwände mit Abietineentüpfelung. (Umfaßt *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga*, die durch den feineren Bau [wie Anordnung des Parenchyms, Spiralverdickungen bei *Pseudotsuga*] zu unterscheiden sind.)

P. laricinum im Tertiär Schlesiens, *P. Pseudotsugae* Gothan im Tertiär Kaliforniens, ähnliche in Schlesien und Steiermark, *P. antiquius* Gothan ohne Quertracheiden, Untere Kreide von Spitzbergen (oder älter), eines der ältesten Piceoxyla.

Pinuxylon Gothan (*Pityoxylon* Kraus z. T.). Wie die vorige, Harzgänge aber in der Regel sehr dünnwandig, Markstrahltüpfel eiporig, oft sehr groß, Quertracheiden meist mit Zacken (*Pinus*, die einzelnen Sektionen z. T. gut unterscheidbar).

Zahlreiche Arten in Kreide und Tertiär, die fehlen ohne Quertracheiden.

Podocarpoxylon Gothan (*Mesembryoxylon* Seward z. T.). Tracheidentüpfel opponiert, Holzparenchym glattwandig, oft spärlich, Kreuzungsfeldtüpfel $\pm$ senkrecht eipong oder mit schlitzförmigem Porus (*Podocarpus* und andere Podocarpaceen).

Mehrere Arten in Kreide und Tertiär, auf der Südhalbkugel, aber auch in Europa.

Phyllocladoxylon Gothan (*Mesembryoxylon* Seward z. T.) wie die vorige, Kreuzungsfeldtüpfel aber groß, eiporig (*Phyllocladus* und der Rest der Podocarpaceen).

Ph. antarcticum Gothan im Tertiär der Seymourinsel und Patagoniens, *Ph. Mulleri* (Schenk) Gothan im Pliocän Australiens. Ältere Formen aus Unterer Kreide und Oberem Jura dürften ausgestorbenen Coniferen angehören.

Cupressinoxylon (Göpp.) Gothan. Tracheidentüpfel opponiert, Holzparenchym und Markstrahlzellwände glattwandig, Harzgänge und Quertracheiden fehlend, Kreuzungsfeldtüpfel mit schrägem Porus (cupressoide Tüpfel). (Umfasst die Mehrzahl der Cupressaceen und einige Taxodiaceen, deren Unterscheidung nicht immer möglich ist.)

Zahlreiche Arten vom Lias bis zum Tertiär.

Juniperoxylon (Houlbert) Kräusel, wie die vorige, Markstrahlzellwände aber eiptüpfelt. (*Juniperus* und einige andere Cupressaceen.)

J. silesiacum Kriusel sehr häufig in der miocänen Braunkohle Deutschlands und Hollands.

Glyptostroboxylon Conwentz, wie die vorige, Kreuzungsfeldtüpfel aber typisch eiporig (*Glyptostrobus*).

G. tenerum (Kraus) Conwentz, in der miocänen Braunkohle.

Taxodioxylon (Hartig) Gotliab, wie die vorige, Kreuzungsfeldtüpfel im Frühholz horizontal stehend, mit breitem Porus (*Taxodium*, *Sequoia sempervirens*).

T. taxodii Gothan und *T. sequoianum* häufig in der miocänen Braunkohle Europas und wohl auch Nordamerikas. Es dürfte sich um das Holz von *Taxodium distichum miocenicum* und von *Sequoia Langsdorfii* handeln. Hierher dürften zahlreiche, unter den verschiedensten Namen beschriebene Stücke gehören.

Neben diesen Fossilien, die im Bau ganz mit lebenden Coniferen übereinstimmen, finden sich im Mesozoikum (meist Oberer Jura—Untere Kreide) andere, die Züge der älteren Dadoxyla mit Merkmalen der anderen Gruppen vereinigen. Eine Zusammenstellung dieser für die Entwicklung der Coniferen wichtigen Formen (*Protopinaceae* Kriusel) hat Focke (a. a. O. 486) im Anschluß an Kräusel gegeben. Er unterscheidet da also *Protopiceoxylon*, *Protocedroxylon* usw.

Schließlich gibt es noch Coniferenholz, die wenig oder gar keine Ähnlichkeiten mit lebenden aufweisen, z. B. *Xenoxylon* Gothan im Mesozoikum, mit sehr großen, sich abplattenden Tracheidentüpfeln und Eiporen, u. a. (Vgl. die Zusammenstellung bei Krausel [Paläontogr. 62 (1919) 257].) Zu welchen auf Grund des Zapfenbaues und der Belüftung unterschiedenen fossilen Coniferengattungen die Holz der beiden letzten Gruppen gehören, ist mit Ausnahme sehr weniger Fälle noch völlig unbekannt.

7. Klasse Gnetales

von

Fr. Markgraf.

Mit 25 Figuren.

Wichtigste Literatur: E. A. N. Arber and Parkin, Studies on the evolution of the Angiosperms. The relationship of the Angiosperms to the *Gnetales*. Ann. of Bot. XXII (1908) 489. — Benson, The origin of flowering plants, New Phytologist III (1904) 49. — Karsten, Zur Phylogenie der Angiospermen. Zeitschr. f. Bot. X (1918) 369. — Lignier et Tison, Les Gnetales sont des Angiospermes apétales. Comptes Rend. Acad. Paris 152 (1911) 201. — Lignier et Tison, Les Gnetales, leurs fleurs et leur position systématique, Ann. Sc. Nat. 9. Ser. Bot. XVI (1912) 55. — von Wettstein, Handbuch der systematischen Botanik 3. Aufl. (Wien 1923) 455.

Die drei Gattungen der *Gnetales* werden meist in eine Familie zusammengefaßt. Es kann aber nicht zweifelhaft sein, daß dieser ein ganz anderer Rang und ein größerer phylogenetischer Umfang zukommt als den meisten Familien der Angiospermen. Ich habe es deshalb vorgezogen, statt dessen drei Familien aufrecht zu erhalten. Ist es doch nicht möglich, die Blüten der drei Gattungen mit unwiderleglichen Beweisen zu homologisieren.

— die Trennung der drei ist eben schon alt und daher scharf —; zeigen sie doch ferner in den Befruchtungsverhältnissen größere Unterschiede als etwa die ganze Klasse der Dikotylen in sich. Endlich weichen sie auch vegetativ erheblich voneinander ab.

Demgegenüber ist jedoch eine gewisse Ähnlichkeit der drei Gattungen untereinander in manchen Eigenschaften nicht zu verkennen, so daß eine höhere Einheit, die sie zusammen den anderen Reihen der Gymnospermen entgegenstellt, durchaus naturgemäß ist. Hierher kann man z. B. die Blattstellung, das Verzweigungssystem, den Bau der Blütenstände, viele Einzelheiten der Blüten selbst und eine Reihe anatomischer Besonderheiten rechnen, wie den Besitz echter Gefäße im sekundären Holz, den Besitz von Schleimgängen und Hakenzellen, das Fehlen von Harzgängen.

Wo aber der Anschluß der *Gnetales* an andere Reihen gesucht werden muß, darüber gibt es, solange Verbindungsglieder nicht aufgefunden werden, nur Vermutungen. Schon die Frage, wo er gesucht werden kann, ist in allerverschiedenster Weise beantwortet worden. Wenn man die beobachteten Tatsachen vorsichtig durch Vergleiche in ihrem Homologiewert zu deuten versucht, nicht zum Zweck eines bestimmten Einzelvergleichs vorher umdeutet, so ergibt sich:

Die *Gnetales* sind Gymnospermen, deren Samenanlagen eine eigenartige Integumentröhre besitzen (solche kommt auch bei *Cycadofilices* vor) und wenigstens in *Ephedra* Archegonien wie bei Coniferen aufweisen. Einzelheiten, namentlich im Bau der Samenanlage und der Gametophyten, erinnern sogar an ganz bestimmte Gruppen der Gymnospermen oder ihrer Vorfahren, aber an verschiedene. Da man bei alleinstehenden Typen überhaupt nicht Analogie und Homologie, Konvergenz und Verwandtschaft trennen kann, so folgt hieraus bestenfalls, daß die *Gnetales* mehrere Merkmale der Urymnospermen aufweisen, die wir zerstreut bei anderen Abkömmlingen jener wiederfinden. Denn sie sind sicher alt; das geht schon aus ihrer weiten und stark zerstreuten Verbreitung über die Erde hervor.

Es zeigt sich außerdem in ihrer weitgehenden Differenzierung, die sie an Reduktion der Gametophyten auf die höchste Stufe der Gymnospermen zu stellen nötigt. Besitzen sie doch sogar erhebliche Anklänge an die Angiospermen! Bei *Gnetum* werden freie Kerne befruchtet; das Pollenkorn enthält nur 2 bis 3 Zellen; ein dikotyle Embryo geht aus der Befruchtung hervor. Äußerlich sind die netzartigen Blätter von *Gnetum* und die Mikrosporophylle, die den Angiospermen-Staubgefäßen so ähneln, anatomisch die echten Gefäße solche Anklänge. Aber nie liegt eine völlige Obereinstimmung, vielfach nur eine scheinbare Ähnlichkeit vor. So sind wir gezwungen, die *Gnetales* als Endglieder einer Entwicklung anzusehen, die in den Eigenschaften der Gymnospermen vor sich geht und teilweise an Organisationshöhe in die Schicht hinaufreicht, in der die Angiospermen ihre gegenwärtige große Entfaltung vollzogen haben.

Die im folgenden gewählte Reihenfolge stellt die Ephedraceen als die embryologisch primitivste Sippe voran; Welwitschiaceen und Gnetaceen sind in dieser Hinsicht abgeleiteter, ihre Anordnung soll aber keinen Rang zueinander kennzeichnen.

Fossiles Vorkommen (R. Krause 1): Die aus tertiären, namentlich eocänen Schichten als *Ephedrites* beschriebenen sterilen Zweige sind sehr zweifelhaft. C. u. E. M. Reid beschrieben aus dem Pliocin von Renver eine \$ Blütenachse als *Gnetum scandens* var. *robustum*.

Übersicht über die Familien der Gnetales.

- A. Blüten diözisch oder monözisch, dekussiert in kurzen, lockeren, wenigblütigen Zapfen; \$ mit zwei medianen Hiellblättern und einer Säule, die mehrere 2- bis 3-füßrige Synangien trägt; \$ aus einer taschenförmigen Hielle bestehend, die eine Samenanlage mit röhrenförmig verlängertem Integument umschließt. — Rutenstielchen mit entfernten, quirligen Schuppenblättern. — Trockengebiete Innerasiens, des Mittelmeergebiets, Nord- und Südamerikas. Ephedraceae.
- B. \$ Blüten mit einer taschenförmigen Hielle, darin 6 dreifüßrige Synangien auf Stielen, die unten durch eine Haut verbunden sind; innerhalb dieser eine rudimentäre Samenanlage mit röhrenförmiger Mikropyle. \$ Blüten mit einer seitlich breit geflügelten Hielle, in der die Samenanlage mit dem röhrig ausgezogenen Integument steckt. — Holziger Kurzstamm mit zwei ausdauernden, bandförmigen, gegenständlichen Blättern. Blütenstände diözisch, zapfenartig, vielblütig, mit dicht dachig geschlossenen, dekus-

sierten Deckblättern auf dichasialen, am Rande des Stammgipfels entspringenden Sprosssystemen. — Kiistenwiiste Westafrikas. Welwitschiaceae.

- C. § Blüthen zahlreich oberhalb von Hochblatttrüngen, aus einer taschenförmigen Hülle und einem Stiel mit 2 bis 1 Sporangien bestehend. § Blüthen quirlig oberhalb von Hochblatttrüngen, mit zwei Hüllen außerhalb des röhrig ausgezogenen Integuments. — Kletternde oder aufrechte Holzgewächse mit netzadrigen Blättern und diözischen, zapfenartigen Blütenständen in zymöser Anordnung oder unverzweigt. — Regen- und Nebelwälder der Tropen Asiens, Westafrikas und des Amazonasstromgebiets. Gnetaceae.

Ephedraceae

von

Fr. Markgraf.

Mit 8 Figuren.

Ephedraceae v. Wettst., Handb. d. syst. Bot. 1. Aufl. (1903) 155. — *Ephedrae* Reichenb., Consp. regni veg. (1828) 79 emend. — *Gnetaceae-Ephedroideae* Engl., Syllabus, 1. Aufl. (1892) 63.

Wichtigste Literatur: Allgemeine Werke: Kirstein, Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Pflanzengruppe der Gymnospermen, Bot. Arch. II (1922) 57. — Lotsy, Vorträge über botanische Stammesgeschichte III 1 (Jena 1911) 287. — C. A. Meyer, Versuch einer Monographie der Gattung *Ephedra*, Mem. Acad. St. Petersb. 6. Ser. VII 2 (1849) 225. — Stapf, Die Arten der Gattung *Ephedra*, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., 56 (1889) Abt. 2, S. 1—112. — Strasburger, Die Coniferen und die Gnetaceen, Jena 1872. — Strasburger, Die Angiospermen und die Gymnospermen, Jena 1879. — Morphologie und Anatomie: Bailey, Some salient lines of specialization in tracheary pitting I. Gymnospermae, Ann. of Bot. XXXIX (1925) 593. — Bertrand, Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères II. *Ephedra*, Ann. Sc. Nat. 5. Ser. Bot. XX (1874) 19. — Boodle and Worsdell, On the comparative anatomy of the *Casuarineae*, with special reference to *Gnetaceae* and *Cupuliferae*, Ann. of Bot. VIII (1894) 249. — Evans, The stem of *Ephedra*, Bot. Gaz. XIII (1913) 265. — Graham, On the histology of the *Ephedrae*, with special reference to the value of the histology for systematic purposes, Transact. R. Soc. Edinburgh 46 (1909) 203. — Graham, Light sense organs in xerophilous stems, Nature (London) 75 (1907) 535. — Graham, On the light sense organs in *Ephedrae*, Transact. Scotch Micr. Soc. März 1907. — Greguss, Die ökologische Bedeutung* des Trennungsgewebes an den Asten der Ephedreen, Bot. Közlemények XVIII (1920) 1. — Greguss, Ein Gedanke zur polyphyletischen Entwicklung der Pflanzenwelt, Beih. Bot. Zentralbl. 2. Abt. XXXVI (1918) 263. — Land, Vegetative reproduction in an *Ephedra*, Bot. Gaz. LV (1913) 439. — Lignier et Tison, La structure médullosée chez les *Ephedra*, Bull. Soc. Bot. France LXIII (1916) 46. — von Mohl, Über den Bau der großen getüpfelten Röhren von *Ephedra*, Linnaea VI (1831) 593. — Nicolas, Observations sur l'anatomie des *Ephedra* du Nord de l'Afrique, Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord IX (1918) 186. — Solms-Laubach, Über einige geformte Vorkommnisse oxalsaurer Kalkes in lebenden Zellmembranen, Bot. Zeitg. XXIX (1871) 509, 525, 541. — Strasburger, Über den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen (Jena 1891) 140. — Thompson, The anatomy and relationship of the *Gnetales* I. The genus *Ephedra*, Ann. of Bot. XXVI (1912) 1077. — Blütenverhältnisse: Eichler, Blütenendiagramme Band 1 (Leipzig 1875) 70. — De Haan, Contribution to the knowledge of the morphological value and the phylogeny of the ovule and its integuments, Rec. Trav. Bot. Neerl. XVII (1920) 284. — Lignier, La fleur des Gnétacées est-elle intermédiaire entre celle des Gymnospermes et celle des Angiospermes? Bull. Soc. Linn. Norm. Sér. 5, VII (1903) 55. — Lignier et Tison, La fleur femelle de *Ephedra* est trimère, Bull. Soc. Bot. France LVIII (1911) 178. — Sigriński, Quelques observations sur *Ephedra helvetica* Mey., Dissert. Genf 1913. — Thoday and Berridge, The anatomy and morphology of the inflorescences and flowers of *Ephedra*, Ann. of Bot. XXVI (1912) 953. — van Tieghem, Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnetacées, Ann. Sc. Nat. 5. Ser. Bot. X (1869) 269. — von Wettstein, Über das Vorkommen zwischengeschlechtiger Infloreszenzen bei *Ephedra*, Festschr. Natw. Vereins Wien (1907) 21. — Worsdell, The vascular structure of the flowers of the *Gnetaceae*, Ann. of Bot. XV (1901) 766. — Befruchtung und Entwicklung: Berridge, Fertilization in *Ephedra altissima*, Ann. of Bot. XXIII (1909) 509. — Berridge, The origin of triple fusion, New Phytologist VI (1907) 279. — Berridge and Sanday, Oogenesis and embryogeny in *Ephedra distachya*, New Phytologist VI (1907) 127—134. — Buchholz, Embryo development and polyembryony in relation to the phylogeny of Conifers, Amer. Journ. Bot. VII (1920) 142. — Burgerstein, Über das Verhalten der Gymno-

?pf-iwnktiinlingG im Lk'hte unil im Itujikvln, Her. Deutsch. Bot. Qts, .Will | tOO) l&J. — G ; i v i r i ; , Sulb guanfaudaaw dd polBne nolle *Ephdra*, Bull. Aoad. Gioi'irineu. ed jirt<- Catenta *1 il904) 5.— lavatii e Hof»ii, Hicerrtio sulla feconUazionc cd ^iühri(jg<*nia (It'l* *Ephdra camplopadat* Hendic. Congr. Nax. Bou Palermo (liW2) 07. — Herzfeld. *Bpheira etmpylopoda* Mt¹.. JIIT-f'hologi* der weihlipln.'ii Bliit.r uud ili-frm-htuliggjivorfajiff, Iji-uks<lr. Ak:nl. Wi>v \Vi<-n. iuath.-ii;ii<. Kl. 9\$ (1932) 2J3. — Hill and deFrainp, OnUi* sw^Jlinp strut-lure of Gynwosp&rns, IV. Ann. of B(JL XXIV (1910) 322. — JaccdfJ. Uerli-ri-lu-s eutbiyologiqtu sui VSp&edm hetirettca, Bull. Poc, Yim*i, 8c. N:M. XXX (1894) Jfi. — Lu nil . SpematOgenBOla ;nj(i oo^rfueitis in *Ephdra trtfwta*, But, Gfli. XXXVIII (190J) 1. — Land, Fertilization ami tsoibfyagtiay in f-pfwdra irifurea. BLM. Gaz. XLIV (1W7) ^7S. — Porioli, t*ktT oiuijT¹ DCiterc, phylogcaotlscli in m'rkiisw<Ti* Krff"trti^* der GjunctophTtenerforHiclmip flir (iyinriosjii'niten. PeStofoar. ostw. V<~eins \\\-wn (ISWn C6. 86, ifiL — Purm'ti. *EpiftUa eampytopoda* C, A. Hoy., • iuu- entomophHi) G^miospeniie, 1^r. Deotatl, Bot. 'M-^'. XXVIII (1910) 404—112. — Porsoh, Der Sdtiaribptai won *Epfttdru eampylepoda* C. \ Mry.. F!IT. Deotsch. J'(it. G(4) XXXIV aanit 2oi. —



Fig. 21G. A J 2 Le us. A J 2. — C Längsschnitt durch einen Knoten (nach v.).

Merkmale. RutettstrKtteiei mit m-
"litni'Hiiiri'ti. QoirlstAndigati BUttern inn!
auf Kurztrieben endständigen Blüten-
zapfen, ilif in del Afliisel wctii{r(>r. dekus-
sierter DedacSiKppaD entwedw 3 oder
♀ I'llit'i! in 'Jüizini'ter, seiton gynodiö-
zischer Vercihiiiri tiajrt'ii. ^ Bliito: 7ivi'i
mediane HtELibSttar scMicBpn rise Sttote
mit im In ci-i-n i¹ 8-fttehrIgc SynAngien
pili; ♀ ISliTi: (LH ^IHT ts-
schenfBnnigei! Iliill*¹ erbebl
sicJj cine Somenanlsge, deren
Integumeni! in i-iin' Bchial ab*
gestützte EtOfm ausgezogen
ist.

Vegetationsorgane iind
SproBverhältnisse (Fig. 21G).
[nfolge iliriT serophilen
Wuebsfonn aluwln sicli dU¹
\\ egetationaorganf allm *Ephe-*
<lni Arti'n ^1 In. Unterschiede
wenleo durch die Verzwei-
gung bedingt, die rasige,
stnutetige, bauto&rtige.

Ell_ im<1 Klfticrformcii
hervorru it*).

[.-< \V n raei sj stem

bosteht lfnpre iur iins CJIHT I'l'alilwvna] •W-'v lvinl alter :il'lin;ililii-ii im Waetettm von
Adventiwur/cliL d'v JIyi>iknlyls odm it<T SUBCESDbact Qbotboit Wur/flucirt' <iml reicli-
lich vorliiuniert, eine Myknn!ii/i Milt.

Der H&iifit s ta in m vt-rzweii.'! i-icj sehx friili — oft ciitiwit'kpln ei'lxm rtlo Keim-
blatter .Arh^i'knospen — nml blelbi jnii Aw Zeit bister flan Seitamweigea im Wachatum
zurück. Diese eti'ht'n immcr in nref- odw 'Irci. selteo viergieedilgSB, altemecendeii Qoirles.
Dadorch dali alier die imterttBU *IK<T ttittit^ren internodiim jk<*< SprotBoe gestaucht
blmben, eutHtolit t*in BttBoehriifib; (Ustoc niiumi akropetal r.wU &b, weil <K- Knospen
sich nach oboe EH ved&ron. AdveBtivimiwpeB frorden nirlit gebQdet) ili{f{f<n kommen
bisweilen sirial sofsfeeigBBds Bedkno*pOT TOT. I* AehselkDOspen siml antei <ler eng-
anliegende Ti Blatt.-HieHt* ^ut vi-rlior^ti J'LT. flfi ^).

Die jutijii-n Zvf[¹t, /lie nni'ji im Dteifte der Awlinilatton ftehei^ vermOgpn Kid) uktiv
in ili* gfmtingsbe LfihUago rn dmlian, da Qm biatwle, totodcataw W,u>list,ums2one laiige

• In alirrnt'iirstor Zdit t*^jt EoS & n n 'li- Estd&CfcflBg rfaer |,;ir:isii.i,li gatJmtiptratrf^a
M. B. wachsenden *Ephedra* nus JI:inilomcn mit. *lereii gfflupiere I'ntMSuehung noth flgen s<ll-
(Glasnik ESfek og NauIsk og Ilruse it^ W 5/7 Antn. *).

meristciiatfseh bleitit. Sio volirfilin-ti auf diese Weise starku* Krtiiiiiimiii^fn. die :uif eine fur die Uchtrichfemg gut abge&timnte lieizenipfari&Hf>iriri<-ut>]>ig Bebliafian EaaseL Viel- lilit ut wenIen sic dftbei dureli die VefdiekungspapiUei] Aer EpidermJa ootentttet vim denen a. B. Vdi E. attis&imu ft^Vgostellt worden ist, daB He SegenfttSsde :mr ili-r lmn>ii-watid der Zcll« abbilden.

WOOD 'lie jungen Zwtige ftir die As^iniifiitioji oosecbeldan, ffetdsn sic entwadat mil iiiiifi- ciit-s tiuicr dem Knoton llegeaden, BAefazelhgen Treanungagewebes, das oscfa softn bis an das Katiilihuti n-ii'lu. abgewaxfen, odei afe lieges BekimdSres Boh .m. .las von der TrennungBzone Dicbi durdhsetsEt wird. and iratden >H SOT innirr Eestecen Tragfliten. Der Zweigfall k;unj foruvuilireud od^r periodiacfa arfedgen. Beeanders deatUcfa it n b&d Artem die e5ne Kiiliu- ihpt D&ntezeti vH iivn'TMclini iiniu'D. zn Begian dieser Pertode. Man k;mii Mm kiiriMlii'li (lurch TrocUrniialt^n dL*? Bodeda otter der Luft. bervorrttten, mid xwir um so sLirkcr. j<^ ^niiltT det QlgenitttK KU den volder hetTSchfsnden Fsachtigkeitaveriiait- alssei isb A-nch Ztt&ahme dw Penchtifkeii f'i! disaelbe Wfktcn^g ansttb en.

Eine Ettga&tftoichkeit Se* *Ephedra-Axbe&j* die lockeren Boden beWhnen, B&id die unterirdiscJisn A u s- l i i t i / c r. die .ma verschütteten Knoten entspringen, weit onkriechen rfttv stark verzweigen, sobald sie sich der QberfUtdhe wfBdea? nidicni. and dort mit Ad- ventivwurzeln rim- ceus Pfljowe vi-r-uikt-ni.

Die BIS i r> r sh'lii-ti. iris sdioii ans dea Angabeii Bbet dir AeheelBproae Folgt^ in aMernierenden Quddeu, meist gegenständi^, bei ituuirien Arten ± rege lftfilg zu dreien, selten zu viaren. llnv Sprafte — MM i>-i wenigen Arten ausgtbilde isA haftB^fiiidiiBcb, etw» 1 mm dick, kun; uud iiiiitf;ilijr. Qewtfmlicli be<bdion die Bl&ttei imr taa Stt Beheida utii grfitasm, dtoeckigeiD Rflokca/eid and Kautiiri'ii l!.indprii, die uifist mir denen dei ftngren- z>?jden v<nv;u>«scn, Sfe wlttern ecUieflUci ab and tassen mir riiicii Kin^ iin den ^weir ;tl? Illnthiirlx' iil>ri.L'. An deu Aisijuifern sind s*¹ ;d> bleidip, spBter in-line, etwau il*¹i>viiij-i: Srluiijicn Btogebedeti iucfa dioss breeien zulciv.t ;il'.

Anatomie der Vegetationsorgane. inatomiach W *Ephedra* wio alle *Gnetales* iltirch den Berfte von primi- liven Gef&ft-n iin.-ui-zrit'-fim't. die im Keimliiir iii rl>er- pran^fonufii /it Hoftiipffldaeiciden voricommen and mir in den Ste&gelknotea feMen. Die Querwtode d^r Gef&JJgliedei werden nlcht wie imi di-n ;iijLrio*);njTtnfn iimiz iuigeiB&t, BtmdefD MB TOU WchBH) ftartlM>ts% difl MM HoftQptelll entstanden siid (Eigi 817). Im BbrigSB BChle01 rich *Epftellrn* WM-U T h t i m j) » <ms I'm,, suchungen :iji.-iiiiitnis'-ti bwaer :m OontfKcan mid dik<)ty[c Aigiospersuu) ;iU ;in Ereend, welche primltiveren Gymnoapermen an. So beaitt die Oattuog u* il:ujjiiiii>M.> dc> Holzes 'J'r:ichejden aH HoftQpleln, <Jr• aicJi gBgenseitig abplatten wie bei den Annii-jrit'-n. oder flie gewOhnKche Form der Abietineentapfel aufweisen; >> tragsn 'ii(^- BAefa an don Tan- j.'fjiti:ilw;iijdi'ri mid zcn'lim'ii sich diirch gelegentlicSieG Aoftreteo roa Trabecolae, S & nio- BCbra Bftxeiden, rrlitni i •tt'Ttiimui S>irnlvt'rdifk\ng©i) Dint BLarxplrople] aus: Merkmale, •lie atufi <ti-ti Conifexan eigentfmlidli sind. In don BdzparendijnseUei] findet sich mit- imter einfobe Qu*rfu<k<< ruti^, eine ^scheinQng; die iHeder bei Dflotyien welter attsge- bildet i>-. Die sieiniitiiTii (iiti<'iirMn Ui'leueileii: ilirf Blebplatten !*iid naab den Ootit- ferentypus iti Uin^wiUidi'ti nod en Buhreren :ikf den ^anz Mcil gesteUten Qiu-rwänden sngordnet Be*n>rka>BWf'ri ;iii'! mich die -tirfiien.^ ilarkatrahlen, die wfe B>I Quercus nad andereB Dikotylen durch \trpjiijrimjr mebrerer vieJreffalgev entatoben; dieee selbst bilden sich aus Umwandlung von Tra- ebeiden in Markstrahlzellen. Aticli »>falsrhp«, d: ^ Mark nicht erreichende, Marl trahlen >i)d häufig.

Im ganzen ist der Zweip von ftiner oft papQidsen, mit KalkoxjUat iukrustierten Epidermis uinliiilit. mifrr dr-r in Lfingsrippefl Bastfasern, ebenfalle mit osfilitaurcm Kalk in den WSndfii. eiithmfrlaafen, wShrend d<^ v<rtieften Lfingstinnea mrfechen dieaen mit *leu

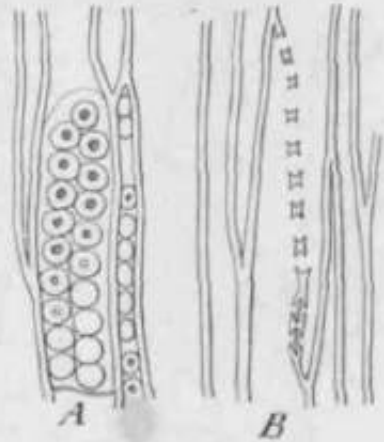


Fig. 217. A Längsschnitt durch ein drflH von *Ephedra distachya* var. *monilachya*. A uhrtrht auf eine Quer- wand tuli („r“..li. rti i und erweiterten lltitfl 'la ;j LIBSMcfanltl ilureh lit Ql r.. • IO. ill.-nU- iim-li Th(iui)>-

versenkten Spaltöffnungen ausgekleidet sind. Die Kaum hierunter nimmt das palissadenartig aufgesteckte Assimilationsparenchym ein, das nach innen allmählich in die farblosen Zellen der Rinde mit eingestreuten Stereiden übergeht. Die Gefäßbündel, die auf der Leptomseite von Bastfasern begleitet werden, sind von einer Parenchymscheide eingeschlossen und durch einen Kambiumring verbunden, der aber erst nach dem Aufhören der Assimilation des Zweiges als Verdickungsring wirkt. Im übrigen ist ihr Bau normal. Bei der Pea-Idermbildung wird die primäre Kinde einschließend der Leitparenchymscheide abgestoßen. In den Ausläufern dienen Rinde und Mark als Stüttspeicher. Sie speichern auch in oberirdischen Sprossen Stoffe, z. B. bei einigen Arten Tannin.

Im Blatt sind nur wenige Zellagen entwickelt: ein einschichtiges, grünes Palisadengewebe unter der von Spaltöffnungen durchsetzten Epidermis, und ein schwaches Füllgewebe in der Umgebung der zwei getrennten, oben in Transfusionsgewebe endenden Leitbündel.

Die Wurzel besitzt dieselbe Anordnung des mechanischen Systems wie der Stamm. Ihre Leitbündel schließen sich bald zu einem ununterbrochenen Rohr zusammen, das ein nur schwach entwickeltes Mark umgibt. Den Abschluß der Rinde von dem Bundehttrag

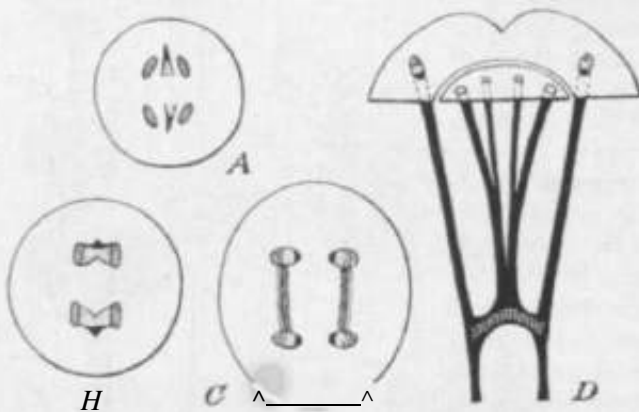


Fig. 218. Schnitten der Bundehttrags im Kelmung von *Ephedra tutaehyu*. A Querschnitt der Wurzel, B der Längsschnitt der Wurzel, C Querschnitt des Stängels, D der Längsschnitt des Stängels. H: Detail eines Gefäßbündels. (Nach Bill und De la Riva in Schwaiz Protodrutn, imkiiit Hntlnin. schratOerl Leptom (auf den Querschnitten).

Hinweis auf die *Medullosae*. Normal beginnt das Leitsystem (Fig. 218) in der Wurzel als diarches Hadrom, legt sich im Hypokotyl paarweise an vier Leptomstränge heran, das Protoxylem nach außen gekehrt, und teilt sich darüber in vier Stränge, die nach einer schwachen Drehung ihre Hadromteile paarweise einander zukehren. Diese treten zuletzt paarweise, senkrecht zur Protoxylemebene getrennt, in die Keimblätter ein. Vorher werden sie jedoch noch einmal durch je ein Band aus Tracheiden und Kambiumzellen parallel zur Protoxylemebene verbunden. Aus diesen Banden entspringt jederseits ein weiteres Bündel, das sich alsbald zweimal gabelt und also mit 8 Strängen in den Hauptsporn eintritt, 8 sind <•< wenigstens bei den meisten Arten; je nach der Blattstellung kommen natürlich auch andere Zahlen vor. Immer ist aber die Verteilung an der Peripherie so, daß zwischen je zwei starken Bündeln zwei bis drei schwächere liegen. In jedem Knoten wechseln diese Systeme miteinander ab. Sie vereinigen sich dabei in einen Ring¹, der aus dem Sektor der schwachen Stränge in jedes Blatt zwei — wie bei Dikotylen getrennte — Blattspuren abführt. Dieser Ring wird durch die Leitbündel des Knoles, die sich zu ihren äußeren Seiten wie zwischen ihnen weiter anwärts befinden, Der Strang zwischen ihnen gabelt sich unmittelbar darüber, und seine beiden Zweige vereinigen sich mit zwei Abzweigungen aus dem Ring zu dem einheitlichen Bündel der Achselknospe. Dann erst tritt der Ring wieder in Einzelbündel auf, und zwar so, daß die oben erwähnte Alternanz gegen das vorhergehende Internodium zutage kommt.

Blütenverhältnisse. Die Blüten stehen, von dekussierten Deckblättern gestützt, in wenigblütigen Zapfen, die axilläre Kurztriebe abschließen. Häufig entspringen dicht

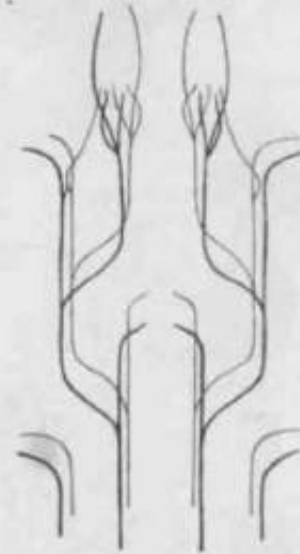
unter einer Endodermis, wie sie Strasburger beobachtete, konnte Stäuffer mit Hilfe der Mikroskopie. Außerdem ein Leukambium ist vorhanden, und aus diesem werden auch über der Gefäßbündeln in Scitridiumv. bildot. Die Rinde grenzt wie bei allen Coniferen und *Gnetales* die Epidermis in die Umgebung an und bildet von hier aus ganz normale Wurzelhaare.

Der stammesgemeine Bündelverlauf gestattet nicht wie bei den anderen *Gnetales* mit konzentrischen Stämmen, einen Uebersichtspunkt v. w. primitiven Gymnospermen (*Cycadales*, *Scimittales*) herauszulesen. In einem abnormen, androgenen Blütenstadium von *Ephedra ettsahna* haben jedoch Lignier und Tison zwei konzentrische Bündelringe und einen zentralen Markstrang gefunden und deuten dies als

utiter dem EntfblttensUnd noch zwei ffitzeadf) Zapfen aus den Aehseln des obersten Laulj-Mattpaarefl (Fig. L7J, -ij. Die meisten Arten sind dftzfech, doch konanen gelegentlidi sweigesebl«efrtige Zapfen an <\$ PflajUE«n v_{ur}. Regelmig ist dies der Fall bei *E. frugtitsrax compytopodu* (Fig. 880£). Dicse Bfjob&chtaag eeranlafte •. \ \ e t t a t e i n z u d e r A u f f L " s u t g , d a S d i e s e r i s w e i g e f l c l i e h t i g e B l l i t e n s t a n d d e r A n g i o s p f t t a w d W a t e h o m o l o g s e i u n d a k o b e i d e n d e n A n g i o s p e r m e n a m n & e b s t e n s t u h e n d e n *O m t d e t* • • i n t - n . S d i r i t t v o r s d i r e k t e n d e r E n t w i c k l u n g v o n d e r g y m n o s p r n n e i i E f a j ^ s c h l e c b l a g k e i t b e d e u t e . A l s S i f i t z e f i l r d i e p r o g r e s s i v e D e n t n f i g f f l h r t o r a n , d a l i d < > K r s d i c i n n n g i m r a n d o n w t t c h a i g e r e i L \$, n i e h t d e n k n r z i ' M . - + Z a p f e D : m f t . r i t L u n d d a f j d i e A r e f c e g O n i e n , t r o t z i J e m d i < > , M l i i i V n k « i n r S a t n e n l i t f o r n . g a r n i c h t r e d u z i e r t B i n d . E i m - a u d e r e F o r m d o t Z w e i g e s c h l e c h t i g k e i t i e t b e i £ f o f f i t f a v e r w i r k l i d i t : r i d d i g t - 2 Z a p f e n s i t z e n d e n < J e n d s t S t a d i g a n t S o o s t t r i f f t m a n a u c h e i l f a o b e M o n S z i e a n : l i o i d e Q e s c h l e c h t a i i n g e t r e n n t e n B U t t e n s t a n r l e r i a u f d f j n - s e l b e • n S t z a u c L

Die Bilndelyersorjnung des BliltensUndes nnl^pridit genau seinem AttflMW und ist aowobl in dpn beiden Gwchlecktem wie liei den verschieden«n Arten in iliron G&tadxQgon diospibe (Fijr. 21ft). Von atiiit Sfciniinbiindfln gtiDn vier in <«s unterste, leere Deckbl&tt-jitar. dm Ubrigen vier teilen sich in acht die wieder viet in das nachsi.i', dekneaierte Deokblattpaa* abgeben- im J Biatenstaaad tra^rt dfeAB J'aar echon BKittiii. uiui diese werden wie die \$ Bltten und wir- dio vegetativeu AohseUaiOBp'n jr mit zwei seitlichen Slritngen aus dnn Hauptpaaren uiui mit *einsa* medianea vereehen, der ans der Veianlu&ebnnig / . < i i r - r A b z w e t g o n g e n d e r D e c k b l j i U b i i i n i e l b e r v o r g e g a n g e B i a t

Die m i i n n l i c h e B I Q t e C F % - 320 / J . f p b e s t e h t a u s z w e i m e d i a n t - 11 l - E n c h b l a t t o m . d i e e i n o n b i s w e i l (; n l a t e r a l g » - g a b e l t e n S t i e l m i t (F i g . 220 f l — F) S — 8 S y n a J i g i e n a n d e r S p i t z e e i n s c h l i e ß e n . D a m a n V e r f i d m i e l x u n g f i s t a f H e n U t o k i d i t e n k a n n , f r e r d e n d i e g e a p a H e n e i ^ m i t v i d i - n S y r u u t ^ i < ^ j) I t c s f i z t e n S t i e l e a l s p r i m i t i v b e t r a o i t t e t A » a d i e s e i D i c h o t o m i e u n d d e x b a n a r t i ^ f i i E J n r o l h i B g i n d * r K I H J S H - l i r i *E. fragUts* (Fiff, 280GFJ s u c h T M T h o d a - v m i d B e r r i X g * ^{li5} Homologie dieses n_r L : H I S m i l I ' i n c m f n r i i ; L l i i) i (l i c n S p o r o p h y D w j i h r H c l i c i r i l i i ' l i z u m a c h e n . S i c w - c i s c n d a b f f l J L K - I I a u f < V u : d e n L a u b b U t t e m f i l l f i p r e c h e m l e N o r v a t n r d m S t i f l e s — ? w e i g e t r e n n t e . b i s f a ^ t e n d e n S y n a o g i e a i i n p e t e l H e S t r i n g e — b i n . D i e M t o m m e n m i e i n e m j n e d i a t u u U i i n d e l z n s a m i n e n n u * d e r B t f l t e n s t a n d s a o h s e h e r v o r (a . o .) , v e r e i o i g e i i a i c h a n d < i i i e k n r x e S t r f t k e , s t r i ^ i n d a n n g e t r e n n t w e i t e r , w S h i e n d d a s m e d i a n e b a l d a u f h O r t o d i r b . i - i / . *fragiUa* i n d a s h i n t e r e H t i l l b l a u p i n t r i t t . U c i a l l r i i a m l e r e n A r t e n c r h a l h ' n d i e B a i l b l H t t e r J < * i i r L e i t b t o d e l D i e E e t e t e a G a b e l a s g e o i m A n t h e r o p h o r l i e f e r n e i n B U n d e l f i l r j e d e s S y n a n g - i u m , d a s z w i s c h e n d e i n P o l l e n f a r l i c r n i n T r a n s f i i s i o n s g e w e b e a u f g e h t



I i - S i f t . S e l i i - n i u d e s B i n - d e l T e r U u t b i n e i n e m - m n - t i ' i i s t n i n l i n n K j i f f u r t i i i - s t a r l i f f . (A n c i i T l j i n l a y m i l l I t f r i ' d l u i - ' E r k l i - f u l i r • I • i T < v i .

Die w e i b l i c h e B l 0 t e (P i g . 880,7) b e g i n n t e b e n f a S e m i t e i n e r I l i i l l e d i e B e t t » t i n O t f e r O i r t o g e n i t i k e i n e G l i e d e n i n g e r k e n n e n l a i i t D a a i e a b e i g e t e g e n t l i c h b e i a D f i b i l - < l m i f : p r i z w o i S a m r n a n l a ^ t ' i i c n U i i L t , k a n n s i e k e i n a o S e r e e I n t e g n m e B t s o i n k m w a h r - ? c h e i n l t c h s t e n i s t w o W t h r e D f t i t u n g a l s v e n v a c h s e c e B a s i a z w e i e r m e d i a n e r B l a t t e r . b o m o l o g d e n e a d e r J B l f i t e u n d d e r A n f i e n h f l l e d o r \$ b e i W r i w U s v h i u (? g L B - 1 ^ 4) b e i d e r d i e s e A m i a h m e d u r c h d a s g d e p o n H i c h o V o r a n p e h n s ; w e i e r l a t e r a l e r B U d u n i r e n d e r , f B l i t t e e u t s i w e e h e n i l . g r f i ^ - r e W a b r s c h e i n l i c h k e i t g e w u n t . D o r L e i t b f i n d e l v e r l a i f b i e t e l b i e r w e i t e r k f i n n i F i n g e r z e i g . D i e z w e i s e i U i c h e n R Q n d d (& o .) B t e i g e n i n t i e r b e s c h r f e b e n e n H d l l e b i s m m o b e r e t e f l R a n d u n d e n d e n i n T r : u i s f n p n i o n s g e w e b e - d a s m e d i a n e i ^ . o .) v e r h i t l t s i t h b e i e i n i ^ s n A r t e n e b e n s o . b e i d r - n n t P i s t o n h < r l o a a b e r n e b o n i m t e n a i i f E s t r i t t d a n n m i t p a a r i g o n S e i t e n z w e i g e n d e r l a t e r a l o n . b t w e f l e n s e l b s t w i e d e r g e g a b e l t , i n d e n K - i t m n t m t e r d e n X u c t - l l u s e i t i , w o a l l e d i e s e B a t m e n o n d e n .

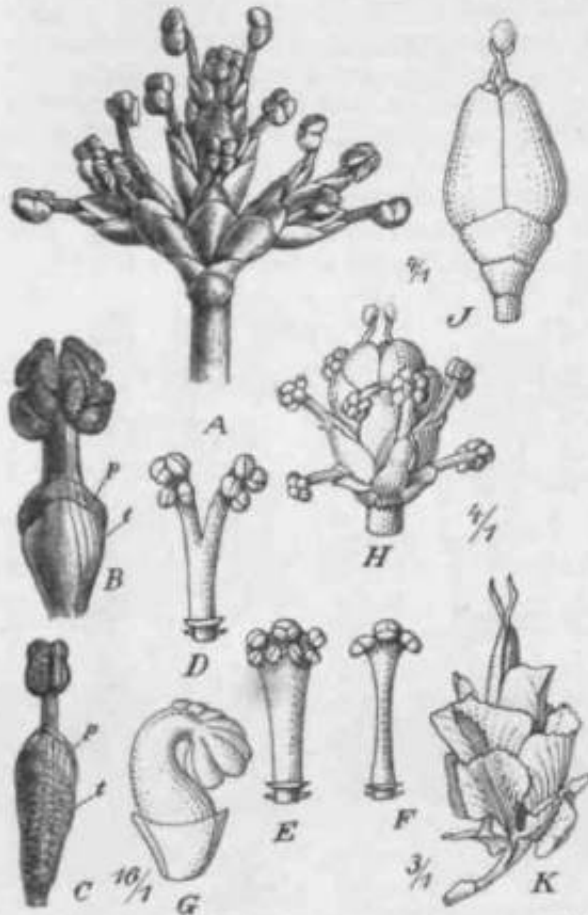
I r i i i i T h a f b d e r A n B e n h f l l e s t e b t e i n e S a m c n a n l a » - c . e i n g a l i t t l i H i n e i n e m M ' a n t e l , d e r o b e n i n p i n r n i p s . h e m u s n i g e n d e a R o h r a u s l i u f t u n d s i e h n t o r p h o l o n t B e f a w / & l u n g < p f s i r l i i o h t l i c f i a l s l i i t ^ n m e n t d ; i r s t d l t . E s i s t f l b e r a j j . w e b a n d e r B a s i s d e u t l i c h g e g e n d e n N u r e l l u s a b g > f r e n z t S e f e M i k r o p y l r o h r l i e g t m i d o r D w c l i t r i t i s < t * l l e d u r c h

die AuUciihulle einein King- von Papillen iliilit an, die vcm dieser gebildet werden imd später verfoolzen- Von weiteren Eigenschaften difiser Orgne wird hoi den Befrmhtungs- vorgängen ili* Tied*¹ PHJI.

Me unfnieiifbaren £ Endl'fitcti in den \$ SEapfeB von *Li. frOffiHa* var. *aitripyfnptiitiin* frfuhren eine Mffilbildtfigj imicni ilm- AitUimhdllp pith otwn <inkriinimU dadiirdi d;is Mikropylsruhr gefangen bait und zii VerbiegtmgeQ xwingt Erst kara vor dor Vollbltltte gelitigt diestm die B«freiung. Es kann anHi Pollen auriangeu. und dioser kann Befruch-

finjr vollziehen, obgleioh lei den nn-frnchtliarn HifMen die Pottenkaminer nicht bis auf daa l'miliaJliimi tiiniintT-reicht. Ssmen .^ind jedoch bishaff niclit **beobachtel irorden,**

Beatanbnng and Embryologie, **Die Entwicldnng dea Qame&ophytoB wreis** bei d«n darani Tini^rsupiiten Arteo (*al-tissima. tflst'tchyu, fntyilis vnr. campylo-podv, hrfrclicti, trifurca*; jeduch isi nicht bei alien der voile Kroislauf Iwkannt) groÙe Obereinstimmung sat Im ui :i n n - I i i' I) c n Gtw-fdwht ontsteht das Arche-spor bypod4XQiaL Seine BegreizuntrB-schicht innerJinIb der KpiiltTitiis des Faches soiolort sich baId in eine eiu-schichti %<> Wand und die Tapete, und soEn aporogenes tlewebe bpsteht nach mehreren TeSun^eo IUIS den is-poren-mutterzellen. Wjilm'tid diese iij(mi ruhen, **vachsen dip TspttenzdUen stark berao. werden vieltach zweikero^** und zerdrücken die Wandschicht. Nunmehr IriiL Rpdnktionsteilung i'in, wobsj eine Wand amgodentot wir<l iEJrifmca), aber wieder vertebwiodel uml erst \>vi d«r liomoiotypisch'tii TeittUlg endgttltig <T-scheint. Die Tpiltin^spbrnpn stehen auf-einander Benkrechti Bspkiid^ Gtoomo^ somes jtinii bd £ *injures aiiMghna* pad *friKjilis* v;ir, *campJftopodQ* tZ, tic! A*, lit/-rctim H v(irlj;indf[i, Nn.rh det Hcduktinn Wiuiiscn di< Mikrosporew heraa^ watt-fend <lit Tapete ziiifTrunde gebt u->I enthaltsn *U* l>pi £. *ttfwco* "> Kcmf^l, die ;uii folgende Wei« entstehen: aine erots Tellung uit. Qaerwxnd an einer Sfibal-seite dea eDiptiaehco PoflenkarpB liefert ftinr CrnthjiJliumzi'lle: an diew l<ct iicli t«m Cwsitw AUkomudiiijr dM **Hauptkerns**



Kit. fsl. Hilliftviiiliilnl-af Mm Bfihritm. A Zwi £ BIDbMuMada v<ii /;. *u-t*;*n»> riwuti Lo Mit"ut und D«O«t*SC). B,C -* lltlti-u (diii'li Li' M II.mt ihm h" - ealsne), B von A, iihir'iimi, c 'ui B' ftnfiiu», ii - y Synangienträger iim-ii Thiidny »n<i It'-rrS'l tr». P von /;. lint,i, in/i. ft von S. mprn m(fr Torr*yanf, F von J£. njtjt'i mlt> nti*itii'. GJwgei Synangienträger (nach Thoday UKd H.'rriiliti'. J/ /.'weigeschlechtiger Blütenstand \ctii A*, fr-milix var. *campyloptia* <nach Porseh). J Q ButtBostand von A'. *fragtiit* v;ir, *campyloptita*: (nnfh Poraab). A' PraahtBtand von K, *Isata* (imili Sutiit). (i liUliiiiililr. t Deckblatt.

an. oline £00611 i>r* riir Wand zil bildi-u: t>inc EWSite l'rutlialliiliuu/c]]*¹, AtH ib-in Bttltpt-kern jrecht. /criwr der SoliUuchkfrn lifrvor, <icr pegriiibT dfm Proth;illnm lin^t, und die fbrnfais wiindinsn M iri/cii.-. Dai' L'-ini :i iv.- K«llf \> von fiii'-m **Ptaamahol omgeben** iKiff. 221 C). "t' rotten PollonkiirniT von E. *fmjifis* var. *ctutipui'tfixl'i* utul /'. *Artrvfuvt* onthaltn nur 3 Kfrne, die, d^ generatlver, Scfelatch- und PtttrbaUttm- oder Stielkern g*-deutet wenkn. Bd der ttreU Art, Bden Bih manrhual bH-II zwei winzi^c licfr'fit7,f|<n, von di-noii B&rzfold als von ltesk-n dfr Antfaeridjenwand splicht

Die weib) iche BKlte gliedert s«hr bald nucli drr An.l<pc dr's luii-^niinMits Kypn-ilprmal im NncelhiB die Aiehespnntc-He ;ui~. mis dt-r unter Eledttktion 4 in ciHT BeDie (W /;. *dislarhifi* oft im Tetriietkr) llegeudo Mejrsporen oder — (iur<ii An^Nlii)*-Tt der **zweiten Teftoog in dar** «bren Tochterzelle — 3 hen'orgehen. Von /;. *kefoeUca* wird **beriohtet**, dull

sich die Arebeporelle obne WandbUdong in eine einzige, haploide Megaspore umwandelt. In XoniKiifjill wird dif onterste iwaa.1 Embryosack. Sie wchst unter fortwährenden Kernteilungen auf Kotten der anstofieadei) Nucetttagzellea heran. Zwischen ihren Kernen treten nicht ••lier WSnde .nil", ajb) i>is tie (j«tzt Prothallium) ihre volle Größe erreicht hat; die ersten sind mir radial, spStere aueb tangential, and zwar schreitet ihre Entstehung von unten Kum MikrupyifMidc vor, da* im ganeen zarter organisiert ist. Hier wachsen dann einige Zelleo «a ArchegoninititiitJeii Imran — inat. 2, ausnahmsweise bei *E. helvetica* sehr viel. Sic geben <in- UiM-kcl/vlk' ak die Matter der Halskanalzellen, die bald einen ungewöhnlich langen, vieteeffigeo 11,ils Bber dec Kizcil*. bHden. l>iesc selbst vergrößert sich

und gleitet dabei abwärts, während ilir Kara rult. I Qterdessen Bind tun Nocellu^rjpfel Zellen eugrunde ir«^i«i«f«n and haben *» eEn« liis auf di> l'nthallium neicheatli- PollenkanimiT erzeugt BeJ £'. frag&ta vsr. (*inipyiopodti wnrde beobachtet, dafi ilabd Ehw K*TII^ amoboid durcS LO^ber in den Wftnden in l'rolfi.-iilituii/fllcM firiw/iulcri]. Auf dii'sellu- Weiss treten l'nidi iicim Wiirfifii dec ArchegonJeo Pi othalliumkerne in derea Deckdchiobt, ja togar En die Eizelle liber. Nur *E. otUasinta* zeigt dies Verhalten nicht Audi durrh imii.iii-rhc Teilang lbrM elgenen Kfttis wi-pit'ii Deokschiechtenen mehrkeraig. Kud-Uda Bdureftel der Zankralkera z» seiner letzten Td-lunp: er zerfiitit. anafibejnend aadtotisch, in lt:nn-i. kanjL). and KiktTii. Jener bleibt — meist obne Wand-iildimp — am Holseode der EiieUe tieges, wfthrend dieser in linre Mine sinkt und dob mit <>incr dichtereren Plaamazone amg&t fFig. £81 4,B).

Kdr die tfebtzahl der *BphedorAftea* weiB man Bber die lies r 3 a b a a 1: oicht*. £ tHefachsfa sr>|| windblütig eefn; fir l'. frafftia \;ir. co&ptytopoda hit dagegen l'f)r>cfi PollenObertragaBg dttrcb Inwkten nachgewiesen, timl zw-ir bauptsAchlich dtirrlt *Halictus*- (Apiden) and *Paroffus* Arten (Syrphiden), Diese besaebeo in Dalmatfen regelmiflig 'ii< tebbaft gelb und int. ^fih-litrn .niifnichtlutr^ii! 1 Zwiiter-blütenst. iniii', teas lllll Blfitenstaab ?u fn. ws<n. haupt-sächlich aber ura an dem sackeyhaUigen Bestta<-büttig-stropfen en lecken. Ans demsetben tiruniF> fli**f. l'(?ii .sir: .HU:II die anschdlnbaren + Blitenstftndi mi umi Qbertragea auf ^ir den Pollen, der *U-U thn&R l'tini {fiederlassen juF den Bweigschiechtigen am Bauch angebefel hat, Diese Binrieltung, dafi eine FanktioiwanJSbige SainenaiiJaire dem l'ifii>i<- dor Insektenlwsliiidjuti^ p-widmot wird. ptiwinnl l>eson detefl Intercaat' dotob dit* analogen, allerdinge morphologisch andew geatteten Verbaitoiww bel WchrUshht, nunal filr die rein wtrennl gewsblechtige *Bpkutra ettotachya* JVmdblOtigfeit aagegeben wird. l>er o&motfgca raiii^e Bestattbnnngstropfen grenzt wie W\ WeitciUchkt. an stark ktitinisiert.- Wind saugt tftltropylobja. Auflerjencr Flftstugkeit Oder ouch ihr befindet n'oh noch ein xfiber Sdtftin darin, ci>r Bptttei erliiriit und den Kin^ang — ihr befindet sich noch im Ncellus verschlieAt

Die Befruchtung isf dwiurch erieichtert, dafi das PoUenkorn in der Pnii kanuner unmittelbar auf dem Prothallium liegt. Seine Exine w schon in der Ifikm i il«BBi,kpit. geplatzt und in voffig freien Zustand beginnt mm die [ntinc torn P t M-dhtnK auszuwachsBn; dieser dringt in den ArchegonbalB eta de&sei) ZdBn / T st>rt werden. Der primare generative Eern bat sir!,. noch in der Exine, in zwei S diese waodem mit dem Schlatteb- and dem Sdelkefn txu EiteUe hteuntei? während der Hestdes IGkronrotballiQnu tugnuide g-ebi (Fig.221 D). B. Bei *E. distachya* ist der eine generat. Bei *E. fragilis* var. *campylopoda* löst der Pollen-

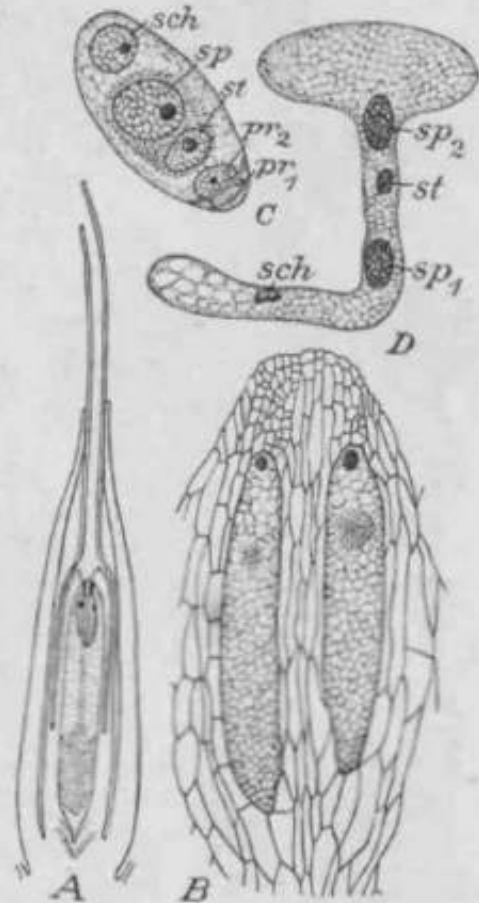


Fig. 221, *Bpudra Mfurea*. A Längsschnitt mit BWd Archegonien. C Reifes, D keimendes Po (nd.) l'• PwUmUundtenie, «(BtUtken Spermkerne.

schlauch si-iiK- rfekw.irtijr<lii w':uidtoi!c out und bringt dadurch aachschliffpfeide Kerne des Halskanals Kiit in die BixeSe. WShriMid mm all*; vegetativen Kerne, die in dieEfeeUe dinfrpdrungen sind, zugmnde gehen, fmbeu die bddea irt'ierativeti eta verschiedones SchiefcsaL Her eioe verscimiiizt mit dem Eikern; nur tiei *E. distachya* scheint dies /n tniterbleiben. I "•• svelte vir^rht entweder (*E. attsstona*), bei *E. ttistachya* und *tirifvrca* jedoch aster eigenlauliclicn Z*-llbiiluti^svorgitngeii an seinein ehenuligen Plata in dor XHlie dos BanclikanalkerDS, od« fr vereehmjlzt mit diesem, wie npuerdings bei *E. fragilis* var. *cmnpyiupoda* fesUM-stt>llt fntnde it'ii: SS8).

Itieao Beolmclitnri^t'n werfen ein sHir eigentfimliohea Licht auf rlie vc-rw&ndts<.li;if(-linlie Htellung cler *Onetales*, tmd die Forsclier, die sic gemaclit, ttnben, zOgeru nicht, sie aJ» eine primitive Pond doe bei den Angiospermen herrschit-ndei do p p e ll <• u B I'fructli-t n n gr z» deuten.

We E m b r y ob i l d u n g, dit> boi *E. trifurca* volbULnriig, bei *E. distachya* teilweise baobachU't werden koxmte, begiimt mit d'r TeOung dea befraelitetea Efkezna in acht

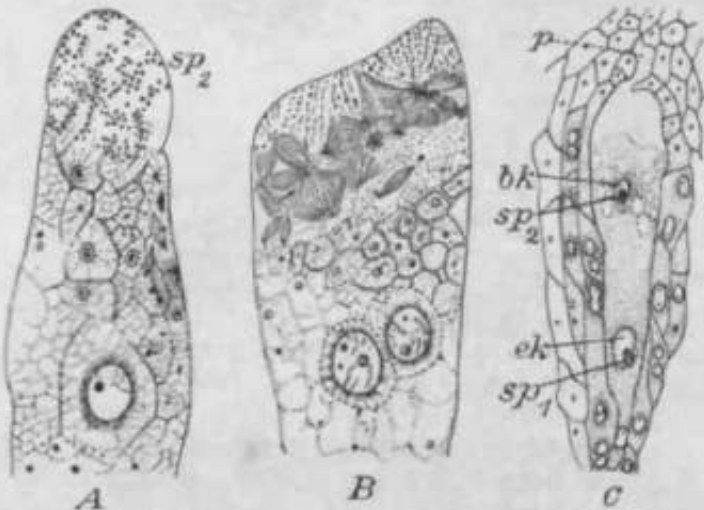


Fig. 222. Befruchtung von *E. distachya*. A. d. i. r. f. n. ii des Embryo-sackes von *E. distachya* mit den Eiern des Embryo-sackes (sp. J. in der Urngftbong dfr BJMIO bOdeti ridl betfitta wände. B. Daasselbe, nrd BISKUCD befraebtet nm Soheftel ••••• Dmbyo-sack-... C. Daasselbe, nrd BISKUCD befraebtet nm Soheftel ••••• Dmbyo-sack-... H'i'frilritUML" bill B. friiilif- vitr, citnpsfiojuda (naclt II •• r / f i- l i)., si PoHiti-..el)Uitrii. <• ^li-rntliiki ri>>. <A KSKI-ru. hi- Bauchkanal-ze>...

dären zograndegeht Unterdfslwii trilt sich *iii- SpftaeniftHa durdieEm Querwand; ihre beiden TochtereeHea tiefecn durti weiten Telhrngen Ifings mid quer den Proembtyo. Schofl friili. wahrscitMiiiclii i*! Ili Zell*^n. wird d'is Detmatogea ahgegliedert, und nun wachsen basalt' Zcilon 211 dem BefcuudSxaD & tqjensor aus. der den sicii nllmühlich differenzieren-den Eiliibryo in die Eookers Speieherxone in lit-r Hitte iles Prothalliumfl li Ah Widfirlajifr dient ihin dabai Bin ZeQpfropfeB, dea ibs l'rnthuUiin iinmiitelb;ir eater iier PaHsftkammer gebSdet hat Poa dorf anfangend (treoken *•••) dann tndere l'mtluii-liumzellfii h\ die Liüiffr¹ nun Enibryn liin. vt'rJit'n'ii itiron Inult und Klerden ^"trt'ii den Ppropfen xvaHtikggditatg& Nur a i n Kmbyo. d«T coerat im Speichazgewebe KDgekoiBiDenei wächst voltetsadig beraa. Danaefa wiril du Prothallhan mit suirkr* jrpfiillt. die b;ri dt-r Keimun^ als Nahrungaquelle dipnen soil.

Nu*li Beobachtungen von F'erri d frc utid Sa n d a y, dip jrdoeh von Land angetohten werden, gebeo bei *E. distachya* Erabryuues oioht mir nus d'r befraohtetao Eizt'llo, sondeni auch aws Dwkse.hiclitkt'nicii. bdQS in di-r Biselle, t>'ils in EntQS eigeOCD 2eBes barvoz. Sic sind dlploid, wie Tefivrngfegimso in DeeksobiefatseHaa It-hrt^u. vii-l-l«-Hbt (lurch Verschmeltang mit N'ACHbarkertien. Vut-li nir *S. fragUt* vtsc. ccanpylopoda* ist, eto l-;ill VMII Vereiaigtmg eines Deekseblehtlcena mit ttatm Eikern bekannt geworden-

Frnctat raid Same. Dei ratteode Etobrfo beaitzt Pw*^i dleke Kcimbliiiter, dio etwas lftngwr sind als een (ibri^r Ko'rper und tladi aneinander Uegeo, Die Radinda kelirt or

Tochterkerne. Diese sinken zu Boden und tusgebea niHi mi(einer strahligen Tlasmazone, die sich von i km u brigen El asma loslöst iititi mit-einer Wsmd uni-jibt. In dieser Gestali Bind sie die .MuiHTKcllii der l'roetnbry-onen, deren freie EntBteftuxtg eher atf O<Hdleratx« als Oyca-deenTarwaadte hinweissii snl). Ihr Kern teilt sich in swat, und der (jrOCpn¹ von dieBen liitit IUII-II eine begreozte Wnndst,cllt* KcblauchfOnsjg xum pn-iniiit'ii Sutjpgnsor MBwachiea. Er wandert daxtn in diesen WD-cin, ppf'djrt von ciirr rinpfformi-gen W'in«Linki-i-'. dip SIYIL SO-bald •T die Spitze errweht hat. in diw Querwand nmwatidelt. Hiniertlic-i |eg(-I-•t .h-r zweite, der Suspeosorkern, der das WPI-tore WischBtani des primären PuBpensora beeinflufit iij^ er WIT Zeit' der Entstehung des sekun-

der Mikropyle zu und liegt in der **LKogRachsa** des FrotlialliuniB, das den NucelJus und das **Integra**ment **a Bluer** dttunen H&ut zerdriirkt hat und h&Dpts&dilich von der erMrteten AuBenhtille **gwchatrt** wrtd. Diese-wt i kantig und tragt am ilikropyleide euen kleinen HOcker. Dio Samer) surkeii. in der **Regsl** p*arwci?e, in einer Halle am zwei Deckbl&tern, die bald frei. **bald** uiit den Kaiidern v<rwach«en \$ind. Dieae and die leeren unter ihnen bildon bei den wi<stenb• fl-nhnennten Art*ii. beeandrs deuUich bei **lenen** <K<r Sektion **Alatae**, randstndnige FlQgvl au^ die zur Windverbr<ttuiig- beitragen (Fig. 220 A*). Bei anderen Arten w* <hsen iit* gaii* und gar in die I>icke. wt-rdcn uViachig u<d erhalten attletzt oft eine ttuffallende Ffirbiuig (Fig 8162). So sind z. D, dflf J^cheinbeeren von *E. helvetica* beschlaHen, von dpuoi berielitet wini, iafl Dr<isseln sie verbreiten.

Die K e i U ung- (Fig. 223) rerliuft bei don beobachteten Arten ohjie Besonderbeitea. Durch die eJiernalige Mikropyle dringt Wasser oin und bringt den Sainen zum **Qoellen**. An deraelben Stello tritt die Kadicula herana, durchbri<lit **odes** vera<liebt **dsn Suspensorrest** and wenkt sich in den Boden. Oann Kit<ien sich die Keimbl<tte* nus dem Samen heraus, entweder — wenn er im Bodcn sleeen bleibt — in einpr •Schleife* oder indenx sie ihn mit emporheben ond noch eine Zeitlang tiagi<n. Sie ergrunpn unterdesseu (*a.uc.h* im DuBkoJn^ entfalten Bich dann und wa<hsen bl- «u 4 cm Lange faeran, walirend dio **Plumola** -i h »chon entwickelt. Diese hfldet sofort gestreckte Internmlh n n il ^cimppeoblattern vie an d<r erwachsenfii PHarize. Erst nachdnn pinifre AchselsproshC, auch aus den Keimblatti in. hervorgeganffci] >irni. fallen diese ab. Die Wurael iat dann nneh iramer **gans** Oder fast unverzweigt

Oeographische Verbreitnng. Die Gattung *Ephedra* ma<lit bin- **BiabtUeli** tttter **Verbreftung** cinen phylogenetisch alten Eindruck; denn aie **bewobnt Qebfete**, dflf bpute weit getrennt sind, besitzt auch verHprengt6 Einzplvorkommen. Das fus<irrimcjitj&jigtiide Areal reidit vom mittl<ren Amur durth das ganze t<uljirot>l8che Innerasien mtt »ein<n Wtt<t<n Qlwr Vorderasien uml Arabien ins Mittelmeei<biet and **bia** ta drti Kanaren. Abgesprongte Flelice fitiden sich in **Sibiriei**, bei Of<apest, **de** Karpalen, den Westalpen und in **Wettfrsakreieh**. Ea iwdter grofier Wolinlwirk liegt in den **troekoniti** n Teile<n Jfordamerikas, vom **Fdsesgebtrge** bis im **nfirdliche** M.xiko, In Sadamerika bewohnt dit> tJattung- die **Anden rax** Bolivii-n bis **Patagonien** and geht im **Sftdsn**, an der Breite von Paraguay. **Bber** den klintatitfca troeknenm Alt-wshnitt des FlacJilu^les bis an d^n **Adantiwaen Ozesn**. Auf lii^idiTi Et'lliiltViU Brw&i8t web vusc 5tflrdT*wc<n **ftft** Areilp si^ K(ick7ugi<gebiet wafirend im Sfldorten d> r **Reich** mm an nahe **venrandten Arten** ttn<d :ui **Individuen**, das **gatnjilowanc** Vorkomwn und die nalie g<legenen **Attfiwipostan** <dn Vorvliugen andeoten.

Nidht nur die Gattung aJs Gauzes, autli die einzelnen Arttn bewolinen oft recht grofle Bezirke, innerhalb deren sie fc. T. grofle VerBChledenheiten der Stundortsbcdjngungen, **nameotlleb** der Temperatur, ertragen mfttsen. Eigentlich nur die Tribus *Scandentes* der Sektion **Pseudobaccatae** ist enger aagapaSt und kommt, Winterk<tte meidend, an>schlieBlich im Mittelmeergebiet und aQostwärts anachlieBendeu warraen Liindern vor. Die tlbrigen verteilen sich **n*6h S tapl** vielfach anf vikariierende Venvandtschaltflkreise: die Sektion **AUOae** tritt in der Neuen und Alten Welt je in einer Tribus auf. und **sw<r** mit r'iumlicli weit getremittfii **Arten** in den Wflsteugebieten Nordnfrikas, Asiens, Nord- und Sfldamerikas, zu deren Besiedlung sie vetnBgf.-' Buror **Plilgelflainen** and ihress sandbindenden Wuchses gecifrn< sind. AiiSfchlieBlich die WilKten Nordamerikas bewohnt dieRektion *Asarca*, wahrend die *Pseudohaccatae* wieder En der Alten und Neuen Welt auttreten, und **KWlr** liier mit der Tribii *AntisyphUUicae* in Nord- und Slidainerika iu der weitesten'Verbreitung innerhalb des Gattuugsareals. Die **Pochyctodae** leben von Persies bis zum Amur, das Vorkommen der *Lepiodadae* **deckt** sich mit dem der Gattung in Asion und dora Mittelmeergebiet **asJter** Nordoetafrika und Arabien. Zu dle<cr Trilius **gehören** aucli die Po<ten weit auSerhalb der Gattungsgrenzeo.

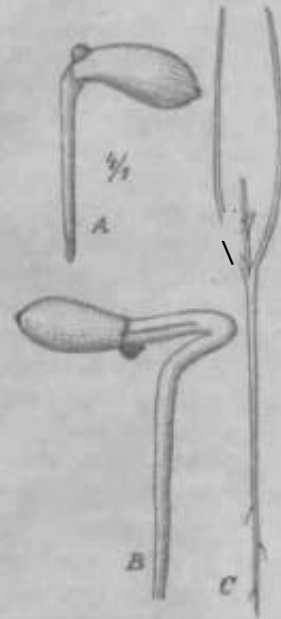


Fig. SS3. Kftiung von *Ephedra*. A, B lit iiii'nde tinuiun von *K. h*hetica* {nnc'h v. Kirch HIT). O Junirt' HrtliXe von *E. frar gilla* deren i'liimiila -ii/h be-reits entfa<kt tnnchHUI uud De Frit(tie).

Alle Arten können starke Lufttrockenheit ertragen; zwar nicht durch herabgesetzte Verdunstung, sondern mit Hilfe eines reichen Wurzelsystems, das ihnen die Ausnutzung des Grundwassers ermöglicht. Deshalb bewohnen sie im Gebirge gem Felsritzen, in der Ebene gem die Ufer der Flüsse und des Meeres. Die am weitesten in Wüsten eindringenden Arten folgen Trockentälern und Senken in den Dünen. Die meisten wachsen einzeln in den offenen Formationen, die ihren Standorten eigentümlich sind; manche klettern etwas und hängen ihre Zweige zwischen die anderer Sträucher.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die Gattung *Ephedra* hat zweifellos Beziehungen zu den übrigen *Gnetales*, z. B. im Aufbau der Blütenstände, in der Ausbildung der ♂ und ♀ Blüten, der Entwicklung des Gametophyten, in der Anatomie. Aber diese deuten doch darauf hin, daß der gemeinsame Ursprung weit zurück liegt; denn wirkliche Übereinstimmung zeigt nur der allgemeinste Bauplan. Da Fossilien ganz fehlen, so sind Spekulationen über die Organisationshöhe der drei Familien der *Gnetales* ziellos. Während etwa der Gametophyt von *Ephedra* primitiver ist als der von *Welwitschia*, so ist z. B. der Blütenstand abgeleiteter. Die Trennung ist eben schon früh erfolgt, und jede Gattung hat eigene Wege eingeschlagen. Diese führen auch nicht zu den Angiospermen hinüber. Wenn auch gerade die zweigeschlechtigen Blütenstände von *Ephedra fragilis* var. *campylopoda* in Wettsteins Darlegungsweise zur Erklärung der Angiospermenblüte herangezogen werden können, so weichen doch die heutigen Angiospermen in allem so stark von *Ephedra* ab — besonders in den 2 Organen und dem Gametophyten —, daß von einer wirklichen Mittelstellung dieser zwischen jenen und den Gymnospermen nicht die Rede sein kann. Für den Anschluß nach unten werden vielfach die *Bennettitales* als Anknüpfungspunkt aufgeführt, jedoch gelingt die Homologisierung der Blütenteile nicht ohne Gewalt. Am besten stimmen einige anatomische Merkmale überein; diese werden aber durch andere entkräftet, die ebenso stark auf Coniferen oder Dikotylen hinweisen. Die Serumdiagnostik hat ergeben, daß *Ephedra altissima* schwach, aber deutlich auf Immunsérum von *Abies pectinata*, *Picea excelsa*, *Firmit silvestris* und *Taxus baccata* reagiert, dagegen nicht auf das von *Ginkgo biloba* und *Cycas revoluta*.

Verwendung. In manchen Gegenden Asiens werden die Scheinbeeren der Arten mit fleischig werdenden Deckblättern gegessen. In holzarmen Landstrichen müssen die Pflanzen als Brennstoff erhalten. Ihre Asche wird von einigen asiatischen Volksstämmen dem Schnupftabak als Heilmittel gegen Kopfschmerzen u. dgl. beigemischt. Chemische Wirkungen gewisser Inhaltsstoffe der Zweige werden bei Indianerstämmen Nord- und Südamerikas gegen Geschlechtskrankheiten, von manchen Arten auch gegen Lungenentzündung angewendet. Die mediterrane *Ephedra distachya* soll ein Herzgift enthalten.

Einteilung der Familie. Einzige Gattung:

Ephedra (Tourn. ex L. gen. pi. ed. 1 [1737] 312) L. sp. pi. ed. 1 (1753) 1040. — (*Chaetocladus* [Nelson] Senilis, Pinac. [1866] 161.) —

Etwa 35 Arten. Die erste Einteilung der Gattung wurde von C. A. Meyer auf die Drehung des Mikropylrohrs und die Form seiner Mündung gestützt. Stapf greift in seiner Monographie auf die Beschaffenheit der Scheinfrüchte zurück und erhält so ein System, das sowohl mit der geographischen Verbreitung (s. o.), wie mit anderen morphologischen Merkmalen im Einklang steht. Er unterscheidet:

Sekt. I. *Alatae* Stapf. Reife »Fruchtzäpfchen« trocken, ihre Deckschuppen häutig, geflügelt, kaum miteinander verwachsen.

Tribus 1. *Tropidolepides* Stapf. Deckschuppen der »Fruchtzäpfchen« am Rücken gekielt, hart, nur am Rande häutig. — Zentralasien bis Marokko. — Hierher *E. alata* Decne., die oben erwähnt wurde, aus dem nordafrikanischen Wüstengebiet.

Tribus 2. *Habrolepides* Stapf. Deckschuppen so gut wie ganz häutig, ohne Rückenkiel. — Hierher die zytologisch gut bekannte *E. trifurca* Torrey aus dem nordamerikanischen Steppengebiet. Eine Art in der Wüste Atacama.

Sekt. II. *Asarca* Stapf. Reife »Fruchtzäpfchen« trocken, ihre Deckschuppen ungeflügelt; eine einzige Samenanlage. — 2 Arten, *E. californica* Wats, und *E. aspera* Engelm., im nordamerikanischen Steppengebiet.

Sekt. III. *Pseudobaccatae* Stapf. Reife »Fruchtzäpfchen« fleischig, da ihre meist hoch verwachsenen Deckschuppen ungeflügelt sind und fleischig werden.

Tribus 1. *Scandentes* Stapf. Meist in Bäumen kletternd; Mikropylrohr gerade. — Von den Kanaren bis Arabien und Persien. — *E. altissima* Desf. in Nordafrika, südwärts bis in die Tuareg-Berge. — Die sehr vielgestaltige *E. fragilis* Desf. im westlichen Mittelmeergebiet charakteristisch in Mac-

chien und »Felsheiden«; ihre var. *campylopoda* (C. A. Mey.) Stpf. ist die berühmte, zweigeBCHlechtige Form. *E. foliata* Boiss. mit Reeten der Blattspreite.

Tribus 2. *Pachycladae* Stapf. Niedrige Sträucher mit dicken, sparrigen Zweigen; Mikropylrohr gewunden. § Blütenstände gekniiuelt. — Persien bis o'stl. Zentralasien. *E. pachyclada* Boiss., in Südpersien und Belutschistan, »Früchte« fast 1 cm dick.

Tribus 3. *Leptocladae* Stapf. Zweige dtinn; sonst der vor. Tribus oft sehr ähnlich. — Vom Amurgebiet bis zu den Kanaren. — Hierher mehrere Arten mit Reliktstandorten. — *E. helvetica* C. A. Mey. und *E. distachya* L. wurden oben genannt; jene wächst nur im Wallis und bei Susa in Piemont, diese ist charakteristisch für das westliche Mittelmeergebiet, geht aber im Binnenland über die Nordküste des Schwarzen Meeres bis zur Lena.

Tribus 4. *Antisyphiliticae* Stapf. Die fleischigen Deckschuppen der »Fruchtzapfchen« etwas hautig berandet. — Amerika. — 3—4 Arten im nordamerikanischen Steppengebiet, mehrere in Südamerika bis Patagonien und Feuerland. Unter diesen ist *E. ochreate* Miers in gutem Erhaltungszustand auffällig durch die hoch hinauf verwachsenen Scheiden der Blattquirle.

Welwitschiaceae

von

Fr. Markgraf.

Mit 9 Figuren.

Tumboaceae v. Wettst., Handb. d.-syst. Bot., 1. Aufl. (1903) 158. — *Gnetaceae-Welwitschioidae* End Syllabus, 1. Aufl. (1892) 63. — *Gnetaceae-Tumbooideae* Engl., Syllabus, 2. Aufl. (1898) 70.

Wichtigste Literatur Allgemeine Werke: Hooker, On *Welwitschia*, *SL* new genus of *Gnetaceae*, Transact. Linn. Soc. London XXIV. (1863) 1. — Lotsy, Vorträge über botanische Stammesgeschichte III 1 (Jena 1911) 310., — Strasburger, Die Coniferen und die Gnetaceen, Jena 1872 — Strasburger, Die Angiospermen und die Gymnospermen, Jena 1879. — Morphologie und Anatomie: Bertrand, Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnetacees et les Conifères, Ann. Sc. Nat. 5. Ser. Bot. XX (1874) 5. — Hilland de Fraine, On the seedling structure of Gymnosperms IV., Ann. of Bot. XXIV (1910) 322. — Lignier et Tison, La structure médulloëenne chez les *Epkedra*, Bull. Soc. Bot. France LXIII (1916) 47. — Van der Meulen, *Welwitschia mirabilis* Hook., Morphologie van het zaad en der vegetatieve organen, Diss. Groningen 1917. — Strasburger, Über den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen (Jena 1891) 151. — Sykes, The anatomy and morphology of the leaves and inflorescences of *Welwitschia mirabilis*, Philos. Transact. R. Soc. London (B) 201 (1910) 179. — Sykes, The anatomy of *Welwitschia mirabilis* Hook. f. in the seedling and adult states, Transact. Linn. Soc. London 2. Ser. Bot. VII (1910) 327. — Takeda, Some points in the anatomy of the leaf of *Welwitschia mirabilis*, Ann. of Bot. XXVII (1913) 347. — Blütenverhältnisse: Church, On the floral mechanism of *Welwitschia mirabilis* Hook., Phil. Transact. R. Soc. London (B) 205 (1914) 115. — Eichler, Blutendiagramme Band 1 (Leipzig 1875) 70. — De Haan, Contribution to the knowledge of the morphological value and the phytoeny of the ovule and its integuments, Rec. Trav. Bot. Neerl. XVII (1920) 284. — MacNab, On the development of the flowers of *Welwitschia mirabilis*, Transact. Linn. Soc. London XXVIII (1873) 507. — Takeda, Morphology of the bracts in *Welwitschia mirabilis*, Ann. of Bot. XXVII (1913) 547. — Worsde11, The principles of plant teratology, Band 2 (London 1916) 47, 203. — Befruchtung und Entwicklung: Bower, The germination of *Welwitschia mirabilis*, Nature (London) XXII (1880) 590. — Bower, On the germination and histology of the seedling of *Welwitschia mirabilis*, Quarterly Journ. Microscop. Sc. N. Ser. XXI (1881) 15. — Bower, On the further development of *Welwitschia mirabilis*, Quarterly Journ. Microscop. Sc. N. Ser. XXI (1881) 571. — Henriques, *Tumboa Bainesii* Hook. (*Welwitschia mirabilis* Hook. f.), Trabalhos Acad. Sc. Portugal I (1909) Parte Doutrinaria S. 91. — Henriques, *Welwitschia mirabilis*, Gard. Chron. 3. Ser. XLVII (1910) 210. — Monteiro, Germination of *Welwitschia*, Gard. Chron. 2. Ser. XVII (1882) 14. — Pearson, Some observations on *Welwitschia mirabilis* Hook, f., Philos. Transact. R. Soc. London (B) 198 (1906) 265. — Pearson, Further observations on *Welwitschia*, Philos. Transact. R. Soc. London (B) 200 (1909) 331. — Pearson, On the embryo of *Welwitschia*, Ann. of Bot. XXIV (1910) 759. — Pearson, *Welwitschia mirabilis*, Gard. Chron. 3. Ser. XLVII (1910) 49.

Merkmale. Einzige Art: *Welwitschia mirabilis* Hook. f. in Gard. Chron. (1862) 71*) (*Tumboa* Welwitsch in Journ. Linn. Soc. London V [1861] 185). — Holziger Klumpen

*) Die in der 1. Auflage dieses Werkes 1. Nachtr. f 1897) 27 auf Grund von O. Kuntzes Ermittlungen vorgenommene Änderung des Gattungsnamens in *Tumboa* Welw. ist hinfällig. Wei-

mit i-vwei imadiUKTiidi>.n, gegctistilndigen, baudformigen Blilttero. Bliitrnstitude **diözisch**, zapfenartig, mit dicht; dachigen, dekuseierten Deekblilttero auf clichastal verzweigten Stielem <J Bliten mit taschetiformiger Hülle, 6 am Grunde (lurch eine Ilaut verbundenen, geslielten, **drtifilebxigen** Synangien und finer rurlimentarcn Somenanlage. \$ BIUten mit seitlich geflilgelt.tr Htiile, darin tint Sameuanlage mit riibrig axisgRzogenem Integument.

Vegetadoasorgane nnd SproBverhltniauB. Dor Ktirpor von *Welwitschia* besteht aus eiDem wcnige Dezimeter hohen, al)cr &a tier breiteste **Stella bia** tiber 1 m dicken Stamra*), **an** den sich eLne mebreie Meter lange, erst in großer Tiefe vcrzweigte Pfahlwurzel anschliefit. Der bolzig harte oberirdische Teil der Pflanze gleicht einem umgekehrten Kegel

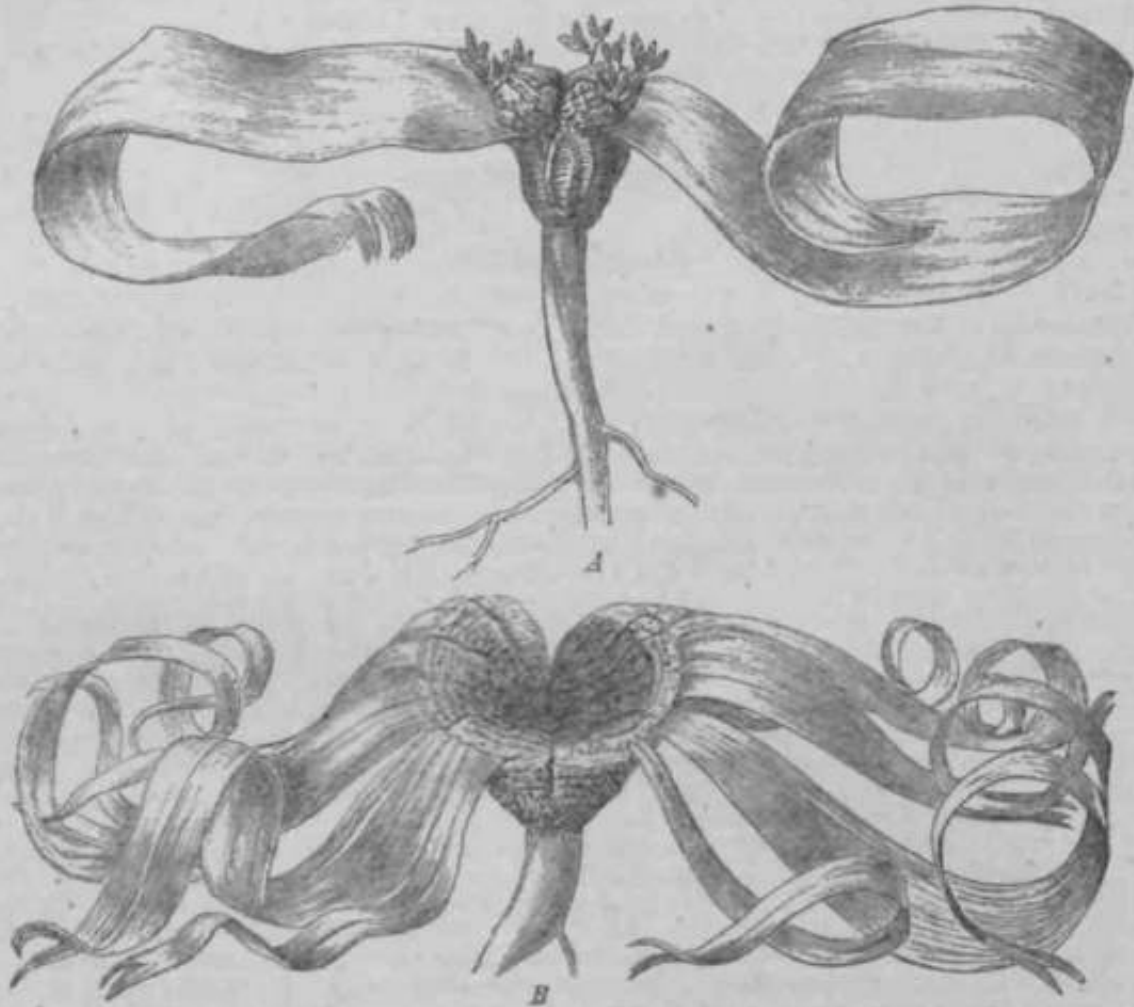


Fig. 221- *MbeUtdtia nttrabWt* Hook. f. In *r₁₀ «S₁₀ wit. OrOliti. 'A JHuiccre, blilh«ntU« Pit. B AlU'ru Ptt. writ sswftHapflfism Staiiun. (Sstib KULilor, In K. P. I. Auti.)

Oder eiuem firoficD Trichter, dessen Rand in xwei Lappen gespalten ist, sodaJJ **alte** Sttlcke wobl dpn Kmdruck eines offenen Ractiens erwecken kOnnen (Fig- 224). AUB eiuem Sell **litz** am AuBenrand diesor Lappen treteii zwei derb lederige, blaugrilne RiemenbHlter hervor, die das ganze Leben ties individuums hindurcli crlialteu bleiben. Sie waciBen infolge der Tftigkeit einer interkalaren Meristemzone, die vorzflglich *gegett* Austrocknung gealjiitzt am Gruude des **erwShstem Bpaltoffl** verbor^on licgt, in der *L&nge* und in **der** Breite naeh

witschia g-ehCrt zu den noinina conservanda des KoQjrot; sos in BrOpeel 1010. — Als Artiiame bloibt **mirabSis** erhalten; denn der an sich Ulteto *Bainesti*, den J. D. Hooker filr eine vcnnaintJch zweite Art der **Gsttgng** in Card. Citron. (1861) 100S einfidrt, entiiohrt jednr Beschrflbung; *mirabilis* **aber**, der an dor oben nngestfihrtcn Stelle auch nur **mit** nomcn nudum imttauchi, ist bel **dor** gunaiiu-u Monographic H o o k e r s (1864) angewandt wordoa.

*) Mehrcre dicht aebcnoitvander Bt<hentlc Individueu kOnnea aucti zu eiuem grofien Klumpen vorwacilaeco.

und zerschlitten sich mit zunehmendem Alter in mehrere schmalere Streifen. Auf ihrer Oberfläche kann man bisweilen eine leichte Querstreifung erkennen, eine Andeutung der Periodizität des Längenwachstums. Während sie über den Boden dahingeschoben werden, erleiden sie mancherlei Stauchungen und Faltungen und werden oft zu einem beträchtlichen Teil ihrer Länge mit Sand überweht. Der Sproßabschnitt unterhalb des Blattpaares ist morphologisch das Hypokotyl; er wurde von H o o k e r mit dem unverfänglichen Namen »Stock« belegt. Was über den Blättern liegt, ist aus Achselknospen der Keimblätter hervorgegangen; es erhielt die Bezeichnung »Krone«. Der eigentliche Stammscheitel verkümmert vollständig.

Die beiden Lappen der »Krone« setzen sich aus konzentrischen Wülsten zusammen, die eine Anzahl kleiner, kreisrunder Gruben tragen. Aus diesen erheben sich in dem äußersten Ringwulst die Blütenstände. Alle diese Zuwachszonen werden von dem Meristem im Innern der Blattgrube angelegt und allmählich nach außen vorgeschoben, — in derselben Weise, jedoch ohne so deutliche Zonenbildung, auch beim Hypokotyl, an dem ebenfalls Blütenstände vorkommen. Die Verzweigung der zweihäusig verteilten Blütenstände ist rasiger aus den Achseln kreuz-gegenständiger Hochblätter; sie geht an den <J einige Schritte weiter als an den \$. Die Regelmäßigkeit dieses Aufbaues wird jedoch vielfach durchbrochen durch Verlängerung oder Stauchung von Achsen, so daß z. B. dichasial aussehende oder dichte Zapfenbüdel tragende Triebspitzen auftreten. Die letzten Enden sind Zapfen, die sich aus dekussierten, eng dachziegelig gefügten Schuppen aufbauen und daher vierkantig sind. Sie erreichen im \$ Geschlecht die Größe eines kleinen Fichtenzapfens, im \$ die eines Fruchtkätzchens unserer Birke. Abnormerweise können auch sie sich noch verzweigen.

Anatomic Anatomisch besitzt *Welwitschia* einige Besonderheiten, die sie teils von alien übrigen Pflanzen auszeichnen, teils zu dem Rest der *Gnetales* in nähere Beziehung setzen. Sehr merkwürdig sind z. B. die Hakenzellen, die allenthalben im Parenchym als Festigungselemente auftreten; sie sind nachträglich gestreckte und verzweigte Parenchymzellen mit verholzter, verdickter Wand und darin eingelagerten Kristallen. Solche Kristalle in der Wand sind auch in der Epidermis und den Parenchymzellen von Blatt, Stamm und Wurzel vorhanden. Daneben kommen auch gewöhnliche mechanische Zellen vor, sowohl verholzte isodiametrische wie kutinisierte prosenchymatische; diese begleiten die Gefäßbündel und treten unter der Epidermis der Laubblätter zu Längsrippen zusammen, die tief ins Mesophyll vorspringen. Fast alle Teile, in den Sproß- und Wurzelorganen die Rinde, werden von Schleimkanälen durchzogen; in den Blütenständen stellen diese eine ununterbrochene Verbindung zwischen den Deckblättern und dem Internodium unter ihnen her, während ihr Verlauf in der Achse selbst am Knoten unterbrochen wird. Weitere Eigentümlichkeiten gegenüber den übrigen Gymnospermen sind z. B. echte Gefäße im sekundären Holz unserer Pflanze, die wie bei alien *Gnetales* die Auflösung ihrer Querwände von unregelmäßig angeordneten Hoftüpfeln aus beginnen. An den Siebröhren, denen Geleitzellen fehlen, zeigen sich wandständige Siebplatten. Die Anlage der Leitbündel ist an sich schon bemerkenswert: die ersten Bündel der Keimblätter bilden anfangs zentripetales Hadrom; dieses tritt auch in Teilen der Blütenstandsachsen auf und geht dort allmählich in das verholzte Mark über. Ferner zeigen sich in dieser Region umgekehrte und — durch Vereinigung mehrerer Stränge — konzentrische Leitbündel. In den Blättern und Brakteen sind die Bündel von einem reichlichen »Transfusionsgewebe« umgeben.

Diese Feinheiten spielen eine Rolle als Stützen phylogenetischer Ansichten, da ja äußerlich nur schwache Anhaltspunkte für die Beurteilung der Verwandtschaft von *Welwitschia* bestehen. Das Studium aller irgend zugänglichen Merkmale unter diesem Gesichtspunkt ist nun auch der Kenntnis von der Anordnung der anatomischen Bestandteile zugute gekommen. Von besonderem Interesse ist in dieser Hinsicht der Verlauf der Leitbündel. In der jungen Wurzel erweisen sie sich als diarch; das Mark ist umgeben von zwei Leptomsicheln und zwei mit diesen gekreuzten Hadromplatten. Dazwischen zieht sich in der tiblichen Anlage ein Cambiumstreifen hindurch. Schon in den untersten Teilen der Wurzel verschmelzen die Hadromplatten zu einer einheitlichen Masse, deren sekundäres Holz in der Richtung auf die Phloemsicheln zu entwickelt wird. Hiervon spalten sich nach oben sekundäre Leitbündel ab, zunächst zwei, die sich so wenden daß sie ihren Holzteil dem Protoxylem zukehren, in dessen Radius sie sich stellen (vgl. Fig. W)). Später werden außerdem kleinere, oftene Leitbündel, Zwischenstränge, rings am Rande

angelegt, die untereinander und mit den Ubrigen in Verbindung stehen. Bei Verzweigungen der Hauptwurzel, die jedoch selten eintreten, erhält jeder Teil eine Gefäßbündelmasse, die der einheitlichen Platte am unteren Ende der Hauptwurzel gleicht. Das Sekundäre Dickenwachstum erfolgt nur anfangs aus dem Pericambium, bald ähnlich wie bei Monokotylen aus den stets teilungsfähigen Pareuchymnetzen, in denen sich dann auch neue Leitbündel entwickeln.

In derselben Weise geht es im Hypokotyl vor sich, jedoch in stärkerem Maße, so daß dieser Teil der Pflanze viel dicker wird als die Wurzel. In ihm macht das Leitungs-system den wichtigen Obengang in die Anordnung durch, die zur Versorgung der oberirdischen Organe notwendig ist. Im oberen Wurzelabschnitt erhält sich die große Hadromplatte »am dem ihr anliegenden Leptom in der Ebene senkrecht zum Protoxylem, dann in dieser Ebene selbst, so daß vier Hauptbündel entstehen, die aber infolge dieser Entstehungsart ihr Hadrona nach außen kehren. Dabei zieht sich der bisher in zwei Halbringen ringsum vorhandene Bastmantel auf Sicheln an der Leptomseite der Bündel zurück. Die Keimpflanze, & n der allein diese Verhältnisse übersehbar sind, besitzt gerade in dieser Stelle den Saugfuß zur Ausnutzung des Endosperms; daher erhält kein Bündel, sondern es ragen nur Tracheiden von den etwas auswärts gebogenen Strahlen des Hypokotyls eine Zell-

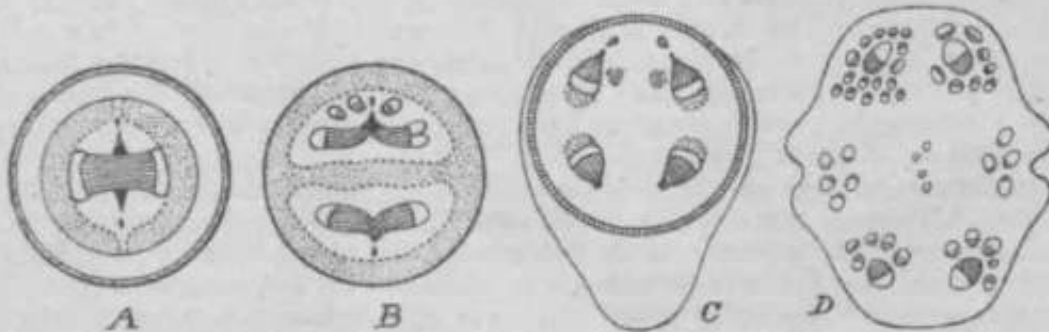


Fig. 1b. Aufeinanderfolgende Querschnitte der Welwitschia (HILLY) Sykes A durch die Wurzel, B durch die Oberwurzel, C durch die Hypokotyl, D durch die Hypokotyl. A durch die Wurzel, B durch die Oberwurzel, C durch die Hypokotyl, D durch die Hypokotyl. A durch die Wurzel, B durch die Oberwurzel, C durch die Hypokotyl, D durch die Hypokotyl.

lücke weit in ihm hinein, dicht aber dieser Stelle treten nun kleinere Sekundärbündel auf, und zwar in der Umgebung der vier großen, in der Mitte des ganzen Querschnittes stehend, von diesen abgeleitet, je einerseits in der Ebene senkrecht zu der des alten Protoxylems, An der oberen Grenze des Hypokotyls führt plötzlich jedes der vier Hauptbündel in sich eine Drehung um 180° Grad aus, so daß sie sich Hadrona nach innen koimnit,

In der Region des eigentlichen Stammes beobachtet man nun, welchen Zielen diese feinsten Sybleme auslaufen. Die vier Hauptbündel zweigen sich zu dem verknüpfenden Sprosskeitel und den Achselknospen der Keimblätter, den Bildnern der »Krone«, lin, ihre seitlichen Abzweigungen zu dem »Auenkranz«, dem inneren Rand der Blattgrube. Weitere Seitenstränge, die von diesen nach innen abgeben, treten in den »Innenkranz« ein, der die Blattgrube innen begrenzt und die Blüthenstiele hervorbringt. Die vier Hauptbündel teilen sich jedes noch einmal und münden dann paarweise in die Keimblätter ein, die demnach von je vier Bündeln durchzogen werden. Die kleineren Stränge ihrer Umgebung ordnen sich in zwei Reihen in einer Ebene senkrecht zu der der Keimblätter und laufen parallel zueinander in die Laubblätter hinein. In alten Pflanzen ist die Zahl der Leitbündel in jeder Gruppe stark vermehrt, so daß man ihre Zugehörigkeit schwer entscheiden kann; jedoch ist der allgemeine Bauplan derselbe wie im Keimling.

Die Laubblätter erhalten ihre Leitbündel aus dem Meristem am Grunde der Blattgrube. Soweit sie aus dieser hervorgehen zeigen sie im Anfang einen serophytischen Bau: die Epidermisaußenwände sind dreischichtig; verdickt, die Spaltöffnungen tief eingesenkt, ihre Schließzellen an allen nach außen gekrümmten Wänden kutinisiert. Sie liegen in Längsreihen zwischen den bereits erwähnten subepidermalen Faserstrahlen. Diese fitzen in Verbindung mit Hakenzellen das Palissadengewebe, einzeln ziehen auch durch das Wasserleitgewebe dahin, die in der Blattmitte stehenden Zellen aufzunehmen, den Innenraum zwischen den beiden Palissadenzellen des isolierten Blattes erfüllt. Allenthalben lagern kleine

Kalziumoxalatkristalle in den Interzellularräumen, in und auf den Epidermisaußenwänden. Im wesentlichen ebenso ist der Bau der Keimblätter. naeLl

Die Blüte ist ein ganzer Ring von Leitbündeln. Im ganzen ist der Bau dieser Stiele eine normale Sprossbildung unter der mit Spaltöffnungen versorgten Epidermis ein Rindengewebe mit Hackenfasergruppen und Schleimkanälen, dann der Gefäßbündelring, umgeben von Einzelstrahlen mit teilweise konzentrischer Bauart, im Innern das Mark.

In der Achse des einzelnen Teilblütenstandes, der Zapfena, ordnen sich die durch Verschmelzung des basalen Ringes entstandenen Hauptbündel in vier Gruppen zu je drei bis vier Strahlen vor den vier Schuppenreihen. Von ihnen zweigt sich vor jeder Blüte zunächst ein Paar kleiner Bündel in den Ecken ab und tritt in die Deckschuppe ein, die

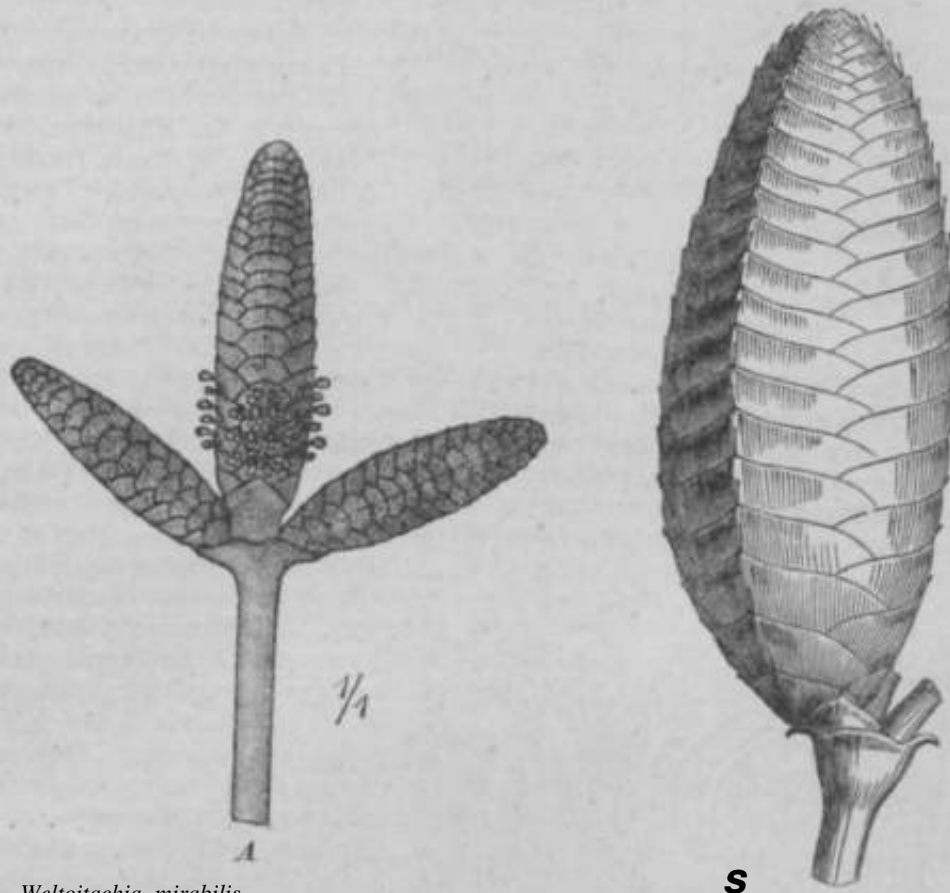


Fig. 226. *Welwitschia mirabilis*.

A Zweig eines jungen Bmtenstandes. (Original.) B 9 Blühtengtaud. (Nach Le Maout und Decaisne.)

Die Blüte ist in dichotomer Verastelung durchzogen. Jede Blüte erhält ebenfalls zwei Strahlen, die aber in der Regel jeder durch Vereinigung von zwei Ausgliederungen benachbarter Eckbündel entstehen. Diese Eckbündel werden, nachdem sie einige Blüten versorgt haben, von dem Mittelbündel ihrer Dreiergruppe aus erneuert. Die in die Blüte einsetzenden zwei Leitbündel haben nun je nach deren Geschlecht ein etwas verschiedenes Schicksal: in der Blüte führt jedes in sich eine Drehung um 180° aus, teilt sich dann in drei von denen jedes mittlere das seitliche Staubblatt versorgt, während sich die anderen beiden nach kurzer Verschmelzung mit dem jeweils benachbarten der zweiten Gruppe in mehreren Strahlen auflösen, von denen immer zwei in die vorderen und hinteren »Staubblätter« treten, die übrigen als schwache Reste zur Samenanlage emporstreben. In der Blüte fallen die beiden Ursprungsbündel nur in je zwei, von denen aus je ein schwacher Strahl die Vereinigung von Seitenzweigen aus ihnen bei der entstandenen Strahl in die »äußere Außenhülle« läuft, während die vier Hauptzweige am Grunde des Integumentwuchses zweigt erloschen.

Blütenverhältnisse. Von den Blütenständen war schon gelegentlich berichtet. Die Geschlechterverhältnisse sind die Rede (s. Fig. 226). Die Geschlechterverteilung ist die folgende:

(Fig. 227, 4) sitzen in den Achseln der Kussfalten. Die inneren Deckblätter, die aus einem häutigen (gedeckten) unteren und einem harten (der Luft abgesetzten) oberen Teil bestehen und in der Mitte unte infolge des Drucks der Samenanlage verdünnt sind. Sie beginnen mit einem kurzen Stiel, an dem bei weilen an der (sterilen) Basis des Zapfens zwei seitliche Auswüchse gefunden wurden. Den Raum zwischen dem Deckblatt und seinen nächsten

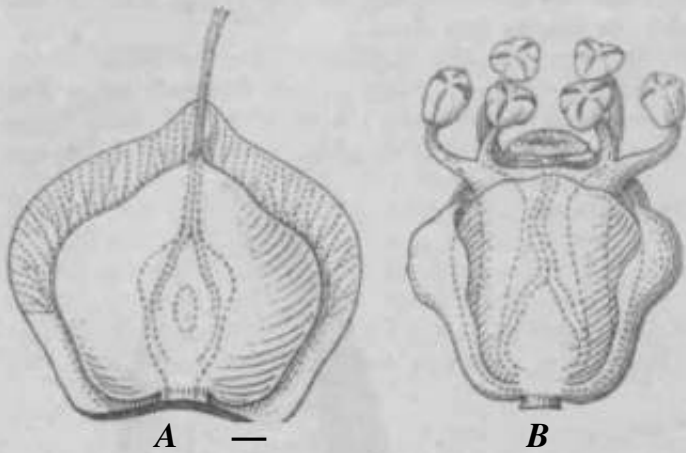


Fig. 857. A 9, B 1/2 Jilutli von *Widdowsonia mirabilis*, vergr. (Nach Church.)

zelenen Blüte zwei seitliche, bogenförmige Zipfel und (über diesen zwei medianen, breite Schuppen, die zu einer Tasche mit übergreifenden oberen Rändern verwachsen sind. Oben aus deren Öffnung ragen nun vor Beginn der Stützung die sechs Stäbchen hervor. Sie erheben sich auf einem einheitlichen Hautkragwerk und tragen zwei eiförmig, einwärts gebogen, zwei hinten, aufrecht und zwei vorn, vierkantig gebogen. Dem gegenüberliegenden Zwischenraum nach kann man zwei seitliche Dreiergruppen trennen. Jedes einzelne Synanthium

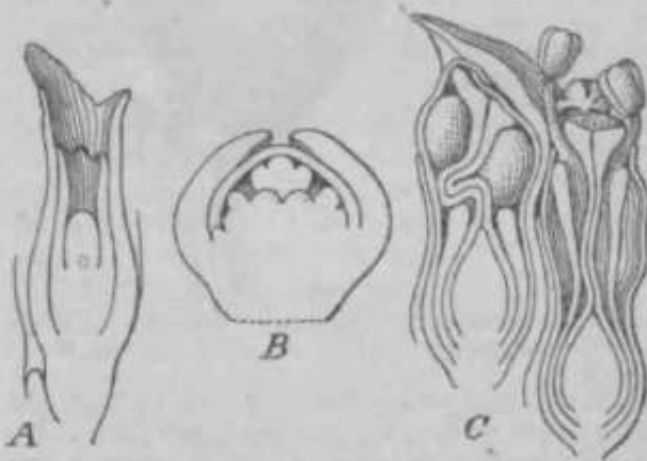


Fig. 858. Querschnitt der Blüten von *Widdowsonia mirabilis*, vergr. (Nach Church.)

etellung all dieser Meinungen geben Lotsy (1911) und Lignier und Tison (1912). Da man aber näheres Vervollständigen, lebeud oder fossil, die unleugbar mit *Welwitschia* zusammengehören, durchaus fühlen, so ist fluchlos Vergleichen kein sicheres Urteil zu gewinnen. Der bisher einzige Fund einer Blüte innerhalb des »Perianths« der Blüte stehen, beweist, da er nicht genauer beschrieben wird, nur die Blattnatur dieser Umhüllung. Blätter sind auch die Mikrosporangienträger, da sie Heringer zu Schuppen zeigen, die den Mittelstiel der Blüte einnehmen. Am meisten Ertrag verspricht noch die Untersuchung der Blütenentwicklung (vgl. Fig. 228), wie sie Strasburger (1872), McNab und neuerdings

ihren Nachbarn erfüllt eine Hüllfunktion, die nach der Blüte breit gefaltet die Blüte samt dem Stiel umgibt. Aus ihrer Spitze, der einzigen offenen Stelle, ragt von der Zeit der Empfängnisfähigkeit ab ein feines Rohr heraus, das an der Spitze etwas zerschlitzt ist. Es erweitert sich in mittlerer Höhe der glockenförmigen Blüte zu einem Zylinder wie das Mittelstück einer Blüte. In dieser Haltung sitzt der NUCLEUS auf dem Stiel, an der Spitze zitronenartig verschmälert,

Die Blüten (Fig. 137 R) werden von Deckblättern gestützt, die paarweise etwas verwachsen sind. Darauf folgen in der ein-

zelnen Blüte zwei seitliche, bogenförmige Zipfel und (über diesen zwei medianen, breite Schuppen, die zu einer Tasche mit übergreifenden oberen Rändern verwachsen sind. Oben aus deren Öffnung ragen nun vor Beginn der Stützung die sechs Stäbchen hervor. Sie erheben sich auf einem einheitlichen Hautkragwerk und tragen zwei eiförmig, einwärts gebogen, zwei hinten, aufrecht und zwei vorn, vierkantig gebogen. Dem gegenüberliegenden Zwischenraum nach kann man zwei seitliche Dreiergruppen trennen. Jedes einzelne Synanthium

trägt an der Spitze die Pollentüte, die je mit einem Linsensack aufspringt. Im Mittelpunkt der Blüte steht noch ein Rudiment, ein birnenförmiger, ungestielter, ohne Embryosack wie in der Blüte unentwickelter von einer Quille, die in ein Rohr ausläuft; dieser ist durch eine unregelmäßige Verbogenheit und eine kleine Öffnung hervorgehoben,

über die Umhüllung dieser Blüte sind die aller verschiedensten Ansichten ausgesprochen und zu Mischungen über die verwandtschaftliche Stellung der Pflanze benutzt worden; man hat sogar wegen

der Ähnlichkeit mit Embryosäcken in der Achse der Vase die Einzelblüte gleichgesetzt wollen: — eine neuere Zusammen-

Ch u re li vorgenommen haben. Eine kurze Uarstellung ihrer Ergebnisse wird daher h_r 5* angebraeht ecin. In der \$ Blate wird an dem kegelförmigen Primordium zuerst AnCeubiUle als unregelmäßig gelappter EiußWaii angelegt. Etwas später folgt über die Innenbülle in derselben Weise. DIG stark wachsende, die Menanlage übt nun einen erheblichen Druck xi&> so daß die NacUbaru etwas nach der Seite ausweichen, die dadurch entstehenden Lücken fiüllt dann das tebharte Gewebe der Außenhülle: es bilden sich — also sekundär — die Flügel mit ihren Zähnen an, welche auch den Weg für die Innenhülle, die nach dem Ueßwachsen des Nussgipfels zunächst ihr Wachstum eingestellt hat und erst nach dem Absterben der oberen Rinde. Der Achsel der von Anfang an verwachsenen Deckblattpaare* angelegt. An der Basis der Achsel bilden sich bald die beiden seitlichen Blättchen, während er sich in deren Fächer über ihnen kommen die zwei medianen Hüllblätter hervor, deren hintere vollzieht sich an dem Kegel die Trennung in einen Ringknoten und die 2 Spitze. Auf jenem entstehen gleichzeitig sechs Stänblattprimordien, die Kwei seitlichen etwas früher als die anderen. Nachdem sie heranwachsen und sich in Fäden und Köpfchen gliedern, beugen sie sich nach innen gegeneinander, die beiden seitlichen unterhalb der übrigen. Währenddessen hat der Kegel abermals einen Kragen gebildet, der sich fiber ihm zur Röhre achselt mit trichterförmiger Erweiterung in dem freien Raum zwischen den Synangien. Hinaus kann die Röhre nicht, da die medianen Blätter übereinander greifen. Sie verengt sich aber doch stärker als diese und der Stänblattkragen und wird daher geknickt. Erst wenn der Blattstau roif ist und die Mikrosporophylle ihre richtige Lage eingenommen haben — die zwei hinteren etwas früher als die vorderen —, öffnet sich die Blüte unter dem Druck des von oben interkalare Gewebsreihen Staubmattkragens, und die Kähne strecken sich gerade.

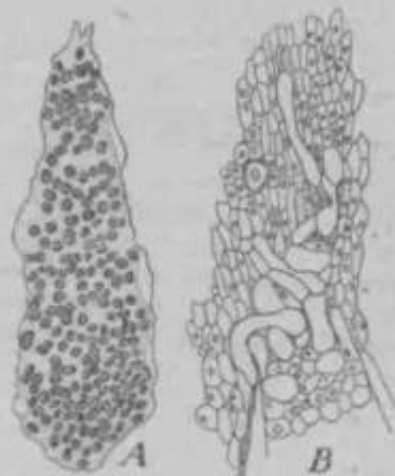


Fig. 10. Ektodermale Zellen von *Triclinia mirabilis*. B.B. (Embryonalstadium nach Pearson).

flieniach deutet Church den innersten Kegel als Bellas, die Hülle mit Kobr als Iotegumeot, die \$ ATiiienhQlle als verwachseoe Basis zwcier mediAner Peri;ilirilili;Utor_T die in </rr \$ BiBte frei steben und den einfachen Sfcmbblattquirl einsfhlieflen; Ihnen gehen die Bltiten nur ansnahnisweiso vorbandenen zwei »eitlich«-n

Entwicklungsgeschichte. Anfang Janoar lafit Rich, wie P e a r s o n berichtet in der winzigen, noch hflDenloem Samenanlage der \$ Blate die Megasporenmuttmelle *iTMZ ZellBClichten unter der Epidermis dtw -Schtitela erkennen. Sie liefert nach der Redul (innste) eine fruebtbaw MegMpore, die dann auf Kwien der angremenden Zolleti ittark in dfe Lango wSchst und zuu Emlnyosack wird. Au» ihrem Kern entstehen in *ebn schritten ctwa 10^1 freie Seme (Fig, 229 A). Die«e ordoeo sicfa so dafi die Mehraahl unteren, breiteren Tpil to Embrjoaackea erfullt: dann warden sie doreh Zeltwande trennt, wobei im olieren Tejl meist iwei im unteren mnewt zwfllf in if pine der unglldch groflon ZeUen zu liegen kotnroen. W«hrenddesa_{en} hat sieh, aniane«nd sor der eraten Teilungon dtr Sporenmuttertelle, das Intemument vortrewOJbt aD *aufgewachBea. Die Embr>^o»ackkerne warhwn nach der letzten Teilone tindder w* bflndonjr noch etwas heran, und nan bftginnt eine hflchst merkwQrdige Wanderun* d« Befmchtun^apparates auf den J mr die wenipkerniiren ZeUen im Mikr—* • Embryosacks verliingern sich sehla-gchidnnig und drSng«n rich doreh das Nuc^llus bis etwa K₁ Halfte der Entfenmnfr von des«n Scheit*! (Via 229 m n-K-- n -u> ihr grazer PlasmaiuhJt Kamt den hinterflnandi er liege nden Kerncn an der C t « 5 »EI»blauch_H«. Die vielkernigen, untelmi Zoilen wach_{sen} nicht aus, sondern mhen^urS Kemverschmelzunji: m ein Linkernstadium itber. Bisweilen teilt sich dann der — natürl mitotisch unter lich mit iinregelm.lBiger CliTomosomenzahl verBehene — Fiisionskeni bekommt: « ist Wand hi Mu ng\ 80 da6 das Gcwebe ein etwas gleichma%eres Aussehen*

das Nariigewebe. Xunmebr — im Februar — ist die Samenanlage befruchtungsstgig. Die Besulubung hat action Ende Januar stattgefunden. Eine aus den zerfaUenen, nrspringlich stirkereichen Zellen der Nucellusspitze entstehende Zuckirrtssung steigt zu jener Zeit in dem Mikropylrohr aufwärts, dessen Zellen sich durch kutinisierte **WBnde** und osruotisch hochwertigen Plasmahalt gegen diesen Soft schttzen. An ihr bleiben die Polleaktimer haften und sinken langsam, der Schwerkraft gehorchend, auf den Grund.

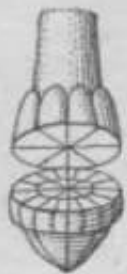


Fig. S30. Embryo von *WrituiUchia mirahitiit*, gethematisch tiath ilt Bc.iehretlung von Pearstin Icon" Stmlert. DBriintReTelltitt von dem oberen getremitt und zurfickgeklappt gdaelit.

Der Entw'klungsgang vor der tibertragung ist etwa folgender: in der <J BliQte enthlt jedes Synangium drei Archaspore, deren Mutterzelle hypodermid zu sein scheint. Aus ilinen geht das aporogene (Jewebe hervor, das rings von einer zweischichtigen Tapete ngeben wird. In dem ausgewachsenen Sporangium sind die Zellen der inneren Tapetenschicht zweikernig und schlieBen die TerMgen Sporenmutterzellen ein. Wenn diese zur Teilung schirmten, geht die Tapete zugrunde und eintger aufieren Sporenmutter?,el)en rait In den Qbrigen tritt Reduktions- und Tetradenteilung mit nachfolgender Wandbildung ein. Nachdem die Wand der Mutter/elle verschwunden ist wird die der Btfrfcreichen PollenkOrner verdickt, gliedert sich in Exine und Inline, und gleichzeitig teilt sich der Kern BO. daB im Rubezustand zwei nonnale Kerne, davon einer mit Plasma-

liof, und ein untergeordneter vorhanden sind. WShrend dieser Vorgange hat die jetzt einschichtige Wand des Mikrosporangiums iliro Zellmembranen verdickt und aufien kutinisiert, Beiderseits einer senkrechten Linie sind besonders kleine, eingesenkte Zellen entstanden, die bei der PoHenrcife auseinanderweichen. Der Spannungsausgleich bewirkt ein Eintritten der Wandficht, und die Mikrosporen werden frei.

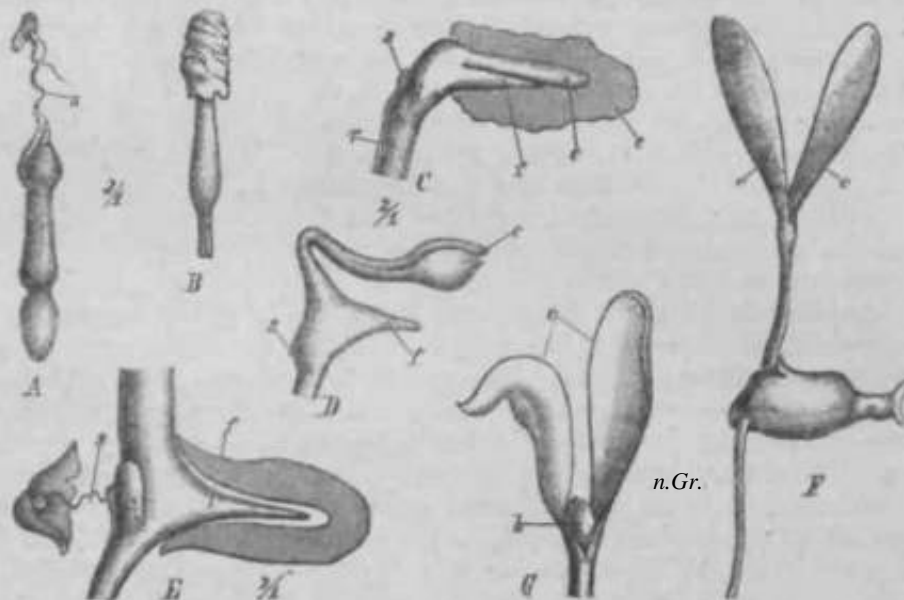


Fig. aai. K«tu»ang von *WeUoiUchia tnirabiti** (u&ith. Bowor). A, It Kmbnro vor der Keimnuiifi, in Flächen und Eanteaaujikt der Kelmtillttur. C, li Anln^o des Snugfilli!!!. E S&uptuli ndth ih in rn-hvordtin dor KuimhUltter. F Rnnw.r Kidmlirifr. G KoimbUttr&itr nilt den Kodtpcn ilt r Lan1tbl9tt«r. b ljatibbimter¹, C K«imblttttfr, * XSJirgwebc, f Saupful), r Wurxol, * Suspctuor.

Bei ihrer Keimung, die oft schon in der Flusstgkeit des Mikropylkanals beginnt, reibt die Exine klaffend auf, und die Inline verlängert sich zum Pollenschkuch. Der hof* lose Kern wandert als Schlanlikern am Vorderende, gefolgt von einem behof*ten, der wandlosen generativen »Zelle«. Wfthrend die«e sich zuspitzt und verschmälert, zwungt sich der Pollenschlauch durch den Nucellus und trifft in der obeti erwahnteti Zone auf einen Eischlauch. Das Treffen wird geeichert durch die groBe Zalil tier Scbiauche in beiden Geschlechtern und die t-inander entgegengoeetzte WaehstuniErichtung. Seitdem der Pollenschlauch im Nucelluft wuabert, hat sich der generative Kern in zwei geteilt, und der

Schlauchkern tat aUmablicher Rttckbildung anlieiugefallen. Im Eischlauch ist dor vordere Kern dem oder den Ubrigen vorausgeeill. Er tritt, sobald die BerUhrung mit dem Pollen schlauch erfolgt und die trennende Wand aufgelUst ist, in die \$ generative Zelle ein und verschmilzt mit einem ihrer Kerne. Dieser diploide Kern umgibt Bloß flinn innerhilb seines Protoplasmanbofes mit einer Zellliaut. *

Bald darauf teilt er sich in eine grtBere, obere und eine kleinere untere Zelle. Während jene stark in die LSnge wächst und zum primären feinzelligen) „Suspensor“ wird, macht diese weitere Teilungen durch und liefert dadurch einen Proembryo, der in demjenigen Stadium, wo die Mindestzahl der für den Embryo notwendigen Zellen vorhanden ist, folgenden Anblick bietet (Fig. 230): an der Spitze acht Kappenzellen in Ring angeordnet, aus ihnen oben durch aniefe Tangentialwände ein Mantel herausgeschnitten, der infolge einer weiteren Radialteilung 16 Zellen enthält; er umschließt eine Platte aus acht Flächen, im Ring gelagerten Tochterzellen der Kappe. Zwischen dieser ganzen Bildung und dem primären Suspensor liegt eine abnormale achtzellige Ringplatte, die mit der ungeteilten Kappe gleich alt ist. Diese obersten Zellen wachsen zu aufwärts gerichteten Schläuchen aus, die den primären Suspensor berühren; ebenso die »Hantelzellen« und andere, die die Kappe spalten, noch in derselben Weise ausgliedert. Hier inneren Platte tritt keine wichtige Rolle zu; die Kappenzellen liefern später den Embryo.

Ehe dessen Ausfließen beginnt, hat der Suspensor den Proembryo auf sehr gewundener Bahn in das Nährgewebe hineingedrängt, das gegen seine ursprüngliche Gestalt noch an Umfang zugenommen hat. Es hat sich natürlich interkalar in der Längs- und Seitenrichtung — nicht in der Tiefenrichtung — gestreckt und so die Gestalt eines reifen Samens ausgebildet, in dem es den ganzen Nucellus um auf die äußersten Zellschichten zerrichtet hat.

Da nun kurz nacheinander mehrere Proembryonen in das Nährgewebe gestoßen werden und darin Zellen teilen, so entsteht in seiner Mitte oben eine fächerartige. An deren Boden grenzt ein besonders stark reiches Gewebe, und in diesem entwickelt sich der zuerst angekommene Proembryo weiter. Durch radial- und tangential-Teilungen der Kappenzellen entsteht ein vielzelliger Körper mit bevorzugter Zellteilung in der Mitte und innen oberhalb der Spitze. Von hier aus überkleiden Längsreihen von Zellen den Embryo in der Richtung zum Suspensor hin, die epidermis der Wurzelhaube angören. Allmählich weicht die Teilungsebene in zwei Abschnitte auseinander, fließen oberer der Wurzel. *K* in derer dem Stamm als Vegetationspunkt dient. Beide entfernen sich infolge innerer Stiffkraft immer mehr voneinander, und bald gliedert der Stammachse zwei schneckenförmige Keimblätter aus. Zu dieser Zeit ist auch die Außenhülle des Samens fertig geformt, und er ist bereit zur Verbreitung und Keimung.

Die Keimung (Fig. 331) erfolgt rasch, wie an Wüstenpflanzen auch einmal beobachtet wird, jedoch nur im kräftigen Beuchung durch Regen. Die Feuchtigkeitskraft des Samens ist nicht aus. Die Wurzel durchbricht die Samenklappe und senkt sich ohne Verzögerung schnell in den Boden. Dann wächst auch das Hypokotyl: es bildet unter der Keimblätterfläche (auf der Bodenwunde) einen Saugfuß, der den Samen stecken bleibt, und steigt, fähig aufwärts kletternd, die Keimblätter allmählich herans. Die ergrünen, in ihnen aber als Grüns nicht bedeutend zu. Dagegen entwickelt die Spitze bald die endständigen und Ubbblätter, die anfangs lang zugespitzt sind (Fig. 232). Zwischen ihnen erscheinen deusartige zwei Hücker, die Achselknospen der Keimblätter bedeuten, die den eigentlichen Sprossschädel fibergipfeln. Sie wachsen hauptsächlich in die Breite und verschmelzen schließlich miteinander. Die »Krone«, die hierdurch entsteht, spaltet sich später in einer zu einer senkrechten Ebene. Die Ursache dafür ist das Wachsen

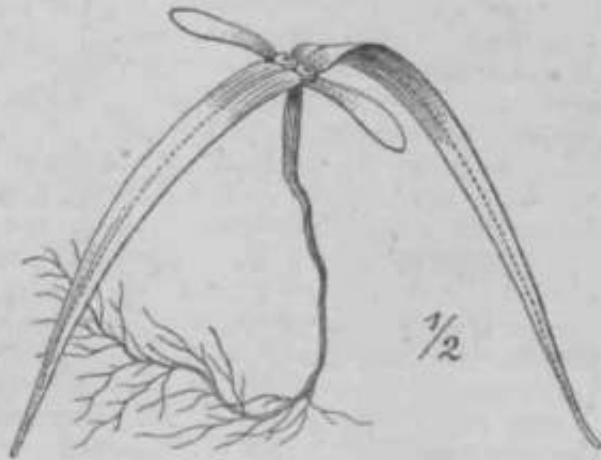


Fig. 333. Junge *Welwitschia mirabilis* m) entfalteten Jünglingsstadium. Dazwischen sieht man die Achselknospen der Keimblätter, die die Keimblätter bilden. (Nach Montenegro.)

turn der Gewebe am Blattgrund, durch das dieser in eine Grube versenkt wird. Es beginnt mit zwei kleinen Höckern in der Bucht zwischen den Keimblättern. Die Höcker erweitern sich — jeder um den halben Stammumfang herum — bis zur gegenseitigen Berührung und liefern so den »Aufienkranz«, der die Blattgruben unten begrenzt und oft auch Blüthenstände trägt. Ähnliche Bildungen innerhalb der Laubblätter bringen den »Innenkranz« hervor, die obere Grenze der Blattgruben, in dessen Zuwachszonen normal die Blüthenstände angelegt werden. Diese Teile wachsen später stark weiter, während die Keimblattknospen zurückbleiben. Unterhalb der auf so verwickelte Weise gebildeten Krone befindet sich der »Stock«, d. h. das gealterte Hypokotyl, das sich schon am Keimling durch stärkeres Dickenwachstum abhob (Fig. 232). Die Wurzel wirft bald ihre primäre Haube ab, deren Funktion von dem Rindenparenchym übernommen wird. Dann bildet sie eine Endodermis aus, die die Rinde vom Zentralzylinder abschließt und der Vernichtung preisgibt. Alte Wurzeln sind von einem Periderm umgeben, dessen Kork vom Perikambium geliefert wird.

Die Blüthenstände bilden sich in den Blattgruben, indem Gewebeteile sich um einen kleinen Sproßkegel herum ringförmig einsenken und ihn überwallen, so daß dieser, ohne durch das wachsende Blatt in der Grube beschädigt zu werden, schon das erste Hochblattpaar ausgliedern kann. Da die untere, dem Grunde der Blattgrube zugekehrte Seite der Einsenkung weniger tief ist als die obere, erhält der Kegel von vornherein eine kleine Neigung aufwärts. Nachdem er über den Rand der Blattgrube hinausgeschoben worden ist, beginnt er ein starkes Streckungswachstum unterhalb des ersten Hochblattpaares, das jetzt sich auszugliedern beginnt. Weiterhin entwickeln sich dann die bereits geschilderten Teilblüthenstände, und so gelangen wir zu der Blüte zurück, mit der wir den Entwicklungskreis begonnen hatten.

Bestäubung. Über die Bestäubung von *Welwitschia* besteht noch keine sichere Kenntnis. Eine Hemiptere, *Odontopus sexpunctulatus* Lep., wird zur Blütezeit regelmäßig auf den Blüthenkolben vorgefunden, und zwar am Hinterleib und an den Beinen mit Pollen beladen. Aber dies Insekt ist nicht an *Welwitschia*angepaßt — es hat ein viel größeres Verbreitungsgebiet — und ist auch nicht der einzige Besucher. Beobachtungen über Anlockung und Übertragung sind nicht gemacht worden; nur einige hierbei zweckmäßige Eigentümlichkeiten der Blüthen werden hervorgehoben. Z. B. liefern die stärkereichen Zellen der Nucellusspitze, wie erwähnt, in beiden Geschlechtern eine Zuckerlösung. In der ♀ Blüte steigt sie im Mikropylrohr empor und wird von 9 Uhr morgens bis nach 3 Uhr nachmittags als Tröpfchen oben darauf sichtbar. Darin bleiben Pollenkörner hängen; vielleicht werden aber sogar deren Überträger durch den süßen Saft herbeigelockt. In den ♂ Blüthen ist die Erhaltung des zuckerausscheidenden weiblichen Anteils überhaupt nur als Lockmittel denkbar, zumal eine nur hier vorkommende Schale die Flüssigkeit breit darbietet. Sie füllt den Platz zwischen den Mikrosporangien so gut aus, daß ein Insekt diese berühren muß, wenn es jene erreichen will. Vielleicht spielt auch die Farbe eine Rolle im Dienst der Bestäubung. Die an unreifen ♀ Zapfen grünen Deckblätter färben sich beim Erscheinen der Mikropylrdhren rot und scheinen nach der Befruchtung zu vergilben.

Geographische Verbreitung. So abgesondert *Welwitschia* verwandtschaftlich da steht, so beschränkt ist auch ihre Verbreitung. Sie gedeiht nur in der Küstenwüste Westafrikas, wo die regelmäßigen, starken Nebel nicht die beispiellos trockene Luft des inneren Hochlandes zur Geltung kommen lassen. Dementsprechend macht sie Halt an der Abbruchsstufe dieses Hochlandes, durchschnittlich 100 km von der Küste entfernt. In ihrer Wasserversorgung gehört die Pflanze jedoch, wie schon die Pfahlwurzel beweist, ausgesprochen zur Grundwasservegetation; sie lebt daher vielfach in den Trockentälern der Flüsse. Vom Regen ist sie insofern abhängig, als sie bei zu geringen Niederschlägen, wie 1909 bei Welwitsch, schlecht Samen ansetzt; bei zu langen Regen werden die Zapfen anfällig für Pilze, und die vegetativen Organe erfahren bisweilen Mißbildungen durch Austreiben des normal unterdrückten Sproßscheitels; beides wurde in Angola beobachtet. Entsprechend diesen ökologischen Eigenschaften stellt das nördliche Deutsch-Südwestafrika mit der Hauptregenmenge im Dezember oder Januar, d. h. beim Blühtreiben, das eigentliche Verbreitungsgebiet unserer Art dar. Sie reicht im Norden bis zum Rio Bero im Hochland von Mossamedes; nördlich hiervon hat sich unter dem Einfluß ergiebiger Regenzeiten schon eine Parklandschaft ausgebildet, in der *Welwitschia* kaum zum Wettbewerb fähig sein dürfte. Im Süden aber, im Großnamaland, macht sich schon das Klima

des Kaplandes bemerkbar: die Hauptregenmenge fällt im Mai, und die Monate vor und in der Blütezeit sind die regenärmsten, z. T. regenlos, in Lüderitzbucht z. B. immer absolut regenärmer als die oben angeführten Diirremonate bei Welwitsch. Daher liegt die Südgrenze schon im mittleren Deutsch-Südwestafrika, bei Hopemine am Kuisib*).

Innerhalb dieses klimatisch umrissenen Gebietes besitzt *Welwitschia* recht getrennte Standorte. Hierfür bietet die Verbreitungsweise ihrer Samen eine Erklärung. Vom Wind werden sie weithin verweht, vermögen aber nur nach ausgiebiger Benetzung zu keimen. Die besten Bedingungen hierfür bieten die Täler der Regenflüsse, weil in ihnen das Wasser am längsten erhalten bleibt. Zwischen solchen geeigneten Plätzen fehlt daher die Pflanze oft auf lange Strecken hin. Da die Niederschläge in der Küstenwüste strichweise und oft in unregelmäßigen Zeitabständen fallen, findet man an demselben Fleck immer Bestände gleichaltriger Exemplare, die derselben Regenperiode entstammen.

Possil kennt man einen geflügelten Samen (oder Frucht?), *Carpolithes* Seward, aus dem Rhät (ohne Fundort), der auf Grund seiner äußeren Form später von Seward als vielleicht zu *Welwitschia* passend angesehen wurde; aber einen Fortschritt gewinnt man dadurch nicht.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Über die verwandtschaftliche Stellung von *Welwitschia* sind viele Vermutungen geäußert worden; da jedoch fossile Pflanzen, die ihr zuverlässig ähnlich sind, fehlen, so besitzen diese Meinungen keine große Sicherheit. Nach der morphologischen Deutung der Innenhülle in der Blüte hat man die Pflanze entweder zu den Gymnospermen oder Angiospermen gestellt. Man hat in den verschiedensten entwicklungsgeschichtlichen und anatomischen Merkmalen Beziehungen zu anderen Familien gesucht; jedoch sind manche davon offenbar nur analoge, nicht homologe Bildungen, wie z. B. die Kappenzellen des Proembryos, die auf *Araucaria* deuten sollten, sich aber anders verhalten als diese. Die mesarchen, konzentrischen und umgekehrten Leitbündel und die Schleimgänge legen es dagegen nahe, an den Verwandtschaftskreis der *Cycadeen* zu denken; und man hat sich infolgedessen bemüht, auch in der Blütenregion Homologien mit primitiven Gymnospermen, namentlich mit Gattungen der *Bennettitales*, aufzufinden. Jedoch ist die Ähnlichkeit zwischen deren *Strobilus* und der *Eizelblüte* von *Welwitschia* sehr gering. Ganz unwahrscheinlich wirken Versuche, *Welwitschia* als primitiv unter die Angiospermen einzureihen. Sie erweist sich infolge mehrerer deutlicher Reduktionserscheinungen als abgeleitet. Wahrscheinlich besitzt sie ein hohes phylogenetisches Alter, da eben keine zu anderen Sippen überleitenden Formen uns erhalten geblieben sind. Gewisse morphologische Anklänge weisen aber doch diejenigen, hier ebenfalls als Familien bewerteten Sippen auf, die früher mit *Welwitschia* zusammen als *Gnetaceen* bezeichnet wurden, die Gattungen *Ephedra* und *Gnetum*, wie schon bei Kennzeichnung der *Gnetales* betont wurde.

Verwendung. Man sollte meinen, daß dieses Gewächs in seiner einsamen Heimat vor der Verwendung durch den Menschen sicher sei; allein die Pflanzenarmut dieses Gebietes veranlaßt die Eingeborenen in Angola, die Blätter abzuschlagen und getrocknet als Brennholz zu benutzen. Außerdem sollen die Holzkörper, zu zweien mit den Wurzeln gegeneinander gefügt, als Stühle verwendet werden.

Gnetaceae

von

Fr. Markgraf.

Mit 8 Figuren.

Gnetaceae Lindl., Veg. Kingd. (1853) 232, s. str.

Gnetaceae — *Gnetoideae* Engl., Syllabus, 1. Aufl. (1892) 63.

Wichtigste Literatur: Allgemeine Werke: Strasburger, Die Coniferen und die Gnetaceen. Jena 1872. — Strasburger, Die Angiospermen und die Gymnospermen. Jena 1879. — Morphologie und Anatomie Bailey, Some salient lines of specialisation in

*) Die Angabe von Pearson im Geogr. Journ. 35 (1910) 481 (zitiert nach Schinz in Vierteljahrsschr. natf. Ges. Zürich 56 [1911] 66), daß Range die Pflanze noch weiter südlich festgestellt habe, trifft nach dessen eigener schriftlicher Mitteilung an mich nicht zu.

tracheary pitting I. Gymnospermae, Ann. of Bot. XXXIX (1925) 593. — De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farn. Leipzig 1877. — Bertrand, Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères. III. *Gnetum*, Ann. Sc. Nat. 5. Ser. Bot. XX (1874) 24. — Van Beusekom, On the influence of wound stimuli on the formation of adventitious buds on the leaves of *Gnetum gnemon*, Rec. Trav. Bot. Néerl. IV (1907) 149. — Bliss, The vessels in seed plants, Bot. Gaz. LXXI (1921) 315. — Boodle and Worsdell, On the comparative anatomy of the *Casuarineae*, with special reference to *Gnetaceae* and *Cupuliferae*, Ann. of Bot. VIII (1894) 231. — Coulter and Chamberlain, Morphology of Gymnosperms. Chicago 1910. — Mac Duffie, Vessels of the Gnetalean type in Angiosperms, Bot. Gaz. LXXI (1921) 438. — Duthie, Anatomy of *Gnetum africanum*, Ann. of Bot. XXVI (1912) 593. — Griffith, Remarks on *Gnetum*, Transact. Linn. Soc. London 1. Ser. Bot. XXII (1859) 299. — Hill and De Fraigne, On the seedling structure of Gymnosperms IV. Ann. of Bot. XXIV (1910) 319. — Jeffrey, Anatomy of woody plants. Chicago 1917. S. 357—372. — Mahliert, Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Laubblätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates, Bot. Zentralbl. XXIV (1885) 54 ff., Taf. 1, Fig. 19. — Porsch, Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Jena 1905. — La Rivière, Sur l'anatomie et l'épaississement des tiges du *Gnetum moluccense* Karst., Ann. Jard. Bot. Buitenzorg XXX (1916) 23. — Becker-La Rivière, Note additionnelle sur l'épaississement du *Gnetum*, Ann. Jard. Bot. Buitenzorg XXXIII (1923) 110. — Schenck, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen II. (Jena 1893) 249. — Sluyter, Beiträge zur Kenntnis des anatomischen Baues einiger *Gnetum*-Arten. Diss. Kiel 1899. — Strasburger, Über den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen. (Jena 1891) 144. — Takeda, Development of the stoma in *Gnetum gnemon*, Ann. of Bot. XXVII (1913) 365. — Thompson, Independent evolution of vessels in *Gnetales* and Angiosperms, Bot. Gaz. LXV (1918) 83. — Thompson, Companion cells in bast of *Gnetum* and Angiosperms, Bot. Gaz. LXVIII (1919) 451. — Thompson, The relationships of the different types of angiospermic vessels, Ann. of Bot. XXXVII (1923) 183. — Thomson, A note on the wood of *Gnetum gnemon*, Ann. Bolus Herb. II (1916) 81. — Blijtenverh & tnisse: Beccari, Delia organogenia dei fiori feminei del *Gnetum gnemon* L., N. Giorn. Bot. Ital. IX (1877) 91. — Berridge, On some points of resemblance between Gnetalean and Bennettitean seeds, New Phytologist X (1911) 140. — Berridge, The structure of the female strobilus in *Gnetum gnemon*, Ann. of Bot. XXVI (1912) 987. — Eichler, Blietendiagramme, Band 1 (Leipzig 1875) 70. — De Haan, Contribution to the knowledge of the morphological value and the phylogeny of the ovule and its integuments, Rec. Trav. Bot. Néerl. XVII (1920) 284. — Lignier et Tison, L'ovule tritègumenté des *Gnetum* est probablement un axe d'inflorescence, Bull. Soc. Bot. Fr. LX (1913) 64. — Pearson, On the microsporangium and microspore of *Gnetum*, with some notes on the structure of the inflorescence, Ann. of Bot. XXVI (1912) 603. — Pearson, A note on the inflorescence and flower of *Gnetum*, Ann. Bolus Herb. I (1915) 152. — Pearson, On the morphology of the female flower of *Gnetum*, Proc. R. Soc. South Afr. (1916). — St. Clair Caporn, A note on the male inflorescence of a species of *Gnetum* from Singapore, Ann. Bolus Herb. II (1916) 15. — Thoday, The morphology of the ovule of *Gnetum africanum*, Brit. Assoc. Report 1910. — Thoday, The female inflorescence and ovules of *Gnetum africanum*, with notes on *Gnetum scandens*, Ann. of Bot. XXV (1911) 1101. — Thoday, Note on the inflorescence axis in *Gnetum*, Ann. of Bot. XXVI (1912) 621. — Thoday, Anatomy of the ovule and seed in *Gnetum gnemon*, with notes on *Gnetum funiculare*, Ann. of Bot. XXXV (1921) 37. — Thoday, Ripening in *Gnetum*, South Afr. Journ. of Science XVII (1921) 189. — Worsdell, The vascular structure of the »flowers« of the *Gnetaceae*, Ann. of Bot. XV (1901) 766. — Entwicklungsgeschichte: Bower, The germination and embryogeny of *Gnetum gnemon*. Quarterly Journ. Microscop. Science N. Ser. XXII (1882) 278. — Coulter, The embryo sac and embryo of *Gnetum gnemon*, Bot. Gaz. XLVI (1908) 43. — Frittschel, Zur Physiologie und Morphologie der Keimung einiger *Gnetum*-Arten, Osterr. Bot. Zeitschr. LXI (1911) 209. — Hainig, Development of embryo of *Gnetum*, Bot. Gaz. LXX (1920) 436. — Hannig, Über die Bedeutung der Periplasmodien, Flora CII (1911) 344. — Hill, The germination of *Gnetum gnemon*, Journ. R. Hort. Soc. London XXXIV (1908) 41. — Karsten, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte einiger *Gnetum*-Arten, Bot. Zeitg. L (1892) 205, 222, 237. — Karsten, Zur Entwicklungsgeschichte der Gattung *Gnetum*, Cohns Beitr. zur Biol. VI (1893) 337. — Lotsy, Contributions to the life history of the genus *Gnetum*, Ann. Jard. Bot. Buitenzorg XVI (1899) 46. — Lotsy, Parthenogenesis bei *Gnetum ula* Brongn., Flora XCII (1903) 397. — Lotsy, Vorträge über botanische Stammesgeschichte III 1 (Jena 1911) 345. — Pearson, Notes on the morphology of certain structures concerned in reproduction in the genus *Gnetum*, Transact. Linn. Soc. London 2. Ser. Bot. VIII (1915) 311. — Pearson and Thomson, On some stages in the life history of *Gnetum*, Transact. South Afr. Philos. Soc. (1916). — Thompson, Preliminary note on the morphology of *Gnetum*, Amer. Journ. of Bot. II (1915) 161. — Thompson, The morphology and affinities of *Gnetum*, Amer. Journ. of Bot. III (1916) 135. — Systematik und Pflanzengeographie: Baillon, Monographie des Gnétacées. Histoire des plantes XII (1892) 46. — Blume, De Gnetaceis. Rumphia IV (1848) 1. — R. Brown, Die geographische Verbreitung der Coniferen und Gnetaceen.

Peteraans Mitt. XVIII (1872) 41. - Hutchinson, Contributions towards a phylogenetic classification of flowering plants III. The genera of Gymnosperms. *Gnetaceae*, Kew Bull. (1924) 66. — Karsten, Untersuchungen über die Gattung *Gnetum*, Ann. Jard. Bot. Buitenzorg XI (1893) 195. — Parlatores, *Gnetaceae* in De Candolle's Prodrömus XVI, 2 (1868) 347. — Ridley, *Gnetaceae* in Flora of the Malay Peninsula V (1925) 273. Nutzen: King, The mechanical properties of Philippine bast fiber ropes, Phil. Journ. Sc. XIV (1919) 561. — Fossiliën • Fontaine, Potomac Flora, U. S. Geolog. Surv. Monographs 15, 2 (1889) 281. — Berry Maryland Geolog. Surv., Lower Cretaceous (Baltimore 1911) 500. — Renault, Cours de Botanique fossile IV (1885) 179. - Oliver and Salisbury, The fossil Beeds of the Conostoma group Ann. of Bot. XXV (1911) 34. - Reid, The Pliocene Floras of the Dutch-Prussian border - Medd. P. P. I. Rijksopsporing Delfstoffen Nr. 6 (Haag 1915) 55.

Merkmale. Lianen, seltener Bäume oder Sträucher mit gegenständigen, netzartigen Lederblättern. Blüten diözisch, in Quirlen auf Scheinähren, die auch weiter verzweigt sein können. § Blüten aus einer Hülle und einem Stiel bestehend, der zwei (bei *Gnetum gnemonoides* ein) Synangien trägt. £ Blüten aus drei Hüllen, deren innerste in ein Rohr ausgezogen ist, und einer Samenanlage bestehend. Reife Samen fleischig, mit Steinkern.

Vegetationsorgane and Sprossverhalten. Fast alle *Gnetum*-Arten sind Lianen. Sie erreichen Größen, die einer im tropischen Regenwald kampffähigen Pflanze durchaus angemessen sind. Eine auch in anderen Merkmalen abweichende Art, *G. gnemon*, wächst baumförmig, ebenso das nächst verwandte *G. costatum*, während *G. Brunonianum* aus demselben Formenkreis den Angaben nach regelmäßig ein Strauch ist.

Das Verzweigungssystem besteht aus scharf gegliederten Lang- und Kurztrieben, die aus den Achseln der kreuzgegenständigen Blätter einzeln oder, wenn Beiknospen auftreten, zu mehreren entspringen. Bei den windenden Arten tragen nur die Kurztriebe wohlentwickelte Blätter, die anderen entsprechend ihrer ökologischen Aufgabe nur Schuppenpaare.

Die Laubblätter besitzen ganz die Merkmale von Dikotylen-Blättern. Ihre Grundform ist elliptisch, die Beschaffenheit lederig, oberseits oft glänzend, und die Adern verlaufen vollkommen netzförmig. Dabei verlassen die Seitennerven 1. Ordnung den Mittelnerv entweder bogig und verschwinden vor dem Blattrand, oder sie entspringen geradlinig und vereinigen sich zu einem ausgeprägten Randnerv.

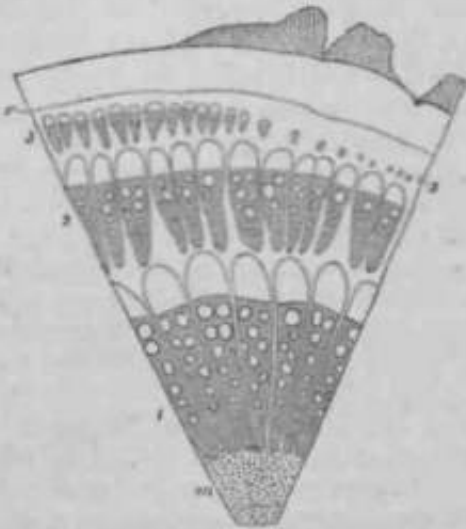
Bei *Gnetum gnemon* wurde in feuchter Luft im Botanischen Garten in Utrecht Bildung von Adventivsprossen an den Blattspitzen beobachtet. Sie gingen aus einem Meristem hervor, das sich infolge von Verletzung des Mesophylls durch das tropische Insekt *Aspidiotus dictyospermi* Morg. endogen bildete. Bewurzelung dieser Pflänzchen konnte jedoch nicht erreicht werden.

Anatomie der Vegetationsorgane. Wie die anderen Familien der Reihe sind auch die *Gnetum*-Arten durch den Besitz einiger anatomischer Eigentümlichkeiten gekennzeichnet: sie enthalten reichlich echte Gefäße im sekundären Holz, mehrkernige Schleimgänge und dickwandige Hakenzellen; Kristalle nur im Innern von Zellen. Im Leptom sind Geleitzellen vorhanden. Die Unterschiede gegen *Ephedra* und *Welwitschia* liegen hauptsächlich im Ausbildungsgrad dieser Bestandteile.

Das Laubblatt ähnelt wie schon äußerlich sehr dem der Dikotylen. Eine einzige Palissadenschicht unter der oberen Epidermis lagert über einem stark entwickelten Schwammparenchym. Diese lockeren Gewebe erhalten eine Festigung durch Hakenzellen, die sich besonders an der unteren Epidermis mit verlängerten Armen aneinander reihen! Der Blattrand wird geschützt durch einen geschlossenen Strang einfacher, oft an den Enden etwas gelappter Bastfasern. Die Mittelrippe erhält 4 bis 5 Leitbündel, deren Kambium während der langen Lebensdauer des zähen Blattes ein gewisses Dickenwachstum hervorruft. Sie werden von Schleimgängen begleitet. Die Epidermis besitzt in ihren stark verdickten, mit einer erheblichen Kutikula bekleideten Außenwänden verdünnte Stellen rings an den gewellten Rändern jeder Zelle, gewissermaßen Außenbügel, wie sie u. a. bei Lycopodiaceen gefunden werden. Sie wird von Spaltöffnungen unterbrochen, die auf der Blattunterseite unregelmäßig verteilt sitzen, während oben einige auf der Mittelrippe vorkommen. Die Schließzellen sind nicht eingesenkt und im Gegensatz zu den Coniferen nur in der Rückenwand verholzt. Sie entstehen durch parallele Teilungen innerhalb einer Epidermiszelle, deren Seitenabschnitte die Nebenzellen liefern. Ihre Form ist einfach, ohne innere Leisten (wie bei alien Gymnospermen).

Der Stamm ist mit einer eliusotehen Epidermis bekleidet wie die Blätter; die Spaltöffnungen sind an Uiiu bisweiten eingesenkt. Das Rindenparenchym wird durchsetzt von Schleimgängen, Hakenzellen und TOD langen, einfachen Bastfasern, die den technisch verwerteten Bast liefern. Ein Ring *HUB* polyedrischen Sklerenchymzellen umgibt es in zwei entwicklungsgeschichtlich wichtige Zonen (s. u.). Das Periderm wird in?elartig angelegt, erst in ganz alten Zweigen schließlich es sich zu einem Ring. Das Mark besteht aus einfach getüpfelten Parenchymstellen, die am Rande des Leitbündelringes verhaken. und fñthilt in den Knoten Hakenzellen, Schleimgänge und Kalkoxalatkristalle. In den Internodien ist es armer denn und fehlt dort an alten Zweigen ganz.

Die Leitbündel enthalten Kambium, stehen jedoch nur in der Jugend durch ein Kambiumring miteinander in Verbindung; später durchsetzt den Markstrahl ein unregelmäßig Meristem an Stücken des Intercellular-Kambiums, und Verzweigungen der



ttg. s.lli- Gtitiitn icanfi-H» iioxh. Stelck elnes Zweigquerschnitts. in Mark. /, s, s mhW' sive Zuwachsring. i. clcr lt. ret'hta eben tu Befund 4cr Acutridang, lmk>< xulion niflker nniwickelt. r Sl<injtklerenciuyirp an 4K Inueo&eibs der von rUstgem Kork bedeckten Außenriude. — RJnde. Mark-strahl™ and Zwischenzonen sind wolli gfilMwn, die Bactstränge!., aber dtirob due elufneht* Liuii; begrenzt; die zugehörigen zstränge quer schraffiert. mit Ausparung der Querschnitte der großen TupfeguMB?. fx<cb De Bury.)

Stränge selbst halten die Verbindungen zwischen ihnen aufrecht, N>cb außen liefert das Kambium Reiten von Siebröhren, die lange Siebplatten auch in den Seitenwänden beitzten, abwechselnd mit Reihen von Geleitzellen, also ganz anders als bei Angiospermen, wo Siebröhre und Geleitzelle von einer Kamiumzelle umgeben werden. Die ältesten Teile des Leptoms erhalten verdickte Wände und werden mit Klorenchymzellen durchsetzt: sie bilden den sogenannten »Hornbau«. Der Holzteil der Leitbündel zeigt verschiedene Entwicklungsstadien der Elemente des Gymnospermenholzes, das Protoxylem überwiegt spiralig und leiterförmig verdickte Tracheiden über diejenigen, die außerdem Hoftüpfel besitzen. Im sekundären EOL sind Hoftüpfel herrehond, auch in dem Gefäß, deren Querwände sie in 1—2 Reihen durchbohren, überwiegen %n wirklichen Löffern kommen vor. Das Beibst verschmetzen oft und bilden schließlich eine einzige große Öffnung, die die Querwand so gut wie ganz beseitigt. Das ist die häufigste Gefäßform im Internodium, bei *G. gnemonoides* überhaupt die einzige; der Knoten bewahrt vielfach die primitiven. Zwischen Gefäßen und Tracheiden finden sich Holparenchymzellen, die nur von den Embolonen Urheben der Geleitzellen nach innen abgegliedert werden.

Auch als Libriformzellen bezeichnete Fasern kommen vor. bfolge Ton Wacutstumsspannungen bilden sich überall im Holz, bedeutende Intorsionsarrange. Die Markstrahlen können sehr verschieden hoch und breit sein; sie verachmelzen miteinander wie bei *EpltedTa*. Ihre Zellen sind oft reich an Kristallen; die in der Region des primären Holzes sind verholzt, fñlle weiter außen gelegenen — auch in späteren Holzringen — ununverändert.

Sehr bemerkenswert ist das sekundäre Dickenwachstum der kletternden Arten. *Gnetwn tnetnon* als Baum besitzt einen nonnalen, einheitlichen Holzkörper (bei den anderen aufrechten Arten sind diese Verhältnisse nicht identisch: die Lianen dagegen bauen ihren Stamm aus mehreren konzentrischen Kreisen von vollständigen Leitbündeln auf (Fig.283). Alle später hinzugekommenen haben ihren Ursprung in den Rindenparenchymzellen innerhalb der Sklerenchymseide. Dort entstehen durch Teilung radialer Zellen in Reihen, in denen örtlich bevorzugt Meristeme angelegt werden. Von diesen ausgehend entstehen regelrechte Leitbündel, die allmählich an Dicke zunehmen, und so. Sie treten mit eioftixtr in mit denen der nächstinneren Ringe in Verbindung, weichen den Strahlen der Seitenzweige aus. Geben turn Teil diesen emige ab, organisiere sie fiber dem Knoten wieder in Abzweigungen aus dem voranfreibenden Ring im Enden schließlich, meist nach zwei Internodien, in einen Seitenzweig (Fig.23-1), Becker-Labiviere, die

diese Dinge genitu untersacft hat, iet dor Anaieht, **daß** die Aujage der Auttenrijige basipetal von den Seitenzweigen aus erfolgt Duich den Dickcnzirwachs wird der Sklerenchyniring geeprengt und ergfntzt 8ich aua den die Lticken ftllendeu Rindenparenchymzeilon ?M einem zuletzt mehrechichtigen Mantel.

BlffflnverlvalbiiBse. (Fig. 888). Die Bliitenstande entspringen meist den Blattaciseln, seltener sind sie entlsUindig; der einzelne Achselprozeß wird oft von laterally Beisprosaen begleitet Solche BIUhestellen bleiben vielfach lange Tvuchsfallig, so daB echte Kaulifltrio entateht. Dahei bilden sießi allmiililieli gegenetiindige Kisseu aus Holz, die mit konzentrischen Ringen von Blütenstandsnaffen besetzt **Bind** und vollig der *Krone« von *Weivfiscfiia* gleichen (S. 421); wie dort sind die auflersten die jQngsten.

Der einzelne Bliitenstand trittgt uuter der (ruclitbaren Xhre zwei gegenstandige Schuppen, aus denert bei vielen Arten noch blutontragende Tochttersprosse hervorgehen, unter Umstanclen mit abermaUger Verzweigung in derselben Weise.

Die Geschlechtervertailuitg ist diiiziadi, jedoch beobaclitete ich einm.1 an *Gnctum gnemon* etnen Spiten2Wfiig einer \$ Aiiro, der tiber dem untersten, \$ Bliitenkrana mehrere \$ trug. Eine Hhnliche BilduDg ist von Pailatore als *G. Griffithii* Iwschrieben •worden.

Die Achse der Einigel;LbTC iat — die \$ der meiaten Arten. ganx ilicht, **die** von *G. gnemon*, *Ilrtmonianum* und *costatum* in sietitbiiren Zwischenriiumen — rait Ringen -von Hoehblattnattu besotat, fiber d^nen die Bliit-en in einem Poteter mehr/.olliger Hajire ^teien. Bei den \$ Pilanzen sit?t an diesen Stelien je cm Kreis von 2 Blflton um die Aclise herum, bei den \$ eine groiie Zahl basipetal angelegter \$ Blflten in spiraliger Anordnung und dartiber oin bis mohrere Krcise unfruchtliarer J, dio in der Rogel bei den afrikanischen und amerikanisclirni Arten foblen. Jede Ahre, aueh dip \$, schlieBt oft mit einor verkiimerten \$ Einzelbliito ab. Das AufblUhen geht von der lliito **naob** oben und unten. Thompson beobachtete an asiatiacien Art«n, daB die SpiraJtenden^ Rich auf die gauze »Alire« ausdelinte. indent did Hochblatttringe in ein Schirauheniiand aufgelOat wurden; iliese Erscheinung war an \$ Blfltenstanden bautig, an \$ gelegentlicli anzutritpn. Aus der **bssfpetatfin** Anlage der BJiiten liiit sich die Geschlechtstrennung so erldaren, daS einmal das Meristem seint Tatigkoit nach Bit dung <les 2 Kranxes einstellt (\$ Ahron), **doi** clen \$ aber die vorherige BjJdunp: \$ BIUten unerlHClich ist und diese nur uiifruchtbar gehalten werden.

Die einzelne £ Blflte besteht aus ciner nach oben verbreiterten, in nvei inutliane Zipfel auslaufentien Biille, die einen keulenfCrmigen Stiel unwblicflt, Auf desoen Kopf, fler mr Blfltozeit sehr Bchnell hervorgofitreckt wird, sitaen in lateralcr Anordnung zwei Syngangien, dietje rait einem SebeitelriJJ aufspringen; *G. gnemonoides* besitzt nur e i n s.

An der 2 Bid to lassen sich nur drei konzentrisch« Hiillen unterscheiden, deren iniifirste, in em langes, felncs Rohr au8ge?ogen, unmitttilbar den Nucellus nmsdilielit. Merkwuirdig ist, daB bei den unfruchtbaieu \$ BIUten der \$ BJUtenBtiinde die Mittelhlille bis auf kaum crkennbare Spuren felilt, aicii aber nachbikJet, wenn diese Bltiten ausnahm^**irala**e doch reife Samen liefert.

Die morpologiscbe Deutung der Bliitenteile ist — tells infolge gezwungener Unterordnung unter eine Tbeorie, tcils infolge zu schematischer Homologisierung der drei doch iinnerhin nicht nahe verwandten Gattungen der *Onetales* — sehr umstritten. Eine kleine Zusammenstellung der Meinungen gibt Lotsy (1811, 8. 349). Die weitestgehende Ansicht vertreten auch hier Lignier und Tiaon (1918). Sie achieBen nSmlich aus einer an einem abnormen \$ Bliitenstantt von *G. scandens* entdeckten Knoape, die ohno Hochblattkragen den Zweig ab8chlieBend aus 4 EilUen mit Haarkranxen und einer Gruppe J Bliiten iwischen eiet bestand, daO jede \$ *GTrefutn-Bliite* aua einem JfuoelluB mit Pruchtknoten und Htillen von Hochblattnatur bestciti. Per Fund beweist indes nur, daB krankha 3 Hoehblattkrapen emporgewaebsen waren und alle HUDen der 2 BKtte bis auf die **innerste** unterdrilckt hatten.

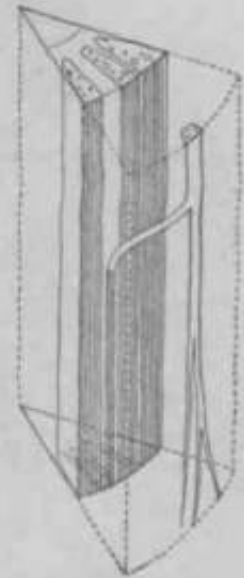


Fig. 1: i. Sohoan des Bttndelverisuti tin Stamm von Gtuinnt (ft#ntottoidt#. (Such La Hi vtf>re;)

Versuchen wir die Erklärung der $\S$ Blüte, so fällt die Übereinstimmung mit *Ephedra*, sofort auf, und die Bezeichnung der Hülle als Perianth aus zwei medianen Blättern erfordert keinen Zwang. Über die Natur des Sporangienträgers läßt sich jedoch kein klares Bild gewinnen; denn die strenge Einföhrigkeit der Pollenbehalter gestattet nicht eine lückenlose Reduktion von der Synangienhülle bei *Ephedra*. — In der $\S$ Blüte ist die Außenhülle nach Beccari's entwicklungsgeschichtlicher Darstellung (1877) ebenfalls median zweilappig, gestattet also die Parallelisierung mit dem $\S$ Perianth; spätere Beobachter sprechen jedoch nicht von einem gleichmäßigen Ringwall. Von den beiden anderen wird die Mittelhülle erst durch Spaltung eines ursprünglich einheitlichen Ringwalles gebildet, ist also — zumal bei ihrer Unbeendigkeit in den unfruchtbaren Blüten — als eine

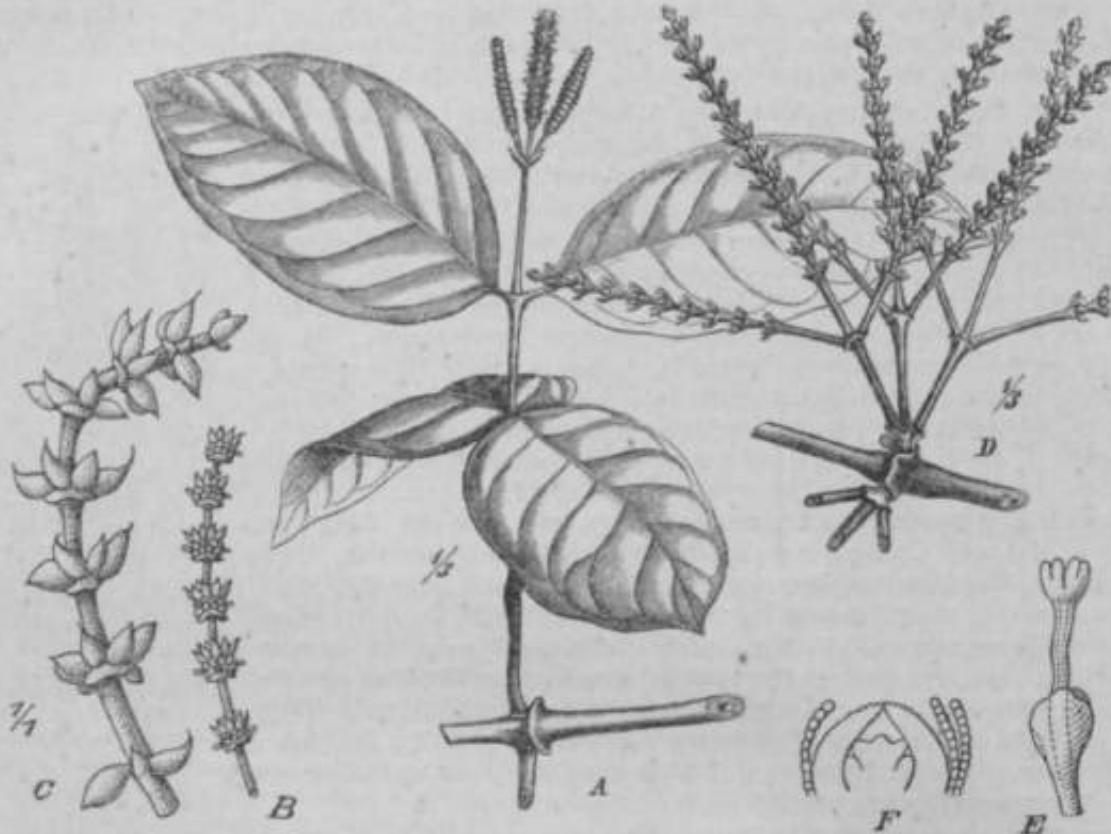


Fig. m. A Zweig mit Blütenstand, D Blütenstand von *Gnetum latifolium* (naeli Blume), B Blütenstand von *G. costatum*, C von *G. gnemon* (nach Karsten), F Längsschnitt einer Blütenanlage von *G. gnemon* (nach Karsten), E Blüte von *G. Brunonianum*, vergr. (nach Strasburger).

Neuerwerbung aufzufassen. Die Innenhülle umschließt unmittelbar den Nucellus und besitzt wie bei *Ephedra* und *Welieitskia* ein Bohr, das einen Bestäubungstropfen enthält: sie ist ein Integument; ebenso infolgedessen die Mittelhülle, die mit ihr aus der gleichen Anlage entsteht. Ihre Zusammengehörigkeit erhellt auch aus einer von Strasburger (1872) mitgeteilten Mifibildung, bei der sie samt dem Nucellus, aber ohne die Außenhülle auf einem Achsenstück emporgehoben waren. Eine sekundäre Erscheinung ist die Verwachsung von Außen- und Mittelhülle zu einem Mantel (mit zwei Leitbündelringen), wie sie den Arten *Gnetum scandens*, *gnemonoides*, *verrucosum* und *ovalifolium* eigen ist.

Von Interesse ist auch die Leitbündelversorgung der Blütenstinde und Blüten (Fig. 236). Ein Kranz von 6, 8, 12, 20 Oder noch mehr Bündeln steigt in dem Internodium aufwärts. In Höhe des Deckblattkragens gibt er wagerechte Äste an diesen ab, die in Transfueionsgewebe enden. In den Ähren verläßt ihn über den unfruchtbaren Blüten wiederum ein Satz von Bündeln (bei den afrikanischen Arten), der bald nach unten umbiegt und infolgedessen sein Habitat nach außen kehrt. Dieser versorgt die Blüten — ganz entsprechend ihrer basipetalen Entstehungsfolge! — und mündet schließlich in die

Deckwattetrage eta. (Bei *G. scandem* ist dies die eimige Verbindung; die obere feblL) Trifft man also hier auf einem Querschnitt in BIUtetiobohe awei entgegengesetzt stehende LeitbflJidelringe, so durchschneidet man dagegen an der entsprechenden Stelle des Q BIQtenstandes deren drei. Dort tritt nämlich ein Kranz normal gestellter Str&nire binzu, der aus den Deckblattstr&ngen hervorgeht und die Vorderseiten der Blüten versorgt; der umgekehrt orientierte, mittlere Kranz versorgt die Rück-<Ober-)seiten der Mitte und hat ursprünglich keine obere Verbindung mit dem durchlaufenden Ring, sondern nur eine untere mit den Deckblattstr&ngen.

Außerdem fallen in der Achse **MarkhOMen** in den Knoten auf, Schleimgänge — die **andi** in den Deckblättern — und schließlich in den Holzteilen der Leitbflinfiel *Kptiedra* ähnliche UoßLBe (mit mehreren L&chern in der Querswand), die sich in einem vegetativen **Teilen** nicht finden: eine Tatsache, die angesichts des konservativen Gepräges der BIUten-region von Thompson als st&ivistisches Merkmal geg&outet wird.

In den § BIUten spaltet sich das Leitbflinfiel in senkrechter Ebene so, daß der vordere und der hintere Teil der H&ttle je einen Strang erhalten; dann gabelt sich der fortlaufende Mittelstrang wagerecht, und von seinen Ästen endet je einer kurz unter einem Pollenbehälter.

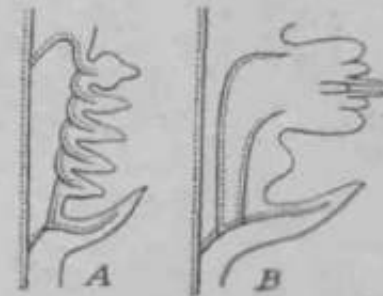
In der § Blüte ordnen *Si&i* die vorn und hinten t.&ntretende B&ndel (§. o.) **bald** in einen Ring, der bis in die Spitze der Äu&enbflle hindurchläuft und als **bald** einen zweiten und dritten abgibt, die entsprechend der Spitze der Mittelhülle und die Baj&is &Jer hineinläufen erreichen. Am Grunde wo die Trennung der Serien erfolgt, beobachtete **Berridge** (1912) bei *Gnetum gnemon* eine H&ufung von Tracheiden; sie deutet diese als Spuren hypotischer S Blüthen.

Boata&bnng und Embryologie. Über die Bestimmung bestehen nur Vermutungen. Auffallend ist die Beobachtung, daß an den n&nftbaren § Blüten **3et** § Blf&tenstilnde Best&ubungstropfen ausgeschieden werden. Nach den entsprechenden Feststellungen **bfi** *Kphedra* und *WUsitscf^a legi* dies die Deutung als Anpassung an **Insektenbesuch**.

Die innere Entwicklung der Befruchtungsorgane ist an mehreren asiatischen und st&ckweise an den **ilrikanischen** Arten untersucht worden. Leider haben die Bearbeiter nicht immer nachgeprüft, welche Arten sie studierten*). Obgleich demnach auch heute noch unser Kenntnis nicht &ckenlos ist so reicht es doch hin, um ein Gesamtbild der Vorgänge so liefern.

In den S Blüthen gliedert sich im Pollensack bypodermal ein Archospor aus, das sich bald in eine zwei Zellen breite Wandabsicht (unmittelbar unter der Epidermis), eine einschichtige Tapete und die Sporenmutterzellen sondert. Bis **sol die** Kpidermis werden alle Hüllschichten zum Aufbau der **HikzopoTOI** verhi&ft. Diese gehen — nicht **all*** gleichzeitig — aus den Sporenmutterzellen durch die Tetradenteilung hervor, bei der erst nach dem zweiten Teilungsschritt Zellwände gebildet werden. Bis zur Reife macht das Pollenkorn noch zwei Teilungen durch, dessen Stelle den S&hl&miik&en **von** generativen, deren zweite von diesem einen vegetativen (»Stielkern«) scheidet. Alle sind mit Plasmahof, aber nicht mit Wand limphen. Auf diese Erscheinungen laßen sich Gegeneute ?M den meisten G&mnospermen, in Übereinstimmung mit *Ephedra* und den sommerblühenden Angio*spermen in wenigen Wochen ab.

*) Für Karatone Angaben in Reiner erster Aufl. (18&S) sind die in der 2. Aufl. (1886) eingeführten Namen maß&brnd! — Thompson (1916) und Aer Vollender adner &atenseh&itf, Haining (1920) haben z. T. überhaupt nicht die Nummern der Buitpniorg-er Gartnolliten pmaant. Iiiirih Aha EDlpf^*enkominf&n des dortigen Direktors, deren Doct&ts v&ntemtfj, bis ich in der L&gfl gtw&ou, die nicht vorhanden Nummern zu be&stimmten. Es st&nd: *G. mofapoanu** Kant ined. = *O. gnemonwl'** Urongn. (wie »chon D. v. L. mitteil&i XV A 29 und XV A 80 aus Samen von »ep. 15« = *Q. neglectum* Bt.: »fip. 59K sterilj XV A 3S und XV A 84 = »sp. 83c = *G. leptotitarhyum* BL; »sp. Borneo* fehlt



Hp. 236. **B&hem dem B&ndelverlaufs in!** Lidift&i-t&nttt cluea £ (A) t&ntd rinw Q (B) TMIMI&e&ut&de* fan Onr&mm, Typm SO f&f&rt&kt&nK&chen Arun, ru&WA P&ir&ld&DA r&ti'S&it&f&il&buiip Iconstrul&f&rt — **Handrom piink&ir&rl, Lrptom ausgezogen.**

Das Archegonium tritt gleichartig in mehreren hypodermischen Zellen auf den Plan. Diese gelangen durch Abgabe von Wandzellen mehr in die Tiefe und bilden dort die Reduktionsteilung durch. Die unfruchtbare Schwesterzelle SUB der Reduktionsteilung (die oben liegt) macht in der Regel die zweite Teilung nicht mit. Das Ergebnis sind 2 bis 3

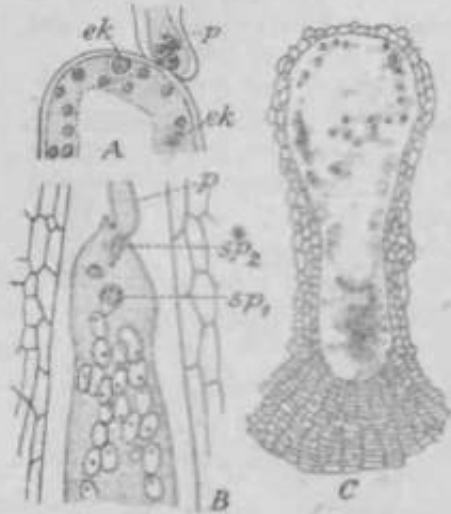


Fig. 137. A Uterus bei *Oenothera gnemoides* (nach Thompson). B bei *O. gnemoides* (nach Karsten), p Pollenschlauch, ek Eizelle, * Spermakern. C Embryo von *O. gnemoides* (nach Coulter).

begrenzten Plasmamasse; das sind die Eizellen. An sich sind ja alle gleich verwendbar, und Karsten hat keine wirklich erkennbaren Unterschiede festgestellt (Fig. 237 A, B).

Die Wand des Pollenschlauches, der sich gegen den Embryosack presst, wird erst ziemlich spät aufgelöst, und sein Inhalt ergießt sich in diesen. Während der Schlauchkern allmählich eingeht, verschmelzen nach Thompson ein (1) generativer Kern, nach Karsten und Lotze beide je mit einem Eizelle.

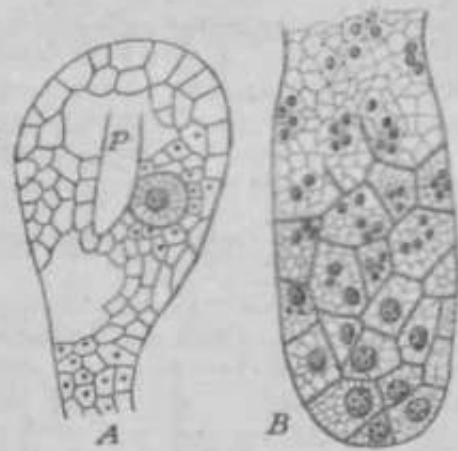


Fig. 138. A flüchtiger Teil des Embryosackes von *Gnetum leptostachyum*, B imterresetmt von *G. gnemoides* nach Hefruulitug, mit Zellbildung und Remverschmelzung (nach Thompson), JI Polensobluwt.

dessen Inhalt bin und wieder verwechselt worden ist, deutet der Ernährungsbedarf des heranwachsenden Samens; morphologisch ist es nach Hannig (1911) homolog der Tapete der Mikrosporangien, die schon bei den Abietineen eine Einschränkung von der vollständigen Umhüllung (Cycadeen) auf die Chalazagegend zeigt.

Nunmehr umgibt die Eizelle von *G. leptostachyum* ein Netz aus mehrkernigen Zellen,

haptoide — in den wenig bekannten Fällen IS-chromosomige — Embryosacke, von denen aber nur einer das Ziel der Entwicklung erreicht. Dieselben Bildungen enthalten auch die rückgebildeten Blüten der Blütenstunde, die bisweilen so reifen Samen auswaschen.

Der primitive Embryosackkern teilt sich nun, während der Embryosack mit der prallen Samenanlage nach dem Eindringen von Pollenschläuchen in den Nucellus stark vergrößert (bzw. vergrößert) und liefert 256, bei *G. gnemoides* und *G. leptostachyum* 512 freie Kerne in einem ± windstündigen Plasmastrang des verkehrt flaschenförmigen Embryosackes.

Unterlassen sind Pollenkörner in der Fließigkeit des Mikropylkanals auf den Nucellusboheitel gesunken und keimen dort. Die Mikropyle wuchst allmählich darauf an der Spitze zu. Mit dem Schlauchkern voran dringt der Pollenschlauch in das Nucellusgewebe ein, während der Stielkern oben zurückbleibt und vergeht.

Sobald der Embryosack erreicht ist, ändern einige von dessen freien Kernen (nach Thompson) ihr Aussehen und umgeben sich mit einem

Währenddessen haben sich alle trigenen Embryosackkerne 2 bis 3mal gleichzeitig geteilt und bilden das Endosperm.

Von dieser Periode an weist *G. gnemoides*, ein laumförmiger Vertreter der Gattung, Unterschiede gegenüber dem Verhalten der Lianen auf, die diese — hauptsächlich vertreten durch *O. leptostachyum* — als primitiver kennezeichnen. Die letztgenannte Art, deren Embryosack ganz mit Plasma und Kernen angefüllt ist, besitzt an dessen Grunde schon vor der Befruchtung Anflüge einer durch Spaltung entstehenden Endosperms. Daselbe berichtet Lotze*) für *G. gnemoides* und *G. gnemoides* und hält es gegen Coulter (1908) aufrecht (1911). Daß »Pflastergewebe« (Fig. 237 C), das sich als dreilagige Zellstruktur unter dem Embryosack bei alien Arten findet und angeblich mit

*) Er deutet es daher als Protoplast.

die später durch Verschmelzung einkernig werden. Derselbe Vorgang spielt sich, von unten vorschreitend, im ganzen Embryosack ab, verbunden mit Zellteilungen (Fig. 238); schließlich ist dieser ganz durch Wände aufgeteilt, und sein halsartiger unterer Abschnitt wächst stark in die Breite (Fig. 239 A). Bei *G. gnemon* sind die Vorgänge entsprechend, aber der Embryosack enthält anfangs eine große Vakuole, um die die Zellen herum liegen stets freie Kerne, die zuletzt vergehen, wie Zörcel.

Aus der betäubten Eizelle gehen mehrere primäre Suspensoren hervor, und zwar bei *G. funiculare* nach Hainig ohne anfängliche Teilung, bei *G. leptostachyuni* nach Thompson aus einem mehrzelligen, bei *O. gnemon* aus einem zweizelligen Proembryo. Die Suspensoren sind mehrkernig, durch Querschnitte geteilt und können sich verzweigen. Sie dringen teilweise erst von der Spitze her ins Endosperm vor, nachdem sie zwischen diesem und dem Nucleus entwunden gewachsen sind. Bei *O. gnemon* und *G. faniadare* verfolgt jeder Sack seinen eigenen Weg (Fig. 239 B); *G. neglectum* und *O. via* sind den Coniferen ähnlich, indem sie alle in einem Bündel vereinigt in die Tiefe schicken (Fig. 239 C). Am Ende jedes Suspensors befindet sich eine

Plasma-Ansammlung mit Kern, von dem die weitere Entwicklung ausgeht.

Sie verläuft bei den windenden Arten gleichmäßig in folgender Weise: Das Ende des Suspensors abscheidet nach innen nach einer Kernteilung eine verkehrt birnenförmige Zelle aus. Wenn dann der Same abgefallen ist, schwillt es an und es tritt jene Zelle in eine Vorwölbung der Wand, in der sie durch mehrere Leisten zu einem Zellhaufen heran-

Vorgänge hat schon Jvaid-Sten (1895) an *G. Ufa* beobachtet. Auch der Zellhaufen streckt sich jedoch wieder und wird zu einem bandförmigen sekundären Suspensor. An dessen Spitze erst bant sich der Embryo auf.

G. gnemon steigt auch hierin Hedeuktionserscheinungen. Bower (1882) und Coulter (1906) haben übereinstimmend gefunden, daß das Ende des primären Suspensors durch Teilung seiner abgeschiedenen Spitzenzelle selbst zum Embryo auswächst, ohne daß sekundäre Suspensoren entstehen. Der Same fällt auch bei dieser Art ab, sobald die Suspensoren ihre Streckung beendet haben.

Die Bildung neuer primärer Suspensoren und ihre starke Verzweigung ist bedingt, daß leicht Polyembryonie eintritt. Sie wurde auch mehrfach beobachtet, zum Teil auch ausgehend von kleinzelligen Interkalazonen im sekundären Suspensor oder an dessen Ende. Das Endergebnis ist jedoch stets ein einziger wachsender Embryo.

Schließlich ist noch der meikwirdige), als Parthenogenese gedauteten Schlauchbildung aus unbefruchteten Zellen des oberen Embryosackabschnittes zu gedenken, die Lotfiy an *G. ula* gelegentlich einer epidemischen Nucleus-Erkrankung wahrnahm. —

Samen. Der reife Same ist bei verschiedenen Arten genau untersucht worden, weil er auffallende Ähnlichkeiten mit dem alt *Bentleyites Morieri* beschriebenen Fossil aufweist. Er ist umgeben von der fleischig gewordenen Außenhülle, die flach meist rot, gefärbt ist und nach Karsten wahrscheinlich Affen zum Verzehren und damit Verbreiten der Samen anlockt. Die Mittelhülle besteht aus einer stark verholzten Innenschicht, die

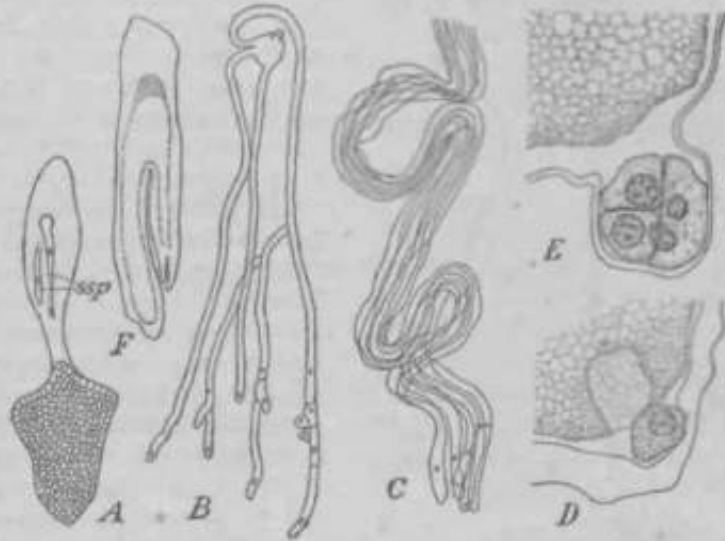
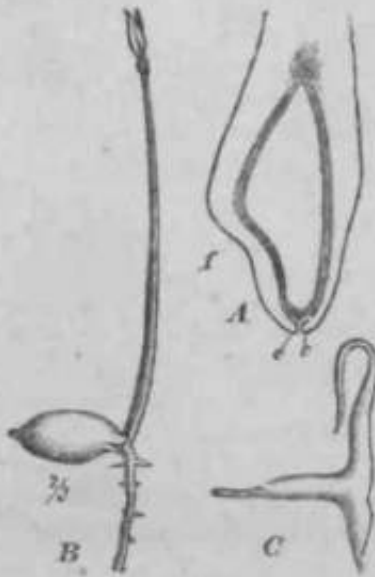


Fig. 239. A. ?-Urya- von *Güflum gwtioH* mUdem herangewachsenen Embryo (nach Thompson), B. primäre Suspensoren. U. *VrUalra* Suspensoren von *O. ptmlemt* fanch HnlulDKi, V von *O. N<S'>'A<S'>''* (iath HnlulugK & AustfütMtsung and f: Mstf Teilnn-
ee (lcr **Qn^Q, fle* Embryos** an tterSpitze dftsirJinim n «nspei»or«
taach Hainink- n **gabwiliiaU, B g. tugbtittm**), V **Xltorar Xn-**
bryo Vm O./"utiferu^ire (nnch Ha In fug).

auisset — hinter den Leitbündeln — einige ± deutliche Rippen entwickelt; um sie legt sich ein oideellreihiger Mantel aus radialen 9-längigen Zellen; zu letzterem gehört die Blinde Jatriuige Parenchym, die Innenbohle bleibt hohlig und parenchymatisch; nur der untere Teil der Mikropyltrichter* verholzt und steckt als Pfropfen in der Öffnung der Mittelhöhle. Dabei bildet sich an der Stelle, wo das Bohrwippenwachsen tat. »auch nach allfälliger Wurtierung, die* wie eine* Muffe* ilber der vordirkten Hand der Hittl-ihille Cteift. Der obere Teil des Mikropylrolirs steckt oft noch in der Öffnung der Außenbohle, die durch nachträgliche Streckung über der Muffe* bgerisct bat, Auch der Nucelluspfeil bildet eine hohe Kappe, die der Embryo mit Hilfe der verdickten Zellen des Endosperm-schottels bei der Keimung abhebt.

Bei mehreren Arten bleiben die Samen nicht sitzend, sondern erheben sich auf einen Stiel, der bei der Keimung seinen eigenen Längen nachwachsen kann. Das Mark verholzt infolge der mechanischen Beanspruchung, und diese Holzstule geht nach oben in die Längsrichtung der Mittelhöhle über.



Keimung (Fig. 240). Der vollendete Same keimt unterirdisch. Er braucht dazu sehr lange Zeit: 8—12 Monate, selten 8. Zuerst legt der Embryo einen Ring an, der die Keimblätter ausgliedert. Nachdem der Procambiumring gebildet ist, wölbt sich an der geotropisch unteren Seite — also ohne Lagebeziehung — ein Keimblatt nach unten. Eypokotyl ein Saugfuß hervor, in den die Leitungsbahnen eintreten. Dieser wölbt sich bedeutend heran und drängt den ganzen Embryo mit der Radicula voran zur Mikropyle hinaus (Fig. 23V F). Die Wurzel biegt sich dann nach unten abwärts, verzweigt sich und tritt nach anfänglichem Stocken als Pfahlwurzel in den Boden, während die Keimblätter aus der Samenschale durch Krümmung des Hypokotyls herausgezogen werden und sich — in ungleicher Reihenfolge — entfalten. So bei *G. gnetum* (nach Bower und Hainig). Sie ergreifen nur im Licht. An *G. gnemonoides* beobachtete Hill in einem Falle, daß die Keimblätter sich streckenden Hauptstammchen einwärts

Fig. MO, Keimung von *Gnetum*

Silt water A usgedrunnen des Saugfußes, B / Saugfuß, C Keimblätter.

Keimlinge: mit dem Keimling, der verläuft besonders beachtet worden; er gleicht im wesentlichen dem der anderen *Gneiss*. Keimlingsentwicklung: Am Anfang stehen zwei Keimblätter, die sich mit diesen so drehen, daß das Protoxylem nach innen zeigt. Die Stränge auf der Seite des Saugfußes treten in diesen ein und treten oberhalb von ihm wieder zu den übrigen. Je höher man kommt, desto mehr bilden sich dazu, bis schließlich in die Mitte der Keimblätter je fünf eintreten.

Gegenüber dem Saugfuß werden die Protoxylemstränge beim Wachstum mit emporgezogen. Sie entwickeln unter den Keimblättern eine Art »Traubengewebe«. Oberhalb des Saugfußes beginnt das Mark zu verholzen. Dort entsteht auch bald ein Kambiumring und ein epidermales Phellogen. Unterhalb des Saugfußes wird das Periderm endogen angelagt.

Verbreitung. Das Gebiet zusammenfassend: Das Gebiet besitzt die Gattung *Gnetum* im tropischen Asien, und zwar kommt die Mehrzahl der dortigen Arten in Westmalaien in ziemlich gleichmäßiger Verteilung vor. Ostmalaien hat nur wenige Arten voraus; nur drei erstrecken ihr Areal über beide Gebiete (*G. gnemonoides*, *iatifolium*). *G. scandens* ist am weitesten gegen subtropisches Land vorgeschoben: es gedeiht am Himalaja und in West- und Ostindien bis Fu-Tschau.

Von *O. gnetum* lassen sich die beiden afrikanischen Arten morphologisch unterscheiden, die durch eine große Lücke von den asiatischen getrennt, in den Hagenwald-Liebkronen an der Guinea-Bucht wohnen.

Ihre beiden Typen werden fortgeführt durch die amerikanischen Arten, die ebenfalls ein ziemlich kleines Areal innehaben: die Regenwälder des Amazonasstroms und Guyanas.

Paläobotanisches. Die Kenntnis fossiler Gnetaceen ist äußerst zweifelhaft. Die Blätter der heutigen *Gnetum*-Arten sind ja so vollkommen dikotylenähnlich, daß man ihnen gleichende Abdrücke nie sicher als gymnosperm wird ansprechen können. Berry hat dies von den Blättern der *Rogersia longifolia* Font, aus den Potomac-Schichten von Patuxent vermutet, die Fontaine als Angiosperme, aber Fremdlinge in einer typischen Juraflora beschrieben hatte.

Die von Renault entdeckten und als *Gnetopsis* beschriebenen paläozoischen Samen haben außer einem langen Mikropylanhang nichts *Gnetum* Ähnliches und sind von Oliver und Salisbury zu *Conostoma* (*Cycadofilices*) gestellt worden.

Aus dem Pliocän von Reuver an der deutsch-niederländischen Grenze teilen C. und E. M. Reid den Fund eines Achsenstückes mit, das mit Ringen von dreieckigen, zweireihig abwechselnden Narben zwischen schmalen, gewellten Trichterkrügen besetzt ist, also einem Teilblütenstand von *Gnetum* auffällig ähnelt. Sie stehen denn auch nicht an, es *Gnetum scandens* var. *robustum* zu benennen; *scandens* deshalb, weil diese Art gegenwärtig am weitesten in auertropisches Klima eindringt (nach Henry in Jiinnan noch bei 1200 bis 1500 m Meereshöhe).

Verwandtschaftliche Beziehungen. Über die Verwandtschaft der Gattung *Gnetum* sind die verschiedensten Vermutungen geäußert worden. Vor allem suchte man immer wieder in dieser oder jener äußerlichen Einzelheit Anklänge an die Angiospermen, geriet aber dabei auf sehr verschiedene Sippen und konnte nie wirkliche Homologien erweisen, weil die Zwischenstufen fehlen. Ebenso erging es mit dem Anschluß an die Gymnospermen, für den bald die Coniferen, bald bestimmte Gruppen von diesen oder besonders häufig die *Bennettitales* herangezogen wurden. Es ist nur natürlich, daß eine so alte Gymnospermen-Familie allerlei Eigentümlichkeiten verschiedenster Vorläufer besitzt, die wir heute in getrennten Formenkreisen wahrnehmen, und daß sie darüber hinaus neue Besonderheiten ausgebildet hat, die zum Teil — entsprechend der allgemeinen Entwicklungsrichtung — denen der heutigen Angiospermen ähneln.

Sicher ist nur eine gewisse Obereinstimmung mit *Ephedra* und *Welwitschia*. Jener gegenüber darf man *Gnetum* im Gametophyten als abgeleitet bezeichnen; zu dieser ist gar keine überzeugende Stellung festzulegen.

Nutzen. Da viele *Gnetum*-Arten eine fleischige Außenhülle um den Samen besitzen, ist es erklärlich, daß sie den Eingeborenen zur Nahrung dienen, zumal die reifen Samen oft hochrot gefärbt sind, was nach Karsten ihre Verbreitung durch Alien fördern soll. Unangenehm sind aber die spitzen Hakenzellen, die das Samengewebe durchsetzen und so heftig jucken, daß eine Art davon den Namen *G. wrens* erhalten hat. Junge Blätter und Sprosse werden als Gemüse gegessen. Die Hauptbedeutung fällt den Gnetaceen jedoch als Faserlieferanten zu. Die Eingeborenen verfertigen aus dem Bast Schnüre, die sie zu Taschen, Netzen, Angelschnüren, Lendenschurzen und dergl. verwenden. Selbst Jagdnetze zum Schweinefang, die doch eine große Festigkeit erfordern, stellen sie daraus her. Das hat seinen guten Grund. King (1919), der eine große Zahl philippinischer Faserpflanzen untersuchte, erkannte in den Schnüren aus einer *Gnetum*-Art — nach seiner Schilderung *G. gnemon* — die größte Trag- und Zerreißfestigkeit unter allen gepriiften Arten.

Einteilung der Familie. Einzige Gattung:

Gnetum L. Mant. ed. 1 (1767) 18 (f. *Gnemon* Rumph. Herb. Amboin. 1 [1741] 181; *Thoa* Aubl. pi. Guy. 2 [1775] 874; *Abutua* Lour., Fl. Cochinch. [1790] 630; *Arthostema*, Necker, Elem. 2 [1791] 280). —

Über die Systematik dieser Gattung sind meist nur Einzelheiten bekannt, Beschreibungen neuer Arten, allenfalls eine vergleichende Zusammenstellung für ein begrenztes Gebiet. Die vielen Namen ohne sichere Beziehungen haben große Verwirrung geschaffen; diese wurde von Karsten (1893) in einer sehr sorgfältigen Durcharbeitung der asiatischen Arten gelichtet. Seine Einteilung, hauptsächlich auf die Blattnervatur gegründet, besitzt jedoch den Nachteil, daß sie Arten wie *G. gne-*

mon und *G. costatum*, die nach der Gesamtheit ihrer Merkmale zweifellos zusammengehören, weit voneinander trennt. Die Übersichten von Endlicher (Synopsis Conif. rarum) und von Parlatore in De Candolles Prodrömus verzichten auf eine feinere Einteilung. — Leider sind mir mehrere Arten nur aus der Beschreibung bekannt und viele Beschreibungen so unzulänglich, daß auch die folgende Aufzählung nur als Entwurf gelten kann; ich hoffe aber, daß sie natürliche Beziehungen ausdrückt. Artenzahl etwa 30.

Übersicht der Sektionen.

I. Gnemonomorphi Mgf. *ft* Ähren mit sichtbarem Achsenstück zwischen den Blütenquirlen. Reife Samen samtig. Aufrechte Holzgewächse.

II. *Cylindrostachys* Mgf. *ft* Ähren ohne sichtbares Achsenstück zwischen den Blütenquirlen. Reife Samen glatt oder warzig, niemals samtig. Lianen des tropischen Asiens.

Sekt. I. *Gnemonomorphi*. A. Subsekt. 1. *Eugnemones* Mgf. $\mathfrak{E}$ Blüthen in jedem Quirl bis zu 10; aufrechte Holzgewächse in Asien. — Aa. Unfruchtbare $\mathfrak{S}$ Blüthen kurz gespitzt, reifer Same eben; Baum; im ganzen Monsungebiet. 1. *G. gnemon* L. (einschließlich *G. acutatum* Miq., *G. Griffithii* Parl., *G. vinosum* Elm.). — Ab. Unfruchtbare $\mathfrak{E}$ Blüthen lang geschnäbelt, reifer Same eben; Strauch in Westmalaſien. 2. *G. Brunonianum* Griff. — Ac. Unfruchtbare $\mathfrak{E}$ Blüthen lang geschnäbelt, reifer Same mit Längsrippen, etwas gestielt und schief; Baum in Neuguinea. 3. *G. costatum* K. Seh.

B. Subsekt. 2. *Micrognemones* Mgf. $\mathfrak{S}$ Blüthen in jedem Quirl 3—4, unfruchtbare $\mathfrak{S}$ Blüthen fast stets fehlend, Blütenstände unverzweigt; zarte Lianen in Afrika. — Ba. Unfruchtbare $\mathfrak{E}^{\wedge\wedge}$ Blüthen manchmal vorhanden, $\mathfrak{E}$ Blüthen in 10 Ringen zu 4, *ft* Ähren mit sehr getrennten Quirlen, nicht verdickt; Angola bis Kamerun. 4. *G. africanum* Welw. — Bb. Unfruchtbare $\mathfrak{g}$ Blüthen stets fehlend, 2 Blüthen in 6—7 Ringen zu 3, *ft* Ähren mit genäherten Quirlen, unter jedem Quirl keulig verdickt; Kamerun. 5. *G. Buchholzianum* Engl.

C. Subsekt. 3. *Araeognemones* Mgf. $\mathfrak{S}^>$ Blüthen in jedem Quirl 2—4, unfruchtbare $\mathfrak{E}$ Blüthen meist fehlend, Blütenstände stark verzweigt, mit auffällig breiten, in der Jugend eingerollten Hochblattkragen; derbe Lianen; Amazonenstromgebiet. — Ca. *ft* Ähren mit stark getrennten Blütenquirlen, ohne Achsenverdickung. — Caa. Blätter derb lederig, mit wenigen, groben, bogigen Seitennerven, unfruchtbare $\mathfrak{E}$ Blüthen fehlend. 6. *G. amazonicum* Tul. — Ca $^{\wedge}$. Blätter groß (bis 20 cm lang), mit schwachen Seitennerven, unfruchtbare $\mathfrak{E}$ Blüthen vorhanden. 7. *G. nodiflorum* Brongn. (vielleicht hierzu *G. oblongifolium* Hub.). — Cay. Blätter fein netzig genervt, am Grunde meist lang verschmälert, Blütenstände auffallend dünn. 8. *G. venosum* Spruce (einschließlich *G. Schwackeanum* Taub. und vielleicht *G. microstachyum* Spruce). — Cb. *ft* Ähren mit genäherten Blütenquirlen, unter diesen keulig verdickt. — Cba. Blätter mit entfernten, bogigen Seitennerven, *ft* Blütenstände locker rispig, unfruchtbare $\mathfrak{E}$ Blüthen fehlend. 9. *G. Leyboldii* Tul. (vielleicht hierzu *G. paraense* Hub.). — Cb $^?$. Blätter mit entfernten, bogigen Seitennerven und feinem, undeutlichem Netz dazwischen, *ft* Blütenstände gedrungen rispig, unfruchtbare $\mathfrak{E}$ Blüthen fehlend. 10. *G. paniculatum* Spruce. — Cby. Blätter mit deutlichem, feinem Nervenetz und geraden, vor dem Rande verbundenen Seitennerven, *ft* Blütenstände wenig verzweigt. 11. *G. urens* (Aubl.) Bl. — *G. nigrum* Carr. aus Cayenne ist nach sterilem Gartenmaterial beschrieben, also ganz unzureichend bekannt.

Sekt. II. *Cylindrostachys*. A. Subsekt. 1. *Anoiktostachys* Mgf. *ft* Blüthen zahlreich (die Parastichen etwa viergliedrig), im ganzen mindestens ebenso hoch wie der zugehörige Hochblattkragen. — Aa. Reifer Same sitzend, *ft* Blütenstände unverzweigt. — Aaa. Reifer Same klein (1 cm lang), spitz, glatt; Westmalaſien. 12. *G. microcarpum* Bl. (vielleicht einschließlich *G. longispica* Ridl.). — Aa $^{\wedge\wedge}$. Reifer Same mittelgroß (2—3 cm lang). — Aa $^{\wedge}$ I. Same stumpf, glatt; Halbinsel Malakka. 13. *G. penangense* Ridl. — Aa/II. Same spitz, warzig; Westmalaſien. 14. *G. edvle* Bl. — Aay. Reifer Same groß (4—5 cm lang), warzig. — AayI. Seitennerven der Blätter einfach (nicht netzig). — AayII. 2 Blütenstand verzweigt, Same keulig, etwas warzig; Molukken. 15. *G. ovalifolium* Karst. — Aay 12. $\mathfrak{E}$ Blütenstand einfach, reifer Same stumpf, stark warzig, den Ansatz umwallend; Westmalaſien. 16. *G. verrucosum* Karst. — AayII. Nervatur der Blätter fein netzig, reifer Same Behr groß (6 cm lang); Malakka. 17. *G. Wrayi* Gamble. — AayIII. Nervatur der Blätter fein netzig, reifer Same etwa 4 cm lang, Blütenstandsachse zur Reifezeit der Samen stark verdickt, Pollenbehälter nurl; Westmalaſien bis Neuguinea und Philippinen. 18. *G. gnemonoides* Brongn. (einschließlich *G. Karstenianum* Warb., *G. Kerstingii* Ltb., *Rumphianum* Becc. und wohl auch *G. macrocarpum* Becc.). — Ab. Reifer Same gestielt, *ft* Blütenstände verzweigt. — Aba. Blätter von langlich-elliptischer Grundform, *ft* Blütenstände mit verlangert-elliptischer Hauptachse, daher langrispig. — Abal. Reifer Same ganz kurz gestielt, schmal, 2 Blütenstand unverzweigt; Bergwald, besonders am Himalaja, von Vorderindien über Hinterindien bis Sinesien. 19. *G. scandens* Roxb. — *G. Cavalieri* Lev. aus Kweitschau ist mir ganz unbekannt. — AbalI. Reifer Same deutlich gestielt, $\mathfrak{S}$ Blütenstand verzweigt. — AboIII. Same spitz, Blätter am Grunde

abgerundet, Nervennetz undeutlich; Westmalesien. 20. *G. funiculare* Bl.*). — AbaII2. Same spitz, Blatter am Grunde verschmälert, Netznervatur stark; Westmalesien bis zu den Nikobaren! 21. *G. ula* Brongn. (einschließlich *G. macropodium* Kurz). — AbaII3. Same stumpf. Blatter groß (20 cm lang); Malakka. 22. *G. Kingianum* Gamble. — Ab/ff. Blatter breit-elliptisch, oft fast kreisrund, Blütenstände mit verkürzter Hauptachse, daher büschelig, reifer Same stumpf. — Ah/31. Reifer Same mindestens doppelt so lang wie sein Stiel; ganz Malesien bis zu den Philippinen und Neuguinea. 23. *G. latifolium* Bl. (einschließlich *G. laxifrutescens* Elm.)*). — Ab^II. Reifer Same nur etwa ebenso lang wie sein Stiel; Philippinen. 24. *G. arboreum* Foxw. —

B. Subsekt. 2. *Kleistostachys* Mgf. \$ Blüten wenige (die Parastichen meist zweigliedrig), im ganzen wesentlich niedriger als der zugehörige Hochblattkragen, reifer Same sitzend. — Ba. \$ Einzeiahren mit mehr als 10 Hochblattkragen. — Baa. Blütenstände unverzweigt. — Baal. Blatter am Grunde oft lang zugespitzt; Westmalesien. 25. *G. neglectum* Bl. (einschließlich *G. macrostachyum* Hook, und *G. apiculatum* Griff.). — BaoII. Blatter am Grunde abgerundet; Sumatra. 26. *G. cuspidatum* Bl. — Hierher vielleicht auch *G. tenuifolium* Ridl. von der Halbinsel Malakka. — Ba^ . Blütenstände reich verzweigt, verlängert; Westmalesien. 27. *G. leptostachyum* Bl. — Bb. \$ Einzeiahren kurz und dick, aus weniger als 10 Hochblattkragen zusammengesetzt, Blütenstände schwach verzweigt; im Bergwald auf Neuguinea und den Philippinen. 28. *G. minus* Foxw.

*) Merrills Einziehung dieser Art unter *Abutua indica* Lour, scheint mir nicht gesichert.



Register zu Band XIII.

Enthält die angenommenen (durch ein vorgesetztes * kenntlich gemachten) Namen der Familien und Gattungen, sowie die Synonyme der letzteren (ohne *).

- *Abies (Tournef.) A. Dietrich 312
- Abies D. Don 321
- Abietia Kent 318
- Abietites 318
- Abutua Lour. 439
- *Acmopyle Pilger 240
- *Actinostrobus Miq. 377
- Adiantites Goeppert 23
- *Aetheotesta Brongn. 35
- *Agathis Salisbury 266
- *Alcicornopteris Kidston 38
- Alethopterides 27
- Alethopteris Sternberg 27
- Altingia Don 263
- Amentotaxus Pilger 270
- Amyelon 114
- *Androstrobus Schimp. 83
- Androvettia Hollick et Jeffrey 249
- *Anomozamites Schimp. 85
- *Antarcticoxylon Seward 18
- Antherangiopsis 97
- Antholithus 44
- *Aphlebiocarpus Stur 38
- Apinus Necker 331
- *Apterothrobus Gothan et Nagel 331
- Araucaria 263
- Araucariaceae 164, 249
- Araucarioxylon Kraus 113, 265, 406
- Araucarites Göpp. 113, 265, 406
- Arberia, 31
- Arceuthos Antoine et Kotschy 396
- Archaeopitys Scott und Jeffrey 120
- *Archaeopterides 23
- Arthostema Necker 439
- Arthrotaxis Endl. 357
- Arthrozamia Reichenb. 78
- Artisia Sternberg 113, 118
- Athrotaxidium 357
- Athrotaxis D. Don 357
- Athrotaxites Ung. 357, 360
- Aulacophyllum Reg. 77
- *Austrotaxus Compton 211
- Autunia F. Krass. 20, 83
- *Baiera F. Braun 110
- Bambusium Heer 120
- *Beania Carruth. 84, 110
- Belemnopteris Feistmantel 32
- Belis Salisb. 358
- *Bennettitaceae 87
- Bennettites Carruth. 95
- *Bernettia Gothan 96
- *Bilignea Kidston 22
- Blechnoxylon 31
- Bolbopodium Sap. 84
- *Bowenia Hook, f. 75
- *Brachyphyllum 405
- Brownetera L. C. Rich. 249
- *Bucklandia Presl 84
- Bulbopodium Saporta 95
- *Caenoxylon Zalesky 119
- *Calamopityaceae 20
- *Calamopitys 20
- Calathiops Goeppert 23, 38
- *Callipterides 28
- *Callipteridium E. Weiff. 28
- *Callipteris Brongn. 28
- *Callitris Ventenat 378
- *Callitropsis Compton 381
- *Callixylon Zalesky 120
- Calocedrus Kurz 389
- Calymmotheca 11
- Cardiocarpales 36
- *Cardiocrarpus Brongn. 36, 117
- *Cardiopteridium Nathorst 23
- *Cardiopteris Schimper 23
- Carpolithes 31, 37
- *Carpolithus L. 37, 84
- Caryopitys Small 331
- Catakidozamia T. Hill 80
- Caytonia 98
- *Caytoniaceae 98
- Cedrostrobus 330
- *Cedroxylon (Kraus) Gothan 406
- *Cednis (Trew) Link 329
- Cembra Opiz 331
- *Cephalotaxaceae 164, 267
- Cephalotaxites 271
- Cephalotaxopsis 271
- Cephalotaxospermum 271
- *Cephalotaxus Sieb. et Zucc. 268
- Ceratostrobus Velenovsk[^] 360
- *Ceratozamia Brongn. 76
- Chaetocladus Senilis 418
- Chamaecyparis Spach 393
- Chamaepeuce Zucc. 393
- Cheirolepis Schimp. 404
- *Cladoxylaceae 19
- *Cladoxylon 19
- Clathraria Stopes et Webb. 84, 95
- Clathrophyllum Heer 120
- Clathropodium Sap. 84
- Clepsydropsis Ung. 19
- *Codonospermum Brongn. 35
- *Codonotheca Seliards 40
- Colpospermum Ren. 37
- *Colpoxylon Brongn. 18
- Columbea Salisb. 263
- *Colymbetes Stopes 84
- *Compsotesta Bertrand 36
- Condyllocarpus Salisb. 349
- Conites 266
- *Conostoma Williamson 34
- Cordaianthus Grand'Eury 115, 118
- Cordaicarpus Geinitz 36
- Cordaioxylon Schenk 113
- Cordaiphloios 114
- Cordaispermum Ren. 36
- *Cordaitaceae 112, 118
- Cordaixylon Grand'Eury 113
- Cornucarpus 26, 37
- *Coseleya Kidston 41
- Crossotheca 11
- Crossotolepis Perroti 404
- *Cryptomeria D. Don 355
- Cryptomeriopsis Stopes et Fuji 357
- Cryptomerites 357
- Ctenidiopsis Racib. 85
- *Ctenis Lindl. et Hutt. 85
- Ctenopsis Berry 85
- *Ctenopteris Brongn. 85
- Ctenozamites Nath. 85
- *Cunninghamia R. Br. 358
- Cunninghamiostrobus 360
- Cunninghamitea Sternberg 360

DIE NATÜRLICHEN PFLANZENFAMILIEN

NEBST IHREN GATTUNGEN
UND WICHTIGEREN ARTEN INSBESONDERE
DEN NUTZPFLANZEN

UNTER MITTWIRKUNG ZAHLREICHER HERVORRAGENDER FACHGELEHRTEN
BEGRÜNDET VON

A. ENGLER UND K. PRANTL

ZWEITE STARK VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE

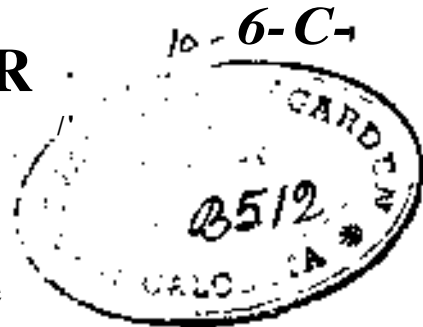
HERAUSGEGEBEN VON

A. ENGLER

13. BAND

Symnospermae

redigiert von **R. Pilger**



W. Qothan, Gycadofilices; **B. Pilger**, Cycadales; **B. Kränsel**, Fossile Cycadaceae, Bennetti-
tales; **B. Pilger**, Ginkgoales; **B. Kränsel**, Fossile Ginkgoaceae, Cordaitales; **B. Pilger**,
Goniferae; **A. Engler**, Geographische Verbreitung der Coniferae; **B. Kränsel**, Fossile Coni-
ferae; **Fr. Markgraf**, Gnetales.

Mit 240 Figuren und 2 Vegetationsbildern im Text,
sowie dem Register zum 13. Bande



LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1926

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, Torbehalten.
Copyright 1926 by Wilhelm Engelmann, Leipzig.**

Druck von E. Haberland, Leipzig.

Inhalt.

Embryophyta siphonogama.

Unterabteilung Gymnospermae.

1. Klasse Cycadofilices von W. Gothan. Mit 47 Figuren	6
A. Gruppen, bei denen die vegetativen Organe, deren Anatomie, Belaubung und Fruktifikationen (wenigstens teilweise) bekannt sind.	8
Lyginodendraceae. Mit 9 Figuren	8
Medullosaceae. Mit 6 Figuren	14
B. Stämme, deren Anatomie bekannt ist, deren Belaubung und Fruktifikation aber nicht	19
Steloxylaceae.	19
Cladoxylaceae. Mit 1 Figur	19
Cycadoxylaceae. Mit 1 Figur	19
Bhetinangiaceae.	20
Megaloxylaceae.	20
Calamopityaceae. Mit 1 Figur	20
Stenomyelaceae.	22
Protopityaceae. Mit 1 Figur	22
C. Belaubung der Cycadofilices und damit in Zusammenhang gefundene Fruktifikationen	22
Archaeopterides. Mit 3 Figuren	28
Sphenopterides. Mit 6 Figuren	24
Fecopterides.	26
Alethopterides. Mit 2 Figuren	27
Callipterides. Mit 8 Figuren	28
Odontopterides.	29
Neuropterides. Mit 3 Figuren	29
Taeniopterides. Mit 1 Figur	30
Glossopterides. Mit 2 Figuren	80
Megalopterides.	32
D. Fossile Gymnospermensamen des Karbon und Perm. Mit 4 Figuren	82
E. Formen zweifelhafter Verwandtschaft. Mit 2 Figuren	38
F. Organe mit Mikrosporangien, die zu den Pteridospermen gehörend oder gerechnet werden	40
G. Anhang. Pflanzen von Farncharakter, meistens mesozoischen Alters, die allermeist zu irgendwelchen Gymnospermengruppen, zum Teil wohl besonderen Familien gehören dürften, nach den bisherigen Kenntnissen jedenfalls keine Farn sind. Mit 3 Figuren	41
2. Klasse Gymnosadales.	
Cycadaceae von R. Pilger. Mit 35 Figuren	44
Fossile Cycadaceae und Verwandte von R. Kräusel	82
3. Klasse Bennettitales.	
Bennettitaceae von R. Kräusel. Mit 13 Figuren	87
Pinusaceae von R. Kräusel	97
Caytoniaceae von R. Kräusel	98
4. Klasse Ginkgoatales.	
Ginkgoaceae von R. Pilger. Mit 9 Figuren	98
Fossile Ginkgoaceae und Verwandte von R. Kräusel	109

5. Klasse Cordaitales .	
Cordaitaceae von R. Kräusel. Mit 4 Figuren	112
Pityaceae von R. Kräusel	120
6. Klasse Conifeae	121
Phylogenie und Systematik der Coniferae von R. Pilger. Mit 2 Figuren	122
Geographische Verbreitung der Coniferae von A. Engler.	166
Taxaceae von R. Pilger. Mit 3 Figuren	199
Fodocarpaceae von R. Pilger. Mit 21 Figuren	211
Araucariaceae von R. Pilger. Mit 7 Figuren	249
Cephalotaxaceae von R. Pilger. Mit 2 Figuren	267
Pinaceae von R. Pilger. Mit 34 Figuren	271
Taxodiaceae von R. Pilger. Mit 11 Figuren	342
Cupressaceae von R. Pilger. Mit 26 Figuren	361
Anhang. Ausgestorbene Coniferen unsicherer Stellung von R. Kräusel	403
Fossile Coniferenhölzer von R. Kräusel	406
7. Klasse Gnetales .	
Ephedraceae von Fr. Markgraf. Mit 8 Figuren	409
Welwitschiaceae von Fr. Markgraf. Mit 6 Figuren	419
Gnetaceae von Fr. Markgraf. Mit 6 Figuren	429
Register.	443
Verzeichnis der Nutzpflanzen und der Vulgärraameu.	446



Abteilung EMBRYOPHYTES SIPHONOGAMAE. (Siphonogamen, Phanerogamen, Endoprothalliaten, Anthophyten, Blütenpflanzen, Samenpflanzen, Spermatophyten.)

Konnothytische Gewächse mit in den Blütenorganen verdecktem Generationswechsel. Die proembryonale Generation (Gametophyt) ist wie bei den heterosporen Siphonogamen eingeschlechtlich und haploid (mit einfacher Zahl der Chromosomen versehen). Die haploide Generation entwickelt sich in den Mikrosporen oder »Pollenkörnern«; sie besteht aus einer zum Pollenschlauch auswachsenden vegetativen Zelle und noch einer oder wenigen kleineren Zellen; die eine von diesen entspricht der Antheridiummutterzelle der Pteridophyten und teilt sich in zwei generative Zellen, welche bei einigen auf der untersten Stufe stehenden Gymnospermen sich in Spermatozoiden umbilden, bei allen übrigen als cilienlose Spermazellen oder als Spermakern fungieren, welche in dem Pollenschlauch zum Befruchtungsapparat vordringen. Die weibliche haploide Generation entwickelt sich in der Megaspore, hier Embryosack genannt, und enthält einige Archegonien oder nur ein einziges auf zwei Synergiden und eine Eizelle reduziertes. Der Embryosack ist der wesentlichste Teil der Samenanlage; bei wenigen Angiospermen ist die letztere auf ihn reduziert. Der aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Embryo (junger Sporophyt) kommt in der Megaspore zur Entwicklung, während diese noch von dem Megasporangium (dem Nucellus der Samenanlage) eingeschlossen ist und in den meisten Fällen, während das Megasporangium noch mit der embryonalen (= diploiden) Generation in Verbindung steht. Mancherlei Modifikationen dieser Verhältnisse kommen bei den Angiospermen (s. d.) vor. Außer bei den Klassen *Cycadales*, *Ginkgoales* und *Gnetales* löst sich erst nach vollständiger Ausbildung des Embryo das Megasporangium oder der den Embryo umgebende Gewebekörper (nun Samen genannt) von der älteren embryonalen Generation los. Mit der Keimung des Samens geht die (durch die Samenruhe unterbrochene) Entwicklung der neuen embryonalen Generation (Sporophyt) weiter, deren Zellen doppelt so viel Chromosomen enthalten wie die Zellen des Gametophyten, bis mit der Entwicklung der Sporenmutterzellen wieder die Reduktion der Chromosomen auf die ursprüngliche Zahl erfolgt.

(A. Engler.)



I. Unterabteilung: GYMNOSPERMAE.

Limlley, Introd. Nat. Syst. Botany (1830) 245, Nat. Syst. Ed. II. (1836) 310; Engler. Syllab. Vorles. (1892) 59. — *Phanerogames Gymnospermes* Brongn., Prodr. Hist. Yégét. Foss. (1828) Y et 88.

Samenanlagen unmittelbar dem Pollen bei der Bestäubung zugewandt, an offenen Carp., oder terminal, Narben fehlen. § Prothallium vielzellig, vor der Befruchtung den Embryosack (= Megaspore) ausfüllend, Archegonien meist typisch entwickelt. § Prothallium wenigzellig oder 0. Blüten (mit Ausnahme der fossilen *Beimettitaceae*) eingeschlechtlich, meist ohne Blütenhülle; Mikrosporangien auf der Unterseite der Sporophylle oder an schildförmigen Sporophyllen oder terminal. Bestäubung allermeist durch Wind. Nur Holzpflanzen.

Übersicht über die Klassen.

I. **Cycadofilices** (*Pteridospermeae*) Potonié. Lehrb. Pflanzenpaläont. (1897—99) 160; E. P. 1. Aufl. I. 4 (1902) 780. — Pflanzen von farnartiger Tracht, was die Belaubungfrucht anlangt, Stamm mit zentripetal und zentrifugal entwickeltem Xylem; an letzteres schließen sich ein sekundärer Holzkörper von coniferoider Struktur, meist mit Hoftupfeltracheiden von araucarioidem Charakter, selten mit mehr treppenartig verdickten Zellen. Blattstiele (anatomisch) farnartig (oder cycadoid). Bei einer Anzahl sind Samen in Zusammenhang mit den vegetativen Organen bekannt; das Vorhandensein selbst bei den nur vegetativ bekannten Formen ist anzunehmen. Die Samen sind äußerlich sehr verschieden, haben aber alle eine Pollenkammer, wie auch die der *Cordaitales* sowie *Ginkgo* und *Cycadeen*. (Das Vorhandensein von beweglichen Spermatozoiden ist anzunehmen.) Ein Embryo ist noch nicht gefunden worden; der Grund hiervon ist unklar. Die Samen staken z. T. in Kupulen; z. T. hatten sie einen fleischigen Aufhänger (Sarkotesta); es erhielt sich dann meist nur der Kern, der eine feste Sklerotesta zeigt; bei andern Samen fehlt eine Sarkotesta. Die § Organe sind nicht mit Sicherheit bekannt; für einige werden Mikrosporangien von Farncharakter angegeben sowie solche eines andern Charakters. —

Ausgestorbene Gymnospermen. Die Gruppe kommt von Perm bis Tertiär vor; früher (oberdevonische) Vorkommen sind unverbürgt; spätere (Kupferschiefer) nur spärlich (außer vielleicht in der Gondwana-Flora). In Deutschland im Mesozoikum jedenfalls nicht vertreten.

II. **Cycadales** Engler, Syllab. Vorles. (1892) 60. — Blüten nackt, meist zapfenförmig, terminal oder seitlich. § Blüten mit zahlreichen Stain., die an der Unterseite zahlreiche Sporangien tragen. § Blüten mit zahlreichen schuppenförmigen, schildförmigen oder niedrig eingeschnittenen Carp., mit meist 2 (bei *Cycas* bis 8) gradlinigen Samenanlagen mit einem Integument; Samenschale mit harter Mittelschicht; Nährgewebe reichlich; Kotyledonen 2. — Holzgewächse mit unterirdischem oder oberirdischem, meist unverzweigtem Stamm mit großem Markkörper; Laubbblätter groß, meist einfach, selten doppelt gefiedert.

Familie: *Cycadaceae*.

III. **Bennettitales** Engler, Syllab. Vorles. (1892) 61. — Stamm zylindrisch oder knollenförmig, zuweilen gabelig verzweigt, oft mit einem Paar/er von Blattpaaren bedeckt, mit

sekundärem Dickenwachstum; Blüthen endständig oder stammbürtig zwischen den Blättern, zwittrig oder diklinisch, z. T. vielleicht auch diözisch, ihr Bau im einzelnen recht verschieden. Eine glockenförmige oder aus spiraligen Hüllblättern bestehende Blütenhülle meist vorhanden, 8stam. damit verwachsen oder gefiedert, Samenanlage endständig, mit dikotylen Embryo und einem Integument, zwischen den Fruchtblättern sterile »Interseminalschuppen«, die zu einem nur die Mikropylarröhren frei lassenden Panzer, einer Art Fruchthülle verwachsen. — Ausgestorbene Gymnospermen nur vom Keuper bis zur Unteren Kreide bekannt, mit seltenen Nachläufern noch in der jüngeren Kreide.

Familie: Bennettitaceae.

IV. **Ginkgoales** Engler, in E. P. 1. Aufl., Nachtr. (1897) 341. — \$ Blüten einzeln axillär, locker, Stam. mit 2 Sporangien und kurzer Endschuppe. \$ Blüten einzeln axillär, mit langem, diinnem Stiel; Carp. 2, rudimentär, den unteren Teil der Samenanlage manschettförmig umgebend, mit je einer Samenanlage; Samenanlage gerade, mit einem Integument. Same groß, rundlich. Kotyledonen 2. — Verzweigte Bäume, mit Lang- und Kurzzweigen, Blätter keilförmig oder fächerförmig.

Familie: Ginkgoaceae.

V. **Cordaitales** Engler, Syllab. Vorles. (1892) 60. — (Meist) Bäume mit araucarioider Holzstruktur; Blätter und zum Teil auch das Primärholz der Achse mit zentrifugalem und zentripetalem Xylem; Blätter meist groß, paralleladrig oder lanzettlich, vielleicht auch nadelförmig. Blüten diklinisch, zu \$ und \$ ährenartigen Blütenständen mit Hochblättern vereinigt; Stam. mit mehreren Sporangien, Pollenkörner vielzellig; Samenanlage orthotrop, das Integument eine Mikropylarröhre und eine Pollenkammer freilassend. — Ausgestorbene Gymnospermen, sicher nur vom Kulm bis Kottliegenden nachgewiesen, Hauptentwicklung im Karbon.

Familie: Cordaitaceae.

VI. **Coniferae** [L. Philos. Bot. (1751) 28] Jussieu, Gen. Plant (1789) LXX et 411 (als Ordo); Benth. in Benth. et Hook. f. Gen. PL III (1880) 420 (als Ordo); Engl. Syllab. Vorles. (1892) 61. — Blüten monözisch oder diözisch. \$ Blüten terminal oder einzeln axillär, dann oft am Grunde mit Schuppenhülle; Stam. flach oder schildförmig, häufig mit 2, aber auch mit mehreren oder bis gegen 20 (*Araucaria*) Sporangien; Pollenkörner mit oder ohne Flugblasen. \$ Blüten zapfenförmig mit zahlreichen Carp., oder bis auf wenige oder ein Carpell reduziert, selten Carp. 0 und die Samenanlagen terminal (*Taxaceae*); Carp. einfach oder mit Auswüchsen (Ligularschuppe oder Epimatium oder Schuppenwulst oder Fruchtschuppe), diese vom Carp. wenig geschieden oder stärker getrennt und selbständig und dann die Samenanlagen tragend; Samenanlage 1 am Carp. (*Araucariaceae*, *Podocarpaceae*) oder 2 (*Pinaceae*) oder zwei bis mehrere (*Taxodiaceae*, *Cupressaceae*), aufrecht oder umgewendet, mit einem Integument. Samen verschieden, geflügelt oder ungeflügelt; Kotyledonen 2—15. — Reichverzweigte Bäume oder Sträucher, mit meist schmalen Blättern (Nadeln) oder Schuppenblättern. Mark klein, Holzkörper stark entwickelt, Sekundärholz ohne Gefäße.

Familien: Taxaceae, Podocarpaceae, Araucariaceae, Cephalotaxaceae, Pinaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae.

VII. **Gnetales** Engler, in E. P. 1. Aufl. II. 1 (1887) 2. — Blüten sehr verschieden, durch Reduktion diklinisch, meist diözisch. \$ Blüten mit mindestens zwei verwachsenen, medianen Hüllblättern, mit mehreren ein- bis dreifächrigen, gestielten Synangien, oft mit rückgebildeten 2 Organen. 2 Blüten mit einer oder zwei Hüllen, darin eine aufrechte Samenanlage, die in einem röhrenförmig ausgezogenen Integument steckt. Embryo mit 2 Kotyledonen. — Holzgewächse ohne Harzgänge, mit echten Gefäßen im sekundären Holz; Blätter gegenständig, aber sehr verschieden ausgebildet. Verzweigung in der Blütenregion dichasial. Blütenstände zapfenartig, aus dekussierten Deckblattpaaren aufgebaut.

Familien: Ephedraceae, Welwitschiaceae, Gnetales.

Über Phylogenie und Verwandtschaftsverhältnisse der Klassen vergleiche den einleitenden Abschnitt bei den *Coniferae*.

1. Klasse: Cycadofilices

von

W. Gothan.

Mit 47 Figuren.

Geschichtliches. Die Geschichte der Kenntnis dieser Gruppe fossiler Pflanzen reicht weiter zurück, als man im allgemeinen liest. Schon der österreichische Paläobotaniker Stur hat in seinen großen Farnfloren der Steinkohlenformation (1885) ausdrücklich gewisse Gruppen der »Karbonfarne« von seinen Betrachtungen ausgeschlossen, nämlich insbesondere die Alethopteriden, Neuropteriden und ähnliche, mit der durchaus richtigen Begründung, daß man trotz der teilweise außerordentlich großen Häufigkeit einer ganzen Reihe dahin gehöriger Arten diese noch niemals mit den für die Farnen charakteristischen und auch bei fossilen Farnen wohl bekannten Sporen oder Sporangienhäufchen gefunden habe. Die spätere Forschung hat Stur nicht nur Recht gegeben, sondern es hat sich sogar gezeigt, daß eine große Menge von den Objekten, die er glaubte mit Sicherheit zu den Farnen rechnen zu dürfen, ebenfalls zu den davon auszuschließenden Formen und zwar zu der vorliegenden Gruppe der *Cycadofilices* usw. gehört. In der Folge sprachen sich für gewisse Formen Renault und Sterzel dahin aus, daß gewisse *Alethopteris*-, *Neuropteris*- usw. Arten zu den Medullosen gehört haben dürften, einer Pflanzengruppe, die zu den *Cycadofilices* gehört und vermöge der gymnospermenhaften Charaktere nicht als Farnen angesprochen werden könnte. Durch die zahlreichen Untersuchungen strukturzeigender fossiler Pflanzenreste, wie sie namentlich durch Williamson, Renault, Scott, Sterzel und andere ausgeführt worden waren, hatte sich weiter gezeigt, daß es unter den Fossilien namentlich des Karbons eine ganze Reihe gibt, die im Stamme Gymnospermencharaktere (besonders sekundäres Dickenwachstum), in den Blattstielen dagegen farnartige Beschaffenheit zeigt. Man konnte diese weder bei Gymnospermen noch bei den Farnen unterbringen, und H. Potonie zog daher die Konsequenz, indem er sie in eine besondere Gruppe stellte, deren Name das Vorhandensein von Eigenschaften der beiden in Frage kommenden Pflanzenreihen andeutet: *Cycadofilices*, wobei unter den Gymnospermen speziell auf die Cycadeen exemplifiziert wurde, weil nach der damaligen Auffassung besonders der Medullosenstamm im Dickenwachstum als *Cycas*-ähnlich angesehen wurde. In ein neues Stadium trat die Frage, als es im Jahre 1904 den Engländern Oliver und Scott durch mühevollen Untersuchungen an strukturzeigendem Material aus englischen Dolomitknollen gelang, die Zugehörigkeit von Sainen zu Stamm- und Stengelorganen nachzuweisen, die zu der Gruppe der *Cycadofilices* gehören; auch die Belaubung ist bei dieser sehr vollständig bekannten fossilen Pflanze bekannt. Bei einigen anderen »Karbonfarnen« wurden später ebenfalls im Zusammenhang mit dem Laub Samen gefunden, und man erkannte, daß man einer neuen Pflanzengruppe auf die Spur gekommen war, bei der die Charaktere der vegetativen Organe z. T. durchaus farnartig waren, die aber zu den samentragenden Gewächsen (Gymnospermen) gehörten. Die Engländer wendeten daher für diese den Namen: *Pteridospermeae* (Farnsamige) an. Die Entdeckung der Samen war im Grunde eine Bestätigung der Ideen mehrerer früherer Forscher und auch eine Krönung der Gedankenlinie H. Potonies, der allerdings merkwürdigerweise sich gegen die Anerkennung der Samen gestraubt hat. Man bezieht jetzt in diese Gruppe ein: 1. solche fossilen Pflanzenreste, die auf Grund der Anatomie zu den *Cycadofilices* im alten Sinne gerechnet wurden bzw. gerechnet werden müssen, 2. solche, die mit den Samen bekannt sind, und kann 3. auch noch zahlreiche nur in Abdrücken*) bekannte Blätter von Farnlaubcharakter dahin bringen, bei denen man auf Grund bestimmter Merkmale die Zugehörigkeit zu den Farnen ablehnen muß, wie es schon früher Stur getan hat. Es besteht allerdings eine gewisse Schwierigkeit, die »Farnlaubreste« (Pteridophyllen Nathorst)

*) Es muß hier daran erinnert werden, daß bei den fossilen Pflanzen zwei vollständig verschiedene Erhaltungsformen zu unterscheiden sind, einmal die sogenannten »Abdrücke«, das heißt die kohlig erhaltenen Pflanzenfossilien (wobei allerdings die Kohle später verschwunden sein kann), und andererseits die »strukturzeigenden« Pflanzenreste, bei denen der Pflanzkörper nach entsprechender Präparation durch Dünnschliffe noch auf seine anatomische Struktur untersucht werden kann (echte Versteinerung, Intuskrustation; Petrifikationen der Engländer). Im letzten Falle ist das Versteinerungsmittel aus seiner Mineralisierung aufgefallen und hat den Pflanzkörper Zelle für Zelle ersetzt und durchdrungen, wobei ein Teil der Zellsubstanz in Form von dunkelfärbender »Kohle« erhalten geblieben sein kann. Während im letzteren Falle das Studium der Anatomie keine Schwierigkeiten macht, die äußere Beschaffenheit der betreffenden Pflanze aber oft nur schwierig zu erkennen ist, ist das Äußere im anderen Falle von selbst gegeben, dafür aber die Untersuchung der Anatomie sehr erschwert oder unmöglich. Doch kann man bei diesen nach Vorahme besonderer Präparation (Mazerationmethode) noch die Epidermen der Stengel, Blätter usw., sowie bei Blütenorganen Sporen, Pollen, sowie überhaupt besonders widerstandsfähige Zellarten isolieren. Die echten Versteinerungen zeigen als Versteinerungsmaterial am häufigsten Kieselsäure, kohlensaurer Kalk, Dolomit ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) oder Phosphorit.

sauber in wirkliche Farn- und Pteridospermenblütter zu trennen — sie wurden bisher meist als »Pteridophyten« zusammen behandelt —, doch soll es hier versucht werden, wobei bei solchen Formen, bei denen Zweifel angebracht sind, dies bemerkt werden wird. Seward hat sich dafür ausgesprochen, die beiden Namen (*Cycadofilices* und *Pteridospermeae*) mit besonderer Bedeutung festzuhalten, indem er als Pteridospermen nur diejenigen bezeichnet, die mit Fruchtkörperorganen (Samen) bekannt sind, und als *Cycadofilices* im Sinne H. Potoniés diejenigen, die nur auf Grund der anatomischen Verhältnisse der Vegetationsorgane zu der Gruppe gestellt werden. Wir möchten dagegen mit Scott und anderen betonen, daß eine Grenzziehung hier außerordentlich schwierig und ± Geschmacksache ist und dafür halten, daß auch bei den *Cycadofilices* wohl ohne Reserve Samen als Fruchtkörperorgane angenommen werden müssen; wir brauchen daher die Namen *Cycadofilices* und *Pteridospermeae* gleichsinnig. Die große Mannigfaltigkeit und Häufigkeit der Samentypen in der Steinkohlenflora findet allein durch die Erkennung der systematischen Stellung der außerordentlich zahlreichen *Cycadofilices* eine Erklärung, da man früher als Samenträger eigentlich nur die artenarmen Cordaiten-Bäume in Anspruch nehmen konnte.

Hier ist noch zu erwähnen, daß auch unter den »*Lepidophyta*« Pflanzen bekannt sind, die mit samenanähnlichen Organen als Fruchtkörperorgane behaftet sind: *Lepidocarpon* Scott, in Zapfen von *Lepidostrobus*-Charakter gefunden. Ob hier wirkliche Samenpflanzen vorliegen, ist noch unklar. Wir werden diese Formen im Anschluß an die *Lepidophyta* besprechen.

Wichtigste Literatur: (Solche über einzelne Gruppen siehe bei diesen.) Williamson und Scott: Further observ. on the organisation fossil vegetables. III. *Lyginodendron* und *Heterangium*. Phil. Transact. Roy. Soc. London 1896, sowie frühere Schriften von Williamson in dessen Werk: Organisation fossil plants etc. — Scott, Studies on fossil botany, 3. Aufl. London 1923, II, S. 1ff. — Seward, Fossil plants, II, 1910, S. 484—580; III, 1917, S. 35—213. — Graf Solms-Laubach, Einleitung in die Paläophytologie, insbesondere Kapitel 4 und 15, 1887. — Kubart, Über die Cycadofilices *Heterangium* und *Lyginodendron* aus dem Ostrauer Kohlenbecken. Osterr. bot. Zeitschr. 1914. — Oliver und Scott, *Lagenostoma Lomaxi* usw. Phil. Transact. Roy. Soc. London B, 197, 1904. (Weitere Literatur weiter hinten.)

Merkmale. Stämme bzw. Stängel mit Gymnospermenstruktur, d. h. mit ± starkem sekundärem Dickenwachstum im Holzteil. Dieser ist im wesentlichen nach Koniferenart mit Markstrahlen aufgebaut; die Tüpfelung der Tracheiden besteht aus Hoftüpfeln, die meist die Radialwände der Holzzellen gänzlich bedecken, die Stellung der Hoftüpfel ist »araucarioid« (wie bei den Araucariaceen), d. h. diese stehen dicht gedrängt, hier immer in mehreren Reihen und die einzelnen Hoftüpfel platten sich gegenseitig zu Hexagonen ab, da sie nicht gleichhoch in nebeneinanderstehenden Reihen stehen. Die dichte Drängung der zahlreichen Hoftüpfel nähert sich oft dem Eindruck netzartiger Verdickung. Im Zentrum ein Mark vorhanden oder eine Zentral-Stele, manchmal auch solche mit »Markgewebe« dazwischen, d. h. Leitbündelelemente im Zentrum (»gemischtes Mark, mixed pith«), die mit oder ohne sekundäres Dickenwachstum sein können. Zentrifugales Xylem an der Markkrone vorhanden, wo meist das Protoxylem sitzt. Rinde verschiedenartig. Blattstiele farnartig, mit einem oder mehreren im Querschnitt verschieden gestalteten Leitbündeln meist mit Treppentracheiden, bei einigen Formen farnartig, bei einigen Formen mehr cycadeenartig; Xylem im Blattstiel ohne sekundären Dickenzuwachs. Beblätterung farnartig meist aus stark gegliederten Wedeln von *Sphenopteris*-, *Alethopteris*- und *Weyropteris*-Charakter u. dgl. § Fruchtkörper Samen einfacher Struktur mit Pollenkammer (wie bei *Girika*, Cycadeen und Cordaiten). Samen einzeln, nicht in Zapfen, mit reich differenziertem Leitbündelsystem. Embryo merkwürdigerweise noch nicht erhalten gefunden. § Fruchtkörper noch nicht mit Sicherheit bekannt. Die dafür ausgegebenen tragen den Charakter verschiedener Farn-Sori, doch ist der Zusammenhang mit den betreffenden Stämmen oder Blättern und Samen meist nicht sicher. Auch für die Samen ist nur in wenigen Fällen der Zusammenhang mit den anderen Teilen der Pflanze sicher nachgewiesen (*Lyginodendron*, einige *Neuropteris*-Arten und andere), indes für andere Fälle anzunehmen.

Geologische und geographische Verbreitung. a) Geologisches Vorkommen. Die *Cycadofilices* sind ausschließlich fossil bekannt, und kommen vom untersten Karbon (Kulm) bis zum Perm vor, sind im Rotliegenden noch häufig, im Zechstein nur noch in Residuen vorhanden. Dies gilt für die Karbon-Permflora des europäischen Typus. In den Gebieten der Gondwana- oder *Glossopteris-Flora**, dem Alter nach

*) Es müssen hier einige Erläuterungen zu dem hier mehrfach gebrauchten Begriff der Gondwana- oder *Glossopteris-Flora* und der im Gegensatz dazu stehenden Karbonflora des

etwa vom obersten Karbon oder unteren Perm (Permokarbon) bis zum Ende der Trias reichend, sind ebenfalls Pteridospermen als vorhanden anzunehmen, wie sowohl Funde von vegetativen Organen mit erhaltener Struktur (*Rhexoxylon* und *Blechnoxylon*), als auch die Verhältnisse der in Abdrücken erhaltenen »Farnwedel« nahelegen. Auch im Oberdevon wird schon *Cycado* (Zices-Ahnliches angegeben (Nordamerika), dicke gymnospermoide Stämme mit Sekundärholz und Zentrifugalxylem (Familie *Pityaceae*), doch ist die Zugehörigkeit zu den Pteridospermen nicht sicher; die Pityeen werden von den meisten Autoren lieber zu den *Cordaitales* gerechnet, haben aber nahe Beziehungen zu den *Cycadofilices*. Weiterhin ist die Art der Belaubung dieser Stämme nicht bekannt, und Samen sind im Oberdevon überhaupt noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Für die zahlreichen verschiedenartigen farnähnlichen Formen aus dem Mesozoikum (*Thinnfeldia*, *Cycadopteris* usw.), von denen man nur das weiß, daß sie zu irgendwelchen Familien der Gymnospermen gehören, ist gelegentlich eine Zugehörigkeit zu den Pteridospermen behauptet worden, was aber nur unbewiesene Vermutungen und Konstruktionen sind. In der Gondwana-Flora dagegen kann man an eine Persistenz der Gruppe bis ins Mesozoikum denken, wenn nämlich die Glossopteriden, die sich ja stellenweise bis zum Rhät-Lias erhalten haben, solche darstellen. Unterstützt würde diese Auffassung durch das Vorkommen von *Blechnoxylon*, eines allerdings noch ungenügend bekannten Typus aus Australien, und vielleicht von *Rhexoxylon* aus den Karrooschichten Südafrikas, dessen Zugehörigkeit zu den *Cycadofilices* allerdings nicht sicher ist.

»europäischen Typus« gegeben werden. Der Name *Glossopteris-Flora*, ist hergenommen von den häufigsten und charakteristischsten Angehörigen dieser Flora, der Name Gondwanafloa von einem ostindischen Gebiet, wo diese Flora besonders gut entwickelt ist. Mit Rücksicht auf den wahrscheinlich zirkumpolaren Ursprung beider Floren habe ich diese Floren auch als arktokarbonische und antarkto-(permo)karbonteche Flora bezeichnet. Während im Unterkarbon die Flora an den verschiedenen Punkten der Erde keine beträchtlichen einschneidenden Unterschiede aufweist, ist dies vom Ende des Karbons an sehr deutlich der Fall. In den Schichten des mittleren Karbons, einer unendlich langen Periode, wo sich bei uns die Hauptsteinkohlenbildung des Karbons vollzog, kennen wir aus den Gondwanagebieten keine Pflanzen, und dies ist auch der Fall in zahlreichen Gebieten Ostasiens und Sibiriens. Während man also bei uns sozusagen eine lückenlose Florenfolge vom Kulm (Unterkarbon) bis zum Perm hat, klafft in den Gebieten der *Glossopteris-Flora* zwischen der Unterkarbonflora und der erst gegen Ende des Karbons sich einstellenden Gondwanafloa eine weite Lücke. Die in den Gondwanagebieten an der Wende der Steinkohlen- und Permformation auftretende Pflanzenwelt, die ebenfalls Kohlenflöße gebildet hat (permokarbonische Flora) weicht von der gleichartigen des europäischen Typus ganz und gar ab und führt eine Anzahl von Leitformen, an denen die Gondwanaassoziation kenntlich ist, es sind dies 1. die farnähnlichen Glossopteriden (*Glossopteris* und *Gangamopteris*) mit den dazu gehörigen Wurzeln (*Vertebraria*), 2. **Neuropteridium* validum, 3. von schachtelhalmartigen *Schizoneura gondwanensis* und die *Phyllothea*-Arten, 4. die Cordaiten-ähnlichen *Noeggerathiopsis*-Arten, 5. noch andere seltenere Formen, zu denen z. B. *Belemnopteris*, *Ottokaria*, *Arberia* u. a. gehören, neben denen man noch die zwar nicht überall gefundenen, meist mit Ginkgophyten in Verbindung gebrachten *Rhipidopsis*-Arten nennen kann. Diese Pflanzengemeinschaft tritt in einer ganzen Anzahl von großenteils antarktisch-zirkumpolar gelegenen Gebieten auf, wie in Südamerika (Brasilien, Uruguay, Argentinien und den Falklandsinseln), in Südafrika (vom Süden hinauf bis Madagaskar, Deutsch-Ostafrika), weiterhin (nördlich des Äquators) rein in Afghanistan, Ostindien, dann in Australien und Tasmanien. An verschiedenen Stellen treten mit ihr in Berührung Formen aus dem arktokarbonischen Gebiet, wie *Lepidodendron*, *Psaronius*, *Sphenophyllum*, gewisse *Pecopteris*-Arten usw. Dies ist z. B. der Fall in Brasilien, sehr untergeordnet oder fraglich in Südafrika und Ostindien, dagegen charakteristisch in zahlreichen Kohlenbecken des westlichen, mittleren und östlichen Sibiriens, wo *Callipteris*-Arten und andere unserer Perm-Arten nahestehende Formen mit Phylloteken, *Noeggerathiopsis* und anderen zusammen vorkommen, also bis zu gewissem Grade eine Mischung beider Floren eintritt. Die Glossopteriden selbst finden sich nicht oder nur spurenweise in diesen Gebieten, mit alleiniger Ausnahme bisher vom nördlichen Rußland, wo sich *Glossopteris* ebenfalls in Mischung mit europäischen Formen findet. Hinzuzufügen ist noch, daß *Glossopteris* auch nahe dem Südpol (85° südlicher Breite) von der Scott'schen Expedition gefunden wurde. Eigenartigerweise findet sich im östlichen Asien (Korea, China), vielleicht auch in den jetzigen südlichen Vereinigten Staaten eine besondere Florenprovinz, die zwar sich mehr dem arktokarbonischen Charakter anschließt, aber durch eine Anzahl von Eigenformen unverkennbare Selbständigkeit zeigt (*Gigantopteris-Floa*).

Außerordentlich bemerkenswert ist, daß die Gondwanafloa in ihren eigentlichen Heimatgebieten kurz vor und besonders im Gefolge der dortigen permischen Vereisung auftritt; in den Gebieten mit Mischung der beiden Floren (Sibirien) sind keine Vereisungsspuren wahrzunehmen.

B. Stämme, deren Anatomie bekannt ist, deren Belaubung und Fruktifikation aber nicht.

Steloxylaceae.

Steloxylon Solms-Laubach, in Zeitschrift Bot. II (1910) 529. Stämme mit einem System von zylindrischen und bandförmigen Stelen, die unregelmäßig anastomosieren. Der Querschnitt ähnelt oberflächlich *Medullosa*, unterscheidet sich aber im ganzen sehr davon. Jeder Strang enthält ein Sekundärholz mit behöft Tiipfeln. Im Zentrum mögen sie »gemischtes Mark« (Parenchym mit Tracheiden) gehabt haben. Der Stamm ist mit dünnen Blattbasen bedeckt, die zwei bis mehr Blattbündel enthalten von der Art der Stammstelen, die einfach in die Blätter auszuweichen. Von P. Bertrand wurde fälschlich *Clepsydraxis* Unger als Blattspur dieses Typus angesehen. Die Form ist mit den Medullosen zwar entfernt verwandt, aber doch sehr selbständig. Bisher nur im Perm (?) der Xirgisensteppe.

Cladoxyfaceae.

Mit 1 Figur.

Cladoxylon Unger (Solms-Laubach, Abh. Preuß. G. L. A. N. F. 23 u. a. a. 0. 1910; P. Bertrand, Etat actuel conn. *Cladoxylon* et *Steloxylon*, in Ass. Franc. Av. Sci. Le Havre [1914] 446). Polystele Stämme, jede Stele mit sekundärem Dickenzuwachs, mit meist radial gestrecktem Querschnitt. Am äußeren Ende Lücke mit Protoxylem, im Innern ein Streifen mit Primärtracheiden. Das Sekundärholz mit kleinen Markstrahlen. Abweichend von den bisherigen Gruppen ist die Verdickung des Sekundärholzes treppenförmig. Jede Stele ist von Phloem umgeben. Die Einzelstelen anastomosieren miteinander in vertikaler Richtung; junge Stämme zeigen wenig oder kein Sekundärholz. Bei anderen Formen sind die Stelen rund. Die Blattstiele sind nach Bertrand als *Hierogramma* und *Syncardia* von Unger beschrieben worden. Unterkarbon von Thüringen und Schottland (Fig. 15).

Völkelia Solms-Laubach, a. a. 0., 1910. Stämme ebenfalls polystel, die Stelen im Querschnitt oval, größer oder kleiner, größtenteils aus Tracheiden bestehend, die allseitig treppen- bis netzförmig getipfelt sind und keine Markstrahlen besitzen. Der zentripetale Teil der Stelen ist am stärksten entwickelt, und der äußere (zentrifugale) verschwindet allmählich ganz. Die Beblätterung wird als eine feine *Sphenopteris* vom *Rhodea*-Typus angegeben, doch ist der Zusammenhang mit den strukturzeigenden Stämmen nicht erwiesen. Vorkommen: Kulm von Niederschlesien (Gl. Falkenberg).

Die Cladoxylen können bis zu gewissem Grade als eine Parallelreihe der Medulloseen angesehen werden, die aber mehr filicoide Charaktere besitzt durch die Treppentipfelung der Tracheiden.

Cycadoxylaceae.

Mit 1 Figur.

Cycadoxylon Renault (Literatur a. a. 0. 1896, II, auch für die folgende Gattung). Die Stämme besitzen ein mächtiges Mark mit sklerotischen Nestern und darum einen Holzkörper mit auffallend dicken Markstrahlen; ob zentrifugales Primärholz vorhanden ist, kann man nicht ausmachen. Im Mark sind weitere derartige Holzteile vorhanden, jedoch mit »inverser« Struktur, indem das Phloem nach innen liegt, während es bei dem äußeren Holzkörper außen liegt. Diese »inverse« Struktur der aufeinander folgenden Holzkörper ist charakteristisch für die ganze Familie. Außer im Perm von Frankreich ist ein 14 cm dicker Stamm (ohne Rinde) im englischen Karbon gefunden worden.

Ptychoxylon Renault. Das Aussehen dieses Stammes wird am besten durch die Abbildung 16 klar. Im Querschnitt bemerkt man eigentümlich geschwungene »ineinandergreifende« Holzkörper, die außen normal gebaut sind, insofern um das Holz, das an das von *Cycadoxylon* erinnert, außen Phloem gelagert ist. Die inneren Teile dieser Holzkörper und die im Mark zeigen dann wieder »inverse« Struktur. Beim Abgehen der Blattspuren weichen die »Stelen« auseinander. Zu diesem Stamm werden als Blätter *Pterophyllen* und ein eigentümlicher Blütenstand: *Cycadospadix milleryensis* Renault gerechnet, doch ist die Zusammengehörigkeit reine Vermutung auf Grund des Vorkommens. Die Bezeichnung »*Cycadospadix*« ist außerdem gänzlich irreführend, da dieser Name sonst für fossile Fruchtblätter von *Cycas*-Charakter gebraucht wird, womit diese Blüte gar nichts

ist z.B. das bereits genannte *Mitrospermum*. Hierher gehört auch *Jordania* Fiedler, bei dem der Flügelrand bedeutend größer ist als der eigentliche Same, so daß man an einen *Fraxinus*-Samen oder dgl. erinnert wird. Häufige Formen des Karbons.

Verschiedene Samen.

Hexagonocarpus Ben. nennt man Abdrücke, die auf *Hexapterospermum* bezogen werden.

Decagonocarpus Ben. sind Samen mit 10 Bippen, die in die Kategorie von *Polypterocarpus* Gr. E. gehören, die Samen mit 3, 6 oder mehr breiten Bippen oder Flügeln enthalten.

Rhynchogoniutn Heer, kleine Samen oder Früchte mit einem schnauzenförmigen Fortsatz nach oben, der 8 Bippen trägt. Die Samen erinnern dadurch in mancher Beziehung an die Lagenostomeen. Zu diesem Genus gehört auch *Boroviczia* Zalesky. Earbon.

Diplopterotesta Nathorst. Längliche Samen mit dünner Sklerotesta und 2 stark hervortretenden flügelartigen Bippen mit eigentümlicher Querstreifung. Unterkarbon Spitzbergens.

Musocarpus Brongn. Eoilig erhaltene, etwa 3 cm lange Samen mit 6 Bippen, so daß 3 schwächere zwischen 3 stärkeren Bippen liegen. Die Samen-Basis zeigt einen abgesonderten Unterteil wie etwa bei *Conostoma*. Die innere Struktur ist unbekannt Earbon.

Holcospermum Nathorst. Eoilige ellipsoidische Samenkerne, die von platyspermen oder radiospermen Formen herrühren können, mit zahlreichen Längsrippen. Strukturzeigende Samen dieser Art sind unter dem Namen *Colpospermum* Ben. beschrieben worden. Earbon.

Malacotesta Will, sind, wie der Name erkennen läßt, Samen mit dickfleischigem Integument. Earbon.

Thysanotesta Nathorst, kleine längliche Samen, die in ihrem Oberteil mit starren Borsten bewehrt sind. Earbon, Spitzbergen.

Carpolithus Linné (*Carpolithes*) verwendet man allgemein zur Bezeichnung von Samen, deren Zugehörigkeit zu einem der vorgenannten Formen oder zu einem bestimmten Genus man nicht angeben will oder kann, also auch für mesozoische und känozoische Samen im Gebrauch.

Güeltnites H. B. Geinitz. In Übereinstimmung mit anderen Autoren halte ich diese, oft allerdings überraschend samenähnlichen Gebilde, die aussehen wie Grünschiefer oder kleinere, 5- oder radialstreifige runde »Samen«, immer mit glänzender Oberfläche, für Problematika anorganischer Entstehung. Wenn es Samen wären, müßten dieselben gerade in den feinen Schiefern eine ± dicke Eohlenhaut zeigen, die nie vorhanden ist. Sie finden sich sowohl in paläozoischen wie mesozoischen Schiefern. —

Wie vorn bemerkt, hat Arber a. a. O. bei seiner Revision der bekannt gewordenen kohlighaltenen Samenformen des britischen Earbons eine Neubenennung derselben vorgenommen, deren Notwendigkeit nur teilweise einleuchten dürfte. Wir geben der Vollständigkeit wegen seine neuen Namen hier wieder.

Schizospermum bezieht sich auf eine Art von *Trigonocarpus* (*Tr. Noeggerathi* Sternberg).

Platyspermum sind Samen von *Rhabdocarpus*-Charakter, und zwar ohne Flügel.

Cornucarpus sind die bereits S. 26 erwähnten »zweihändigen« kleinen Samen, die wahrscheinlich zu *Eremopteris artemisiaefolia* Sternberg gehören.

Samarospermum = *Jordania* bzw. *Samaropsis*.

Microspermatum. Kleine Samen mit nur einer Symmetrieebene.

Megalospermum ist ein Same von *Pachytista*-Charakter, der noch an einem Stiel sitzt.

Radiospermum sind Samen mit rundem Querschnitt ohne Bippen oder nur mit Andeutungen solcher, also Samen wie *Lagenostoma*, *Conostoma* usw.

Neurospermum (s. o.) sind Samen von anscheinend radiospermem Charakter, die zu *Neuropteris* gehören.

handbook of *Coniferae* including *Ginkgoaceae*. XL+ 570 S. (New York and London 1923). — Zu vergleichen ferner zahlreiche Aufsätze besonders in »The Gardener's Chronicle«, »Mitteilungen (Jahrbuch) der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft«, »Bulletin de la Société dendrologique de France.*

Phylogenie und Systematik der Coniferae

von

R. Pilger.

Wichtigste Literatur: Robert Brown, Character and description of *Kingia*, a new genus of plants found on the Southwest Coast of New Holland: with observations on the structure of its unimpregnated ovulum; and on the female flower of *Cycadeae* and *Coniferae*. In: Narrative of a survey of the intertropical and western coasts of Australia, performed between the years 1818 and 1822. By Captain Philip P. King, London (1827). Vol. II, Appendix B. Botany, p. 534—565. — Desgl. in Ann. Sc. Nat. VIII (1826) 211—244: Sur la structure de l'ovule antérieurement à l'impregnation dans les plantes phanérogames, et sur la fleur femelle des Cycadées et des Conifères. Par M. Robert Brown. Extrait de l'Appendice botanique du Voyage à la Nouvelle-Hollande, exécuté pendant les années 1818 à 1822 par le capitaine King. — Desgl. in: Robert Brown's Verm. Botan. Schriften, übersetzt von C. G. Nees von Esenbeck IV (1830) 75—121. — Robert Brown, Sur la pluralité et le développement des embryons dans les graines des Conifères, in Ann. Sc. Nat. 2 ser. XX (1843) 193—199, T. 5*. — H. von Mohl, Über die männlichen Blüthen der Coniferen (Dissert. vom Jahr 1837. Mit Zusatzzeilen), Verm. Schriften botan. Inhalts (1845) 45—61. — R. Caspary, De *Abietinearum* Carr. floris feminei structura morphologica. Königsberg (1860), Abdruck in Ann. Sc. Nat. 4. ser. XIV (1860) 200—209. — H. Bailion, Recherches organogéniques sur la fleur femelle des Conifères, in Adansonia I (1860) 1—16, T. 1—2; Nouvelles recherches sur la fleur femelle des Conifères, L. c. V (1864) 1—16. — A. Dickson, Memoires sur la fleur des Conifères, in Adansonia II (1861) 65—80 (Freie Uebersetzung von drei Mitteilungen an die Botan. Ges. Edinburgh 1860—61). — Ph. Parlatores, Note sur une monstruosité des cônes de *Vabies Brunoniana* Wallich, in Ann. Sc. Nat. 4. ser. XVI (1862) 215—217, T. 13 A; Studi organografici sui frutti e sui fiori delle Conifere. Opusc. botan. 1864. — A. W. Eichler, Excursus morphologicus de formatione florum Gymnospermarum. Martii Fl. Brasil. IV. 1 (1863) 435—452, Abdruck in Ann. Sc. Nat. 4. ser. XIX (1863) 257—285; Sind die Coniferen gymnosperm oder nicht?, in Flora LVI (1873) 241—247, 260—272; Über die weiblichen Blüthen der Coniferen, in Monatsber. Kgl. Akad. Wissensch. Berlin, Nov. 1881, 32 S., 1 T.; Über Bildungsabweichungen bei Fichtenzapfen, in Sitzber. Kgl. Akad. Wissensch. Berlin (1882) 40—57, T. 1. — A. S. Oersted, Bidrag til Naletæernes Morphologi, in Kopenh. Vidensk. Meddeleser (1864). — J. Sachs, Lehrbuch der Botanik (1868) 425—428, desgl. 4. Aufl. (1874). — Ph. van Tieghem, Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnetacées, in Ann. Sc. Nat. 5. ser. X (1869) 269—304, T. 13—16. — G. Sperk, Die Lehre von der Gymnospermie im Pflanzenreiche, in Mem. Acad. St. Pétersb. 7 ser. XIII Nr. 6 (1869). — E. Strasburger, Die Coniferen und die Gnetaceen (Jena 1872); Sind die Coniferen Gymnospermen oder nicht?, in Flora LVI (1873) 369—377; Die Angiospermen und die Gymnospermen (Jena 1879). — G. Stenzel, Beobachtungen an durchwachsenen Fichtenzapfen. Ein Beitrag zur Morphologie der Nadelholzer, in Nova Acta der gesl. Leop.-Carol. Deutschen Akad. d. Naturforscher XXXVI Nr. 3 (1876) 291—340, T. 12—15. — L. Čelakovsky, Zur Gymnospermie der Coniferen, in Flora LXII (1879) 257—264, 273—283; Zur Kritik der Ansichten von der Fruchtschuppe der Abietineen, in Abh. Kgl. Böhm. Ges. Wissensch. VI. Folge XI (1882), 62 S., 1 T.; Ueber Herrn A. W. Eichler's Entgegnung auf meine Kritik seiner Ansicht von der Fruchtschuppe der Abietineen, in Sitzber. Kgl. Böhm. Ges. Wissensch. (1882), 15 S.; Die Gymnospermen. Eine morphologisch-phylogenetische Studie; in Abh. Kgl. Böhm. Ges. Wissensch. VII. Folge IV (1890), 148 S. (Autorreferat in Engl. Bot. Jahrb. XII, Literaturber. 66—76); Nachtrag zu meiner Schrift über die Gymnospermen, in Engl. Bot. Jahrb. XXIV (1897) 202—231; Neue Beiträge zum Verständnis der Fruchtschuppe der Coniferen, in Pringsh. Jahrb. wissensch. Bot. XXXV (1900) 407—448, T. 10—11. — M. Wilkom, Zur Morphologie der samenträgenden Schuppe des Abietineenzapfens, in Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akad. d. Naturforscher XLI, Pars II Nr. 5 (1880) 331—344, T. 82. — J. Velevsky, Zur Deutung der Fruchtschuppe der Abietineen, in Flora LXXI (1888) 516—521, T. 11; Einige Be-

*) Es heißt dort: »Lu à la reunion de l' Association britannique à Edinbourg, en août 1834.« »Ce Mtaoire, resté inédit jusqu'à ce jour, et dont il n'avait été public qu'un extrait assez court dans le compte rendu de cette reunion de l' Association britannique... est imprimé ici textuellement... Le manuscrit anglais et les dessins nous ont été communiqués par l'auteur pendant son séjour à Paris (Redacteur).« über den »Report of the fourth meeting of the British association for the advancement of science. London, 1835, p. 596« vgl. Ann. Sc. Nat. 2. ser. m (1835) 879—380.

merkungen zur Morphologie der Gymnospermen, in Beih. Bot Centralbl XIV (1903) 127—188; Vergleichende Morphologie der Pflanzen HI (1910) 750-767. — O. Penzig, Pflanzen-Teratologie II (1894) 485—493; 2. Aufl. in (1922) 476—486. — K. Schumann, Ober die weiblichen Blüten der Coniferen, in Verh. Bot Ver. Prov. Brandenburg XLIV (1902) 5-«0. — K. v. Spiess, *Ginkgo*, *Cephalotaxus* und die Taxaceen. Eine phylogenetische Studie, in Ost Bot Zeitschr. LII (1902) 432, 469, LIU (1903) 1. — Ch. E. Bessey, The morphology of the Pine cone, in Bot. Gaz XXXIII (1902) 157—159. — J. M. Coulter and W. J. G. Land, Gametophytes and embryo" of *Torreya taxifolia*, in Bot. Gaz. XXXIX (1905) 161—178. — R. B. Thomson, The megasporophyll of *Saxegothaea* and *Microcachrys*, in Bot Gaz. XXXXVII (1909) 345-354, T. 22-25. — A. Tison, Sur le *Saxe-Gothaea conspicua* Lindl., in Mém. Soc. Linn. Normandie XXIII (1909) 187—160 T' 9—10. — R. Greenleaf Leavitt, A vegetative mutant, and the principle of homoeosis in plants, in Bot Gaz. XXXXVII (1909) 30-68. — Stephanie Herzfeld, Zur Morphologie der Fruchtschuppe von *Larix decidua* Mill., in Sitz.-Ber. Kais. Akad. Wissensch. Wien, Math-naturw Klasse CXVHI, Abt I (1909), 31 S., 1 T.; Die Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte" von *Cr'ypomeria japonica* Don, 1. c. CXK (1910), 18 S., 8 T.; Die weibliche Koniferenblüte, in Ost Bot Ztschr. (1914) 321-358, T. 10. — R. Pilger, Die Morphologie des weiblichen Blüten-sproßchens von *Taxus*, in Engl. Bot. Jahrb. XXXXII (1909) 241-250; Kritische Übersicht über die neuere Literatur betreffend die Familie der *Taxaceae*, 1. c. LIV (1916) 1—43. — K. Vierhapper, Entwurf eines neuen Systems der Coniferen, in Abh. K. K. Zool.-Botan. Ges. Wien V. Heft 4 (1904) 56 S. — J. P. Lotsy, VortrSge über botamische Stammesgeschichte, IIL 1 (1911) 1-286. — W. T. Saxton, The classification of Conifers, in New Phytologist XII (1913) 242—262. — Č. Mez und K. Gohlke, Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Verwandtschaften der Angiospermen, in Cohn-Rosen, Beitr. zur Biologie der Pflanzen XII (1914) 165-180. — R. Chodat, Sur la valeur morphologique de l'écaille dans le cône du *Pinus Laricio*, in BuTsoc Bot de Geneve VH (1915) Nr. 3. — ^''''^°***}****>™.ff*'' and relationships of the Araucarians, in Bot Gaz. LX (1915) 1-26, 89-114. — R. Krausel, Die Bedeutug der Anatomie lebender und fossiler HClzer für die Phylogenie der Coniferen, in Na'urwWodfeMChr. XXXII Nr. 23 (1917) 305-311. — K. Kirstein, Sero-d'agnost'sche UntersuchTgen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der *Gymnospermae*. Dissert. Kfinimbere U918) 70 S., in gekltzter Form abgedruckt in Bot Archiv II (1922) 57-79. Vgl W. C. Mez und K. K. if stein, Sefo-diagnostische Untersuchungen ttber die Gruppe der XZLpermae, iCohn-Rosen, Beitr. zur Biologie der Pflanzen XIV (1920) 145-148 (kurzes ^mpos.permae. — B. I. Sahni, On the structure and affinities of *Acmopyle Panchm*, Pilger, in PML Sans. Ro/. Soc. London, Series B., CCX (1920) 253-410. — H. R. M. De Haan, Contribution to the knowledge of the morphological value and the phylogeny of the ovule and its integuments? Dissert Groninge* (1920), auch abgedruckt in R^-Trav Bot NeerL ^VII (1920 ^ A. W. Dupler, Ovuliferous structures of *Taxus canadensis*, in Bot. Gaz. LXIX (1920) 492-620. — J. T. Buchholz, Embryo development and polyembryony in relation to the W<>Sm « Conifers, in Amer. Journ. of Bot. VII (1920) 125-145. — W. Eckhold, Die Hofttpfel be. rezenten und fossUen Coniferen, in Jahrb. PreuB. Geol. Landesanstalt XLH, Heft 1 (1922). — /Goeb^i, Organographie der Pflanzen 2. Aufl. III 2. Die Bltttenbildung der Samenpflanzen (1923) 1510-1529. — R. v. Wettstein, Handbuch der Systemabschen Botamk 8. Aufl. (1928) 412-414. — Fritz Guttman, Sero-diagnostische Untersuchungen ttber die Verwandtschafts-VerhMtnisse innerhalb der *Archegoniatae*, in Botan. Archiv VI (1924) 421-457. —

Von welchen ausgestorbenen Oder rezenten Gruppen des Pflanzenreiches leiten sich die Coniferen ab? Wie sind ihre phylogenetischen Beziehungen zu den anderen Gymnospermen-Klassen? Welche Coniferen-Formen sind primitiver, welche fortges^{brttenen?} Ii welchen verwandtschaftlichen Beziehungen stehen die einzelnen (» « » » « « Coniferen untereinander, und wie ist dementsprechend ihre natarhche Anordnung? &ne weitech-ich- die tige Literatur ist über diese Fragen entstanden; es gibt keine andere Abteilung, ttber die so^divergi Ansichten geauBert wurden. Innerhin ist bemerkenswert, daß in^der J^eren Literatu? die Auffassung einer engeren Verwandtschaft der gesamten Formen ^ r r s c h t, die Coniferen werden als eine Familie angesehen, sogar unter Einschlufjon *Gmkggo*, das ist auch noch in der Bearbeitung durch E i c h l e r in der ersten AuftagJ^ der Nat^P^ Pam. der Fall. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese Auffassung in einem natrtlichen System ohne Betehtigung iot; eine Betrachtung ^r.^sainten Morphojogie und Entwicklungsgeschichte der Coniferen muß zu dem Schlusse fuhren, daß ihr gemeinsamer Ursprung weit zuriickliegt, daß sie getrennte Aste eines gymnospermen Stammes dTsteUen, die ^e eigene Entwicklung durchgemacht haben. So Bind im Folgenden erpe Reihe von Familien unterschieden worden, von denen die Taxodiaceen auch mcht als im engeren Sinne monophyletisch anzusehen sind. Die G y ^ P ^ 5 * 8 1 * * J £ Z j ? * 5 spermen in der Erdgeschichte vorausgegangen; einzelne Gruppen haben an Umfang und

bildung an der Steinschicht oder Lappchen an der Mikropyle angedeutet. Der morphologische Wert dieser Einheiten ist unsicher; das Integument ist eine neuerworbene Struktur der Samenpflanzen, das dem Indusium der Farnen nicht homolog ist.

1879 erkennt auch Strasburger die Gymnospermie an: »Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen bin ich zu dem Resultat gelangt, dass die von mir früher als Fruchtknoten bezeichneten Gebilde bei Coniferen und Gnetaceen nackte Eichen sind.« Seitdem ist, soviel ich sehe, die von Robert Brown zuerst begründete Lehre von der Gymnospermie der Coniferen keinen Einwendungen mehr begegnet.

b. Der Zapfen eine Blüte oder ein Blütenstand? Morphologische Bedeutung der Fruchtschuppe. Abgesehen von der Gymnospermie ist für die Morphologie der Coniferenblüte die wichtigste Frage die, ob der Zapfen der Coniferen ein Blütenzapfen ist, d. h. ob er eine einfache beblätterte Achse darstellt, oder ob er ein Blütenstand ist, d. h. eine Achse mit Deckblättern darstellt, in deren Achsel verkürzte sekundäre blütentragende Sprossen stehen. Mit anderen Worten: Sind die Deckschuppen (oder überhaupt die Zapfenschuppen) Carpelle oder Brakteen? Wie aus dem systematischen Teil hervorgeht, neige ich der ersteren Ansicht zu, die auch mehrfach von namhaften Morphologen vertreten worden ist, wenn auch nicht verkannt werden darf, daß für die Anschauung von der Blütenstandnatur des Zapfens, die bis in die neueste Zeit von anderen Forschern vertreten wird, mancherlei gewichtige Gründe vorgebracht worden sind. Ist der Zapfen ein Blütenstand, so kann dann noch das Ovulum (bei Annahme von Gymnospermie) als Einzelblüte, als ein Gebilde mit eigener Achse, oder als Teil der Blüte, als carpelliartig gedeutet werden.

a. Der Zapfen als Blütenstand.

I. Ältere Ansichten.

Betrachten wir zunächst die Geschichte der Entwicklung der Lehre von der Blütenstandnatur des Zapfens. Ich will auf die älteren Anschauungen nicht überall näher eingehen; eine geeignete Zusammenstellung findet man bei Strasburger (1872). Selbstverständlich ist für die Autoren, die die Gymnospermie verwerfen und in der Samenanlage einen Fruchtknoten sehen (Parlatore, Baillon, Strasburger in seinen früheren Arbeiten), der Zapfen ein Blütenstand. So sind nach Baillon die Einzelblüten (Fruchtknoten) stets einer eigenen Achse inseriert. Die Fruchtschuppe der Pinaceen besteht aus den abgeflachten Blütenstielen in der Achsel der Deckschuppe. Bei den Cupressaceen sitzen die Blüten in der Achsel der Schuppen; sind eine größere Zahl von axillären Einzelblüten (wie bei *Cupressus*) vorhanden, so liegt eine zusammengezogene Cyma vor, etwa vergleichbar dem axillären Blütenknäuel der Labiaten. Robert Browns Ansichten (1826) sind etwas unklar und auch verschieden gedeutet worden. R. Brown legt sich die Frage vor, ob die Ovula der Coniferen an einem modifizierten Blatt entstehen oder axillär sind (proceed directly from the stem). Er entscheidet sich für das erstere. Bei *Cycas* ist ein am Rande Ovula tragendes Blatt vorhanden, *Zamia* und andere Gattungen zeigen klare Homologie »and from the spadix (= Fruchtblatt) of *Zamia* to the fruit-bearing squama of *Coniferae*, strictly so called, namely, of *Agathis* or *Dammara*, *Cunninghamia*, *Pinus*, and even *Araucaria*, the transition is not difficult.* Die Fruchtschuppe ist ihm also ein offenes Carpell. Dagegen wurde eingewandt, daß ein Blatt (Carpell) nicht in der Achsel eines anderen Blattes (Deckschuppe) stehen könne; Celakovsky (1882, p. 4) meint nun, daß Brown die Sachlage so aufgefaßt hat, daß die Fruchtschuppe ein einziges Blatt einer verkümmerten Achselknospe ist (wie später van Tieghem, vgl. weiter unten), denn »es läßt sich wohl annehmen, dass ein R. Brown auch schon soweit orientiert war, nicht unmittelbar ein Blatt im Blattwinkel anzunehmen.« Danach müßte der Zapfen ein Blütenstand sein. Anders referiert Eichler (Blüten-diagramme p. 60) Browns Ansicht: R. Brown erklärte die Reproduktionsorgane der Coniferen »für nackte Samenknospen, ihre Hülle als Integument, die sie tragenden Schuppen als offene Fruchtblätter. Hiernach müßte in den meisten Fällen der ganze Zapfen als Einzelblüte betrachtet werden«.

Unter dem Gesichtspunkt, daß der Zapfen ein Blütenstand ist und bei Voraussetzung der Gymnospermie jede Samenanlage eine Einzelblüte repräsentiert, gibt Eichler in seinem Excursus morphologicus 1863 eine für alle Gruppen durchgeführte Deutung der

§ Struktur. Seine Ableitung ist folgende: Nimmt man als sicher an, daß ein nacktes Ovulum vorliegt, so kann dann sein Ursprung auf dreierlei Art gedeutet werden. »Aut enim ortum trahit ex organo foliaceo (ut *Cycadets*) et tamquam illius pars habeatur; aut (ut *Primrtaceis*) e totius folii metamorphosi enititur; aut (ut *Gnetaceis*) ramuli summum effingit (vel quae eadem res est, per se ipsum totum sistit ramulum).« Die zweite Voraussetzung braucht nicht weiter geprüft zu werden, dagegen sprechen schon die deutlich mit terminaler Samenanlage versehenen Gattungen *Taxus* und *Torreya*. Gehen wir von der ersten Voraussetzung aus, daß die Samenanlage wenigstens bei einem Teil der Coniferen aus einem Blattorgan hervorgeht, das dann also Carpophyll genannt werden muß, so wäre die nächste Frage, ob es bei den Coniferen vorkommt, daß die ganze samentragende Schuppe nur ein Carpid darstellt. Das wäre bei Cupressineen, Dacrydiën, Podocarpeen, Araucariën der Fall. »Itaque apud *Cupressineas*, *Dacrydieas* aliasque invenies nonnunquam squamas in folia vulgaria transeuntes atque illarum evolutionem persecutus facile tibi persuadeas, revera illas esse mera et simplicia organa foliacea,« woraus folgen würde, daß »amentum illud totum et unicum sistere florem femineum.« Das kann nun nicht der Fall sein bei den Formen mit doppelter Schuppe, wie den Abietineen, bei denen, wie sich besonders aus den Durchwachsungen ergibt (vgl. nächsten Abschnitt), der Zapfen ein Blütenstand ist. Bei *Taxus* und *Torreya* endlich muß jede Samenanlage eine Einzelblüte sein. Danach würden bei den Coniferen die Blüten von doppelter Natur und dreifacher Form sein. »Aliis ovulum e carpophyllo enascitur: itaque quando squamae ovuligerae revera simplices exstant, amentum totum flos est; ubi vero duplices, squama interior florem sistit atque amentum est inflorescentia; aliis contra ovulum refert apicem ramuli; itaque flos efformatur ovulo.«

Dem muß eine einheitliche Deutung gegenübergestellt werden. Oberall bei den Coniferen »omnia organa foliacea ovula suffulcientia pro eorum bracteis neque unquam pro carpophyllis habenda sunt«. Bei den Cupressineen sind die Ovula (= Blüten) im ersten Grade axillär, bei *Taxus* und *Torreya* ebenso, doch von Brakteolen oder Vorblättern umgeben. Bei den Abietineen und überhaupt den Formen mit doppelter Schuppe ist die Fruchtschuppe aus zwei bis mehr unter sich und mit der Achse verwachsenen Blättern gebildet (vgl. nächsten Abschnitt), daher entspringen die Ovula aus der Achsel dieser verwachsenen Blätter.

Eichler gibt nach diesen Gesichtspunkten ein System der 2 Coniferenblüte wie folgt:

- I. Ovula e foliorum frondosorum axillis.
 - a. bracteolata: *Taxus*, *Torreya*.
 - b. nuda (et pedunculata): *Salisburya*.
 - II. Ovula e bractearum axillis (ubique nuda et sessilia vel subsessilia),
 - a. Bractee (raro subsolitariae) in amentum simplex dispositae: *Taxaceae* (praeter genera supra indicata), *Cupressaceae*, *Araucarieae*.
 1. Ovula anatropa: *Podocarpeae*.
 2. Ovula orthotropa: *Dacrydieae*, *Phyllocladus*, *Cephalotaxus*, *Cupressaceae*, *Araucarieae*.
 - a. Ovula altius in squama posita indeque inversa: *Dacrydieae*, exceptis *Pherosphaera* et *Dacrydii* spec, *Araucarieae*.
 - p. Ovula ad basin squamae vel paullo supra illam posita et recta: *Pherosphaera*, *Dacrydii* spec, *Cephalotaxus*, *Phyllocladus*, *Cupressaceae*.
 - b. Amentum compositum, secundariis amentis squamiformibus (bracteis amenti secundarii cum axe et inter sese in squamam internodiam connatis), bractea fultis.
 1. Ovula ad basin squamae collocata et erecta: *Taxodineae*.
 2. Ovula altius in squama collocata indeque inversa: *Cunninghamieae*, *Abietineae*.
- Später hat Eichler seine Ansicht über die Natur der Blüten grundlegend geändert (vgl. unten).

II. Die Erklärung des Zapfens auf Grund von Bildungsabweichungen bei Pinaceen.

Bei mehreren Gattungen der Pinaceen ist es eine seltene Erscheinung, daß der Zapfen »durchwächst«, daß die Achse des Zapfens sich verlängert und zu einem nadel-

tragenden Zweig werden kann. Besonders in der ttbergangsregion treten dann in der Achsel der Deckschuppe Gebilde auf, die Mitteldinge zwischen Fruchtschuppen und Knospen (resp. Zweiglein) darstellen. Aus diesen Verbildungen wurde geschlossen, daß die Fruchtschuppe einem Kurzzweig entspricht. Immer wieder stehen die Bildungsabweichungen als Hauptargument im Mittelpunkt der Diskussion, und es ist deshalb nötig, daß hier etwas ausführlicher auf die betreffenden Arbeiten eingegangen wird. Meist wird, wie gesagt, nur das Ende des Zapfens, resp. die Obergangsregion affiziert, Parlatore (1862) beschreibt aber schon den Fall, daß der ganze Zapfen von *Abies* (*Tsuga*) *Brunoniana* verbildet ist. In den betreffenden Zapfen sind fast alle Fruchtschuppen in Zweiglein verwandelt, die auch ausgebildete Nadelblätter tragen können. Wenn das Zweiglein wenig entwickelt ist, kürzer als die normale Fruchtschuppe, dann ist es fast noch von Fruchtschuppenform, nur einzelne Blättchen sind am oberen Rande zu unterscheiden; ist das Zweiglein länger als die normale Fruchtschuppe, so wächst die Zahl der sich absondernden Blättchen, die Fruchtschuppe veriangert sich und teilt sich in 2, 3 oder mehr Teile. Die Teilung kann dann bis zum Grunde gehen und an noch längeren Zweigen werden normale Blätter erzeugt. Aus diesen Tatsachen geht für Parlatore klar hervor, daß die Fruchtschuppe ganzlich zusammengesetzt ist aus Blättern, die untereinander vereint und zu Brakteolen verkürzt sind.

Sind für Parlatore die einzelnen 2 Organe Fruchtknoten, die also Einzelblüten darstellen (ebenso wie es Eichler trotz Gymnospermie annimmt), so sehen andere Autoren, besonders auf Grund der Untersuchung von durchwachsenen Fichten- und Larchenzapfen, in der Fruchtschuppe Carpellblätter mit einzelnen Samenanlagen enthalten. Der Zapfen ist dann natürlich auch ein Blütenstand. Diese Anschauung geht zurück auf Alexander Braun, von dem aber nur kurze Anmerkungen zu dieser Frage bekannt sind. Mettenius berichtet (Alexander Brauns Leben [1882] 335) von der Teilnahme Brauns am Congrès scientifique de France in Straßburg 1842: »Er hielt daselbst unter Vorzeigung von durchwachsenen Zapfen der Larche (*Pinus Larix*) und von Abbildungen einen Vortrag über die Morphologie der männlichen und weiblichen Blüten der Abietineen. Er weist nach, daß das männliche Katzchen eine einzige, viele Staubblätter enthaltende Blüte darstellt und zeigt, daß die Schuppen der weiblichen Blüte in der Achsel von Brakteen stünden und gebildet seien von einem Zweig, dessen beide unterste Blätter, die zugleich Fruchtblätter sind, je ein Ovulum auf ihrer Rückseite tragen und zusammen scheinbar als ein Organ aufgewachsen sind.« Mettenius reproduziert auch 1. c. den französischen Text des Kongreßberichts, der ein kurzes Referat über den Vortrag bringt. In seiner Arbeit: über Polyembryonie und Keimung von *Caelebogyne* (Abh. Kgl. Akad. Wissensch. Berlin 1860) macht A. Braun p. 243 ferner einige kurze Angaben: »In einigen Fällen bilden diese Fruchtschuppen zapfenförmige Blüten, ähnlich wie die schuppenförmigen Staubblätter (*Zamia*, *Encephalartos*, *Dammara*), in anderen dagegen stehen sie einzeln, paarig oder zu mehreren in den Achseln wahrer Hochblätter (natürlich an einer unentwickelten Seitenachse) und erscheinen so als achselständige Blüten, welche um eine Hauptachse zum zapfenförmigen Blütenstand sich ordnen.« In der Anmerkung hierzu heißt es: »Eine einzige, mit der Deckschuppe verwachsene Fruchtschuppe scheint *Araucaria* zu besitzen; 2 unter sich, aber nicht mit der Deckschuppe verwachsene *Pinus*..., mehrere unter sich und mit der Deckschuppe innig verwachsene besitzen *Taxodium*, *Cryptomeria* und vielleicht alle Cupressineen, BO wie einige wegen der hangenden Ovula zu den Araucarinen gerechnete, aber wohl besser auch den Cupressinen zuzählende Gattungen, z. B. *Sequoia*.*

Weiter durchgeführt und in Einzelheiten näher erlautert wird die Theorie in der für diese Frage wichtigsten Arbeit von Stenzel (1876). Stenzel fand bei Fichten (*Picea excelsa*) im Riesengebirge bei Krummhübel an der oberen Grenze des Baumwuchses oft durchwachsene Zapfen; an hochgewachsenen Bäumen der tieferen Lagen kamen sie kaum vor. Alle Grade der Durchwachsung waren zu konstatieren, von normal kräftig entwickelten Zapfen mit einem kleinen Nadelbüschel am oberen Ende bis zu benadelten Zweigen, an denen nur noch einige Fruchtschuppen auftreten. An diesen Zapfen sind nun Mittelbildungen zwischen Fruchtschuppen und Knospendeckschuppen vorhanden: hier ist der Schlüssel zum Verständnis der morphologischen Natur der Fruchtschuppe gegeben. In der Obergangszone vom Zapfen zum Zweig stehen in der Achsel der Schuppen (oder deckschuppenartigen Nadeln) Knospen mit Schuppenblättern; bei diesen ist

bemerkenswert, daß die beiden ersten seitlichen (transversal gestellten) Schuppen mit ihren hinteren (der Zapfenaehse zugewandten) Rändern einander genähert sind, während die vordere Ränder weit auseinander gerückt sind. Darunter folgen am Zapfen in der Achsel von schon ganz der Deckschuppenform angeschwungenen Deckblättern kleine Fruchtschuppen, die dann also der ganzen Knospe entsprechen; der innere Teil der Knospe ist unentwickelt geblieben, ihre ersten beiden von der seitlichen Stellung verschobenen Blätter sind mit ihren hinteren Rändern miteinander verwachsen. Die Verwachsung ist hier noch durch eine Naht kenntlich. An den noch tiefer am Zapfen stehenden Schuppen schwindet die Naht mehr und mehr, am Grunde zeigen sich die ersten Spuren der Anlage von Samenanlagen, und so gehen dann die Schuppen (durch einige Mittelstufen) in die normalen Fruchtschuppen über.

Daraus ergibt sich die Richtigkeit der von A. Braun und Caspary vertretenen Ansicht, daß die Fruchtschuppe der Pinaceen aus den beiden ersten Blättern einer konstant verkleinernden Knospe in der Achsel des Deckblattes entstanden ist. Die Bildung erfolgt so, daß die hinteren Ränder der Blättchen verwachsen und ihre vorderen Ränder nach außen gedreht sind. Diese Blätter sind Carp., und tragen je eine Samenanlage auf der Rückseite (nach der Zapfenspitze zu). In einem Punkte steht Stenzel im Gegensatz zu Caspary. Letzterer fand bei durchwachsenen Larchenzapfen eine Knospe zwischen den beiden der Fruchtschuppe entsprechenden Blättchen und der Achse und nahm dabei an, daß die die Fruchtschuppe bildenden Blättchen mit ihren vorderen (äußeren) Enden verwachsen seien. Nach A. Braun kommen bei der Lärche wohl beide Knospenstellungen vor. Stenzel meint dafür, daß er sich in dem von Caspary herangezogenen Fall möglicherweise um eine wirkliche Mißbildung handelt, nicht um eine Bildungsabweichung, die sich noch in den Grenzen der vor- und rückwärtigen Metamorphose bewegt. Willkomm (1880) schloß sich im allgemeinen der Anschauung von Stenzel an; wie wichtig für ihn die »Belegstücke der rückwärtigen Metamorphose« waren, zeigt sich aus seiner Bemerkung, daß er so lange an der Ansicht von Sachs, nach der der Zapfen eine Einzelblüte sei, festhielt, bis er Parlatore's Beobachtungen an *Tsuga* und

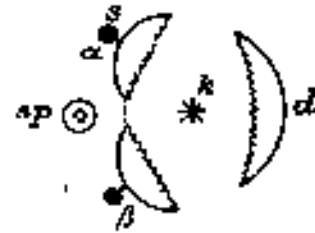


Fig. 10. schematische Darstellung der Entwicklung der Fruchtschuppe. d Deckblatt; L S Z Blatt der Samenanlage; p p. Knospe. (Original.)

besonders die von Stenzel an *Picea* kennenlernte. Er selbst fand ähnliche Bildungsabweichungen bei *Picea* wie Stenzel, doch waren die Achselknospen besser ausgebildet. Er betont daraufhin mehr die Sproßnatur der Fruchtschuppe, während Stenzel sie aus einer einfachen, in der Achsel des Deckblattes sich entwickelnden Knospe hervorgehen läßt. Nach Willkomm ist sie hervorgegangen aus einem axillären mit zwei opponierten Blättern begabten und eine Terminalknospe tragenden Sproß, stellt also einen metamorphosierten Brachyblast dar. Für beide Forscher sind also im Gegensatz zu Eichler die Samenanlagen carpellartig. Wie Willkomm legt auch Četkovský großen Wert auf die Bildungsabweichungen und folgt der Erklärung Stenzels. Die Fruchtschuppe ist ihm eines jener Gebilde, die nur durch eine lückenlos zusammenhängende Reihe von Abnormitäten, d. h. von Produkten rückwärtiger Metamorphose mit Sicherheit erkannt werden kann. Besser ist noch für diese Dinge überhaupt der Terminus Abnormität oder Monstrosität zu vermeiden, man redet besser von »Anamorphosen« als Ausdruck für die rück- und vorschreitende abnorme Metamorphose, die allein für die normale Morphologie wertvoll ist. 1882 wendet sich Četkovský gegen die Kritik Eichlers, die die von seinem späteren Standpunkt aus, daß der Zapfen eine Einzelblüte ist, gegen die Erklärung der Fruchtschuppe nach den Durchwachsungen gerichtet hatte, und zwar handelt es sich hier besonders um die Stellung der Knospe. Eichler hatte bemerkt, daß die Knospe, wenn die Fruchtschuppe aus den mit den hinteren Rändern verwachsenen beiden ersten Blättern besteht, niemals hinter der Fruchtschuppe (zwischen dieser und der Achse) stehen könnte, sondern immer zwischen Fruchtschuppe und Deckschuppe stehen müsse. Nach Četkovský sind in der normalen Fruchtschuppe nur die beiden lateralen Vorblätter der Knospe vorhanden, die mit ihren hinteren Enden verschmelzen. Auch bei den Anamorphosen der Lärche ist die Fruchtschuppe nur aus 2 Blättern gebildet; kommt (wie bei der Fichte)

noch ein vorderes Blatt binzu, so sind die seitlichen Blätter nicht miteinander, sondern mit diesem zwischen ihnen stehenden Blatt $\pm$ verschmoteen. Dabei muß das ursprünglich vorne stehende (mit der Unterseite gegen die Deckschuppe zu gerichtete) Blatt sich um 180° gedreht haben, denn es kehrt in der Anamorphose ebenso wie die beiden ersten verwachsenen Blätter sein Xylem der Deckschuppe zu. Čelakovsky fand auch in den Anamorphosen das dritte Blatt Otters halb umgedreht. Mit dieser Umdrehung hängt auch die Stellung der Knospe zusammen. Fig. A zeigt die drei ersten Blätter α , β , γ der Knospe in normaler Stellung, bei B ist das 3. Blatt γ umgedreht, und α und β sind mit ihren hinteren Rändern einander und γ zugewandt, BO daß sie die Knospe von vorn umfassen. Bei C sind die 3 Blätter zur Fruchtschuppe vereint und mit der Oberseite der Deckschuppe zugewandt; die Knospe steht dann zwischen Fruchtschuppe und Achse. Koch einmal hebt Čelakovsky 1900 den Unterschied in der Stellung der Knospe hervor, je nachdem zwei oder drei Schuppenblätter in die Fruchtschuppe eintreten: »Die rudimentäre, meist nur auf ein bis wenige Schuppenblätter (außer den die Fruchtschuppe bildenden Vorblättern) beschränkte Knospe befindet sich immer vor der Fruchtschuppe, nämlich zwischen dieser und dem Deckblatt, wenn die beiden Vorblätter, ganz allein die Fruchtschuppe bildend, nur unter sich mit ihren hinteren Rändern verwachsen sind, was allgemein in den Abnormitäten der Lärche stattfindet; sie muß sich aber naturgemäß



Fig. 110. Entstehung der Fruchtschuppe aus drei Blättern des Achselsprosses α , β , γ . d Deckblatt; r Zapfenspitze; k Knospe, (Original.)

hinter der Fruchtschuppe befinden, wenn, wie das bei der Fichte der Fall ist, noch ein drittes vorderes Knospenblatt die Fruchtschuppe mitbildet, daher dann in den durchgewachsenen Zapfen die Fruchtschuppe meist dreilappig erscheint; denn dann sind die mit der Oberseite bereits nach außen verdrehten Vorblätter nicht untereinander, sondern mit dem ebenso verdrehten vorderen Knospenblatt mittels ihrer Enden vereinigt.«

Die Ansicht von Stenzel und Čelakovsky über die Natur der Fruchtschuppe wird auch von Velenovsky (1888) auf die Untersuchung von durchgewachsenen *Larix*-Zapfen hin bestätigt.

Noch einmal werden die Durchwachsungen des Lärchenzapfens zugleich mit den Daten der Anatomie zum Ausgangspunkt für die Deutung des morphologischen Wertes der Fruchtschuppen der Abietineen in den Arbeiten von Stephanie Herzfeld (1909 und 1914), die auch im Zapfen einen Blütenstand erkennt, aber sonst erheblich in ihrer Anschauung von Stenzel und Čelakovsky abweicht. Zunächst wird bei der Betrachtung des Baues des normalen Lärchenzapfens auf den gemeinsamen Stiel von Deckschuppe und Fruchtschuppe hingewiesen, der senkrecht zur Zapfenrhachis orientiert ist; er ist für die Erklärung von Bedeutung. Durchwachsungen des Zapfens sind bei *Larix* häufig, doch handelt es sich meist nur um eine Verlöthung der Achse, wobei oberhalb des Zapfens keine verbildeten Fruchtschuppen, sondern nur Kurztriebknospen in den Blattachsen vorhanden sind. Selten kommen etlicher verbildete Zapfen vor. In der Übergangsregion, wo die Deckschuppen Übergang zum Nadeltypus zeigen, enthalten sie sehr kleine Achselsprossen, an denen die Blätter dekussiert stehen. Die beiden Vorblätter fallen meist (wie die normale Fruchtschuppe!) durch Purpurfärbung auf, einmal fand ich auch an ihrer Stelle auf der Deckblattseite ein fruchtschuppenähnliches kleines Gebilde. Bei diesem Typus des durchgewachsenen Zapfens sind dann auch in der anscheinend vegetativen beblätterten Region die Axillarknospen nicht normal: Die Blatt-

chen stehen an ihnen dekussiert, und Nadelanlagen wie in der normalen Knospe fehlen; nur die Gipfelknospe ist normal. Die Achselprodukte können wegen ihrer dekussierten Blattstellung nicht als Zweiganlagen gedeutet werden, es sind Ubeigangsgebilde zu Blüten, deren Fruchtblätter nicht fertil sind. Aus dem Verhalten des Vorblattpaares ist zu schließen, daß die normale Fruchtschuppe sich an der Stelle des ersten Vorblattpaares befindet. Welches ist nun ihr morphologischer Wert? Das anatomische Bild im Vergleich zur normalen Nadel ergibt zunächst, daß die Deckschuppe eine veränderte Nadel ist, deren Blattkissen mit dem Fruchtschuppenstiel verwachsen ist. Die Anatomie des Fruchtschuppenstieles (zu innerst Mark, um dieses die Bündel getrennt gruppiert mit markwärts gelegenen Hadrom) zeigt, daß der Stiel ebenso wie die Zapfenspindel eine Achse ist, die von der Spindel als relativer Hauptachse abzweigt. Dieser Achse gehört nicht nur der auch äußerlich schon differenzierte Teil der Fruchtschuppe an, der als Stiel rechtwinklig zur Rhachis orientiert ist, sie verläuft auch noch weiter in derselben horizontalen Richtung in das Gewebe der sich aufrichtenden Fruchtschuppe hinein, in welche Čelakovský den Namen Crista einführte, und endet erst nahe deren rückwärtiger Wand. Herzfeld nennt sie zunächst Blütenachse, später (1914) Schuppenachse*). Diese trägt normal oberhalb der Trennungsstelle von der Deckschuppe rechts und links je eine Samenanlage. Deren Insertion ist dieselbe wie beim Vorblattpaar des Achselproduktes am durchgewachsenen Zapfen. Dieses Vorblattpaar war offenbar zu Carpellen geworden. Es ist jetzt aber am normalen Zapfen nichts mehr von den Garpellen zu entdecken, so daß nur die Annahme bleibt, daß die Carpellvöllig zur Bildung der Samenanlagen aufgebraucht wurden. Die Berücksichtigung der androgynen Zapfen legt die Ansicht nahe, daß nicht jede Samenanlage eine Blüte darstellt, sondern daß eine axillare Blüte vorhanden ist. Der ganze obere Teil der Fruchtschuppe, die Crista, kann nur als eine Wucherung der Schuppenachse gedeutet werden und ist nicht aus Blättern zusammengesetzt, wie die früheren Autoren wollen. Die Achsenwucherung entstand sekundär, vielleicht als Schutzorgan, und war daher nur auf der Außenseite nützlich, was wiederum eine Umwendung der Samenanlagen bedingte. »Die Larix-Blüte besteht also: aus einem sehr reduzierten SpioB, dessen Vorblätter fertil sind und je ein Ovulum ausgebildet haben, einer Achsenwucherung hinter den Eichen (Fruchtschuppe) und einem Tragblatt (Deckschuppe), dessen Blattkissen mit der kurzen Schuppenachse verwachsen ist.«

Eine Abnormität wesentlich anderer Form als die der Durchwachsungen wurde von Chodat (1915) benutzt, um die morphologische Natur der Fruchtschuppe zu klären. Es handelt sich um einen Zweig von *Pinus laricio*, der mit einem jungen normalen >Zapfen endigt; etwas unterhalb des Gipfels ist der Zweig in eigenartiger Weise verändert, indem die eine Seite die Struktur eines Zapfens mit Fruchtschuppen, die andere Seite die normale Struktur mit Kurztrieben besitzt. Diese Abnormität ist nach Ansicht des Autors insofern wertvoll, als die Homologien, die man auf sie begründen kann, sich auf Strukturen stützen, die sowohl ihrem Ursprung wie ihrer Stellung nach identisch sind. Von Interesse sind natürlich die in der Zone zwischen den Zapfenschuppen und den Kurztrieben stehenden Übergangsgebilde. Kurztriebähnliche Übergangsformen besitzen zunächst zwei seitliche erste Schuppen, bei denen ein Rlickenkamm ausgebildet ist, der der Stellung nach einem Rand der Fruchtschuppe entspricht. Die dazwischen stehende Kurztriebknospe entspricht der Stellung nach dem Gipfel der Fruchtschuppe. Fruchtschuppenähnliche Übergangsgebilde zeigen die Schuppe in 2 seitliche Spitzen (entsprechend den Spitzen der beiden Vorblätter) und eine mittlere Spitze (entsprechend dem Kurztriebgipfel) gespalten. So hat die Fruchtschuppe der Stellung nach den morphologischen Wert einer Knospe. Die beiden ersten Blätter der Übergangs-Kurztriebe tragen auf der nach innen (nach der Achse zu) gewandten Hälfte im unteren Teil eine Anschwellung, die man von vornherein für das Rudiment einer Samenanlage halten würde, die aber von der Holzigen Konsistenz der Fruchtschuppe ist. In einzelnen Fällen

*) Die Änderung der Benennung begründet Herzfeld (1914) folgendermaßen: Ben: »Da in jenen Blüten an durchgewachsenen Zapfen, in denen die Samenanlagen fehlen, die Achse gleichzeitig verschwindet — so daß die Braktee dann samt ihrem Blattkissen direkt an der Zapfenachse sitzt — machte sie mir in meiner Arbeit über *Larix* den Eindruck eines Blütenbestandteils und ich nannte sie Blütenachse; doch halte ich diese Achse heute für eine Sprossachse zweiter Ordnung und nenne sie Schuppenachse.«

können die Anschwellungen beider JSchuppen innen durch eine schmale Brücke verbunden sein. Die Fruchtschuppe ist also homolog einem Kurztrieb, und zwar genauer dessen ersten beiden Blättern. Die die Samenanlagen erzeugenden Stellen der Innenseite, die als Plazenta funktionieren, sind einer nach der Konusachse gerichteten Blattoberseite homolog, auf deren Unterseite die Samenanlage entsteht.

Diesen Arbeiten* gegenüber, in denen die morphologische Bedeutung der Fruchtschuppe aus den Anamorphosen abgeleitet wurde, hat eine Kritik von Einzelheiten, wie die Stellung der Knospe usw., keinen Wert. Es wird sich bei dem Vorhandensein von fast lückenlosen Reihen von Übergangsgebilden gegen die Ableitung nichts stichhaltiges einwenden lassen, wenn man die Bedeutung der Anamorphosen, die von Čelakovský aufs höchste eingeschätzt wurde, überhaupt anerkennt. Es handelt sich um eine prinzipielle Frage, die, auf unseren Fall angewendet, lautet: Liegen hier, wo eine Reihe von Übergängen vorhanden ist, unter alien Umständen homologe Gebilde vor, muß ihre Beziehung die Fruchtschuppe einem Achselprofil homolog sein? Die Frage ist von verschiedenen Forschern verneint worden; ich erwähne hier die interessante Studie von Leavitt (1909), der nachzuweisen versucht, daß den Anamorphosen keine Beweiskraft innewohnt. Es gibt in der Pflanzenwelt ein deutlich sich manifestierendes Prinzip der Translokierung, der Übertragbarkeit von Charakteren auf verschiedene Organe am Pflanzenkörper, ein Prinzip, das Bateson als Homoeosis bezeichnete. Ein Beispiel mag das Wesen dieses Prinzips erläutern: Leavitt sah, daß die Teilblätter des Blattes der Rofikastanie ebenso scharf von der Rhachis durch eine Zellplatte abgegliedert wurden wie das ganze Blatt vom Zweig. Der Vorgang der Abgliederung der Blättchen hat keine offensichtliche biologische Bedeutung für den Baum. Man kann das Vorhandensein solcher nutzlosen Strukturen durch Homoeosis erklären. Man kann annehmen, daß die Abgliederung, nachdem sie sich am Blattstiel in einer für die Art nützlichen Weise entwickelt hatte, in derselben Weise auf die Basen der Teilblattstiele übertragen wurde, wo sie ohne Bedeutung ist, daß sie also hier durch Homoeosis wiederholt wurde.

In weiterer Betrachtung kommt der Autor zu dem Schluß, daß durch die Translokierung die Grenzen der Homologie überschritten werden können, daß damit also ein anderes Gebilde an die Stelle des normal sonst vorhandenen treten kann, das nicht mit ihm homolog ist, und zwar kann der Ersatz ganz oder gradweise stattfinden. Es kann also auf Homologie zwischen zwei Organen nicht aus dem Grunde geschlossen werden, daß in Anomalien eins das andere ersetzt, oder daß Merkmale, die dem einen Organ eigentümlich sind, auf das andere übertragen werden. Die Existenz selbst einer sogenannten vollständigen Reihe von Übergängen zwischen zwei Gebilden beweist nicht ihre Homologie. So haben die Anamorphosen Čelakovskýs nicht den ihnen vom Autor im Vergleich zu anderen Abnormitäten zugeschriebenen phylogenetischen Wert. Abweichungen vom Normalen sind überhaupt in der Morphologie mit größter Vorsicht zur Deutung zu benutzen. Das gilt auch für die Erklärung der Fruchtschuppe. Es ist für die Fruchtschuppe nicht erwiesen, daß bei den Anamorphosen ein Rückschlag im phylogenetischen Sinne, eine rückschreitende Metamorphose, vorliegt. Keine Struktur mit der Andeutung eines ancestralen Charakters tritt hier auf, nichts, was nicht auch der Art sonst normal angehöre, nur Mitteldinge zwischen einer vegetativen und reproduktiven Struktur. Die Umbildungen am Zapfen sind homoeotischer Natur; die Achsennatur der Fruchtschuppe mußte durch andere Gründe erwiesen werden, den Anamorphosen kommt nicht diese Bedeutung zu. Man kann sich vorstellen, daß alle Übergangs-Kombinationen von historisch beziehungslosen Formfaktoren sind, die teils reproduktiv, teils vegetativ sind. Wenn wirklich ursprünglich die Fruchtschuppe nur eine Emergenz der Deckschuppe darstellte, und wenn dann durch die Einwirkung vegetativer Kräfte der Zapfen stufenweis in einen Laubzweig mit Knospen in den Blattachsen umgewandelt wurde, dann kann man sich vorstellen, daß morphogenetische Kräfte in der Richtung auf Bildung einer Fruchtschuppen-Emergenz oder einer Laubknospe nebeneinander einwirkten, und so ein monströser Zapfen entstand.

Ähnlich skeptisch äußert sich Goebel (1923): »Vergrünungen* und andere Mißbildungen, welche man zur Deutung der Blätter oft herangezogen hat, können phylogenetischen Schlüssen nicht zur Grundlage dienen. Vielmehr ist ... bei der Untersuchung der Mißbildungen die erste Aufgabe die, ihr Zustandekommen auf Grund

der Kenntnis der normalen Entwicklung festzustellen— nicht umgekehrt. Das ist freilich oft mit Schwierigkeiten verknüpft. Wenn z. B. an Stelle einer Samenschuppe einer Abietinee ein vegetativer Sproß auftritt, so wissen wir zunächst nicht mit Sicherheit, ob dieser wirklich aus der „Anlage der Samenschuppe“ hervorgeht, oder eine Neubildung ist. Aber nehmen wir selbst das erstere an, so zeigt es nur, daß die Samenschuppenanlage auf frühen Entwicklungsstufen zur Sproßentwicklung umgestimmt werden kann, nicht aber, daß sie im Verlauf der stammesgeschichtlichen Entwicklung aus der Reduktion eines Sprosses hervorgegangen ist. Das wäre nur dann anzunehmen, wenn wir fossile oder lebende Formen kennen würden, die wirklich derartige axiliare, mit Samenschuppen zweifellos homologe Blüthen besitzen.«

III. Die Beweise für die Achsennatur der Fruchtschuppe aus der Anatomie.

Schon oben wurde darauf hingewiesen, daß von Herzfeld die anatomische Struktur von Deck- und Fruchtschuppe zur Erklärung herangezogen wurde; besonders der Gefäßbiindelverlauf wurde auch von anderen Forschern (van Tieghem, Celakovský, auch Strasburger) zum Nachweis der Sproßnatur der Fruchtschuppe benutzt. So baut van Tieghem (1869), der wiederum eine eigene Anschauung über die Fruchtschuppe entwickelt, seine Deutung ganz wesentlich auf den Daten der Anatomie auf. Er geht bei seinen Untersuchungen von dem Prinzip aus, daß im Zweig stets die Gefäßbiindel symmetrisch um eine Achse herum gruppiert sind, während die Blattbiindel stets symmetrisch zu einer Ebene orientiert sind. Das Laubblatt der Goniferen erhält nun aus der Achse nur ein Gefäßbiindel. Wird es fertil (also zur Deckschuppe), so kommen zwei etwas weiter oberhalb entspringende Biindel für die Fruchtschuppe hinzu; diese gehen horizontal oberhalb des Blattbündels durch die Rinde hindurch, indem sie ihre Xylemteile gegeneinander kehren. Bei den Pinaceen umgeben sich das Blattbiindel und die beiden oberen Biindel sogleich mit einer besonderen Parenchymscheide, so daß die beiden Systeme von Anfang an getrennt sind, was bei den anderen Coniferengruppen nicht der Fall ist. Verlassen die Biindel die Rinde, so nähern sich die beiden oberen einander und drehen sich so, daß sie ihr Xylem nach unten, zur Braktee (Deckschuppe) kehren. Sie teilen sich dann und bilden einen nach unten zu konkaven Bogenbogen von Biindeln. Die Xylemteile des Deckschuppenbiindels und der Fruchtschuppenbiindel sind also einander zugekehrt. Von je einem der seitlichen Biindel des Bogens geht ein Zweiglein zur Basis der Samenanlage aus.

Aus diesem Gefäßbiindelverlauf folgt nun für van Tieghem, daß die Deckschuppe eine Braktee ist, in deren Achsel ein Zweiglein steht, das nur ein einziges Blatt (die Fruchtschuppe) hervorbringt; dann erlischt sein Wachstum. Dieses Blatt ist ein offenes Carpell und stellt die ganze Blüte dar; es ist immer umgekehrt, so daß sich Braktee und Blatt ihre gleichsinnigen Seiten zukehren. Die Samenanlagen stehen an der Rückenseite des Blattes. Damit ist ein wesentlicher Gegensatz zu den Gynaceen gegeben, bei denen die an der Zapfenachse inserierten Schuppen die Samenanlagen tragen.

Prinzipiell sind bei Taxodiaceen, also den Gattungen *Sequoia*, *Athrotaxis*, *Sciadopitys*, die Verhältnisse von denen der Pinaceen nicht verschieden. Aber der Teil der Gefäßbiindel, der unterhalb der Abgangsstelle der Samenanlagen-Biindel liegt, ist weniger entwickelt, und so kommt es, daß die Samenanlagen horizontal zur Oberfläche des Carpellblattes stehen oder sogar fast aufgerichtet sind. Auch bei den Cupressineen ist die Schuppe doppelt, Deckschuppe und Fruchtschuppe sind verwachsen. Das obere inverse Biindelsystem ist wie bei den Pinaceen vorhanden, auch hier trägt das erste Blatt eines Achselsprosses auf der Rückseite die Samenanlagen. Aber die Region des Carpellblattes unterhalb der Samenanlagen entwickelt sich wenig oder gar nicht, so daß die Samenanlagen aufgerichtet an seinem Grunde stehen. Auch auf die anderen Gruppen der Coniferen läßt sich die Erklärung übertragen. Bei *Cephalotaxus* z. B. stellen die beiden Ovula die ganze Fruchtschuppe dar, d. h. das erste und einzige Blatt eines Zweigleins der dritten Zweiggeneration (vom Laubblatt ab gerechnet); es ist ein kurzer Stiel vorhanden, während die Spreite vollständig auf die beiden Samenanlagen reduziert ist. Bei *Taxus* ist die Samenanlage das ganze einzige Blatt eines ganz reduzierten Zweigleins in der Achsel der obersten der sechs Schuppen an der sekundären Achse des Blütensprosses.

chens, es entspricht der ganzen Fruchtschuppe der Pinaceen. Die Samenanlage ist also nicht an der sekundären Achse des Blütenspißchens terminal, wie meist angenommen wird, sondern ist nach van Tfeghem selbst wieder eine neue Nebenachse.

Auch Strasburger (1872), für den die Samenanlage einen Fruchtknoten darstellt, der Zapfen also ein Blütenstand ist, bringt den Bündelverlauf mit der Sprossnatur der Fruchtschuppe in Zusammenhang. Für *Pinus pumilio* gibt er folgende Darstellung des Bündelverlaufes: »Auf tangentialen Schnitten durch die Rachis des Zapfens sieht man aus derselben ein Blattbündel für das Deckblatt und über diesem zwei Achsenknospenbündel für die Fruchtschuppe ausbiegen. Noch innerhalb der Rachis gibt eins derselben einen Zweig ab, der eine obere mediane Stellung einnimmt, so daß man auf tangentialen Schnitten, dicht unter der Oberfläche der Rachis Gruppen von je vier konzentrischen Bündeln antrifft. Das untere tritt jetzt in das Deckblatt: die drei oberen, dem unteren die Tracheen zukehrend, in die Fruchtschuppe. Das Bündel im Deckblatt bleibt einfach, die beiden seitlichen Bündel der Fruchtschuppe verzweigen sich, so daß man im ganzen meist neun ziemlich gleich starke Nerven erhält, welche, nur wenig divergierend, nebeneinander laufen und in dem obersten Rande der Fruchtschuppe sich sogar ein wenig nähern. Die beiden rechts und links vom Mittelnerven liegenden Bündel versorgen die Blüten mit je einem schwachen, seitlich abgezweigten Bündel, welches unter der Ansatzstelle der Blüte sich in Transfusionsgewebe auflöst... Wie *Pinus Pumilio* verhielten sich im wesentlichen alle von mir untersuchten Abietineen.« Für *Thuja orientalis* gibt Strasburger (1872, p. 26) folgendes an: »Das sterile oberste Schuppenpaar ist so wie die fertilen mit doppeltem Bündelsystem versehen... Man findet an der Basis der Schuppe drei Bündel, zwei obere und ein unteres: das untere bleibt ungeteilt, die oberen spalten sich, bis ihre Zahl auf höher-geführten Schnitten auf etwa acht steigt . . . In der Rachis bleiben die Bündel getrennt; das untere tritt wie ein gewöhnliches Blattbündel in den Bündelkreis; die beiden oberen verschmelzen hier mit zwei seitlichen. Ein Vergleich mit den vegetativen Sprossen lehrt, daß sich diese zwei oberen Bündel durchaus wie gewöhnliche Achselknospenbündel verhalten; daraus folgt wohl schon, daß die Schuppe kein einfaches Blatt sein könne, sondern aus Blatt- und Achselprodukt verwachsen.« Ganz auf diesen Standpunkt stellt sich Čelakovsky (1900), der meint, daß die Betrachtung des Gefäßbündelverlaufes endgültig die irrige (später!) Lehre Eichlers von der einfachen Natur des Zapfens zu Falle bringen müsse, wenn selbst die Anamorphosen noch Zweifel übrig gelassen haben sollten. Er fand bei *Pinus cembra* eine Struktur, wie sie Strasburger angibt, bei *P. strobus* aber tritt anstatt der vier getrennten, im Grundgewebe eingebetteten Bündel in die Fruchtschuppe ein geschlossener Zentralzylinder ein, dessen Xylem ein kleines zentrales Mark umschließt. Dieser Zentralzylinder löst sich weiterhin in das Deckschuppen- und die Fruchtschuppenbündel auf. Ebenso sind bei *Pinus silvestris* die Bündel der Fruchtschuppe und des Deckblattes anfanglich in einen geschlossenen Zylinder vereinigt oder verschmolzen. Hier ist »jeder Zweifel ausgeschlossen, daß der geschlossene, einen Markcylinder einschließende hohle Holz-cylinder, der auch in der Achse jedes vegetativen einjährigen Achselsprosses, niemals aber, weder bei Gymnospermen, noch bei Angiospermen, in Blattstielen gebildet wird, die axile Natur der Basis der Fruchtschuppe erweist. Daß auch das Deckblattbündel von diesem Centralcylinder ausgeht, erklärt sich wohl durch die Vereinigung der Basis des Deckblattes mit dem axilen Theile des Fruchtschuppensprosses, indem dann das Deckblatt gleichwie ein Blatt des Achselsprosses selber (ähnlich wie das Deckblatt einer Inflorescenz von *Samolus*, *Thesium* usw.) erscheint.« (Man vgl. die früher erwähnte Arbeit von Herzfeld).

Diese Betrachtungen sind ausgegangen von den mächtig entwickelten Fruchtschuppen der Pinaceen resp. den starken Innenauswüchsen der Fruchtschuppen bei den Cupressaceen, die eine ausgiebige Versorgung mit Leitstrahlen erfordern. Es wird am Platze sein, zum Vergleich einen Blick auf die Podocarpaceen zu werfen, bei denen das Epimatium ganz verschieden mächtig ist. Wie auch sonst bei den Goniferen wird von der Achse ein Bündel für das Carp, abgegeben; von diesem gehen zur Versorgung der Samenanlage zwei Bündel mit umgekehrter Orientierung aus, die vom Carpellbündel ± unabhängig werden können. Bei *Saxegothaea* ist nach Stiles (1908) und nach Tison (1919) der Verlauf folgender: Von der Zapfenachse geht ein Bündel mit Harzkanal für das Carp, aus; ein wenig oberhalb der Insertion des Carp, zweigen sich davon nach der

Innenseite zu zwei kleinere Bündel ab, die in bezug auf die Lage des Xylems umgekehrt orientiert sind wie das Carpellbündel. Sie dienen der Ernährung der Samenanlage und nehmen Richtung auf diese zu. Nach ihrer Abgabe teilt sich das Hauptbündel in eine Anzahl von Zweigen, die sich in einem Bogen anordnen; die randständigen Zweige, sich nach innen krümmend und umgekehrte Orientierung gewinnend, verstärken die Gruppe der Samenanlagenbündel. Weiter oben vereinigen sich die Carpellbündel wieder in ein einziges, das bis nach dessen Spitze verläuft; das Carp., hat also nach oben zu wie die sterilen Schuppen ein einzelnes Bündel. Neben dem Hinzufügen einiger Zweige der Carpellgruppe wird die Samenanlagengruppe auch noch durch Teilung eines der beiden ursprünglichen Bündel vermehrt. Schließlich aber findet wieder Vereinigung statt und in der Basis des Ovulums sind nur zwei Bündel vorhanden, während ein drittes kleineres bis dicht heran reicht. Nach Tison kann aber der Bündelverlauf auch viel einfacher sein: So können die beiden Samenanlagenbündel dauernd ungeteilt bleiben, während sich nur das Carpellbündel in die Zweige teilt, von denen die äußeren umgekehrte Orientierung gewinnen; ja es kann auch das Carpellbündel sogar ganz ungeteilt bleiben. Diese Variation bei derselben Art ist sehr bemerkenswert; eine bedeutende Komplikation kann neben sehr einfachem Verlauf vorhanden sein.

Der letztere entspricht dem, was für *Microcachrys* bekannt ist (Stiles 1912): Von der Achse geht ein Gefäßbündel für das Carp., aus; kurz nach seinem Eintritt in das Carp., gibt es nach oben zu ein Bündel ab, das umgekehrt orientiert wird; beide liegen dicht beieinander. Schließlich geht das obere für die Samenanlage bestimmte Bündel in die Höhe, teilt sich nahe der Basis der Samenanlage und die Zweige gehen in die Basis des Integumentes.

Bei *Dacrydium* sehen wir das Epimatium im Verhältnis zum Carp., eine immer größere Rolle spielen, und so wird auch hier die Bündelversorgung in ihm eine reichlichere. Wie bei *Saxegothaea* und *Microcachrys* bleibt zunächst auch bei *Dacrydium*-Arten mit kleinerem Epimatium dieses von Gefäßbündeln frei. Bei *D. Franklini* (Stiles 1912) gibt das Carpellbündel zwei Bündel mit umgekehrter Orientierung ab und zwar etwas über der untersten Basis des wenig herablaufenden Carp.; sie führen keinen Harzkanal und endigen unterhalb des Nucellus. Bei *D. cupressinum* (Sinnott 1913) gehen die beiden Bündel in die Basis des Epimatiums, auf dem die Samenanlage sitzt und treten sofort in den Grund der Samenanlage ein, wo sie erlöschen; der ganze Mantel des Epimatiums besitzt keine Gefäßbündel. Anders bei *D. Bidwillii* mit seinem großen, um die Samenanlage herumgeschlagenen Epimatium. Hier gehen die beiden Bündel mit umgekehrter Orientierung durch dieses hindurch. Es zeigt sich hier schon die Regulation des Bündelverlaufs nach den Bedürfnissen der Ernährung. Die beiden Bündel sind zur Ernährung der Samenanlage da. Ist das Epimatium noch wenig entwickelt, steht die Samenanlage noch eigentlich auf dem Carp., so erhält es kein Bündel (*Saxegothaea*, *Microcachrys*). Bei den typischen Dacrydien, bei denen die Samenanlage auf der Basis des Epimatiums sitzt, gehen die Bündel direkt durch diese in den Grund der Samenanlage. Ist nun das Epimatium stark entwickelt und sitzen die Samenanlagen auf ihm (*Podocarpus*), so müssen die Bündel naturgemäß ins Epimatium eintreten, um zur Basis der Samenanlage zu gelangen, der sie zustreben. Somit erlöschen sie dann auch meist am Gipfel des Epimatiums. Ist dieses aber sehr stark entwickelt, so können noch Zweige der Bündel in dessen ventrale Seite zur weiteren Ernährung abgegeben werden. Einige Einzelheiten seien darüber noch nach den neueren Forschungen mitgeteilt. Bei *Podocarpus totara* und *P. nivalis* (Sinnott 1913) vereinigen sich die beiden Bündel, die sich vom Bündel des Carp., am Grunde abgetrennt haben, wieder, ein Bündel tritt in die Basis des Epimatiums ein, dann trennen sich die beiden Bündel wieder und laufen im Epimatium entlang, mit umgekehrter Orientierung (Xylem nach außen gewandt). In der Gegend der Basis des Ovulums geben sie noch einen kleinen Zweig in diese ab und erlöschen dann an der stumpfen Spitze des Epimatiums. Reichlicher ist die Versorgung bei *P. elatus*. Hier teilt sich das aus der Vereinigung der beiden Bündel entstandene und in die Basis des Epimatiums eintretende Bündel in drei, die im Epimatium entlanglaufen; die beiden seitlichen geben dann von der Spitze des Epimatiums noch vier Bündel ab, die an dessen ventraler Seite bis zur Gegend der Mikropyle herablaufen. Bei *P. spicatus* gehen die beiden Hauptbündel des Epimatiums bis in dessen ventrales Ende. Bei *P. vitiensis* (Gibbs 1912) hat das Epimatium vier getrennte Bündel,

die an seinem oberen Ende eine ringartige Ausbreitung am Grande der Samenanlage erfahren und dann sich noch einmal teilen, so daß acht Zweige weiter herablaufen. Bei *P. nagi* (Stiles 1912) hat das Carp, eine Reihe von 4—5 Bündeln, ist also parallel-nervig wie die Blätter; am Grunde des Epimatiums findet sich auch eine Reihe von 3—4 Bündeln, deren Teilung noch stärker als bei *P. vitiensis* ist. Bei *P. dacrydioides* sind Carp, und Epimatium verwachsen; ein Btindel geht ins Carp, und zwei mit umgekehrter Orientierung ins Epimatium; das Carpellbtindel und die des Epimatiums sind selbständig und gehen getrennt aus dem Gefäßbündelzylinder der Achse hervor (Gibbs 1912). Die Tatsache, daß hier keine »vascular connexion« zwischen Carp, und Epimatium besteht, wird von Gibbs besonders hervorgehoben als Beweis dafür, daß keine Einzelblüte, sondern eine Infloreszenz vorliegt mit fertilen Brakteen. Wie steht es nun damit? Bei *Saxegothaea* gehen die Btindel für das Ovulum deutlich von dem Carpellbtindel aus; auch bei *Dacrydium* sind die Btindel für das Ovulum noch mit dem Carpellbündel im Zusammenhang, wenn sie sich auch schon früh trennen, dicht über dem Einschnitt, den die Basis des Carpells macht. Bei *Podocarpus* ist es ähnlich, oder aber die Btindel sind ganz voneinander getrennt. Im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung wird das immer stärker hervortretende Epimatium immer mehr mit Gefäßbtindeln versorgt, zugleich wird auch die Selbständigkeit der Btindel immer größer. Wir müssen aber auf den Typus von *Saxegothaea* und *Microcachrys* in unserer Betrachtung zurückgehen. Dabei ist auch auf *Araucaria* hinzuweisen. Bei dieser Gattung gibt die Achse des Zapfens gewöhnlich für das Carp, ein Btindel ab, das wiederum ein Btindel mit umgekehrter Orientierung abzweigt; hieraus schloß z.B. Lotsy, daß bei *Araucaria* einfache Sporophylle mit einer Ligula vorliegen, im Gegensatz etwa zu *Pinus*, bei welcher Gattung zwei getrennte Btindel die Achse verlassen; nun hat aber Worsdell für *A. BidwiUii* nachgewiesen, daß die beiden Btindel, die sich in der Carpell-Basis befinden, in verschiedener Höhe dem Bündelsystem der Achse entspringen. Dazu bemerkt Seward: »So far as we are aware, the separate origin of the bundles is peculiar to this species, but in the view of the stoutness of the scale, we see no fatal objection to the suggestion, that, in the course of evolution, bundles which are formerly united at their point of exit from the axis, afterwards pursued a separate course to the vascular tissue of the central cylinder«. Das entspricht genau der oben dargelegten Anschauung für die Podocarpaceen. Ebenso bemerkt Eichler (1881): »Falls die Theilung der Schuppe tief herabgeht und die gemeinsame Basis dick und breit ist, wie wir dies z. B. bei den *Pinus*-Arten sehen, kommen die Btindel der beiden Schuppen gleich getrennt aus der Axe, das Blatt ist dann Spurig; ist die Theilung minder tief und die gemeinsame Basis nagelartig verschmalert, so kommt aus der Axe mitunter nur 1 Btindel, das sich erst innerhalb der Schuppenbasis theilt (manche *Abies*-Arten). Aehnliche Differenzen begegnen in analogen Fällen auch bei den im Folgenden noch zu betrachtenden Gruppen«.

Die Gefäßbtindelversorgung ist ursprünglich für die Samenanlage bestimmt, in dem Integumente der großen Samen von ancestralem Typus ist auch das Integument und die Nucellus-Basis reichlich mit Btindeln versehen; die Entwicklung einer Fruchtschuppe oder eines Epimatiums bedingt das Eintreten von Gefäßbtindeln in diese, die dann Zweige für die Samenanlage abgeben. Verschiedenartig wie das Ausmaß der Fruchtschuppe ist auch die Selbständigkeit und die Anordnung der Gefäßbtindel; man wird diese, da die Fruchtschuppe ein Gebilde eigener Art ist, nicht durch den Vergleich mit der normalen Btindelversorgung von Blatt und Achse erklären können. Der Btindelverlauf beweist nicht, daß die Fruchtschuppe ein Zweig ist.

IV. Ausdehnung der Blüttenstandstheorie auf die ganze Gruppe der Coniferen.

Aus dem im II. und III. Abschnitt Gesagten geht hervor, daß die auf die Bildungsabweichungen und die Anatomie gegründete Theorie von der Achsennatur der Fruchtschuppe wesentlich von den Pinaceen ausging; sie wurde dann auf die anderen Gruppen der Coniferen übertragen. Das wurde schon bei der Betrachtung der Anschauungen von van Tieghem kurz auseinandergesetzt (ebenso wie früher schon auf die ältere Zusammenfassung Eichlers hingewiesen wurde). Als ein weiterer beachtenswerter Versuch, die äußerlich so differenten Bildungen wie die Fruchtschuppe der Pinaceen, das

Epimatium der Podocarpaceen usw. auf einen gemeinsamen Typus zurückzuführen, sei die Arbeit von Stephanie Herzfeld (1914) kurz besprochen; die Auffassung der Fruchtschuppe als Auswuchs der Schuppenachse wurde von Herzfeld, wie oben erwähnt, aus Anamorphosen und aus der Anatomie bei *Larix* gewonnen.

Die Homologisierung bietet nun zunächst für die Familie der Cupressaceen (worum Taxodioideen und Cupressoideen verstanden sind) keine besonderen Schwierigkeiten. Charakteristisch ist für viele Gattungen das Emporheben des kleinen Deckblattes an der vergrößerten Schuppenachse. »So sehen wir bei *Cryptomeria* eine Modification der Abietineen-Fruchtschuppe, indem auf kräftig entwickeltem, gemeinsamem Basalteil nach innen die Fruchtschuppe — bei *Cryptomeria* aus mehreren Wülsten zusammengesetzt — nach aussen das hoch empor gehobene Deckblatt sich wölbt; an schon verholzten Schuppen ragt letzteres wie ein kleines Spitzchen weg. Der Gefäßbündelverlauf zeigt in dem gemeinsamen Schuppenteil das typische Bild des Zentralzylinders einer Achse, sämtliche Xyleme einem Zentrum zugekehrt.« In verschiedener Weise wird die Schuppenachse z. B. bei *Athrotaxis* verdickt (vgl. die Fig. bei den Taxodiaceen), und zwar einseitig oder doppelt. Auch bei *Sequoia* gelangt durch die Doppelwucherung der Schuppenachse die Braktee später in die Mitte eines Schildes, das Deckblatt stellt dann nur noch ein kleines Spitzchen dar. »Unter den Cupressoiden steht die *Cupressus-Schuppe* ebenfalls der von *Athrotaxis cupressoides* zunächst; nach der Bestäubung der Samenanlagen wächst die Schuppenachse und schwillt gleichzeitig an der Innen- und Aussen-seite mächtig an, so dass die emporgehobene Braktee schliesslich in der Mitte eines Schildes steht; ebenso entsteht im Beeren-Zapfen von *Juniperus* unterhalb des Tragblattes eine Achsenwucherung an der Aussen- sowie an der Rhachisseite, die aber fleischig bleibt — die Samenanlagen sind wie bei alien Coniferen in der Achsel des Deckblattes angelegt und nur durch die Druckverhältnisse später so beiseite gedrängt, dass sie zwischen denselben inseriert zu sein scheinen . . .« Nicht anders die Araucarien. »Bei *Agathis* sehen wir die Schuppenachse an der Innenseite unverdickt, doch entwickelt sie wie *Athrotaxis cupressoides* einen äußeren Fruchtschuppenwulst. Wenn auch der innere Wulst total reduziert ist, so sind doch wie bei alien Verwandten die zwei Serien der verkehrt zueinander orientierten Bündel erhalten, deren obere den Innenwulst zu versorgen pflegt. Die verschiedenen Arten der Gattung *Araucaria* bilden eine schwach entwickelte innere Fruchtschuppe aus, die bei *Araucaria araucana* (= *imbricata*) gänzlich reduziert ist. In diesem Genus sehen wir auch eine allmähliche Reduktion der oberen Leitbündelreihe von *Araucaria Bidwillii* mit seinen mächtigen Fruchtschuppenbündeln zu den bedeutend schwächer entwickelten bei *Araucaria Cookii* und von da zu *Araucaria brasiliensis*, welche die beiden äussersten der halbkreisförmig angeordneten Leitbündel heranzieht, um die Ovula zu ernähren. Die Fruchtschuppe bleibt ohne Gefässe.« Hier kann man fragen, warum soll die Leitbündelreihe »reduziert« sein? Es ist zu bedenken, daß die vom Deckschuppenbündel abgehenden Gefäßbündel zunächst zur Ernährung der Samenanlage bestimmt sind; erst bei starker Entwicklung der Fruchtschuppe wird deren Gefäßbündelsystem selbständig. Bei den Cupressaceen, bei denen sich die »Fruchtschuppe« nicht von der »Deckschuppe« trennt und sich erst spät stark entwickelt, ergibt sich klar ihre Bedeutung für Schutz und Ernährung der Samenanlage. Zunächst sind in der Blüte die Samenanlagen versteckt, bei ihrer Vergrößerung werden sie durch die Wucherung der Schuppe ernährt und geschützt. So sagt auch Herzfeld: »Die Fruchtschuppe hat die wichtige Aufgabe des Samenschutzes übernommen«. Nur über ihre morphologische Deutung gehen die Ansichten auseinander. Diejenigen von Herzfeld betreffend der »Abietaceen und Cupressaceen« werden in folgende Sätze zusammengefaßt: »An dem Wachstum nach der Bestäubung beteiligt sich entweder nur die Fruchtschuppe, während die Schuppenachse relativ klein bleibt; diesen Typus möchte ich den abietoiden nennen, weil er nur bei den Abietaceen (exklusive Araucarien) zu finden ist. Den zweiten Typus nenne ich im Gegensatz zum abietoiden den cupressoiden, weil ihn die Cupressaceen (außerdem noch die Araucarien) besitzen; hierbei entwickelt sich die Schuppenachse mächtig und hebt die Braktee noch über die Insertion der Fruchtschuppe empor, so daß sie meist nur mehr als kleines Spitzchen nach außen wegstarbt. Dabei können Achsenwucherungen nicht nur auf der Innenseite auftreten; in zahlreichen Fällen verdickt sich die Achse unterhalb der Braktee auch noch außen; dadurch entsteht eine schildartige Bildung, in deren Mitte das Deckblatt meist stachelspitzig

sitzt.« Schwieriger ist nach Herzfeld die Deutung der Fruchtschuppe bei den Taxaceen. Zunächst ist schon bei den Podocarpeen ihre Entwicklung nicht von einheitlichem Typus. Bei *Saxegothaea* macht die Zapfenschuppe den Eindruck, als bestände sie zum größten Teil aus der verlängerten Schuppenachse, die das Deckblatt an der Spitze trägt, womit sie sich als ein Homologon der Fruchtschuppe von kupressoidem Bau erweist. Noch deutlicher ist bei *Microcachrys* die eigentliche Braktee nur die Spitze der Zapfenschuppe, die Braktee ist durch die verlängerte Achse emporgehoben. Das einseitige Epimatium ist nun leicht mit der Fruchtschuppe zu homologisieren. Auch *Dacrydium* schließt sich noch hier an. Dagegen nähert sich *Podocarpus* dem abietoiden Typus: Die Braktee wird nicht durch nachträgliches Wachstum der Sproßachse emporgehoben, sondern sie bleibt an der Zapfenrhachis, in ihrer Achsel steht die Schuppenachse mit der umgeschlagenen Fruchtschuppe. Nur dieses Einschlagen unterscheidet hier das Epimatium von der Fruchtschuppe der Pinaceen. »Wir brauchen uns nur bei einer *Pinus-BliXte* die Fruchtschuppe umgebogen und ein Ovulum einhüllend zu denken; es entsteht sowohl der Bündelverlauf als die äußere Morphologie der *Podocarpus-BliXte*.« »Die podocarpoide Schuppe ist zygomorph; sie umhüllt das Ovulum und wendet dieses um, indem sie einseitig bevorzugtes Wachstum zeigt; diese Zygomorphie ist im Zusammenhang mit der lateralen Blütenstellung. Die weite Entfernung der Blüten voneinander, respektive deren geringe Zahl bedingt eine vergrößerte Schutzbedürftigkeit des Ovulums, woraus sich die gänzliche Umhüllung desselben durch die Fruchtschuppe ergibt.« Schließlich ist noch bei einigen Coniferen die Fruchtschuppe (oft als Arillus bezeichnet) als gleichmäßig die Samenanlage umgebende Hülle entwickelt (*Taxus*, *Torreya*, *Phyllocladus*): »Die taxoide Schuppe ist actinomorph; sie umgiebt das aufrechte Ovulum als regelmäßige, becherförmige Hülle und ist sowohl den Taxoideen als *Phyllocladus* eigen, welche letztere in systematischer Hinsicht eine Zwischenstellung zwischen Taxoideen und Podocarpoideen einnimmt. Die Actinomorphie ist mit der Stellung der Blüte im Zusammenhang; diese sitzt (wenn auch nur scheinbar) am Ende einer Achse; auch bei *Phyllocladus*, dessen Einzelblüten radienartig von einem Zentrum auszustrahlen scheinen, kann man von Endständigkeit sprechen. Die taxoide Schuppe wird in der Reife fleischig.« So ergibt sich als Zusammenfassung: »Wir sehen in der ganzen Ordnung der Koniferen die 2 Blüten in zusammengesetzten oder einfachen Inflorescenzen stehen, die aber auch bis auf eine Blüte verarmen können. Stets beobachten wir in jeder Blüte ein Deckblatt, aufrechte oder umgewendete Ovula in wechselnder Zahl und ein Schutzorgan. Dieses ist in der ganzen Ordnung ein Homologon. Ich halte es daher für angezeigt, von der dreifachen Bezeichnung Arillus, Epimatium und Fruchtschuppe die beiden ersteren aufzugeben. Die Fruchtschuppe entsteht stets später als das Ovulum, unterhalb desselben, als Achsenwucherung und zeigt einen charakteristischen Gefäßbündelverlauf: aus der Hauptachse treten oberhalb des Brakteenbündels zwei Stränge, die sich zu ersterem invers oder konzentrisch stellen, in seltenen Fällen kurze Zeit mit diesem zu einem konzentrischen Bündel vereinigt sind; sie ziehen dann getrennt durch die Fruchtschuppe und versorgen die Ovula, denen stets die Phloemseite der Bündel zugekehrt ist: sicher spielt hier das ernährungsphysiologische Moment eine Rolle und veranlasst die Drehung der Fruchtschuppenbündel, bis deren Leptom den Samenanlagen zunächst liegt. Die 2 Blüten aller Koniferen zeigen also einen ähnlichen Bauplan, so daß wir die Gruppe als eine monophyletische bezeichnen können.«

Zusammengesetzte Infloreszenzen sind bei *Torreya* vorhanden; man darf wohl annehmen, daß hier ein ursprünglicher Typus vorliegt, der von älteren Coniferen ausging, die den Charakter einer *Torreya* mit reichblütiger Infloreszenz besaßen; die Fruchtschuppe war bei ihnen taxoid. »Durch Stauchung der zweiblütigen *Torreya-Infloreszenz* können wir uns die *Cephalotaxus-BliXte* mit ihren zwei Ovulis entstanden denken, wobei der Platzmangel auf der Rhachisseite bewirkte, daß die Fruchtschuppe an der Innenseite unterdrückt wurde und eine zygomorphe Ausbildung erlangte.« (Gemeint ist die außenseitige Anschwellung an der Basis der Samenanlagen.) »Eine Stauchung von reichblütigen *Torreya-Infloreszenzen* führte zu den Blüten der Gupressaceen mit zahlreichen Ovulis; hier bildete sich die cupressoides Schuppe mit ihrer kräftig entwickelten Schuppenachse aus.« Also aus einem *Torreya-BIVL*tenstand wird eine Einzelblüte, das Blütenstands-Deckblatt wird zum Blütendeckblatt; alle Blattchen am Torret/a-Blütenstand schwinden und die aktinomorphe Schuppe wird einseitig. Die Reduktion etwa bei *Cupressus* ist also weitestgehend, von einer primitiven *Torreya-SlmMchen* Infloreszenz

bleiben nur die Samenanlagen übrig. Es fragt sich, wo sind die einzelnen Achsen hingekommen, die bei *Torreya* je eine taxoide Fruchtschuppe und eine Samenanlage bilden? Bei *Cupressus* ist nur eine Schuppenachse vorhanden, ebenso wie ja auch nach Herzfeld die Abietineen nur eine Schuppenachse haben, an der die 2 Samenanlagen (nicht Einzelblüten) sitzen, deren Carp, ganz reduziert sind, ebenso wie auch *Cryptomeria* nur eine Schuppenachse besitzt, die mehrere Samenanlagen trägt, deren Carp, nach Herzfeld noch als kleine primäre Wülste in der Achsel der Braktee angedeutet werden und später verschwinden, wenn die eigentliche Fruchtschuppe als Achsenwucherung ihr Wachstum beginnt. Mir scheint, daß für die Cupressineen-Blüte ohne Konstruktion derartiger Reduktionen eine einfachere Erklärung nach den gegebenen Tatsachen näher liegt: Wie am Ende von Zweiglein die Laubblätter in Stam. der σ Blüte übergehen, so an anderen Zweiglein in Carp, der σ Blüte; zum Schutz und zur Ernährung der Samenanlagen bilden die Carp. $\pm$ mächtige Innenauswüchse (Schuppenwulst), deren Gefäßbündelversorgung, die ursprünglich nur für die Samenanlagen bestimmt war, entsprechend $\pm$ entwickelt und selbständig werden kann.

Völlig maßgebend für die Beurteilung der Struktur der σ Blüte bei den übrigen Coniferen-Gruppen ist die durch die Anamorphosen des Abietineen-Zapfens (vgl. oben) gewonnene Ansicht für Čelakovský (1890). Er fragt sich: »Woher kann man es wissen, ob z.B. *Dammara*, die Podocarpeen, Taxeen ursprünglich einfachere oder reduzierte Typen sind? Offenbar nur daher, ob von ihnen die reicher ausgegliederten Formen abgeleitet werden können, oder ob das Umgekehrte der Fall ist. Darüber aber entscheidet im vorliegenden Falle weder die Untersuchung der fertigen Form der eichentragenden Fruchtschuppe und des axillären σ Organs überhaupt, noch deren Entwicklungsgeschichte, welche alle Deutungen zuläßt, noch die Anatomie, noch der morphologische Vergleich, für den kein sicherer Ausgangspunkt vorhanden ist, sondern lediglich das vorurteilslose Studium der bei den Abietineen glücklicherweise vorhandenen Anamorphosen.* Sie sind wie in vielen anderen Fällen so auch hier der einzig feste Punkt, von dem aus die weitere Deduktion sicher fortschreiten kann. Nachdem die Deutung der 2 Blüte der Abietineen durch die Anamorphosen erreicht worden ist, kann diese Deutung auf die anderen Gruppen ausgedehnt werden, was für die Cupressineen und Taxodineen keine große Schwierigkeit bietet. Nicht so leicht aber sind die Konsequenzen für die Taxaceen zu ziehen. Hier kann man zunächst von *Cephalotaxus* ausgehen. Die gepaarten Samenanlagen und der Höcker zwischen ihnen entsprechen der zweisamigen Fruchtschuppe der Abietineen, eine Crista wie bei diesen wird nicht ausgebildet. Der Sproß in der Achsel der Braktee ist »ebenfalls ein nur auf früherer Entwicklungsstufe stehen gebliebener Blüten sproß, bestehend aus zwei auf die blossen Ovula reduzierten Carpiden und aus einem mittleren sterilen, rudimentaren Carpid.« Damit ist durchaus *Ginkgo* vergleichbar. Das Ovulum allgemein ist in morphologischer Hinsicht ein reproduktiv ausgebildetes Blattglied; hier sind die Carpiden auf ein einziges Blattglied reduziert (monomer) und können als Ovularblätter oder genauer als Ovularcarpiden bezeichnet werden. Die fruchtschuppenlosen Ovula von *Cephalotaxus* sind eine primitive Struktur, ein Abort einer Fruchtschuppe ist nicht anzunehmen. Bei den Taxeen im engeren Sinne ist das zum Sekundanspröfichen terminale Ovulum ebenso ein (hier zu einer zuvor 2—3 Paare von sterilen Schuppenblättern tragenden Achse terminales) Ovularcarpid, während die Blüten sprosse aller anderen Coniferen vorblattlos, nur auf (fertile oder teilweise sterile) Carpiden reduziert sind. Die zweiachsige Infloreszenz der Taxeen entspricht der zweiachsigen, zapfenartigen Infloreszenz von *Cephalotaxus* und dem ganzen, die Blüten axillär tragenden σ . Kurztrieb von *Ginkgo*, bei welcher Gattung die Infloreszenz noch nicht zapfenartig geschlossen ist und die Tragblätter der Blüten noch gewöhnliche Laubblätter (oder Niederblätter) sind. Die Homologie der σ »Einzelblüte« von *Cephalotaxus* oder von anderen Coniferen mit dem in der Achsel des Laubblattes stehenden Blüten sprofichen von *Ginkgo* ist mehrfach zur Erklärung herangezogen worden, so auch von Vierhapper (1910). Auf die große Arbeit Vierhappers braucht hier nicht im einzelnen eingegangen zu werden (vgl. S. 163), da es ihm wesentlich auf die Systembildung unter Berücksichtigung aller Merkmale und nicht auf die σ Struktur im speziellen ankommt. Vierhapper steht auf dem Standpunkt, daß die »Fruchtschuppe« ein Phyllo oder phylloartiges Gebilde ist, das auf einem Achselsproß der Deckschuppe inseriert ist. Er gebraucht den Terminus »Ovularschuppe« (Fruchtschuppe, Epimatium)

oder für die Cupressoideen den Terminus »Ovularwulst«. Der morphologische Wert der Ovularschuppe als Sproß scheint ihm gesichert einmal wegen der teratologischen Vorkommnisse und dann aus phylogenetischen Erwägungen. »Denn die Ableitung der Coniferen von älteren Gruppen, wobei doch vor allem die Ginkgoaceen in Betracht kommen, ist nicht gut anders möglich als dadurch, dass man die zwischen Deckschuppe und Achse der weiblichen Sprosse der *Taxaceae* sowohl als auch der *Pinaceae* befindlichen Gebilde mit den biovulaten Blüten von *Ginkgo* homologisiert. Da nun deren Sproßnatur außer Frage steht, folgt, daß auch die Ovularschuppen der Coniferen, welche bei den Taxaceen zum Epimatium, bei den Pinaceen — oder doch einem Teile derselben — zur Fruchtschuppe werden, sproßbürtig sind.« Man kommt nach Vierhapper von *Ginkgo* zu *Cephalotaxus*, welche Gattung unter allen Coniferen der Gattung *Ginkgo* zunächst steht, der einzigen heute lebenden Sippe, welche man als einen direkten Vorfahren der Coniferen bei aller Verschiedenheit in der Verzweigung, im Holzbau, in der Form und Nervatur der Blätter, Verteilung der Harzgänge in den Blättern, Art der Befruchtung usw. ansehen muß. Ähnlich wird von K. v. S p i e s s (1902) auf die Übereinstimmung von *Ginkgo* und *Cephalotaxus* hingewiesen, wenn der Autor auch, schon wegen der Spermatozoiden von *Ginkgo*, nicht an nähere Verwandtschaft denkt; der Hocker zwischen den beiden Samenanlagen von *Cephalotaxus* ist das letzte Überbleibsel des zweiten dekussierten Carpellpaares. Mir scheint, daß bei einer Ableitung der Coniferen von *Ginkgo* aus über *Cephalotaxus* keine phylogenetischen Erwägungen, sondern nur schematische Konstruktionen in Betracht kommen können. Die *Ginkgoaceae* sind nicht Vorläufer der heute lebenden Coniferen, die Unterschiede, auf die auch Vierhapper hinweist, sind so schwerwiegend der Natur, daß man nicht wagen darf, den Blütensproß von *Ginkgo* zu benutzen, um die morphologische Bedeutung der Fruchtschuppe der Coniferen klarzustellen.

Auch G o e b e l (1923) geht von *Ginkgo* auf die Coniferen, und zwar direkt auf die Pinaceen über; maßgebend ist für ihn die Übereinstimmung im Jugendzustande und in der Entwicklungsgeschichte. »Eine fertige Samenschuppe einer Abietinee und eine fertige weibliche Blüte von *Ginkgo* sehen recht verschieden aus. Aber, wenn wir die häufigste Form der letzteren (die mit zwei Makrosporangien) in ihrem Jugendzustand mit einer jungen Samenschuppe von *Abies*, *Picea* oder *Pinus* vergleichen, so finden wir eine grosse Ähnlichkeit.« Es ist ihm zwar fraglich, ob die Ginkgoaceen-Coniferen eine einheitliche Gruppe sind. »Aber es ist im Interesse unserer Denk-Ökonomie notwendig, zu versuchen, ob sich in dieser Gruppe nicht ein einheitliches Bild der weiblichen Blüten gewinnen läßt. Ein solcher Versuch wird einen mehr oder weniger subjektiven Charakter tragen, weil die Grundlagen für einen Beweis fehlen und man auf Analogie-Schlüsse angewiesen ist.«

Mir scheint, daß ein Ableitungsversuch dann keinen Wert hat, wenn von vornherein die Verwandtschaft der Gruppen in Frage gestellt wird; dann kann es sich nur um schematische Ableitung handeln, ohne daß Homologien vorhanden sind, ein Vorgehen, zu dem die Diagrammatik leicht verführt. Umgekehrt soll eine sorgfältige Beachtung aller Merkmale die Grundlage dafür ergeben, ob eine Verwandtschaft angenommen werden kann. Ferner scheint mir »das Interesse unserer Denk-Ökonomie« an einem »einheitlichen Bild« durchaus unwesentlich zu sein; wir haben nur die Tatsachen zu untersuchen, die morphologischen Befunde festzustellen und dann auf diese hin eine Gruppenbildung oder eine Beurteilung der Verwandtschaftsverhältnisse zu versuchen. Ein »einheitliches Bild« ist dann ein sehr vager Begriff, Zusammenhänge im weitesten Sinne können mit Differenzierung in wichtigen Einzelmerkmalen in Einklang stehen. Ferner sollen die Grundlagen für einen Beweis fehlen; da fragt sich, was heißt überhaupt Beweis in der Morphologie; sind irgendwo in der vergleichenden Morphologie andere Grundlagen für einen Beweis gegeben, als sie hier zur Beurteilung der Struktur der Coniferen vorliegen? Ein morphologischer Vergleich, dem keine Bedeutung beizumessen ist, ist wohl der zwischen unentwickelten Jugendstadien der *Ginkgo*-Blüte und der Pinaceen-Fruchtschuppe, die »eine große Ähnlichkeit zeigen«.

Die Entwicklungsgeschichte der Fruchtschuppe einer Pinacee ergibt nach Goebel folgende Daten. Sie entspringt in der Achsel eines Deckblattes (der Deckschuppe) ebenso wie eine *Ginkgo*-Blüte blattachselsförmig ist. Es beteiligt sich an dem Aufbau der jungen Samenschuppe auch Gewebe der Sproßachse. »Später erscheint die junge Samenschuppe als ein fast die ganze Breite der Deckschuppenbasis einnehmender parallel der Deck-

schuppe gestreckter Wulst von embryonalem Gewebe. Rechts und links an diesem Wulst bildet sich — ebenso wie bei Ginkgo — ein Auswuchs, den wir wie bei Ginkgo als ein rudimentäres Sporophyll (oder ‚Sporophyllrest‘) betrachten, und von dem wir nachweisen wollen, dass er wie bei Ginkgo an seiner Spitze ein Makrosporangium bildet. Die Makrosporangien, deren Spitze anfangs annähernd horizontal steht, werden bald durch überwiegendes Wachstum der Oberkante des Sporophyllrestes nach unten gekehrt. Indes kann man sie nicht etwa als ‚anotrop‘ (wie die vieler Angiospermen) bezeichnen.« Diese allgemeinen Sätze werden nun durch genauere Beschreibung der Entwicklung bei *Pinus montana* erläutert. Die Beschreibung beginnt mit dem Satz: »Die Samenschuppe erscheint zunächst als ein queigestreckter Wulst in der Achsel der Deckschuppe.« Dieses Stadium soll nach den obigen allgemeinen Sätzen ein »späteres« sein. Oben heißt es: Sie entspringt in der Achsel eines Deckblattes. Diese Annahme wird durch Beschreibung und Abbildungen nicht bewiesen. Der quergestreckte, die ganze Breite der Deckschuppe einnehmende Wulst kann ebenso gut ein Auswuchs der Deckschuppe (als Carpell) sein, wie Eichler auch aus der Entwicklungsgeschichte folgert.

Folgen wir der Entwicklung der Fruchtschuppe bei *Pinus montana* nach Goebel weiter. Später kann man an ihr die Teile unterscheiden, einen mittleren, der dann spitz auswachsend zur Crista wird und zwei seitliche. Letztere hielt Strasburger für Blattocker, in deren Achsel je ein Makrosporangium entstehen sollte. Es zeigt sich nun aber, daß die Makrosporangien aus ihrer Spitze hervorgehen. Die Hölzer entsprechen also den rudimentären Sporophyllen wie bei *Ginkgo* und tragen wie diese nur eine, terminale Samenanlage. Später wird das Makrosporangium durch einen Auswuchs der abaxialen Seite (x) auf die Oberseite der Fruchtschuppe verschoben. Bei *Abies* und anderen fehlt die Crista, die wohl ein drittes, steriles Sporophyll darstellt.

»Eine Sprossachse kommt bei dem in der Achsel der Deckschuppe entspringenden axillären Gebilde, aus welchem die Samenschuppe hervorgeht, nicht zur Ausgliederung. Wir haben es zu tun mit zwei (oder wenn man die ‚Crista‘ von *Pinus* als ein steriles drittes betrachten will mit drei) Sporophyllen, welche den axillären Wulst aufbauen, also von Anfang an in Verbindung miteinander stehen. Die Sporophyllen bilden an ihrer Spitze je ein Makrosporangium. Unterhalb jedes Makrosporangiums entsteht ein Sporophyllauswuchs, parallel der Deckschuppe... Die Sporophyllauswüchse »treten von Anfang an miteinander verbunden auf, bei *Pinus* vereinigen sie sich hinter der ‚Crista‘. Da sie sowohl nach oben als auch seitlich nach unten von den Makrosporangien auftreten, so werden diese später auf die Oberseite der Samenschuppe verschoben.« Die von Herzfeld als Achsenwucherung betrachtete Fruchtschuppe (vgl. oben) ist also für Goebel aus den Sporophyllen entstanden. Bei *Araucaria* ist der Sporophyllauswuchs auf die »Ligula« reduziert, bei *Dammara* fehlt er ganz. Bei den Cupressineen sind Zapfen vorhanden, die aus Schuppen bestehen, in deren Achseln aufrechte Samenanlagen stehen. Die Schuppen beschließen später die Samen ein. Es fragt sich nun, ob sie einfache Blattgebilde sind oder ob sie aus einer Verschmelzung von Deck- und Samenschuppen hervorgehen. »Das Verhalten von *Cryptomeria japonica*, spricht für die letztere Annahme. Es ist deutlich ausser der Deckschuppe eine in mehrere Zipfel endigende (Samenschuppe*) vorhanden. Diese kann auch hier als aus den Auswüchsen der Makrosporangienstiele (also nach der vorgetragenen Auffassung der Sporophyllreste) hervorgegangen betrachtet werden, nur tritt der Auswuchs entsprechend der aufrechten Stellung der Samenanlage auf deren Aussenseite auf.« Die Fruchtschuppe ist also auch hier nach Goebel nicht aus der Deckschuppe, sondern aus dem »Stiel des Sporangiums hervorgegangen,



Fig 111. *Pinus montana*. A Deckschuppe (d) mit junger Fruchtschuppe, s Anlage der Sporophylle. B Etwas späteres Stadium, »Sporophyllreste. C Querschnitt, c. Crista. D Älteres Stadium im Querschnitt, i Integument, n Nucellus. E Noch älter, Querschnitt tiefer, x Auswuchs, der die Samenanlage auf die Oberseite der Fruchtschuppe vorschleibt. F Längsschnitt (Nach Goebel, Organographie.)

aber bei dessen dauernd aufrechter Stellung nur einseitig nach der Deckschuppe zu. Nun sollte man meinen, daß, da das Verhalten bei *Cryptomeria* »die Verschmelzung von Deck- und Fruchtschuppe* annehmen läßt, von G o e b e l der überall vorhandene Wulst an der Schuppe der Cupressaceen als Fruchtschuppe gedeutet wird, doch heißt es gleich darauf: »Bei *Juniperus* sind sie (d. h. die Sporophyllauswüchse) ganz unterdrückt — die Makrosporangien werden von den fleischig werdenden, interkalar vergrößerten Deckschuppen (mit denen keine Andeutungen von Sporophyllauswüchsen vereinigt sind) umwachsen. Es ist nicht notwendig, dass die Unterdrückung der Sporophyllauswüchse und Ersatz durch eine stärkere Deckschuppenentwicklung bei den einzelnen Formen wie z. B. *Chamaecyparis* ... jemals im Verlauf der Einzelentwicklung nachweisbar ist. Wir müssen uns begnügen damit, dass wir uns ein Bild machen können für das Zustandekommen der einzelnen Blütenformen, oder — was auf dasselbe hinauskommt — für deren inneren Zusammenhang.« Danach müßte also die Schuppe dieser Cupressaceen einfach sein. Auch die \$ Blüten der Taxaceen (eingeschlossen die Podocarpaceen) lassen sich von denen von *Ginkgo* ableiten, zunächst *Cephalotaxus*, bei welcher Gattung man sich nur die Blütenachse von *Ginkgo* bis zum Verschwinden verkürzt zu denken braucht. Wenn von den beiden Makrosporangien nur eines übrig bleibt, kommt man zu *Phyllocladus*; der »Arillus« entspricht dem Sporophyllauswuchs der Abietineen. Bei *Podocarpus* ist der Sporophyllauswuchs nur einseitig entwickelt. Bei *Taxus* und *Torreya* haben die Blüten Blütenhüllen. Die beiden Paare gekreuzter Schuppen unterhalb der Samenanlage bei *Torreya* ebenso wie die drei Paare bei *Taxus* gehören zur Blüte und entsprechen den Blattgebilden, die bei den Gnetaceen die Blütenhülle darstellen. Die Samenanlage entspringt am Ende eines terminalen, stark reduzierten Sporophylls. Dieses verrät bei *Taxus* »sein Dasein auch dadurch, dass es nach der Befruchtung einen becherförmigen Auswuchs, den (vorher schon als Ringwall angelegten) Arillus entwickelt. Denn der Basalteil der Samenanlage, aus welchem dieser Arillus entspringt, entspricht ja gerade dem Rest des Sporophylls.« »Es fragt sich, wie wir das Zustandekommen der Blütenhülle bei *Torreya* und *Taxus* auffassen sollen. Da man sie nicht wohl einfach als Knospenschuppen betrachten kann — solche sind ja bei *Taxus* ohnedies schon vorhanden — so sind, wie mir scheint, nur zwei Möglichkeiten gegeben. Entweder sie entsprechen steril gewordenen Sporophyllen, wie sie ausnahmsweise auch bei *Ginkgo* auftreten. Oder die einzelne weibliche Blüte von *Torreya* und *Taxus* ist einem ganzen Blütenzapfen von *Cephalotaxus* homolog, dessen unterste 3 oder 4 Deckblätter steril geworden sind, während das Makrosporangium terminal geworden ist.«

fi) Der Zapfen als Einzelblüte.

Die mannigfachen Deutungen der \$ Blüte der Coniferen, die bisher vorgetragen wurden, haben das gemeinsam, daß die Deckschuppe als Braktee und die Fruchtschuppe als Achselsproß angesehen wird, daß danach also der Zapfen ein Blütenstand ist. Zugunsten dieser von den Pinaceen ausgegangenen Theorie wurden alle \$ Strukturen ± schematisch gedeutet, die Einheitlichkeit im »Bauplan« der Coniferenblüte sollte aufgezeigt werden. Demgegenüber steht die von mehreren Forschern vertretene Ansicht, daß der Coniferenzapfen einer Einzelblüte entspricht, daß also an einfacher Achse direkt Sporophylle stehen. Ich erwähne zunächst Julius Sachs (Lehrbuch der Botanik [1868])* Sachs nimmt überall die Blattbürtigkeit der Samenanlage an, er hält sie auch im Falle von *Taxus* oder den Cupressaceen nur für scheinbar terminal oder axillär. Dafür spricht, daß bei den verwandten Cycadeen die Samenanlagen Blattgebilde sind und daß auch bei den Angiospermen ihre Blattnatur nicht zweifelhaft ist; es ist nun nicht wahrscheinlich, daß innerhalb der Phanerogamen in einem so wichtigen morphologischen Verhältnis Verschiedenheit herrscht. Bei *Juniperus* entsprechen die drei mit dem obersten Schuppenwirtel alternierenden Samenanlagen den ganzen Sporophyllen, bei den anderen Cupressaceen gehören die scheinbar axillären Samenanlagen wohl der Blattbasis der Schuppe (= Carpell) an. Bei den Pinaceen ist die Braun-Casparysche Ansicht von der Natur der Fruchtschuppe zurückzuweisen: »Diese Ansicht setzt zunächst voraus, dass die Schuppe ein axilläres Gebilde sei; dagegen ist nun aber zu bemerken, dass sie (bei *Abies pectinata*) gleich bei ihrem ersten Erscheinen nicht axillär ist, sondern als eine Protuberanz des sogen. Deckblattes auftritt; dies Verhalten ist sehr deutlich. Aus dieser Protuberanz sprossen später die Samenknospen hervor. Ich bin daher geneigt, die samen-

tragende Schuppe weder für ein Blatt, noch für einen Zweig, sondern einfach für eine Excrescenz des sogen. Deckblattes zu halten, dieses letztere wäre somit das eigentliche Carpell und die Schuppe weiter nichts als eine mäßig entwickelte Placenta; in diesem Falle aber ist die Axe des Zapfens eine bloße Blütenaxe, der Zapfen selbst nicht eine Inflorescenz, sondern eine einfache Blüthe, die nach dem einfachen Plan der männlichen Abietineenblüthe gebaut ist.« In seiner Ansicht wird Sachs bestärkt durch den von Mohl beschriebenen androgynen Blütenzapfen von *Pinus alba*, bei dem die Deckschuppen unten durch Staubblätter ersetzt waren und Ubergangsgebilde vorkamen. In der vierten Auflage des Lehrbuches (1874) wird für mehrere Gruppen der Coniferen eine scharfe Stellungnahme vermieden und wesentlich eine Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse gegeben. »Bei Ginkgo und Taxus finden sich keine Blattgebilde neben der Samenanlage, die man als Carpelle deuten könnte.« »Bei *Podocarpus* und *Phyllocladus* können die kleinen Schuppen, aus deren Achseln die Samenknospen entspringen, als Carpelle betrachtet werden, wenn man es für nöthig hält, solche überhaupt anzunehmen.« Bei *Juniperus communis* alternieren die Samenanlagen mit dem oberen dreigliedrigen Blattquirl »und würden so ihrer Stellung nach selbst als metamorphosierte Blätter zu betrachten sein«; es heißt aber gleich darauf, daß die Blätter des oberen Quirls, die später die Samen einschließen, als Carpelle bezeichnet werden können. Bei den anderen Cupressaceen sind die Carpelle deutlich: »Die Samenknospen der Cupressineen stehen zuweilen scheinbar in den Achseln der Carpelle, es ist aber zuweilen deutlich, dass sie aus diesen selbst, tief unten an ihrer Insertion, aber auch höher oben entspringen; sie sind aufrecht gestellt.« Die Deutung der Fruchtschuppe bei den Pinaceen als »Protuberanz« der Deckschuppe oder Placenta bleibt bestehen: »Demnach ist der ganze Zapfen eine Blüthe mit zahlreichen, kleinen, offenen Carpellen (den bisher sogen. Deckblättern), die von ihren samentragenden Placenten (Schuppen) im Wachstum weit überholt werden.«

Der eifrigste Vertreter der Theorie von der Blütennatur des Zapfens ist dann Eichler (1881), der seine früheren, unter dem Einfluß von A. Braun gewonnenen Anschauungen (vgl. S. 127) erheblich revidierte. Für die Fruchtschuppe oder die ihr homologen Bildungen des Coniferenzapfens finden wir nunmehr bei ihm die Ausdrücke: Innenauswuchs oder Ligula oder Excrescenz oder Arillus.

Den Ausgangspunkt für seine Untersuchungen bilden die Araucarien. Bei *Dammara* wird man, wenn man ohne vorgefaßte Meinung den Sachverhalt untersucht, ein einfaches Blatt mit einer Samenanlage auf der Innenseite konstatieren. »Von einem zweiten inneren Organ, das seinerseits erst das Ovulum producierte, ist hier keine Spur vorhanden; das vom mittleren Schuppenbündel zum Ovulum abgehende Zweiglein, das man wohl für eine solche Spur angesprochen hat (Van Tieghem, Strasburger), ist nichts weiter, als dasselbe Bündelchen, das wir überall vom Carpell zum Ovulum abgehen sehen, wo letzteres mit Fibrovasalgewebe zu versorgen ist; auch erinnere ich, dass es bei den sterilen Schuppen fehlt. Allein die Umkehrung seiner Tracheen, denen der Schuppenbündel entgegen, sollte diese nicht etwas zu bedeuten haben? Wir kommen hier auf einen Punkt, der mich zu einer kleinen Abschweifung nöthigt. Doch sei das Ergebniss derselben gleich vorausgestellt; es ist der Satz, dass überall, wo ein Blatt flächenständige Producte bildet, die mit Gefäßbündeln zu versorgen sind, letztere ihre Elemente umkehren. Dies gilt sowohl für Producte der Ober- als der Unterseite.«

An *Dammara* schließt sich am nächsten die Gattung *Araucaria* an, bei der die Samenanlage an der Schuppe angewachsen ist. Oberhalb der Basis der Samenanlage findet sich meist ein zahnförmiger Fortsatz. Er ist als ein ligularer Auswuchs des Fruchtblattes zu betrachten. Auch bei *Cunninghamia* haben wir es mit einem einfachen Blatt zu tun, der innere Hautsaum ist wieder »nichts anderes als eine Art Ligula«. Eichler rechnet sowohl *Cunninghamia* wie *Sciadopitys* zu den Araucarien. So finden wir bei letzterer Gattung gleichfalls ein »einziges Blatt mit ventraler Excrescenz.« »Nur erhält letztere hier die Gestalt eines dicken, breiten Wulstes, der den eigentlichen Gipfel des Blattes (die äußere Schuppe) überragt und so allerdings den Eindruck eines besonderen, unterwärts angewachsenen Organs macht. Bei solcher Ausbildung ist es begreiflich, dass er auch mit einem kraftigeren Gefäßbündelsystem, als in den vorhergehenden Fällen, ausgestattet wird . . .« Großer noch wird der Unterschied zwischen der »Deckschuppe« und »Fruchtschuppe« bei den Abietineen, aber auch hier ist, wie auch das entwicklungsgeschichtliche und anatomische Verhalten zeigt, die Fruchtschuppe

nur ein allerdings enorm entwickelter Innenauswuchs der Deckschuppe, beide zusammen stellen also nur ein Blatt dar. »Diese Meinung wird von vielen Morphologen nicht geteilt, und da gerade bei den Abietineen der Anschein dafür spricht, dass zwei differente Organe vorhanden sind, so sind sie vielfach zum Ausgangspunkt für die Theorie von der Duplizität der Coniferenschuppen genommen worden.« Eichler sucht die Einwände zu widerlegen, die gegen die Excrescenz-Theorie gemacht worden sind. So wendet er sich auch gegen die Anschauung, daß die von Stenzel u. a. beschriebenen Anamorphosen beweisend dafür seien, daß die Fruchtschuppe aus 2 oder 3 ersten Blättern einer sonst unentwickelten Achse gebildet wird. Er meint, daß neben der Fruchtschuppe ausnahmsweise eine Axillärknospe auftritt; »durch den Druck aber, welchen dieselbe zwischen den dicht zusammengeschlossenen Zapfenschuppen ausübt, vermag sie den gleichzeitig und in unmittelbarer Contiguität mit ihr auftretenden Innenauswuchs der Deckschuppe in 2 Lappen zu zertheilen, die sich nunmehr wie ihre ersten Blätter ausnehmen.« Man wird diese Kritik Eichlers, die auch von Čelakovsky zurückgewiesen wurde, nicht gerade als glücklich bezeichnen können. Die Beweiskraft der Anamorphosen wird nur geleugnet werden können, wenn man ihnen prinzipiell ihre Bedeutung nimmt (vgl. oben).

Bei den Taxodineen (*Sequoia*, *Taxodium* usw.) liegen nunmehr auch keine Schwierigkeiten für die Deutung der Schuppe vor; sie besitzen teils eine deutliche Innenschuppe, teils nur eine Anschwellung der äußeren Schuppe; ebenso wenig wie in den vorigen Gruppen haben diese die Bedeutung eines selbständigen Organes. »Die Zapfenschuppen sind daher auch bei den Taxodineen als offene Carpelle, die Zapfen als Einzelbliethen zu betrachten.« Die Zapfenschuppen der Cupressineen haben keinen differenzierten Innenauswuchs mehr, sie erscheinen entweder ganz einfach oder nur mit einer stärkeren oder schwächeren Innenanschwellung. Bemerkenswert ist, daß die Samenanlagen so dicht an der Basis der Zapfenschuppen stehen, daß man sie ebenso gut als axillär bezeichnen kann. »Die Grenze zwischen Stengel (Axe) und Blatt läßt sich hier nicht sicher genug bestimmen, ist vielleicht überhaupt nicht so scharf, um bei einem mit breiter Basis im Winkel der Zapfenschuppe sitzenden Eichen, wie sie uns hier begegnen, entscheiden zu können, welchem von beiden Theilen es eigentlich entstamme.« Obwohl also die Zapfenschuppen nicht mit Sicherheit als Erzeuger der Ovula anzusprechen sind »und vielleicht nur Deck- oder Schutzblätter derselben repräsentieren«, so müssen sie doch als offene Carpelle angesehen werden, und der Zapfen ist dann wieder eine Einzelbliethe.

Der Übergang von blattbürtigen zu axillären Samenanlagen, der bei den Cupressineen auftritt, ist nun besonders für die Erklärung der Taxaceen-Bliethe von Bedeutung. Bei den Podocarpaceen nimmt Eichler zunächst den Terminus Arillus auf. »Auch muß erwähnt werden, dass in beiden Gattungen (d. i. *Microcachrys* und *Dacrydium*) das Ovulum mit einer äußeren Hülle ausgestattet wird, in Form eines lockeren, unterhalb des Ovulums offenen oder niedrigeren Sacks, der zur Bliethezeit noch kurz, hauptsächlich erst später heranwächst, fleischig und farbig wird und so den Charakter eines Arillus zur Schau trägt.« Mit der Fruchtschuppe wird dies von mir als Epimatium bezeichnete Gebilde nicht homologisiert, vielmehr soll es bei *Podocarpus* den Charakter eines zweiten äußeren Integumentes annehmen. Bei *Podocarpus* geht Eichler aus von *P. dacrydioides*, bei welcher Art Carp. und Epimatium verwachsen sind. »Das umgewendete Ovulum entspringt auf der Innenseite des Carpells, dicht unter dem Gipfel und ist mit ersterem seiner ganzen Länge nach verschmolzen. Der Arillus von *Dacrydium* zeigt sich dabei schon zur Bliethezeit in Form eines äußeren Integumentes, das für die ganze Gattung constant bleibt und seinen Integumentcharakter noch dadurch bestätigt, dass es später auftritt als das innere, seine Verwandtschaft mit dem Arillus aber insofern, als es in der Reife gewöhnlich fleischig und farbig wird.« »Denken wir uns bei der genannten Art (d. i. *P. dacrydioides*) das Ovulum von seinem Fruchtblatt bis tief herunter abgespalten, das freie Ende des letzteren dabei bedeutend reducirt und also vom Ovulum überragt, so haben wir im Wesentlichen das Verhalten der Arten der übrigen Sektionen von *Podocarpus*. Das Ovulum erscheint bei denselben somit anatrop und ist auch nichts anderes, als ein gegenläufiges Eichen, das frei unter dem Gipfel des Fruchtblattes (auf der Innenseite natürlich) entspringt.« Diese Auffassung Eichlers, nach der bei *Podocarpus* eine anatrophe Samenanlage mit zwei Integumenten vorliegt, ist sehr eigen-

tiimlich. Ein dem Funiculus der anatropen Samenanlage vergleichbares Gebilde ist nicht vorhanden; vielmehr sitzt die Samenanlage, wie bei den Pinaceen auf der Fruchtschuppe, so hier auf dem stark entwickelten Epimatium, das um sie herumgeschlagen ist. Wenn wir von Formen wie *Saxegothaea* ausgehen, so sehen wir, daß bei stärkerer Entwicklung des Epimatiums die Samenanlage immer mehr auf dieses übertritt und mit ihm verbunden wird, von einem anatropen Ovulum im Sinne der Angiospermen kann keine Rede sein.

Sind nun bei diesen Gattungen die Samenanlagen noch entschieden blattbürtig, so sind sie bei *PhyUocladus* deutlich axillär; der ganze Zapfen ist aber wie bei den Cupressineen eine Einzelblüte. Die Samenanlagen haben einen Arillus. »Stellt man sich vor, dass die Carpelle von *PhyUocladus* zur Unmerklichkeit verkümmerten und gewöhnlich nur 2 Eichen in der Blüthe entwickelt würden, so entsteht das Verhalten von *Ginkgo* und *Cephalotaxus*. Erstere Gattung zeigt dabei diese 2-eiigen, zuweilen aber auch mit 3 und 4 Eichen ausgestatteten Blüten auf langen Stielen in den Winkeln der Laubblätter; bei *Cephalotaxus* sind die Blüten ohne Stiel, also sitzend, über Hochblättern zu ährenartigen Inflorescenzen versammelt.« Der Analogie mit *Ginkgo* wegen wird also hier von Eichler der Zapfen von *Cephalotaxus* im Gegensatz zu dem Zapfen etwa der Cupressineen als Blütenstand angesehen. Von der »Einzelblüte« von *Cephalotaxus* (Deckblatt + 2 Samenanlagen) ausgehend, versucht nun Eichler die Blüte von *Taxus* und *Torreya* zu deuten. »Denkt man sich in den 2-eiigen Blüten von *Cephalotaxus* die Deckblätter*) der Ovula wieder entwickelt, die Ovula selbst auf besonderen, wenn auch sehr kurzen Axen emporgehoben und diese dabei mit 2 decussierten Hochblattpaaren besetzt, so resultiert die Inflorescenz von *Torreya*; bei *Taxus* erhalten die Ovularsprossen, von denen jedoch gewöhnlich nur eines ausgebildet ist, noch ein drittes Blattpaar und ihr gemeinsamer Träger statt zweier Hochblätter deren 8—13, von welchen das oberste den Ovularspross bringt.« Bei dieser Ableitung von *Cephalotaxus* mit den 2 Samenanlagen ist das Auftreten von gewöhnlich 2 Blüten oder Blütenanlagen bei *Taxus* und *Torreya* überschätzt, bei *Taxus* können 1—3 Sekundansprossen mit Blüten in spiraliger Folge entwickelt sein (vgl. bei den Taxaceen). Meiner Ansicht nach ist *Cephalotaxus* mit den beiden Gattungen durchaus nicht verwandt. Schwerwiegender bei dieser Ableitung Eichlers ist noch die bedenkliche Annahme, daß aus dem Carp., das die Samenanlage auf der Fläche trägt oder mehr axillär erzeugt, nun ein Deckblatt für ein Blütensproßchen werden soll. »Da bei *Taxus* und *Torreya* sonach die Ovula am Ende selbständiger beblätterter Sprosse auftreten, so können sie nicht mehr zusammen zu einer Blüthe gerechnet, sondern jedes muß für sich als Einzelblüthe betrachtet werden. Das Blatt welches diesen Ovularspross in der Achsel hat, verliert dadurch auch den Charakter als Carpell und erhält die Bedeutung eines Deckblattes.* Um diese Wandlung der Bedeutung des Carp. zu rechtfertigen, um die Anschauung zu ermöglichen, daß das Ovulum einmal »Dependenz eines Blattes, das andere Mal blattwinkelständig, also wohl ein metamorphosierter Axillarspross, das drittemal terminaler Abschluss einer beblätterten Axe« sein soll, muß Eichler die auch von ihm in den »Blütendiagrammen« vertretene Foliolartheorie Belakovskys aufgeben, nach der die Samenanlage immer einem Blattsegment entspricht. Sie ist das auf die Phanerogamen vererbte und ± umgestaltete Makrosporangium der höheren Kryptogamen und wie dieses eine Bildung sui generis; es kann seinen Ursprung sowohl am Stengel wie am Blatt nehmen oder auch auf der Grenze beider, also in der Blattachsel. Folgt man hierin Eichler, nimmt man an, daß die Samenanlage bei den Coniferen ursprünglich blattbürtig oder achsenbürtig sein kann, so ist damit nicht gesagt, daß das Blatt, in dessen Achsel der samenanlagen-tragende Sekundansproß von *Taxus* und *Torreya* steht, einem samenanlagen-tragenden Carpell ander Coniferen homolog ist, die dahin gehende Ableitung von Eichler ist höchst problematisch. Bei den anderen Coniferen kann man, wenn auch die Samenanlagen ± an der Blattbasis stehen, diese auf ein Carpell beziehen, hier haben wir eine terminale Samenanlage an einem beblätterten Sproß, Übergänge zwischen beiden Strukturen sind nicht vorhanden.

Noch weiter als Eichler in bezug auf die Zurückführung der Blütenstände von *Torreya* und *Taxus* auf Einzelblüten geht K. Schumann (1902). Er betrachtet den Zapfen von *Cephalotaxus* als Einzelblüte; die Sporophylle tragen am Grunde zwei Ma-

•) Deckblätter = Carpelle.

krosporangien. »Wenn wir nun annehmen, dass sich die Axe des Zapfens streckt, dass also nicht mehr die dachziegelförmig sich deckenden Sporophylle den genügenden Schutz für die Ovula abgeben können und dass um diesen Schutz an der freien Rhachis zu gewinnen, zunächst ein Paar transversale Primärblätter hinzutreten und dass die Ovula noch weiter mit 2 Paar Hüllblättern versehen werden: so erwächst das Verhältnis, welches wir an den weiblichen Sprösschen von *Torreya* beobachtet haben.« Das Deckblatt des Blütenpärchens von *Torreya* ist also das Sporophyll, an dem, phylogenetisch gesprochen, einstmals die Makrosporangien entstanden sind, die Blüten sind als weiter fortgebildete Makrosporangien anzusehen. Diese Ansicht, erklärt der Autor, wird dem Formalisten unter den Morphologen geradezu ungeheuerlich erscheinen, aber der »gelauterte Vergleich« mit den verwandten Pflanzenformen wird sie begünstigt erscheinen lassen, wenn man in der Neubildung eine physiologisch notwendige Hülle sieht. Bei *Taxus* muß dann entsprechend das Laubblatt, in dessen Achsel das Blütensproßchen steht, das ursprüngliche Carp. sein; die eine Blüte des Pärchens ist fast regelmäßig abortiert. Ich glaube nicht, daß der Erklärungsversuch Schumanns bei den Morphologen viel Beifall finden wird; auch hier ist nicht bedacht, daß bei *Taxus* gar kein Blütenpärchen vorliegt. Im übrigen vertritt Schumann durchaus den Standpunkt Eichlers, daß die Zapfen der Coniferen Einzelblüten sind, und daß die Fruchtschuppe ein ligularer Auswuchs des Carp. (= Deckschuppe) ist. Von Interesse sind die Ausführungen Schumanns über die Stellung der Samenanlagen bei den Cupressaceen. Diese sitzen nicht unmittelbar auf den Sporophyllen, sondern »nehmen ihren Platz am Grunde in der Achsel des Sporophylls ein.« In der Gattung *Juniperus* (inkl. *Sabina*) sind bemerkenswerte Schwankungen in Zahl und Stellung der Samenanlagen vorhanden. Schumann untersuchte zunächst genauer *J. sabina*. Hier wird das »eigentliche Bliichen« gewöhnlich von zwei Paaren dekussierter Blätter gebildet, von denen die unteren Samenanlagen erzeugen und zwar bald zwei, bald nur eine. Zwei Samenanlagen fand Schumann stets, »wenn das obere Paar der Sporophylle in genau oder fast genau rechtwinkliger Kreuzung zum unteren Paar stand. Nicht immer wird aber diese Disposition eingehalten, häufig ist der Winkel, unter dem sich die Medianen durch beide Blattpaare schneiden, ein schiefer. Dann schiebt sich die eine Flanke der oberen Blätter vor die benachbarte Flanke der unteren und legt sich an den Ort, welchen ein Ovulum einzunehmen pflegt. Nun entstehen der Zeit nach die Elemente des oberen Paares früher als die Ovula. Ist der Platz, an dem ein Makrosporangium sonst erscheint, durch die Blattflanke besetzt, so tritt an diesem Orte niemals ein Ovulum auf; das Makrosporophyll wird uniovular.« Nun kann ferner noch die Zahl der Ovula, wie aus den Abbildungen von Berg und Schmidt hervorgeht, auf eines reduziert sein, das dann endständig ist. (Schumann fand solche Form nicht bei *J. sabina*, er hatte aber daran denken können, daß bei mehreren Arten von Sekt. *Sabina* normal nur eine Samenanlage vorhanden ist.) Die Samenanlage ist dann achsenbürtig; »es kann kein Sporophyll mehr hypostasiert werden, wenn man nicht an dem durchaus dogmatischen, bisher unbewiesenen Satze a priori festhält, kein Ovulum ohne Fruchtblatt....« »Dass einmal in der Vorfahrtschaft einer Pflanze mit Terminalblüten alle Blüten axiliar gewesen sind, dass mit anderen Worten früher einmal die Inflorescenz mit einem blinden Axende ausgelaufen sein kann, das will ich gern zugeben, wenn aber der Blütenstand eine Endblüte erhalten hat, dann hat er eben eine, und wir haben gar keinen Grund sie wegzunehmen.« Das gilt nun auch für *Juniperus communis*, bei welcher Art die drei Samenanlagen terminal zwischen den drei obersten Schuppen stehen; wenn man hier, wie z. B. Eichler, von Fruchtblättern mit seitlichen Samenanlagen reden will, so wird rein formalistisch eine doppelte Verschiebung angenommen, »einmal eine solche, die das Ovulum von dem Fruchtblatt herunterbrachte, und zweitens eine solche, welche es neben das Fruchtblatt stellte.« Die enge Verwandtschaft mit den *Sabina*-Arten macht die Annahme von Vorfahren mit Makrosporangien nötig, die zu einem Blatt in enger Beziehung standen. Nunmehr aber sitzen die Samenanlagen auf der Achse, es gibt also »ohne jede Frage echt axenbürtige Ovula ohne Sporophyll.«

Diese von Schumann entwickelte Ansicht über die Achsenbürtigkeit der Samenanlagen bei *Juniperus*-Arten besagt nun nichts über die Natur der Blüte von *Taxus* und *Torreya*. Für *Juniperus* kann man nach den Prinzipien der vergleichenden Morphologie annehmen, daß, wenn einige Arten einzeln oder zu dritt stehende wirklich terminale

Samenanlagen besitzen, diese Formen aus solchen hervorgegangen sind, bei denen die Samenanlagen zu einem Carp, gehörten; im Umkreis naher Verwandtschaft zeigen sich alle Variationen der Stellung; die terminate Stellung kann im Laufe der Phylogenese gefestigt worden sein. Für *Torreya* und *Taxus* kennen wir keine Verwandten, bei denen man die Samenanlagen auf ein Carp, beziehen kann; die Zurückführung auf *Cephalotaxus*, wie sie Schumann gibt, ist eine Konstruktion »formalistischer« Morphologie, gegen die Schumann, der nur den »geläuterten« Vergleich zwischen phylogenetisch zusammengehörigen Typen gelten läßt, sonst immer ankämpft.

Eine wesentlich andere Anschauung über die Natur der Fruchtschuppe entwickeln DePINO und Penzig; ich gebe das wesentliche mit den Worten von Penzig in seiner Pflanzen-Teratologie (1894 und 1922) wieder: »DePINO endlich vervollkommenet die von Sachs und Eichler angebahnte Theorie, verwirft aber die Deutung der Fruchtschuppe als Excrescenz. Er betrachtet sie dagegen als ein Verwachungsprodukt zweier Seitenlappen des Carpelles: die Fruchtblätter der Coniferen sind nach ihm in den meisten Fällen dreitheilig; und während der mittlere Lappen steril bleibt (meist in Form einer Deckschuppe, bei *Ginkgo* aber als Laubblatt), verwachsen die beiden seitlichen vor dem Mittellappen zu einem Doppelgebilde, einem Samenträger, welcher in den Abietineen (als Fruchtschuppe) und bei *Ginkgo* frei, in anderen Gattungen aber der Ventralseite der deckschuppe angewachsen ist.« Besonderer Anerkennung hat sich diese Theorie von DePINO nirgends zu erfreuen gehabt.

Nach Bessey (1902) ist die Fruchtschuppe der Pinaceen ein rückwärtiger Auswuchs der Gewebe der Chalaza-Gegend der Samenanlagen. Zunächst ist anzunehmen, daß der Zapfen einer Cupressus-Art oder einer Kiefer etwas morphologisch Gleichwertiges ist. Wenn die Megasporangien bei *Pinus* erscheinen, bilden sie rundliche Zellgruppen, die von der axillären Region an der Basis der jungen Conus-Schuppe ausgehen, später findet die Differenzierung in Samenanlage und Fruchtschuppe statt. Eine sichere Abgrenzung von Samenanlage und Fruchtschuppe ist nicht vorhanden, die Gewebe gehen ineinander über. Daraus kann man wohl nach Bessey die oben angegebene Deutung der Fruchtschuppe folgern. Demnach geht die Fruchtschuppe von der Samenanlage aus, sie ist keine neue Struktur. Bei den Cupressaceen ist der Zapfen normal, d. h. die Megasporangien stehen an den Carpellen. Bei den Pinaceen ist der rückwärtige Auswuchs so groß, daß die Carpelle bedeutend übertroffen werden. Zusammenfassend gibt Bessey folgende Formulierung: »The microsporangial and megasporangial cones are strictly homologous, and in the latter the sporophyll enlarges or remains small just as the chalazal development of the megasporangium into a scale is less or more pronounced.*

In eigenartiger Weise sucht Kirstein (1918) die Blütennatur des Coniferenzapfens zu beweisen, indem er auf sero-diagnostischem Wege entfernte Beziehungen zu den Selaginellaceen feststellt und nun wegen dieser Beziehungen zu den ligulaten Gefäßkryptogamen in der Fruchtschuppe eine Ligula sieht. »Von den Abietineae wurden drei Formen, nämlich *Abies pectinata*, *Picea excelsa* und *Pinus silvestris*, als Ausgangspunkte der Immunisation und damit als Zentra der Untersuchung gewählt. Es zeigte sich, dass alle drei Gattungen nach dem physiologisch-chemischen Verhalten ihres Eiweiss sich so nahe stehen, dass kaum ein Unterschied in der Reaktion vorhanden war, ob die Immunsera einer der Spezies mit den Auszügen derselben Art oder mit den Auszügen aus den Samen einer der beiden anderen Gattungen zur Verwendung kamen. Dies deutet darauf hin, dass die Abietineae eine besondere fest geschlossene Gruppe darstellen, deren Formen sich phylogenetisch noch recht nahe stehen.

Immerhin ist, wenn auch nicht in der gegenseitigen Reaktion, so doch in den Fernreaktionen nach anderen Formenkreisen hin, zwischen *Abies pectinata* einerseits und *Picea* + *Pinus* andererseits ein kleiner Unterschied zu beobachten gewesen.

Mit *Abies* allein gelang, um das Wichtigste zuerst zu erwähnen, die Fernreaktion nach *Selaginella* hin. Sie wurde mit NaOH-Extrakt von Sporen der Arten *Selaginella caulescens* gewonnen, die mit Schmirgel-Pulver zerrieben waren, sodass der Inhalt dem Lösungsmittel zugänglich wurde. Diese Reaktion war zwar nur schwach, aber ganz unzweideutig. Etwas weniger deutlich, aber gleichfalls noch genügend beweisend war die Reaktion mit ebensolchem Extrakt von *Selaginella Martensii* ... Die Reaktion von *Abies* nach *Selaginella* hin ist von sehr großer Bedeutung. Sie zeigt, dass der Anschluss der Coniferen nicht an die Cycadaceae geht. Mit *Cycas* wurde keinerlei Reaktion, weder

von der einen, noch von der andern Seite her, gewonnen, obgleich die Cycas-Samen keinerlei technische Untersuchungs-Schwierigkeiten bieten und reiche Eiweiss-Ausbeute bieten. Nach diesem Ergebnis haben wir in den Abietineae die ursprünglichsten der heute lebenden Gymnospermen zu sehen. Ihr Anschluss an die Selaginellaceae selbst ist zwar unwahrscheinlich und noch von keinem Forscher behauptet worden. Schon die Struktur der Coniferen-Stämme mit ihren hof-getüpfelten Holzelementen und ihrem Dickenwachstum läßt sich mit den bei den Selaginellaceae vorliegenden Verhältnissen nicht vereinigen. Wohl aber haben wir in den Selaginellaceen als einer der beiden überlebenden Formen der Lycopodiales ligulatae Verwandte der Lepidodendraceen vor uns, bezüglich deren bereits von Seward, von völlig anderen Gesichtspunkten ausgehend, wahrscheinlich gemacht wurde, dass sie in die Ascendenz der Coniferen gehören.

Allerdings sieht Seward diese Verwandtschaft zwischen den Lepidodendraceae und den Araucarieae, deren nahe Verwandtschaft mit den Pinaceae mir wegen der völlig mangelnden Serum-Reaktion zweifelhaft erscheint. Dass aber die Araucarieae zu den Coniferen gehören ist noch nie in Zweifel gezogen worden und für meine Anschauungen ist allein von Bedeutung, dass von Seward der Anschluss einer unzweifelhaften Conifere an die Lycopodiales ligulatae, nicht an die Cycadales und demnach den Filicineen-Stamm angenommen wird.

Wird nun die Abstammung der Coniferen, gleichviel welcher Gruppe derselben, von den Lycopodiales ligulatae angenommen, so ergibt sich die Homologie, dass die Tragschuppe der Abietineae dem Makrosporophyll, die Fruchtschuppe der Ligula homolog sein muss. Die morphologische Erklärung dieser Gebilde, wie sie von Sachs, Eichler und Masters vertreten wird, wäre demnach als zu Recht bestehend anzuerkennen. Auch Seward hat bereits diese Folgerung gezogen, und ich schließe mich ihr vollständig an.

Damit ist zunächst der alte Streit über den morphologischen Charakter des weiblichen Coniferen-Strobilus, ob er eine Blüte oder eine Infloreszenz darstelle, zu Gunsten seiner Blüthenatur entschieden.

Die reziproke Reaktion von *Selaginella* zu den Coniferen wurde später von Guilmann nachgewiesen (1924). Kirstein hebt besonders scharf die Ligula-Natur der Fruchtschuppe hervor, wodurch die Beziehungen zu den ligulaten *Lycopodiales* zum Ausdruck kommen; er meint, daß die Fassung Eichlers unklar ist, denn dieser sei von Schleiden beeinflusst, der in der Fruchtschuppe ein Plazentargebilde sah. Danach wäre dann dies Organ den großen morphologischen Kategorien entriekt und zu einem Auswuchs minderer Dignität, einer Emergenz, gestempelt. Ein solcher Auswuchs der Tragschuppe könnte sehr wohl von den Coniferen, sogar von einzelnen ihrer Tribus, erworben sein und würde keine vergleichenden Ausblicke weder nach der Ascendenz noch nach der Descendenz der Coniferen nötig machen. Ich muß gestehen, daß diese Ausführungen Kirsteins keinen sehr überzeugenden Eindruck machen und glaube in der Tat, daß die Fruchtschuppe oder das Epimatium oder die Ligularschuppe oder der Schuppenwulst bei den Coniferen eine Neuerwerbung, eine den Coniferen durchaus eigentümliche Bildung ist, die bei der Gymnospermie dem Schutz und der Ernährung der Samenanlagen dient und in den einzelnen Familien der Gruppe eine ganz verschiedene Ausbildung erfahren hat. Ligular-Bildungen treten in sehr verschiedenen Verwandtschaftskreisen auf, und wir können die Fruchtschuppe der Coniferen dieser morphologischen Kategorie zurechnen; kaum anwendbar ist die Bezeichnung für die Cupressineen, bei denen sich allmählich ein dicker Wulst aus dem unteren Teil der Oberseite des Sporophylls herausbildet; gerade diese Form des Sporophyllauswuchses scheint mir dafür zu sprechen, daß der Auswuchs überall bei den Coniferen ein Gebilde sui generis ist. Natürlich muß dann nach Kirstein wieder Reduktion vorliegen. Die bei den Pinaceen so schön ausgebildete Ligula wird dann »im Lauf der Entwicklung« mehr und mehr reduziert. Die Reduktion beginnt bereits bei den Taxodiaceen, wo Makrosporophyll und Ligula kaum mehr als spezielle Organe ausgebildet sind, und schreitet zu den Taxaceen und Cupressaceen fort.

Im allgemeinen kann ich mich nach dem Studium der Arbeit Kirsteins des Eindruckes nicht erwehren, daß die durch die sero-diagnostische Methode gewonnenen Ergebnisse noch nicht so sicher sind, daß durch sie die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Coniferen und die Abstammungsbeziehungen der ganzen Gruppe einwand-

Wir sahen oben, daß die Autoren, die überall den Zapfen der Coniferen als Blütenstand betrachten, meist von den Pinaceen ausgegangen sind und um die Einheit des »Bauplanes« bei den Coniferen zu retten, mit gewagten Konstruktionen, bei denen weitestgehende Reduktionen eine Rolle spielen, überall die sekundären Achsen zu erkennen gesucht haben. Betrachtet man ohne vorgefaßte Meinung unbefangen einen Blütenzapfen einer Cupressacee oder einen solchen von *Saxegothaea* und *Microcachrys*, so wird man nur den Eindruck gewinnen können, daß hier eine Blüte mit einer Anzahl von Sporophyllen vorliegt. So urteilt auch Tison (1909), der vom Studium von *Saxegothaea* ausgeht. Er nimmt an, daß durch Vermittlung von *Saxegothaea* die Podocarpaceen mit den Araucariaceen in Verbindung gebracht werden können. Der Gefäßbündelverlauf spricht auch dafür; dieser weist auch auf die Annahme eines Blattes (Sporophyll) mit Anhang hin, spricht also gegen die Sprossnatur des Epimatiums, der Ligula der Araucarien und dann auch der Fruchtschuppe. »A mon avis, on peut considérer l'ensemble de ces deux systèmes comme appartenant à une même feuille qui différerait des feuilles végétatives par la présence d'un appendice ovulifère.« Alle drei Gebilde sind homolog. Der Autor beobachtet, daß das Epimatium bei *Saxegothaea* mit dem Sporophyll verwachsen und nur am oberen Ende frei ist. Das ist ähnlich wie bei den Araucarien. *Microcachrys* vermittelt dann den Übergang zu den anderen Podocarpoideen. Bei dieser Gattung entwickelt sich das Sporophyll nur noch unter der Samenanlage, die aber noch teilweise von seinem Ende bedeckt wird. Dann, bei *Podocarpus*, tritt eine weitgehende Entwicklung des Epimatiums gegen-

• Umgekehrt hat neuerdings W. M i s c h k e mit *Araucaria-JmrnunBernm* positive Reaktionen einerseits zu *Abies Nordmanniana*, *Picea excelsa*, *Pinus pence*, andererseits zu *Selaginella* und *Lycopodium clavatum* erhalten, während andere Gymnospermen negativ reagierten (W. M i s c h k e, Sero-diagnostische Untersuchungen fiber strittige Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Gymnospermen und tiber den Anschluß von Ceratophyllum, in Botan. Archiv XI [1925] 104—145).

über dem Sporophyll ein. So kann man nach T i s o n annehmen, daß wenigstens bei den Araucarien und Podocarpaceen im Conus eine einfache Blüte vorliegt. Aber dies bleibt dann auch wohl für den Zapfen aller Coniferen bestehen und es gilt »l'opinion d'après laquelle cette écaille est une dépendance de la bractée mère et qui, par suite, tend à faire considérer le cône des conifères comme une fleur simple*.

Für beide für die ganze Gruppe einheitlichen Auffassungen des Conus als Blüte oder Blütenstand ergeben sich bedeutende Schwierigkeiten; geht man von Cupressaceen oder Podocarpaceen aus, so wird man geneigt sein, im Conus eine Einzelblüte zu sehen, geht man von den Pinaceen aus, so werden die aus den Anamorphosen sich ergebenden Argumente für viele Morphologen so viel Beweiskraft haben, daß sie dem Conus hier einen zusammengesetzten Bau zuschreiben. Diese Schwierigkeiten haben dazu geführt, daß von einigen Forschern ein in diesem Sinne einheitlicher Bauplan bei den Coniferen nicht angenommen wurde, d. h., daß im Zapfen bald eine Blüte, bald ein Blütenstand erblickt wird, daß also die Schuppen des Zapfens bald Deckblätter, bald Carpelle sind.

y) Der Zapfen als Blüte oder Blütenstand.

Hier ist V e l e n o v s k y zu erwähnen (1903 und 1910).^v Wir sahen schon oben, daß dieser Morphologe den in den Arbeiten von St e n z e l und C e l a k o v s k y[^] ausgedrückten Ansichten über die Natur der Fruchtschuppe der Pinaceen zustimmt, doch meint er, daß die Sproffitheorie der Fruchtschuppe sich nicht allgemein auf alle Coniferen anwenden lassen kann. Der Zapfen kann zusammengesetzt oder einfach sein; eine Braktee und eine Fruchtschuppe besitzen z. B. die Pinaceen, einfache Zapfenschuppen dagegen z. B. die Araucarien und *Sequoia*. Die einzelnen Gruppen der Coniferen verhalten sich nun nach V e l e n o v s k y[^] folgendermaßen. Unter den Taxaceen haben die Gattungen der Podocarpeen eine einfache Blüte, die Samenanlagen sind mit einem Arillus versehen und sitzen an den Schuppen der ersten Achse. Bei *Phyllocladus* »ist es nicht klar, ob das Eichen zu der Stützschuppe (dem Fruchtblatt) gehört, aber bei der Gattung *Microcachrys* ist es nicht nur an diese Schuppe angewachsen, sondern auch an derselben hoch hinaufgerückt, so dass es, verkehrt, erst unterhalb des Endes der Schuppe hervorkommt. Aus diesem Umstande können wir mit Recht die Folgerung ableiten, dass das Eichen auch dort, wo es nicht deutlich mit der Schuppe zusammenhängt (*Taxus*), dennoch zu einer Schuppe gehören muß.« Bei *Taxus* und *Torreya* nun befinden sich die Samenanlagen im Gegensatz zu den Podocarpeen an der Achse zweiter Ordnung. Die ursprünglich in der Schuppenachsel sitzende Samenanlage ist bei diesen Gattungen terminal geworden, weil der Achsenschaft »vollkommen zur Verkrümmung gelangte«. Der Zapfen von *Cephalotaxus* ist wohl durch Reduktion aus dem Blütenstand von *Torreya* hervorgegangen; jede Samenanlage repräsentiert somit eine Blüte, die Achse und die sterilen Schuppen sind durch Reduktion verschwunden.

Der Zapfen der Pinaceen ist zusammengesetzter Natur; V e l e n o v s k y[^] schließt sich der Ansicht an, »dass in der Achsel der Braktee ein Spross aufwächst, dessen erste zwei Schuppen sich in Fruchtschuppen verwandeln, welche dann zusammenwachsen und eine einzige axillare Fruchtschuppe vorstellen, nachdem die übrigen Bestandteile des Achselsprosses spurlos zur Abortierung gelangten.«

Die Araucariaceen haben einfache Fruchtschuppen, der Zapfen ist eine Einzelblüte. V e l e n o v s k y^y ist dabei der Ansicht, daß das kleine Schüppchen von *Araucaria* nicht den morphologischen Wert einer Ligula hat, wie sie an den Blättern von *Isoetes* und *Selaginella* vorkommt. Er meint, daß die mit der Ligular-Natur des Schüppchens von P o t o n i 6 und anderen begründeten Abstammungsbeziehungen der Araucarien zu den ligulaten *Lycopodiales* schon deshalb nur Phantasiegebilde sind, weil die sogen. Ligula zur Samenanlage gehört. »Dieses Ligularanhangsel ist wohl nur als ein Auswuchs aus dem Integumente des Ovulums anzusehen und hat gewiss auch keine besondere morphologische Bedeutung, da es bei einigen Araucarien entwickelt ist, bei anderen verschwindet und bei der *Agathis* überhaupt fehlt. ... Die Ligula bei *Isoetes* und *Selaginella* gehört dem Blatte an und kommt allgemein auf allen Blättern vor, die Ligula der Araucarien gehört dem Ovulum und kommt auf den vegetativen Blättern der *Araucaria* nicht vor« (1903; 1910 wird sogar darauf hingewiesen, daß »ja doch auch das flügelige Anhangsel der Gattung *Agathis* denselben Ursprung hat« [d. h. aus dem Integument]). Mit den

Araucarien ist auch *Cunninghamia* verwandt, bei welcher Gattung die Ligula »aus jedem der drei Eichen herauswächst«.

Bei den Cupressaceen ist es nicht jedem Zweifel entrückt, ob die Schuppe einfacher Oder zusammengesetzter Natur ist. 1908 war Velenovský der letzteren Ansicht. Die Sprosskeimtheorie soll auch »bei den meisten Cupressineen recht augenscheinlich hervortreten, indem die unterstützende Braktee mit ihrer freien Spitze und mit den deutlich herablaufenden Rändern ein mit der Fruchtschuppe zusammengewachsenes Phylloem darstellt.« Dann wird darauf hingewiesen, daß der Fruchtzapfen von *Sequoia* zwar dem von *Cupressus* sehr ähnlich sieht, daß er aber eine ganz abweichende morphologische Bedeutung hat, indem er aus einfachen Fruchtblättern besteht, während bei *Cupressus* der Zapfen zusammengesetzt ist und die Brakteen den Fruchtschuppen angewachsen sind. Später (1910) ändert Velenovský seine Ansicht und schreibt den Cupressaceen einen einfachen Blütenzapfen zu, da in der Jugend die Schuppe ganz einfach und den sterilen, gewöhnlichen Schuppen an der Basis der Blüte ähnlich ist. »Erst infolge der Befruchtung fängt der Wall an der Innenseite der genannten Schuppe sich zu wölben an und aus diesem Walle entsteht dann das Schildchen Oder der Kamm. Es ist also die sogenannte Apophyse nur als ein sekundäres Produkt oder als ein Auswuchs aus der eigentlichen Fruchtschuppe anzusehen.« Damit stimmen auch die meist zu den Taxodiaceen gerechneten Gattungen *Sequoia* und *Athrotaxis* überein. Anders *Cryptomeria* und *Taxodium*. *Cryptomeria* hat eine Fruchtschuppe wie die Pinaceen, also einen zusammengesetzten Zapfen, die Zähne der Crista entsprechen Fruchtblättern (nach der Auffassung von Čelakovský); auch bei *Taxodium* (und *Glyptostrobus*) wird wohl die Schuppe »aus zwei Teilen zusammengewachsen sein, indem sie am Vorderrande tief gekerbt erscheint und in der Mitte der Apophyse eine abstehende, flache Spitze zeigt«.

Ebenso wie die Anomalien im Zapfen als Argument für die Blütenstands-natur der Pinaceen (auch von Velenovský) benutzt worden sind, so weist andererseits Velenovský auf das Vorkommen von androgynen Zapfen bei *Sequoia* hin, die hier die Natur als Einzelblüte erweisen sollen (1903): Die Zapfen waren am Grunde 2, an der Spitze 2^{un(1)} wiesen in der Mitte alle Obergänge zwischen 2 Schuppen und Stam. auf. Dabei kamen Schuppen vor, die außen am Grunde Sporangien, innen auf der Fläche aber entwickelte Samenanlagen trugen. Diese androgynen Schuppen waren einfach, eiförmig lanzettlich, flach, blattartig. In der oberen Region der androgynen Zapfen standen auch solche Stam., die schon ganz die normale Form hatten, trotzdem aber noch auf der Innenseite 1—2 rudimentäre Samenanlagen trugen. Diese Stam. sind offenbar einfache Phylloeme. »Es ist daher evident, dass hier die Fruchtschuppe mit dem Staubblatt homolog ist, und dass also die Fruchtschuppe aus einer Braktee und einer Fruchtschuppe nicht zusammengewachsen ist. Wir sehen in diesen höchst interessanten androgynen Blüten der *Sequoia sempervirens* einen direkten Beweis (keine Spekulation!), ein direktes Faktum für die Deutung der einfachen Fruchtschuppe der Gattungen: *Agathis*, *Araucaria*, *Cunninghamia*, *Sequoia*, *Athrotaxis*, *Sciadopitys*.* Im Gegensatz dazu weisen androgynen Zapfen von *Larix* nach Velenovský auf den zusammengesetzten Zapfen hin: »Hier entwickeln sich die Staubsäckchen nur auf den stützenden Brakteen, während die Fruchtschuppe nur Ovula auf der Innenseite trägt. Nirgends kommt ein solcher Fall vor, so z. B. auch die Fruchtschuppe an der Basis der Außenseite die Staubsäckchen trägt. Daraus ist wohl ersichtlich, daß die Braktee und die Fruchtschuppe von verschiedener morphologischer Natur sind. Die Braktee gehört der ersten, die Fruchtschuppe der zweiten Achse der Blüte an.«

Daß nun dieselbe Schuppe des Zapfens bei Pinaceen, wenn auch nicht die Fruchtschuppe, Mikro- und Megasporangien tragen kann, ist von Göbel (Organogr. p. 1497) gezeigt worden. Göbel beobachtete bei *Picea alba* 2 Blütenzapfen, die oben 2 wurden. Dabei trat die Fruchtschuppe immer mehr zurück und bildete nur noch eine Anschwellung auf der Oberseite der Deckschuppe, an der aber noch Samenanlagen auftraten. »Wenn die Ausbildung der Samenschuppe ganz unterbleibt (trotzdem aber noch Baumaterial für Mikro- und Makrosporangien vorhanden ist), dann werden die Deckschuppen zu Mikrosporangien, die an der Basis sehr häufig noch verkümmerte Samenanlagen (kenntlich an der Integumentbildung) tragen. Und zwar an ihrem Rande, während die Mikrosporangien auf der Unterseite standen. Das wurde öfters beobachtet. Der von Mohl, beinahe vermutete*, von anderen als unmöglich bezeichnete Fall, dass ein und das-

selbe Blatt Mikro- und Makrosporangien (letztere freilich nur in verkümmelter Ausbildung) trage, kommt also wirklich vor.« Es scheint G o e b e l nicht angebracht, aus den Tatsachen weitergehende Schlüsse für die Deutung der normalen Gestaltung zu ziehen. »Wer es tun will, würde wohl zu dem Ergebnis kommen, dass die Deckschuppen der weiblichen Blütenzapfen Sporophyllen homolog sind und dass die Samenschuppen deren basale Anschwellung darstellen.« G o e b e l ist, wie oben erwähnt, anderer Ansicht; es ist aber von Interesse, zu sehen, wie die Anomalien in den einen oder anderen Sinne ausgenutzt werden können.

Sehr scharf wird die verschiedene Natur des Zapfens als Blüte oder Blütenstand dann von L o t s y (1911) hervorgehoben, der die ganzen Coniferen danach in *Florales* und *Inflorescentiales* einteilt. Zu den ersteren gehören die *Podocarpaceae*, *Araucariaceae*, *Cupressaceae*, zu den letzteren *Taxineae*, *Taxodiaceae*, *Abietaceae*.

»Es fragt sich also zunächst, wie wir die Coniferen einteilen sollen. Nun fällt es bei näherer Betrachtung alsbald auf, dass die weiblichen Fruktifikationen, welchen wir in dieser Gruppe begegnen, zwei morphologisch verschiedenen Typen angehören. Vergleichen wir, um uns zunächst auf kegeltragende Formen zu beschränken, den Kegel einer *Cupressus* mit dem einer *Abies*, so fällt die Verschiedenheit sofort auf. Bei *Cupressus* finden wir im Kegel eine Achse, welche nur eine Art schuppenförmiger Gebilde trägt. Diese Schuppen tragen an ihrer Oberseite die Ovula, die Makrosporangien also, und sind demnach Sporophylle. Der *Cupressus*-Kegel ist folglich ein Strobilus, eine Blume. Ganz anders der *Abies*-Kegel. Statt nur eine Art schuppenförmiger Gebilde zu tragen, trägt hier die Kegelachse deren zwei, nämlich sterile, spitze und schmale Schuppen, sogenannte Deckschuppen, und fertile, breite und stumpfe Schuppen, sogenannte Samenschuppen, welche letzteren die Ovula oder Makrosporangien tragen. Diese Samenschuppen stehen in den Achseln der Deckschuppen, und da 'Folium in axillo folii' unbekannt ist, liegt es auf der Hand, anzunehmen, dass die Samenschuppe ein umgebildetes Achsenorgan ist. Der *Abies*-Kegel wäre demnach eine Inflorescenz. Daraus wird sofort klar, dass der Kegel einer *Cupressus* und der einer *Abies* verschiedene Dinge sind, indem es sogar bei oberflächlicher Betrachtung auffällt, dass erstere nur eine, letztere aber zwei Arten von Schuppen trägt.«

Da die Podocarpaceen nach L o t s y zu den Floralen gehören, kann natürlich das Epimatium nicht der Fruchtschuppe der Pinaceen homolog sein. Wir sahen oben, daß für V e l e n o v s k y das Epimatium ein Arillus ist, für L o t s y ist es ein äußeres Integument. »Nur ganz junges Material und Berücksichtigung des Gefäßbündelverlaufes können hier entscheiden, und da scheint es mir bei *Saxegothaea* wenigstens außer Zweifel, dass wir es nur mit einem anatropen Ovulum zu tun haben, dessen äusseres Integument nur an der freien Seite des Ovulums entwickelt ist, wie dies bei den anatropen Ovulis überhaupt üblich ist.« Schon S c h u m a n n u. a. hatte eine solche Ansicht geäußert. Sie erscheint mit der Tatsache des stufenweisen Hinaufwärtens der Samenanlage auf das Epimatium (*Saxegothaea* bis *Podocarpus*) nicht verträglich; bei *Podocarpus* umgibt nicht nur das Epimatium die Samenanlage, sondern diese sitzt, vom Integument umgeben, mitten auf der gebogenen Fläche des Epimatiums, wie bei den Pinaceen die Samenanlagen auf der Fruchtschuppe sitzen. Der Gefäßbündelverlauf, auf den L o t s y anspielt, bietet gar keine Stütze für seine Ansicht. Ferner ist dann jede Homologisierung nicht nur mit den Pinaceen, sondern auch mit den anderen Gruppen ausgeschlossen. So haben nach L o t s y wohl auch die Araucarien eine Einzelblüte, aber natürlich kein äußeres Integument; die Schuppe ist ein einfaches Sporophyll, bei *Araucaria* haben wir dann eine »sogenannte Ligula«.

Ahnliche Anschauungen wie L o t s y hat auch T h o m s o n (1909) betreffs der »Floralen« und »Inflorescentialen«. Er hält das Sporophyll bei den Podocarpaceen für eine einfache Bildung ebenso wie bei *Araucaria*. Die Tatsache, daß die Samenanlagen bei *Saxegothaea* manchmal auf der Unterseite stehen, deutet nach ihm auf die Abstammung von Formen hin, bei denen diese Stellung vorhanden war; ebenfalls deutet darauf hin die laterale Position der Samenanlagen bei *Cycas*. Ebenso nehmen die Autoren, die die Fruchtschuppe der Pinaceen für einen Kurztrieb ansehen, an, daß die Samenanlagen auf der Unterseite der Sporophylle stehen. Wir haben zwei große Gruppen von Coniferen »the simple- and the complex-scale series (aplo- and diplosporophyllous forms)«.

Resultat: Die im Vorstehenden gegebene Betrachtung über die morphologische Bedeutung der Struktur der Coniferen läßt die so auffallende Meinungsverschiedenheit der Autoren in der Gesamtauffassung und in Einzelfragen erkennen. Meist wird Wert gelegt auf eine einheitliche Erklärung des Zapfens, auf eine Homologisierung seiner einzelnen Teile bei den verschiedenen Gruppen, seltener werden die trennenden Momente in den Vordergrund gerückt. Die Art der Auffassung von Zapfen und Fruchtschuppe ist phylogenetisch von nicht geringer Bedeutung, sie bedingt wesentlich die Anschauungen über den verwandtschaftlichen Zusammenhang der einzelnen Coniferen-Gruppen und über die Beziehungen der Coniferen im ganzen zu den Ginkgoaceen, Cycadeen und eventuell in weiterer Entfernung zu den *Lycopodiales*, sie ist auch von Bedeutung für die Frage nach der Entstehung der Angiospermen-Bliite.

Ich bin nach Erwägung aller vorgebrachten Gründe und Gegengründe der Meinung, daß die Gesamtauffassung von Eichler zu Recht besteht, nach der der Coniferen-Zapfen ein Blüt Zapfen ist, und dementsprechend ist auch die Terminologie überall im folgenden systematischen Teil angewandt. Diese Meinung habe ich stets für die Podocarpaceen vertreten. Geht man in der Betrachtung des Zapfens vorurteilslos von den Familien der Cupressaceen und Podocarpaceen aus, so wird man ohne Zweifel dahin geführt, in ihrem Zapfen ein einfaches Aggregat von Sporophyllen zu sehen und nur die Morphologen, die von den Pinaceen ausgehend, sich hier von der zusammengesetzten Natur des Zapfens überzeugt haben, haben, um die Einheitlichkeit des Grundplanes im Aufbau zu retten, ihre Auffassung auf die Blüten der Gupressaceen und Podocarpaceen übertragen. Umgekehrt erscheinen mir die Schwierigkeiten nicht unüberwindlich, die bei den Gupressaceen gefestigte Anschauung des Blütenzapfens auch bei den Pinaceen zur Geltung zu bringen. Epimatium, Schuppenwulst und Fruchtschuppe sind für mich einheitlichen Ursprungs, so verschieden auch die Ausbildung dieser Carpell-Excrescenzen ist; dagegen ist nicht erwiesen, daß sie der Ligula der ligulaten *Lycopodiales* homolog sind. Ist man der Ansicht, daß die Anamorphosen der Pinaceen-Zapfen einen untrüglichen Beweis für ihre Blütenstands-natur bilden, so bleibt nichts weiter übrig, als die Coniferen in Florale und Inflorescentiale zu scheiden. Man wird sich aber schwer entschließen, im *Araucaria*- oder *Cupressus-Zapfen* etwas wesentlich anderes zu sehen als im *Abies-Zapfen*; ferner besteht die große Unsicherheit, zu welcher der beiden Abteilungen die einzelnen Gattungen der Taxodiaceen dann überhaupt zu rechnen sind.

So bleibt nur die Annahme eines gemeinsamen Grundplanes auf der Basis der Blüten-natur des Zapfens. Die Fruchtschuppe (Ligularschuppe, Epimatium, Schuppenwulst) ist ein den Coniferen eigentümliches Organ zum Schutz und zur Ernährung der Samenanlage, seine Bildung steht mit der Gymnospermie im engen Zusammenhang. Die Möglichkeiten seiner Ausbildung haben wir in den Entwicklungsstufen bei den Podocarpaceen vor Augen. *Saxegothaea* und *Microcachrys* sind primitivere Typen, die Blüte ist ein Zapfen mit einer geringen Zahl von Carp., das Epimatium ist noch schwach entwickelt, die Samenanlage steht auf dem Carp. *Dacrydium* bietet dann den Schlüssel für das Verständnis der Struktur bei *Podocarpus*. Wir sehen, daß das Epimatium im Verhältnis zum Carp, immer größer wird, daß die Samenanlage auf das Epimatium übergeht und von diesem umgeben wird. Bei Formen wie *Dacrydium Bidwillii* schließt das Epimatium die Samenanlage, die schon durch die Biegung des Epimatiums eine inverse Stellung erhalten hat, umgeben ein; die Zahl der Carp, ist reduziert. Von dieser Struktur bis zu der von *Podocarpus* ist nur ein Schritt; der einzige Fortschritt liegt in dem Verwachsen des Epimatiums mit dem Integument der Samenanlage, das für *Podocarpus* charakteristisch ist. Die einzelstehenden Samen sind hier durch das dicke Epimatium geschützt und fallen auch mit diesem zusammen ab, bei den anderen Gattungen werden die Samen schließlich frei. Das Carp, ist immer sehr klein. Im Gegensatz dazu sorgt das große Carp, für den Samenschutz bei *Araucaria*, bei welcher Gattung der Same mit dem Carp, vereint bleibt; die Ligularschuppe ist nur unbedeutend entwickelt; sie fehlt ganz bei *Agathis*, und es bleibt zweifelhaft, ob man darin ein ursprüngliches Verhalten oder eine Rückbildung sehen soll; der Same löst sich vom Carp. los. In Bezug auf den Einschluss der reifenden Samenanlagen, die dann später nach Auseinanderfallen der Schuppen frei werden, entspricht der *Agathis-Zapfen* biologisch dem gleichfalls zerfallenden von *Abies*, doch besteht der wesentliche Unterschied, daß die zusammenschließenden Zapfenschuppen bei *Agathis* von den Carp., bei *Abies* wie überall bei den Pinaceen

von den Fruchtschuppen gebildet werden. Bei den meisten Pinaceen-Gattungen bleiben die Fruchtschuppen flach, doch ist durch ihr Obereinanderfallen bei gedrängter Stellung der Schluß des jungen Zapfens gesichert; von diesem Typus aus, der auch noch einigen Sektionen von *Firms* eigentümlich ist, geht bei dieser Gattung die Entwicklung weiter zur Bildung dicker Apophysen, die schildförmig an der Zapfenoberfläche aneinander-schließen; die Vereinigung kann bis zum dauernden Schluß des Zapfens bei einigen Arten gehen. Der Vergleich mit *Cupressus* liegt nahe, aber hier wird das Schild von Carp, und Schuppenwulst gemeinsam gebildet, während bei *Pinus* das Carp, ganz klein bleibt und die Fruchtschuppen allein den Zapfen zusammensetzen. Der Schuppenwulst der Cupressaceen ist fast überall für den Zapfenschluß von Bedeutung, doch ist hervorzuheben, daß er nicht der Träger der Samenanlagen oder Samen ist; diese bleiben aufrecht an der Basis des Carp, stehen, der Schuppenwulst bildet sich über ihnen und geht dann über die Spitze der Samenanlagen hinaus, so daß beim Zusammenschluß der Wülste mehrerer Carp, die jungen Samen völlig eingeschlossen werden. Am engsten bleibt der Zusammenschluß bei *Juniperus*, bei welcher Gattung die Zapfen sich überhaupt nicht mehr öffnen, während sonst die trockenen Schuppen schließlich auseinanderweichen. Man kann wohl den Schuppenwulst als Excrescenz des Carp, mit der Pinaceen-Fruchtschuppe homologisieren, doch ist er in seiner Bildung wesentlich von dieser verschieden, indem er die Samenanlagen an ihrer Stelle läßt und sich über ihnen entwickelt. Es hat keinen Sinn, im Vergleich mit den Pinaceen von einer Verwachsung von Frucht- und Deckschuppe bei den Cupressaceen zu reden, wie öfters geschieht; vielmehr geht der Schuppenwulst, oberhalb der Basis des Carp, sich erhebend, gewöhnlich frei weit über dieses hinaus, so daß dann die freie Spitze des Carp, am Rücken der Zapfenschuppe steht, im unteren Teil des Carp, dagegen, wo die Samenanlagen stehen, ist gar kein Schuppenwulst vorhanden. Bei den Taxodiaceen sind teils die Schuppenwülste (Fruchtschuppen), teils die Carp, von größerer Bedeutung für den Aufbau des Zapfens.

Nach allem scheint mir die Struktur des 2 Zapfens darauf hinzuweisen, daß die einzelnen Familien der Coniferen weiter voneinander phylogenetisch getrennt sind, als gewöhnlich vorausgesetzt wird. Sie sind nicht voneinander abzuleiten, sie stehen als Endglieder getrennter Entwicklungsreihen nebeneinander; man kann die 2 Strukturen miteinander vergleichen und ihre Homologien feststellen, man kann einen gemeinsamen entfernten Ursprung annehmen, doch wird man vergeblich eine Über- und Unterordnung in einem Stammbaum versuchen. Vielleicht sind stärkere Trennungslinien zwischen den übrigen Gruppen und einerseits den Araucariaceen, andererseits den Taxaceen (*Taxus*, *Torreya*) zu ziehen. Besonders die Taxaceen bieten bei der Deutung ihrer Sproßchen die größten Schwierigkeiten. Bei den anderen Gruppen lassen sich die Samenanlagen auf ein Carp, beziehen; sind sie in einzelnen Formenkreisen von *Juniperus* endständig, so kann man in Hinblick auf die verwandten Formen mit vor den Carp, stehenden Samenanlagen annehmen, daß die terminale Stellung eine Progression jüngeren Datums unter Ableitung von der normalen Stellung ist. Anders liegt der Fall bei *Taxus* und *Torreya*, wo nähere Verwandte fehlen, die einen Vergleich zulassen. Die Samenanlage ist hier terminal an einem sekundären Sproßchen, ihr gehen einige Paare von gegenständigen Blattchen an diesem Sproß voraus. Soll man auch hier ein Carp, supponieren oder an eine edit und ursprünglich terminale Stellung denken, wodurch die beiden Gattungen (eventuell auch *Cephalotaxus*, wenn man deren Blüten vom *Torreya-Typus* ableitet) weit von den anderen Coniferen abrücken? Die Meinungen darüber sind geteilt. Zunächst seien die Ansichten einiger Autoren erwähnt, die die Samenanlage auf ein Carp, beziehen. De Haan (1920) sieht im Arillus ein aus zwei Carp, vereintes Gebilde. Er weist darauf hin, daß sowohl bei *Taxus* wie bei *Torreya*, die einen Arillus besitzen, anscheinend kein Carp, vorhanden ist, während es bei *Cephalotaxus*, einer Gattung ohne Arillus, sehr deutlich ist. »Therefore the suggestion may be ventured that both enveloping organs« (d. h. sowohl bei *Taxus* wie bei *Torreya*) »have been formed by two decussate sporophylls, each bearing originally one ovule. One of the ovules has been reduced and suppressed, so that the other has become terminal, invested by the two fusing sporophylls.« Eine Stütze dieser Ansicht wird gesehen in dem Vorkommen von zwei opponierten Gefäßbündeln im Arillus von *Torreya*, sowie in einem gelegentlich aufgefundenen Fall bei *Taxus*, wo der Arillus in zwei Lappen geteilt war. Demgegenüber sieht Sachs in dem obersten Vorblatt das eigentliche Carp, die Samenanlage ist nur scheinbar terminal;

Schumann (1902) wiederum betrachtet das Laubblatt, in dessen Achsel das ganze $\frac{1}{4}$ Sprößchen steht, als Homologon des Carp. (Näheres dartiber oben). Andere Autoren nehmen eine starke Reduktion des Carp, an oder ein völliges Aufbrauchen des Carp, durch die Samenanlage, so daß von einem freien Blatteil nichts mehr übrig ist, die Samenanlage stellt dann das ganze Carp. dar. So van Tieghem (1869); die Samenanlage von *Taxus* ist für ihn das ganze einzige Blatt eines völlig reduzierten Zweiges dritter Ordnung in der Achsel der obersten sechsten Schuppe des Sprößchens zweiter Ordnung des ganzen $\frac{1}{4}$ Sprößchens. Ähnlich spricht Celakovsky (1890) von einem Ovulercarpid, nur das dieses nach ihm an der sekundären Achse sitzt; auch nach Herzfeld wird das Carp, völlig zur Bildung der Samenanlage aufgebraucht, der sogenannte Arillus ist eine taxoide Schuppe, eine Achsenwucherung (vgl. oben). Für Goebel (1923) ist dagegen der Arillus ein Auswuchs des stark reduzierten Sporophylls, das sich im Basalteil der Samenanlage erkennen läßt; die sterilen Schuppen unterhalb der Samenanlage bilden »eine Blüthenhülle«, sie sind vielleicht sterile Carp. In allen diesen Ansichten wird an einem Carp, wenigstens theoretisch festgehalten; nach Dupler (1920) dagegen ist die Samenanlage ursprünglich terminal und von Achsennatur, der Arillus ist die fleischige Schicht einer dreischichtigen Samenschale. Die Taxaceen sind durch diesen Gegensatz zu den übrigen Coniferen sowie auch durch andere Merkmale als recht selbständige Gruppe charakterisiert. Das hebt besonders Birbal Sahni (1920) hervor, der die *Taxales* (incl. *Cephalotaxus*) den *Coniferales*, die die übrigen Gruppen zusammenfassen, gegenüberstellt. Er weist hin auf die klareren primitiven Charaktere im Samen und die differente Ausgestaltung der $\frac{1}{4}$ Sporophylle. Birbal Sahni ist Anhänger der Brachyblasttheorie der Fruchtschuppe bei den *Coniferales*; er unterscheidet zunächst scharf zwischen Gymnospermen, bei denen die Samenanlagen zweifellos auf einem Blatt entstehen (*Cycadales*, *Pteridospermeae*) und dann den anderen Gymnospermen, bei denen sie entweder zweifellos auf einer Achse erzeugt werden (*Cordaitales*, *Taxales*) oder auf einem Organ, das wahrscheinlich eine »Modifikation einer Achse« ist (*Coniferales*, *Ginkgo*).

Ich glaube, daß die Annahme einer echt terminalen Stellung der Samenanlage bei *Taxus* und *Torreya* die einfachste und der Natur der Sache entsprechendste ist; der Arillus wird vom Samen ausgebildet, er ist ein Schutzmittel und Verbreitungsmittel, wie die Samen anderer Coniferen in verschiedener Weise einen Flittgel ausbilden.

B. Die männlichen Blüten.

Die $\frac{1}{4}$ Blüten der Coniferen sind viel weniger als die zur Beurteilung der phylogenetischen Zusammenhänge herangezogen worden, doch zeigen sich auch bei ihnen bedeutende Unterschiede zwischen den einzelnen Familien und andererseits konstante Charaktere innerhalb dieser Gruppen. Über die Natur des $\frac{1}{4}$ Zapfchens als Einzelblüte herrscht heute kein Zweifel mehr: die Blütenachse ist mit einer Anzahl von Sporophyllen besetzt, die zwei oder mehr Mikrosporangien erzeugen. Unter den älteren Autoren ist besonders H. von Mohl (1845) für diese Auffassung eingetreten, der zugleich in seiner Schrift eine ausführliche Darstellung aller bislang geäußerten Ansichten über die männliche Coniferenblüte gibt. (Aber ganz verschwindet auch noch später die Auffassung nicht, die im einzelnen Sporophyll eine $\frac{1}{4}$ Blüte sieht; so gibt [in DC. Prodr. XVI. 2] Parlatores noch 1868 folgende Beschreibung der $\frac{1}{4}$ Blüte: Amenta mascula ... Bracteae [connectivum pi. auct.] plurimae, axi insertae ... Calyx et corolla nulli. Stamina saepissime ad antheras reducta, filamentum brevissimum vel nullo. Antherae sub quavis bractea 2—plures [anthera 2—plurilocularis plur. auctor.] ... uniloculares). Als wichtigste Typen der Stam. sind folgende zu nennen: 1. Der Typus von *Taxus*: Stam. schildförmig radiär, die Sporangien kreisförmig um einen Mittelpunkt angeordnet. Von dieser Form ist die einseitige bei der Gattung *Torreya* abzuleiten. Denn Coulter und Land berichten die interessante Tatsache, daß bei *T. taxifolia* zuerst sieben Sporangien angelegt werden, die um die zentrale Achse herum wie bei *Taxus* orientiert sind. Die drei inneren sind aber nur im Stadium der primären sporogenen Zelle vorhanden, die sich nicht weiter teilt. Die vier äußeren Anlagen entwickeln sich zu den normalen Sporangien. Gelegentlich können sich aber auch die sonst abortierenden Sporangien weiter entwickeln; so fand Miss Robertson bei *T. californica* manchmal deren sechs bis sieben.

2. Der Typus der Cupressaceen: Stam. mit kurzem Filament und stark nach oben entwickelter Antherenschuppe, Sporangien frei am Unterrande der Schuppe; oder diese $\pm$ schildförmig, mit dem unteren Rand die Sporangien $\pm$ bedeckend. Hierher auch Taxodiaceen.

3. Der Typus der *Araucaria*: Sporangien in größerer Anzahl frei an der Unterseite der Antherenschuppe entspringend.

4. Der Typus der Pinaceen: 2 Sporangien an der Unterseite des Sporophylls, mit diesem verwachsen; das freie Ende des Sporophylls $\pm$ entwickelt oder stark reduziert. Hierher auch Podocarpaceen.

Es fragt sich, ob diese Typen voneinander abgeleitet werden können. Goebel (Organographie 2. Teil) geht von dem schildförmigen Sporophyll von *Equisetum* aus. Man sagt hier gewöhnlich, daß dieses die Sporangien auf der Unterseite trägt, doch ist das eine ungenaue Ausdrucksweise. In Wirklichkeit setzt sich das Sporophyll aus zwei Teilen zusammen; der obere Teil entspricht der Blattfläche des sterilen Blattes, er kehrt seine Oberseite (a) der Achse zu; der untere Teil (b) ist ein Auswuchs der Blattunterseite (früher, in Bot. Zeit. 39 [1881] 702, von Goebel als Homologon des Farn-Indusiums gedeutet). Das ganze stellt also ein hypopeltates Schildblatt dar. Von den rings gestellten Sporangien können nun bei Farnen mit randständiger Stellung nur die seitlichen übrig

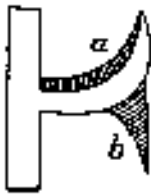


Fig. ii2, schematisches
Sporophyll der Cupressaceen.
(Original.)

bleiben, während die oberen und unteren nicht ausgebildet werden; bei *Lycopodium* wiederum bleibt nur ein oberes Sporangium übrig. Goebel verwirft die Auffassung Bowers, nach der das »Sporangiophor« von *Equisetum* keine Homologie mit einem Laubblatt zeigt, nach ihm ist auch bei *Equisetum* das Sporophyll einem Laubblatt homolog. Das zeigt auch die Entwicklung, die die Ausbildung der hypopeltaten Form verständlich macht »Die Blattanlagen entstehen als ein über dem Vegetationspunkt hervorgewobelter Zellhügel.

Bei den Laubblättern wird aber nur dessen oberer Teil zur Blattbildung verwendet (was mit der wenig massigen Entwicklung des Blattstam. der Cupressaceen zusammenhängt), während der untere Teil der Blattanlage zur »Berindung* des Sprossinternodiums dient. Bei den Sporophyllen

dagegen werden alle Zellen der Blattanlage zur Blattbildung herangezogen, entsprechend der massigen Entwicklung der Sporophylle. Im Grunde besteht der Unterschied der Entwicklung — von den Volumverhältnissen abgesehen — also darin, dass sehr früh (noch vor dem Auftreten des auch hier durch Interkalarwachstum entstehenden Sporophyllstiels) die Wachstumsverteilung eintritt, die zur Bildung eines schildförmigen, und zwar eines »hypopeltaten« Blattes führt. Zugleich findet eine Reduktion der Blattfläche (die den oberen Teil des Schildblattes bildet) statt. Das Randwachstum, das sonst zur Bildung einer dünnen Blattlamelle führt, wird hier unterdrückt. Der obere Teil des schildförmigen Sporophylls entspricht also dem vegetativen Blatt, der untere einem Auswuchs der Blattanlage. Dem entspricht, daß man gelegentlich Mittelformen zwischen Sporophyllen und Laubblättern trifft. (Goebel bildet p. 1093 durchwachsene Blüten von *Equisetum telmateja* ab; diese Mittelformen haben natürlich ebensowenig Beweiskraft, wie die Mittelformen beim durchwachsenen Fecca-Zapfen.) Ähnlich liegen nun die Verhältnisse nach Goebel bei den Coniferen. »Bei *Taxus* und den Cupressineen sind die Sporophylle schildförmig — bei letzteren deutlich hypopeltat. Der Auswuchs der Blattunterseite ist aber meist weniger entwickelt als der Spreitenteil des Sporophylls. Dieser bedingt im Knospenstadium selbst bei *Ginkgo*, wo er nur wenig entwickelt ist, den Verschluss; bei *Taxus* gehen die Sporangien rings um das schildförmige Sporophyll herum und hängen in ihren oberen Teilen miteinander zusammen. Bei allen anderen stehen sie wie bei den Cycadeen auf der Unterseite des Sporophylls. Der Versuch, die Mikrosporophylle von *Taxus* als die Urform zu betrachten, von der sich die anderen ableiten, ruht auf unsicheren Annahmen. Man kann auch von den Sporophyllen ausgehen, welche noch deutlich in ihrer Gestalt mit den Schuppenblättern übereinstimmen und von diesen die schildförmigen ableiten. Jedenfalls tritt der Blattcharakter der Sporophylle bei allen anderen Gattungen mehr hervor, als bei *Taxus*.«

Čelakovský nun (1897) weist die Ableitung des schildförmigen Typus von dem bilateralen nach Analogie der schildförmigen Laubblätter zurück, die sich offenbar erst aus der allgemeinen bilateralen Form entwickelt haben; die radiäre Form ist die primäre.

Laubblatt und Sporangium sind ihm überhaupt nichts im Wesen Verschiedenes. Das Sterilwerden von Sporangiphorgewebe führte erst bei den höheren Cryptogamen zur Bildung von sterilen Blattabschnitten und dann auch zur Bildung steriler Blätter. Man kann sagen, daß das ursprünglichste Blatt der Pteridophyten nur ein Sporangium gewesen ist, das sich dann zunächst teilte und weiterhin $\pm$ steril wurde. Die nähere, sich auf die Gefäßkryptogamen stützende Begründung ist in der Originalarbeit einzusehen. Die primäre Form des Sporophylls ist dann die radiäre. Wenn man beachtet, »dass die ältesten, dem primären blattwertigen Sporangium nächsten Formen eines Sporophylls diejenigen sein müssen, welche noch am wenigsten vegetativ geworden sind, so wird man finden, dass gerade diese Formen vollkommen oder annähernd radiären Bau zeigen, während der bilaterale den mehr vegetativ gewordenen eigen ist. Unter den Pteridophyten haben die Equiseten die am wenigsten vegetativ ausgebildeten Fruchtblätter, aber auch vollkommen radiären Bau, die Fruchtblätter der Lycopodinae und Filicinae sind schon mehr oder weniger vegetativ und zugleich bilateral ausgebildet.« Diesen Anschauungen entsprechend hält Čelakovský das radiäre Staubblatt von *Welwitschia* für den primitivsten Typus unter den Gymnospermen überhaupt. Dann muß auch für die Coniferen ein radiäres Staubblatt von der *Welwitschia*-Form als Urtypus angenommen werden, von dem sich die anderen Formen ableiten. Alle Coniferen sind den Gnetaceen (*Welwitschia*-Typus) gegenüber schon durch die Entwicklung eines sterilen Endteiles am Staubblatt fortgeschritten, das in Form eines Zapfchens (*Ginkgo*), eines zentrischen Schildes (*Taxus*), eines Halbschildes (Cupressineen) oder einer konnektiv-anhangartigen Grista (Abietineen) auftritt. Die radiäre Form findet sich noch bei *Taxus*, bei den Cupressineen und Taxodieen »ist vom fertilen Antherenschild nur die untere Hälfte entwickelt, die obere Seite ist wie sonst bei den Coniferen steril geworden, d. h. die Sporangien sind dort geschwunden, weil die obere Schildhälfte sich mächtiger vegetativ entwickelt hat«.

Wenn man auch im Zusammenhang mit der Sporophyll-Frage bei den Coniferen sich nicht auf so weitgehende Spekulationen wie Čelakovský einlassen will, die schließlich bis zur Gleichsetzung von Sporangium und Blatt führen, Spekulationen, die höchst anfechtbar sind, so könnte man doch versucht sein, den primitivsten Typus des Coniferen-Staubblattes in dem von *Taxus* zu sehen und von diesem die anderen abzuleiten. Andererseits sind bei *Taxus* zwei Merkmale gegeben, die auf ein fortgeschrittenes Stadium der Entwicklung deuten, einmal die große Differenz zwischen dem Laubblatt und dem σ Sporophyll, zweitens die Tatsache, daß die σ Blüte an sich einem Zweiglein entspricht und nicht am Ende eines beblätterten Zweiges steht. Wenn man in dem Sporophyll ein metamorphosiertes Blatt sieht, so wird man die Sporophylle als primitiv betrachten, die vom Laubblatt nur wenig verschieden sind. Bei den Cupressaceen ist es das gewöhnliche Verhalten, daß die σ Blüten am Ende von mit Schuppenblättern bedeckten Laubzweiglein stehen, die Schuppenblätter werden am Ende der Kurztriebe durch ihnen ähnliche Sporophylle ersetzt, die auch die Stellung der Schuppenblätter am Zweig festhalten, also je nachdem gepaart oder gewirtelt stehen. Die Entwicklung der Schildform bei den Cupressaceen ist man danach berechtigt als sekundär anzusehen, es gibt ja auch Arten, bei denen der untere Teil des Schildes (die sekundäre Bildung) nicht oder nur schwach ausgebildet ist. Einen ähnlichen Übergang von vegetativen Schuppenblättern zu Sporophyllen haben wir bei *Dacrydium* und *Podocarpus* sect. *Dacrycarpus*. So wird auch z. B. bei den Cycadeen das Megasporophyll von *Cycas*, das dem Laubblatt am ähnlichsten ist, als am primitivsten angesehen. Bei den Pinaceen ist das Sporophyll starker metamorphosiert, und die σ Blüte bildet für sich einen laubblattlosen Sproß, doch ist auch hier die Form des Sporophylls als die eines Blattes $\pm$ deutlich. Čelakovský lehnt eine solche Betrachtung von seinem Standpunkt aus natürlich ab. Denn »die Staubblätter und Fruchtblätter sind phylogenetisch gewiss nicht aus Laubblattanlagen entstanden, sondern umgekehrt die Laubblätter aus Sporophyllen, und die Metamorphose bestand zunächst im verschiedengradigen Vegetativwerden der Sporophylle«. In Anwendung auf die Cycadeen ist dann zu sagen, daß auch hier die mehr schildförmigen Sporophylle die primären sind, diejenigen von *Cycas* sind durch starker vegetative Entwicklung den Laubblättern ähnlicher geworden. Das Carpell ist aus der radiären Form in die bilaterale des Laubblattes übergegangen, die Samenanlagen wurden vermehrt. »Bei *Cycas revoluta* besonders ist somit das Carpell den bereits lange zuvor entstandenen bilateralen Laubblättern sehr ähnlich geworden, weil es eben den gleichen Entwicklungsgang des Vegetativwerdens durchgemacht hat.«

Es sind sonderbare Konsequenzen, zu denen die folgerichtig durchgeführte Theorie Čelakovsky's von der Entstehung des Laubblattes aus dem Sporangium und Sporangio-phor führt. Sieht man von dieser ab, so wird man nur auf die Formen zurückgehen, bei denen Trophosporophylle vorhanden waren, also eine Trennung in Laubblätter und Sporophylle noch nicht gegeben war. Fand solche Trennung statt, so müßten Laubblätter und Sporophylle ihrer Funktion entsprechend metamorphosiert werden; als primitivere Typen sind also diejenigen zu betrachten, bei denen die Differenz gering ist. Solche finden sich unter den Coniferen bei den Cupressaceen; von diesen läßt sich die Schildform bei anderen Cupressaceen, die Form der Pinaceen und Podocarpaceen ableiten. Es bleibt die Schildform des Ta. T. s-Staubblattes. Diese läßt sich weder durch Metamorphose unmittelbar aus der Laubblattform der Gattung selbst ableiten, noch aus der Schildform bei den Cupressaceen, die als hypopeltat mit der bilateralen Schuppenblattform im Zusammenhang steht. Es läßt sich weder aus der Anatomie noch aus der Entwicklungsgeschichte nachweisen, daß etwa die obere Hälfte dem Blatt, die untere einem Auswuchs der Blattunterseite entspricht. So kann man nur annehmen, daß die Schildform von *Taxus* von Vorfahren vererbt ist, bei denen sich diese ausgesprochene Differenz von Laubblatt und Sporophyll herausgebildet hat, während bei den Vorfahren der anderen Coniferen-Gruppen diese Differenz noch nicht vorhanden war, und nun die bilaterale Form auf diese übergegangen ist und sich mannigfach (bei den Cupressaceen mit Übergang zu hypopeltater Schildform) modifiziert hat. Die schildförmige Anthere von *Taxus* ist auch eines der Merkmale, auf die hin Birbal Sahni die *Taxales* in eine Sonderstellung alien anderen Coniferen gegenüber bringt (vgl. S. 155).

C. Sonstige Gesichtspunkte.

Betreffend den anatomischen Bau der Coniferen wird man sagen können, daß die Araucariaceen primitiver sind als die übrigen Familien; dies zeigt sich besonders in der Art der Tüpfelbildung bei den Tracheiden, im Bau der Markstrahlen, im Fehlen der Harzzellen im Holze, sowie in der Persistenz der Blattspuren. Es kann kaum zweifelhaft sein, daß die abietoide Tüpfelung aus der araukarioiden hervorgegangen ist. Bei den Coniferen (exkl. den Araucariaceen) kann man besonders in der Ausbildung der Markstrahltracheiden und der Harzzellen, resp. Harzgänge Progressionen beobachten. Die gelegentlich bei Taxodiaceen und Cupressaceen vorkommenden Markstrahltracheiden sind in vervollkommneter Form bei *Firms* ausgebildet. Ebenso sind bei den genannten Familien nur einzelne Harzzellen vorhanden, nur gelegentlich kommt es zur Bildung von Harzlicken; die Pinaceen zeigen dann den Fortschritt zu schizogenen Harzgängen. Daß die Progression in dieser Richtung ging, ist wenigstens die Ansicht der meisten Forscher; anderer Meinung sind Jeffrey und seine Schüler (vgl. über Einzelheiten das Kapitel Anatomie der Pinaceen, ferner Kräusel [1917] und Eckhold [1922], die die Ansichten Jeffreys kritisieren). Nach Jeffrey ist kaum vor auszusetzen, daß die Entwicklung von Markstrahltracheiden bei mehreren Gattungen der Taxodiaceen und Cupressaceen unabhängig begonnen und dann in der Richtung auf *Pinus* variiert hat, wahrscheinlich ist, daß diese Gattungen von gemeinsamen Vorfahren her die Fähigkeit zur Bildung von Markstrahltracheiden ererbt haben und daß ihr Zurücktreten ein Reduktionsvorgang gegenüber *Pinus* ist. Das gleiche gilt nach Jeffrey für die Harzgänge und Harzzellen. Die anzestralen Formen besaßen ein anastomosierendes System von Harzgängen im Rinden- und Holzgewebe; Harzgänge in Holz und Rinde sind heute noch bei *Pinus* und einigen anderen Pinaceen-Gattungen vorhanden. Bei *Abies*, *Pseudolarix*, *Cedrus* und *Tsuga* sind sie im Holz verschwunden, sie finden sich nur noch manchmal in solch konservativen Teilen wie dem Zapfenstiel und dem ersten Jahresring und treten dann wieder bei Verwundungen auf; bei *Pseudolarix* und *Tsuga* werden sogar die Rindenharzgänge reduziert. Die gleiche Reduktion auf einzelne Harzzellen gilt für Taxodiaceen und Cupressaceen; auch bei *Sequoia* finden sich wieder Harzgänge im Zapfenstiel. *Pinus* ist also als sehr alter Repräsentant der Coniferen-Gruppe anzusehen und *Cedrus*, *Tsuga*, *Abies*, *Pseudolarix* stammen von Vorfahren, von denen man wenigstens sagen kann, daß sie den Holzcharakter von *Pinus* besaßen; daher sind die Pinaceen als eine aufsteigende Reihe anzusehen, die mit komplizierter organisierten Formen wie *Pinus* beginnt und mit reduzierten Gattungen wie *Abies* und *Pseudolarix* endigt; ebenso sind die Pinaceen eine

primitivere Gruppe als die Cupressaceen. Schließlich soll sich auch der Holztypus der Araucarien aus dem der Pinaceen durch Vereinfachung entwickelt haben. Paliiontologisch, wie es Jeffrey behauptet, läßt sich die Reduktionstheorie von *Pinus* aus kaum stützen und morphologisch erscheint sie unhaltbar. Man wird sagen können, daß die Gruppen der Coniferen, abgesehen von den stärker differierenden Araucariaceen, anatomisch in den wesentlichsten Zügen übereinstimmen und daß in der Familie der Pinaceen in bezug auf Markstrahltracheiden und Harzgänge des Holzes die höchste Ausbildung erreicht wird.

In bezug auf den Gametophyten und die Embryoentwicklung sind die Coniferen durch wichtige gemeinsame Merkmale ausgezeichnet, die eine bestimmte Organisationshöhe bezeichnen: Der Pollenschlauch dient zum Transport der beiden σ Zellen oder Kerne, Spermatozoiden wie bei Cycadaceen und Ginkgoaceen kommen nicht mehr vor; das σ Prothallium füllt vor der Befruchtung die Megaspore aus; die Archegonien besitzen Halszellen, eine Bauchkanalzelle oder meist ein Bauchkanalkern wird abgeschnitten, verschwindet aber bald; in der Eizelle wird ein Proembryo ausgebildet, durch Suspensoren wird die Spitze in das Prothallium befördert. Im einzelnen sind innerhalb der Familien oder zwischen den Familien mannigfache Progressionen vorhanden, doch sind diese nicht gleichsinnig, in bestimmten Merkmalen ist die eine oder die andere Gruppe fortgeschrittener. Thomson wies besonders auf die Megasporen-Membran hin; der primitivere Charakter ist hier eine starke Entwicklung der Membran, wie sie sich durchschnittlich bei den Pinaceen findet; schwächer ist sie bei den Taxodiaceen und Araucariaceen, bei den Taxaceen ist sie nur in jungen Stadien kenntlich, später undeutlich; bei den Podocarpaceen ist ihre Stärke wechselnd. Das σ Prothallium entwickelt bei den Pinaceen zwei Zellen, bei den Taxodiaceen, Taxaceen und Cupressaceen geht die Reduktion noch weiter, die beiden Zellen verschwinden. Im Gegensatz dazu können bei den Podocarpaceen eine größere Anzahl von Zellen oder Kernen vorhanden sein, und besonders für die Araucariaceen ist eine große Zahl bemerkenswert. Doch kann in beiden Fällen an eine sekundäre Vermehrung im Gegensatz zur Reduktion bei den Cupressaceen usw. gedacht werden.

Die Archegonien können im 2 Prothallium in großer bis geringer Zahl vorhanden sein und in Gruppen vereinigt sein oder einzeln stehen. Allermeist gehen sie aus einzelnen Oberflächenzellen hervor, bei den Cupressaceen entstehen sie auch tiefer im Gewebe. Eine große Zahl von Archegonien und Gruppenbildung findet sich bei den Cupressaceen und Taxodiaceen; die Araucariaceen haben 8—15 einzeln oder in Gruppen stehende Archegonien, die Podocarpaceen bis 12 einzelne, die Pinaceen nur 2—4 einzelne Archegonien. Im Pollenschlauch können zwei gleichgroße σ Zellen vorhanden sein, deren Kerne beide befruchtungsfähig sind; das ist der Fall bei den Taxodiaceen und Cupressaceen; bei den anderen Gruppen sind die Zellen im Pollenschlauch nicht deutlich und die Kerne sind meist von verschiedener Größe, regelmäßig bei den Pinaceen, wo nur ein Kern befruchtungsfähig ist.

Auf die Bedeutung der Embryo-Entwicklung und Polyembryonie geht besonders Buchholz ein (1920, vgl. auch Literatur bei den Familien), der nachzuweisen sucht, daß bei den Pinaceen und speziell *Pinus* sich der primitivste Typus zeigt. Bei den Gymnospermen ist zu unterscheiden zwischen einfacher Polyembryonie, die durch die $\pm$ große Zahl der Archegonien bedingt ist, die jedes einen Embryo hervorbringen können, und der Polyembryonie durch Spaltung, bei der bei einem Proembryo mehrere getrennte Embryonen aus einzelnen Embryo-Initialen hervorgehen, die also ein Archegonium ihre Entstehung verdanken. Die Polyembryonie durch Spaltung bei bestimmt festgelegter Organisation des Proembryo, wie sie bei *Pinus* vorkommt, hält Buchholz für einen primitiven Charakter in der Phylogenie der Coniferen. Es ist dann die Tendenz in der Entwicklung vorhanden, diesen Charakter unter Rückkehr zu einfacher Polyembryonie zu eliminieren. Die Polyembryonie überhaupt bei den Gymnospermen allgemein ist von der bei den Angiospermen verschieden, indem ihr Resultat immer die Auswahl eines einzelnen Embryos aus einer $\pm$ großen Zahl bei der Reifung ist, wobei der Suspensor als Organ für den Wettbewerb funktioniert.

Über die Variation der Polyembryonie durch Spaltung bei den Pinaceen ist der betr. Abschnitt bei der Familie zu vergleichen. Die Proembryo-Bildung mit den vier Spitzenzellen ist überall in der Familie gleich; wenn nun vom Typus der vollkommenen Spal-

tung bei *Pinus* aus diese bei *Picea* usw. aufhört, so muß Fusion der Embryonen angenommen werden. Damit geht Hand in Hand die Reduktion der Rosetten-Embryonen bei diesen Gattungen.

Bei den anderen Familien wird die Polyembryonie durch Spaltung auf verschiedene Weise eliminiert.

Bei den Araucariaceen sind zahlreichere freie Kerne im Embryosack vorhanden, ehe Wandbildung einsetzt, ferner wird durch die Zellen am Ende des Proembryo eine Art Kappe gebildet, durch die eine von der Gruppe der Initialen aus mögliche Spaltung verhindert wird. Man kann vom jPiwws-Stadium ausgehend sagen, daß auf der Linie der Entwicklung zunächst eine Vermehrung der freien Kerne eintrat, wodurch die Möglichkeit einer stärkeren Polyembryonie durch Spaltung gegeben war (eine Möglichkeit, die bei *Sciadopitys* realisiert ist); die Kappe, deren Zellen schon als Embryo-Initialen ausgeschaltet werden, macht aber eine Spaltung unmöglich und läßt auch Spitzenzellen nicht hervortreten. Obergänge vom Typus von *Pinus* und *Araucaria* finden sich bei den Podocarpaceen.

Bei *Taxus* findet Vermehrung der freien Kerne statt, aber nur eine Spitzenzelle von den Embryo-Initialen tritt in Funktion, wodurch Polyembryonie durch Spaltung aufgehoben wird. Bei den Taxodiaceen und Gupressaceen finden sich Obergänge von Polyembryonie durch Spaltung zur einfachen Polyembryonie. Erstere ist noch bei *Taxodium* vorhanden und unter den Cupressaceen bei *Juniperus*, geht aber dann z. B. bei *Cunninghamia* und *Thuja* verloren, bei welchen Gattungen nur eine Embryo-Initiale als Spitzenzelle funktioniert. Eigenartig liegen die Verhältnisse bei *Callitris* und wandten einerseits und bei *Sequoia* andererseits, wo die Tendenz zu früher Wandbildung vorherrscht. Bei *Callitris* erfolgt Wandbildung zwischen dem 2- und 4-Kern-Stadium, wobei der junge Proembryo die ganze Eizelle ausfüllt; Polyembryonie durch Spaltung ist dabei ein konstantes Merkmal, Spitzenzellen sind in jungen Stadien vorhanden. Bei *Sequoia* erfolgt sofort bei der ersten Teilung in der Eizelle Wandbildung, und Polyembryonie durch Spaltung ist dadurch beseitigt, daß nur eine von den Embryo-Initialen in Funktion tritt und einen Embryo bildet.

D. Phylogenetische Beziehungen der Coniferae.

Die wichtigste Frage, die sich bei der Betrachtung der phylogenetischen Beziehungen der Coniferen zu anderen Gruppen der Gymnospermen oder zu rezenten oder ausgestorbenen Gruppen der Gefäßkryptogamen erhebt, ist die, ob die Gymnospermen monophyletisch oder pleiophyletisch sind. Auf die tiefgreifenden Unterschiede der einzelnen Stämme ist schon hingewiesen worden. Verfolgen wir die Progressionen in den einzelnen wichtigen Charakteren, so zeigt sich, daß die Gymnospermen eine bestimmte Entwicklungshöhe erreicht haben und damit eine Mittelstellung zwischen den Pteridophyten im weiteren Sinne (vgl. Engler, Syllabus) und den Angiospermen einnehmen; die Homologien sind klar erkenntlich. Das wichtigste ist — sie haben die Samenbildung erreicht; wegen ihrer typischen Samen sind auch die sonst in vieler Beziehung den *Filicales* ähnlichen *CycadofUices* den Gymnospermen einzureihen. Die Samenanlagen liegen aber noch frei auf dem Sporophyll, der Schutz der Samenanlagen durch den Schluß der Sporophylle wird erst bei den Angiospermen erreicht; das Pollenkorn kann unmittelbar zur Mikropyle gelangen, der Weg des Pollenschlauches ist kurz, Narben, deren Entwicklung erst durch der Angiospermie bedingt wird, fehlen. Mehrere Gruppen der Gymnospermen, die auch in anderen Charakteren als primitiver anzusehen sind, haben noch den Befruchtungsmodus der Pteridophyten durch bewegliche Spermatozoiden behalten; dieser Befruchtungsvorgang ist an Flüssigkeit gebunden und weist bei den Pteridophyten, bei denen die Prothallien auf feuchtem Boden leben, auf die Entstehung von wasserbewohnenden Formen hin. Echte Landpflanzen, die in ihrer Befruchtung von Feuchtigkeit der Umgebung unabhängig sind, sind erst die Samenpflanzen, bei denen die Befruchtung durch den Pollenschlauch vermittelt wird. Bei den Gymnospermen, die noch Spermatozoiden besitzen, erzeugt die Pflanze die für die Befruchtung nötige Flüssigkeit selbst in der Pollenkammer. Die ganze Bildungsweise des komplizierten Befruchtungsapparates mit den ungewöhnlich großen, polyciliaten Spermatozoiden zeigt, daß bei den Cycadaceen und Ginkgoaceen das Ende einer Entwicklungsreihe vorliegt

und daß nicht von hier aus der Obergang zum typischen Pollenschlauch erfolgt sein kann; die Befruchtungsweise ist also hier nur als ein primitiver Charakter einer alten Gruppe zu werten, der festgehalten wurde, während in Parallelreihen anderer Gymnospermen längst der Fortschritt zu einem den Lebensverhältnissen besser entsprechenden Modus erfolgt war. Für verwandte fossile Gruppen ist daneben noch die Verzögerung der Embryobildung bemerkenswert

Eine Mittelstellung zwischen den Pteridophyten und Angiospermen nehmen die Gymnospermen auch insofern ein, als der 2 Gametophyt zwar seine Selbständigkeit völlig verliert, aber noch eine Entwicklung aufweist, die sich aus dem Pteridophyten-Typus unmittelbar ableiten läßt, während bei den Angiospermen eine viel weiter gehende Reduktion erfolgt ist. Ferner ist bei den Gymnospermen die Blütenentwicklung auf primitiver Stufe, der nackte, eingeschlechtliche Zapfen stellt ihren eigentlichen Typus dar, wobei dann in den einzelnen Gruppen mannigfache Reduktionen auftreten und auch die Anfänge von Perianthbildung zu bemerken sind; es ist mehrfach der Versuch der Ableitung der Angiospermen-Blüte von Blütenzapfen der Gymnospermen versucht worden. Die Form des Dickenwachstums ist von den Pteridophyten übernommen worden; teilweise ist noch zentripetales Xylem vorhanden; Transfusionsgewebe ist reichlich entwickelt; Gefäße fehlen (die *Gnetales* ausgenommen) im sekundären Holz.

Berechtigt nun die Gesamtheit der Merkmale, an eine monophyletische Zusammengehörigkeit der Gymnospermen und an ihre phylogenetische Beziehung zu einer bestimmten Gruppe höherer Kryptogamen zu denken? Oder liegt nur die gleiche oder annähernd gleiche Entwicklungshöhe stark differenter Stämme vor? Meiner Ansicht nach wird man sich nur für die letztere Alternative entscheiden können.

Anderer Meinung ist Wettstein (1923), der den Anschluß der Gymnospermen bei den *Filicales* sucht. Er hebt hervor, daß von den Gymnospermen nur spärliche Reste auf uns gekommen sind, vielfach Endglieder von Entwicklungsreihen, so daß die Beziehungen vieler lebender Gruppen zueinander lose sind. Ersichtlich ist, daß die *Cycadales* durch Vermittlung der *Cycadofilices* mit den *Filicales* in Verbindung stehen. Es fragt sich, ob die übrigen Gymnospermen, insbesondere die Coniferen, analogen Ursprungs sind, ob also die Gymnospermen eine im allgemeinen einheitliche Gruppe darstellen. Ofters ist auf die Beziehungen der Coniferen zu den *Lycopodiales* hingewiesen worden; es ist also zu erwägen, ob diese enger sind, als die Beziehungen zu den *Cycadales*. Es kann nach Wettstein kaum zweifelhaft sein, daß sie den *Cycadales* näher stehen; die beiden Gruppen haben so vieles Gemeinsame, daß man von beiden nicht eine ganz verschiedene Herkunft voraussetzen kann, zumal auch noch *Ginkgoales*, *Bennettitales* und *Cordaitales* in Betracht zu ziehen sind. »Die oben erwähnte Ähnlichkeit mancher Gymnospermen mit den heterosporen *Lycopodiinae* dürfte demnach nicht auf Verwandtschaft beruhen, sondern einen, allerdings sehr bemerkenswerten Fall von Analogie und Konvergenz darstellen; die Gesamtheit der Gymnospermen dürfte von farnähnlichen Pteridophyten abzuleiten sein...« So kommt Wettstein zu dem Ergebnis: »Die lebenden Gymnospermen stellen einen Pflanzentypus dar, der insofern ein einheitlicher ist, als er durchwegs auf farnähnliche Pteridophyten durch Vermittlung der *Cycadofilicinae* zurückzuführen ist; die Einheitlichkeit der ganzen Unterabteilung tritt dadurch nicht so klar hervor, dass es sich bei den lebenden Gymnospermen um Reste einer ehemals reicher gegliederten Pflanzengruppe handelt, die vielfach die Endglieder der Verzweigungen des gemeinsamen Stammbaumes darstellen.« Ähnlich urteilt Herzfeld (1914): »Wenn es heute auch noch nicht möglich ist zu entscheiden, ob die Koniferen von einer der eben erwähnten Klassen (d. h. *Cycadales* oder *Cordaitales*) direkt abzuleiten sind oder ob sie nur gemeinsame Stammlern haben, ist ihre nahe Verwandtschaft sowohl zu den Cycadinen wie Ginkgoen und Cordaiten jedenfalls erwiesen.«

Dem widersprechen die Ergebnisse der sero-diagnostischen Untersuchungen (Mez, Kirstein, Gohlke, Guttman 1914—1924), die die Einheitlichkeit der Gymnospermengruppe sprengen. Das wichtigste darüber ist schon in der Betrachtung über die Blüte gesagt worden. Die Verbindung durch die Eiweißverwandtschaft reicht von den Abietineen (und zwar nur von diesen unter den Gymnospermen) einerseits zu *Selaginella*, andererseits zu *Magnolia*. Danach geht die Linie der Entwicklung von den ligulaten *Lycopodiales* über die Abietineen zu den *Ranales*. Die Gnetaceen gehen vom Coniferen-Typus

aus. Die Reaktion von den Coniferen aus zu den Cycadeen ist negativ; die *Cycadales* sind mit den Coniferen nicht verwandt, sie stehen ebenso wie die *Bennettitales* (deren Bltiten also nicht die Vorläufer der Angiospermen-Blüte sein können) zu den *Cycadofilices* in Beziehung. Ebenso ist die Reaktion von *Cycas* zu *Ginkgo* nach K i r s t e i n negativ. Bei *Ginkgo* ist dagegen Eiweiß-Verwandschaft mit den Podocarpaceen und Taxaceen vorhanden, nicht mit den Abietineen; da die *Taxales* eine Seitenlinie der über die Abietineen verlaufenden Hauptlinie darstellen, müssen die Ginkgoaceen von den *Taxales* ausgegangen sein. Dem würde ein so primitiver Charakter wie das Vorkommen von polyciliaten Spermatozoiden widersprechen. K i r s t e i n fühlt sich versucht, deren Vorkommen anzuzweifeln und fordert Nachuntersuchung.

Die Resultate von K i r s t e i n betreffend *Ginkgo* werden nun durch neuere Untersuchungen von G u t t m a n n (1924) nicht bestätigt; die Eiweißreaktion ergab offenbar verwandtschaftliche Beziehungen zu den Cycadaceen. Zweifelhaft bleibt noch die Bedeutung der positiven Reaktionen, die K i r s t e i n von *Ginkgo* mit *Taxus* und *Podocarpus* erhielt; hier muß noch weitere Klärung erfolgen*). G u t t m a n n meint, daß, wenn *Ginkgo* mit den Cycadeen verwandt ist, die Samenanlagen dann auch am besten wie bei den Cycadeen zu deuten sind, nämlich als Anhangsgebilde des Megasporophylls selbst. So ist die »axijäre 2 Blüte« am besten zusammen mit dem »Tragblatt« als serial gespaltenes Blatt mit einem sterilen und einem fertilen, meist zwei-, manchmal aber auch mehrfach gelappten Teil aufzufassen.

Auch die Araucariaceen reagieren nicht mit den Pinaceen**), zweigen also nicht, wie die Cupressaceen, Taxaceen, Podocarpaceen von diesen ab, sondern müssen tiefer von der allgemeinen Stammlinie ausgehen. Wir haben also mindestens zwei große Entwicklungslinien (K i r s t e i n, 1920 p. 146): »Die Entwicklungsreihe der höheren Gewächse würde sich demnach bei den *Hepaticae* (*Anthocerotaceae*) spalten einerseits *Hepaticae* »→ *Lycopodiales eligulatae* ↔ *Lycopodiales ligulatae* »-• *Coniferae* *-• *Ranales*; andererseits *Hepaticae* »→ *Filices eusporangiatæ* m→ *Cycadofilices* *-→ *Cycadaceae* m→ *Bennettitaceae*.«

Bei diesen Resultaten stimmt sicherlich mit den Ergebnissen der vergleichenden Morphologie die tiefgehende Scheidung von Coniferen und Cycadeen überein; auch eine stärkere Entfernung der Araucariaceen von den Coniferen ist nach den morphologischen Daten nicht von der Hand zu weisen. Dagegen ist die Ableitung der Coniferen von den ligulaten *Lycopodiales* zweifelhaft; die Homologie der Ligula dieser Gruppe mit der Fruchtschuppe ist nicht erwiesen (vgl. den Abschnitt über die Blüte). Der Gedanke eines Anschlusses der Coniferen an die *Lycopodiales* ist auch von Seward geäußert worden (vgl. bei der Familie *Araucariaceae*), doch will dieser die Araucariaceen mit ihnen in Verbindung bringen und hält die Pinaceen für weit getrennt, während M e z und K i r s t e i n gerade bei den letzteren den Anschluß suchen. Meiner Meinung nach sind unter den Gymnospermen mehrere voneinander unabhängige Phylen zu unterscheiden, deren Beziehungen zu den Pteridophyten im weiteren Sinne größtenteils sehr zweifelhaft sind. Die Cycadeen sind mit den *Cycadofilices* verwandt und können durch sie vom *Filicales*-Stamm abgeleitet werden. Selbständige Phylen sind die *Bennettitales* und *Cordaitales*; Beziehungen der letzteren zu den Araucarien anzunehmen, wie wegen der anatomischen Verhältnisse geschehen ist, schließt der Blütenbau gänzlich aus. Die endständige Blüte könnte auf *Taxus* hinweisen, doch sind sonst alle wichtigen Merkmale grundlegend verschieden. Ebenso sind die *Gnetales*, von denen keine fossilen Verwandten bekannt sind, in ihren rezenten Gattungen Reste eines Phylums, das durchaus selbständigen Charakter hat. Inbetreff der *Ginkgoales* erscheint es zweifelhaft, ob sie zu den *Cycadales* oder zu den *Coniferae* nähere Beziehungen haben. Für die *Coniferae*, die im vorliegenden Werke mit Bedenken als eine Klasse behandelt sind, ist ein Anschluß in direkter Linie an die ligulaten *Lycopodiales* nicht sicher. Unter ihnen sondern sich von den übrigen Familien stärker die Araucariaceen einerseits und die Taxaceen andererseits, wenn man bei den letzteren eine ursprüngliche terminale Samenanlage und ein ursprünglich schildförmiges (nicht abgeleitet hypopeltates) Staubblatt annimmt.

*) M i c h k e (1925, vgl. S. 149) konnte mit dem Immunserum von *Podocarpus* ebenso wie mit dem anderer Coniferen keine Fällung oder Trübung mit *Ginkgo* erhalten.

**) Vgl. aber M i c h k e 1925 (Seite 149).

E. Die wichtigsten Systeme der Coniferen.

St. Endlicher (1847): Ordo I. *Cupressineae*. § 1. *Juniperinae* (*Juniperus*), § 2. *Actinostrobeae* (*Widdringtonia*, *Frenela*, *Actinostrobus*, *Callitris*, *Libocedrus*) § 3. *Thujopsidae* (*Biota*, *Thuja*, *Thujopsis*), § 4. *Cupressineae verae* (*Cupressus*, *Chamaecyparis*), § 5. *Taxodineae* (*Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Cryptomeria*); Ordo II. *Abietineae*. § 1. *Abietineae verae* (*Pinus*), § 2. *Araucarieae* (*Araucaria*), § 3. *Cunninghamieae* (*Dammara*, *Cunninghamia*, *Arthrolaxis*, *Sequoia*, *Sciadopitys*).

A. Ph. Parlatores (1868): Tribus I. *Abietineae*. Subtribus I. *Araucarieae* (*Araucaria*, *Dammara*), Subtribus II. *Pineae* (*Pinus*), Subtribus III. *Taxodieae* (*Cunninghamia*, *Arthrotaxis*, *Sciadopitys*, *Sequoia*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Widdringtonia*), Subtribus IV. *Cupresseae* (*Actinostrobus*, *Frenela*, *Callitris*, *Libocedrus*, *Thuja*, *Thujopsis*, *Biota*, *Diselma*, *Fitz-Roya*, *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Juniperus*); Tribus II. *Taxineae* (*Dacrydium*, *Ptherosphaera*, *Lepidothamnus*, *Saxegothea*, *Phyllocladus*, *Taxus*, *Cephalotaxus*, *Torreya*, *Ginkgo*, *Podocarpus*).

G. Bentham (1880): Tribus I. *Cupressineae* (*Callitris*, *Actinostrobus*, *Fitzroya*, *Libocedrus*, *Thuja*, *Cupressus*, *Juniperus*); Tribus II. *Taxodieae* (*Cryptomeria*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Arthrotaxis*, *Cephalotaxus*); Tribus III. *Taxeae* (*Taxus*, *Torreya*, *Qiyikgo*, *Phyllocladus*, *Dacrydium*, *Ptherosphaera*); Tribus IV. *Podocarpeae* (*Microcachrys*, *Saxegothea*, *Podocarpus*); Tribus V. *Araucarieae* (*Cunninghamia*, *Agathis*, *Araucaria*, *Sciadopitys*); Tribus VI. *Abietineae* (*Pinus*, *Cedrus*, *Picea*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Abies*, *Larix*).

A. W. Eichler (1887): I. *Pinoideae* 1. *Abietineae*, 1a. *Araucariinae* (*Agathis*, *Araucaria*), 1b. *Abietinae* (*Pinus*, *Cedrus*, *Larix*, *Pseudolarix*, *Picea*, *Tsuga*, *Abies*), 1c. *Taxodiinae* (*Sciadopitys*, *Cunninghamia*, *Arthrotaxis*, *Sequoia*, *Cryptomeria*, *Taxodium*, *Glyptostrobus*); 2. *Cupressineae*, 2a. *Actinostrobinae* (*Actinostrobus*, *Callitris*, *Fitzroya*), 2b. *Thujopsidinae* (*Thujopsis*, *Libocedrus*, *Thuja*), 2c. *Cupressinae* (*Cupressus*, *Chamaecyparis*), 2d. *Juniperinae* (*Juniperus*); II. *Taxoideae* 3. *Podocarpeae* (*Saxegothea*, *Microcachrys*, *Podocarpus*, *Dacrydium*); 4. *Taxeae* (*Phyllocladus*, *Ginkgo*, *Cephalotaxus*, *Torreya*, *Taxus*).

F. W. Neger (1907): 1. Ordnung *Taxoideae* 1. Fam. *Taxaceae* (*Taxus*, *Torreya*, *Phyllocladus*); 2. Fam. *Cephalotaxaceae* (*Cephalotaxus*); 3. Fam. *Podocarpaceae* (*Saxegothea*, *Microcachrys*, *Dacrydium*, *Podocarpus*). 2. Ordnung *Pinoideae* 4. Fam. *Araucariaceae* (*Agathis*, *Araucaria*); 5. Fam. *Abietaceae* (*Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Keteleeria*, *Pinus*, *Larix*, *Cedrus*, *Pseudolarix*); 6. Fam. *Taxodiaceae* (*Sciadopitys*, *Cunninghamia*, *Arthrotaxis*, *Sequoia*, *Cryptomeria*, *Taxodium*, *Glyptostrobus*); 7. Fam. *Cupressaceae*. Unterfam. *Actinostrobeae* (*Actinostrobus*, *Callitris*, *Fitzroya*), Unterfam. *Thujopsidae* (*Thujopsis*, *Libocedrus*, *Thuja*, *Biota*), Unterfam. *Cupresseae* (*Cupressus*, *Chamaecyparis*), Unterfam. *Junipereae* (*Juniperus*).

F. Vierhapper (1910): 1. Fam. *Taxocupressaceae* 1. Unterfam. *Taxoideae*, 1. Tribus *Cephalotaxeae* (*Cephalotaxus*), 2. Tribus *Taxeae* (*Torreya*, *Taxus*), 3. Tribus *Podocarpeae*, 1. Subtribus *Podocarpinae* (*Podocarpus*, *Dacrydium*), 2. Subtribus *Phyllocladinae* (*Phyllocladus*), 3. Subtribus *Ptherosphaerinae* (*Ptherosphaera*), 4. Subtribus *Saxegotheinae* (*Saxegothea*, *Microcachrys*); 2. Unterfam. *Taxodioideae*, 1. Tribus *Arthrotaxeae* (*Arthrotaxis*), 2. Tribus *Sequoieae* (*Wellingtonia*, *Sequoia*), 3. Tribus *Cryptomerieae* (*Cryptomeria*), 4. Tribus *Taxodieae* (*Taxodium*, *Glyptostrobus*); 3. Unterfam. *Cupressoideae*, 1. Tribus *Cupresseae* (*Cupressus*, *Chamaecyparis*), 2. Tribus *Thujopseae* (*Thujopsis*, *Libocedrus*, *Thuja*, *Biota*), 3. Tribus *Actinostrobeae* (*Fitzroya*, *Actinostrobus*, *Callitris*), 4. Tribus *Junipereae* (*Arceuthos*, *Juniperus*, *Sabina*); 2. Fam. *Abietaceae*; 1. Unterfam. *Araucarioideae*, 1. Tribus *Agatheae* (*Agathis*), 2. Tribus *Araucarieae* (*Araucaria*); 2. Unterfam. *Cunninghamioideae*, 1. Tribus *Cunninghamieae* (*Cunninghamia*), 2. Tribus *Sciadopityeae* (*Sciadopitys*); 3. Unterfam. *Abietoideae*, 1. Tribus *Sapineae*, 1. Subtribus *Abietinae* (*Keteleeria*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*, *Picea*), 2. Subtribus *Laricinae* (*Pseudolarix*, *Cedrus*, *Larix*), 2. Tribus *Pineae* (*Pinus*).

W. T. Saxton (1913): 1. Fam. *Araucariaceae* (*Araucaria*, *Agathis*); 2. Fam. *Podocarpaceae* (*Podocarpus*, *Dacrydium*, *Microcachrys*, *Saxegothea*, *Phyllocladus* und wahrscheinlich *Ptherosphaera*); 3. Fam. *Pinaceae*. Unterfam. *Abietoideae* (*Pinus*, *Larix*, *Pseudolarix*, *Picea*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Abies* und wahrscheinlich *Cedrus*, *Keteleeria*), Unterfam.

Sciadopitoideae (*Sciadopitys*); 4. Fam. *Cupressaceae*. Unterfam. *Cupressoideae* (*Thuja*, *Libocedrus*, *Juniperus*, *Tetraclinis*, *Taxodium*, *Cryptomeria*, *Cunningkamia* und wahrscheinlich *Cupressus*, *Biota*, *Chamaecyparis*, *Thujopsis*, möglicherweise auch *Glyptostrobus*, *Taiwania* und *Athrotaxis*, Unterfam. *Callitroideae* (*Widdringtonia*, *Callitris*, *Aclinostrobus*, möglicherweise auch *Fitzroya*), Unterfam. *Sequoideae* (*Sequoia*); 5. Fam. *Taxaceae* (*Taxus*, *Torreya*, *Cephalotaxus* und möglicherweise *Acmopyle* und *Polypodiopsis*).

Engler (1924): Fam. *Taxaceae*; Unterfam. *Podocarpoideae*, § *Perosphaereae*, § *Podocarpeae*; Unterfam. *Phyllocladoideae*; Unterfam. *Taxoideae*, § *Cephalotaxaeae*, § *Taxaeae*; Fam. *Pinaceae*, § *Araucarieae*, § *Abieteeae*, § *Taxodieae*, § *Cupresseae*.

F. Übersicht über die Gruppen der Coniferen

wie sie in diesem Werke unterschieden werden.

1. Familie **Taxaceae**. § Blüten einzeln oder in kleinen "Ähren (*Austrotaxus*) in den Blattachseln; Stam. mit 2—8 Sporangien. § Blüten an kleinen axillären Sprößchen, mit einer terminalen Samenanlage, die am Grunde von Schuppenblattpaaren umgeben ist; Same mit Arillus, Kotyledonen 2. — Reichverzweigte Sträucher oder Bäume mit linealischen, nadelförmigen, selten (*Austrotaxus*) längeren, linealisch-lanzettlichen Blättern.

Torreya, *Taxus*, *Austrotaxus*.

2. Familie **Podocarpaceae**. § Blüten an Laubzweigen terminal oder axillär; Stam. mit 2 Sporangien. Carp., der § Blüte 1 bis ziemlich zahlreich, häufig sehr klein, stets nur mit einer Samenanlage; meist ein Epimatium, eine ligula-artige Exkreszenz des Carp., entwickelt, das mit der Samenanlage in ± innigem Zusammenhang steht; Kotyledonen 2. — Sträucher oder Bäume mit schuppenförmigen, nadelförmigen oder öfter mit langen linealischen, lanzettlichen oder auch bis eiförmigen Blättern; blattähnliche Kurztriebe bei *Phyllocladus*.

Unterfam. **Pherosphaeroideae**. Epimatium fehlend, Carp., wenige, Samenanlage am Grunde des Carp., aufrecht. Blätter schuppenförmig.

Pherosphaera.

Unterfam. **Podocarpoideae**. Epimatium entwickelt, vom Integument der Samenanlage frei oder mit ihm verwachsen.

Microcachrys, *Saxegothea*, *Dacrydium*, *Acmopyle*, *Podocarpus*.

Unterfam. **Phyllocladoideae**. Epimatium fehlend, Same von einem Arillus umgeben. Straucher oder Bäume mit blattähnlichen Phyllocladien.

Phyllocladus.

3. Familie **Araucariaceae**. § Blüten groß, zapfenförmig, axillär oder an kurzen Zweigen endständig; Stam. zahlreich spiralig, Filament in eine derbe Antherenschuppe verbreitert, Sporangien in großer Anzahl, frei, linealisch. § Zapfen an kurzen Zweigen endständig, Fruchtzapfen groß, rundlich, zerfallend; Carp., sehr zahlreich, spiralig dicht deckend, meist breit, selten schmaler und konisch, geflügelt oder ungeflügelt, mit verdicktem Ende, das von außen allein sichtbar den Fruchtzapfen gefeldert erscheinen läßt, bei *Araucaria* mit abgesetzter, scharfer Spitze; Ligularschuppe bei *Araucaria* entwickelt, schmaler als Carp., ihm oberseits größtenteils angewachsen, nur an der Spitze frei, bei *Agathis* fehlend; Samenanlage 1, mit der Mikropyle der Basis des Carp., zugekehrt, bei *Araucaria* in das Gewebe der Ligularschuppe eingesenkt, bei *Agathis* frei; Kotyledonen 2, selten 4, Keimung unterirdisch oder oberirdisch. — Baumförmige Arten der südlichen Hemisphäre, mit breiten oder nadelartigen, zusammengedrückten Blättern.

Araucaria, *Agathis*.

4. Familie **Cephalotaxaceae**. § Blüten in kurzgestielten, rundlichen, axillären Blütenständen oder in kurzen, an Stelle eines Zweiges stehenden Ähren (*Amentotaxus*); Stam. mit kurzem Filament und meist 3 ± freien Sporangien. § Blüten in den Achseln von Schuppen am Grunde von später auswachsenden Zweigen, kurz gestielt, mit mehreren Paaren von Carp., diese mit je 2 Samenanlagen; Samen nur 1—2 in der Blüte entwickelt, groß, Schale mit fleischiger Außenschicht und dünner, holziger Innenschicht; Embryo groß,

mit 2 Kotyledonen. — Sträucher oder Bäume mit dicht zweischeitelig beblätterten Zweigen, Blätter schmal linealisch.

Cephalotaxus, Amentotaxus.

5. Familie **Pinaceae**. \$ Blüten am Grunde meist mit Schuppenhülle; Stam. zahlreich, Sporangien 2, der Antherenschuppe unterseits völlig angewachsen, Pollenkörner allermeist mit Flugblasen. \$ Blütenzapfen mit vielen spiralig gedrängten, schuppenblattförmigen Carp. (= Deckschuppen), diese auf der Oberseite die ihr nur an der Basis angewachsene, sonst freie, flache Fruchtschuppe tragend, letztere auf ihrer Oberseite (Innenseite) mit 2 umgewendeten, die Mikropyle nach der Basis der Fruchtschuppe richtenden Samenanlagen. Fruchtzapfen holzig, bis zur Reife geschlossen, wesentlich von den stark vergrößerten Fruchtschuppen gebildet, Deckschuppen ganz verkiimmert oder auch vergrößert, aber stets schmaler und dünner als die Fruchtschuppen bleibend; Same allermeist einseitig geflügelt; Embryo mit mehreren Kotyledonen. — Bäume, sehr selten kriechende Sträucher mit nadelförmigen, spiralig gestellten Blättern.

Unterfam. **Abietoideae**. Nur Langtriebe, oder Langtriebe und Kurztriebe, dann letztere mit vielen büschelig gestellten Nadelblättern. \$ Blüten einzeln axillär, oder selten (*Keteleeria*) in terminalen Gruppen aus einer Knospe.

Abies, Keteleeria, Pseudotsuga, Tsuga, Picea, Pseudolarix, Larix, Cedrus.

Unterfam. **Pinoldeae**. Langtriebe und Kurztriebe, erstere nur mit Schuppenblättern, letztere proleptisch entwickelt mit Schuppenblättern und ausdauernden Nadelblättern in beschränkter Zahl. \$ Blüten am Grunde der jungen Langtriebe ährenartig gehäuft. Fruchtschuppe meist mit Apophyse.

Pinus.

6. Familie **Taxodiaceae**. \$ Blüten klein, einzeln terminal oder axillär oder kopfig gehäuft oder in rispenartigen Blütenständen (*Taxodium*) Stam. mit kurzem Filament und breiter Antherenschuppe, von deren unterem Rand 2—9 freie Sporangien herabhängen. 2 Blütenzapfen einzeln terminal, mit ± zahlreichen, spiraligen, schuppenblattförmigen Carp.; Fruchtschuppe oder Schuppenwulst ± ausgebildet (bei *Taiwania* 0); Samenanlagen 2—9 aufrecht oder umgewendet. Fruchtzapfen holzig oder holzig-lederig, rundlich, aufspringend; Samen mit schmalem Flügelrand. — Hohe Bäume mit schuppenförmigen oder groben, nadelförmigen bis sichelförmigen (*Cunninghamia*) Blättern; bei *Taxodium* sympodialer Aufbau.

Unterfam. **Sciadopityoideae**. Langtriebe mit kleinen Schuppenblättern; axilläre nadelblattartige, nackte Kurztriebe wirtelartig gedrängt.

Sciadopitys.

Unterfam. **Taxodioldeae**. Kein ausgesprochener Gegensatz zwischen Langtrieben und Kurztrieben, oder Kurztriebe beblättert, abfällig (*Taxodium*).

Sequoia, Taxodium, Glyptostrobis, Cryptomeria, Athrotaxis, Taiwania, Cunninghamia.

7. Familie **Cupressaceae**. Blüten an oft verkürzten Zweigen terminal, oder axillär, Stam. und Carp, gegenständig oder gewirtelt. Stam. mit breiter Antherenschuppe, die einseitig oder schildförmig entwickelt ist, und 3—5 freien Sporangien. Carp, mit 1 bis vielen aufrechten Samenanlagen, selten Carp. 0 und 1—3 Samenanlagen terminal; Schuppenwulst der Carp. ± entwickelt. Fruchtzapfen holzig, geöffnet, oder Beerenzapfen (*Juniperus*), oder Steinzapfen (*Arceuthobium*); Samen ungeflügelt oder mit Flügelrand; Kotyledonen meist 2, selten bis 5—6. — Reich verzweigte Sträucher oder Bäume; Blätter dekussiert oder in Dreierwirteln, Jugendblätter nadelförmig, Folgeblätter seltener nadelartig meist schuppenförmig.

Unterfam. **Thujoideae**. Zapfen reif holzig; Schuppen klappig auseinanderweichend oder dachig deckend.

Actinostrobus, Callitris, Tetraclinis, Callitropsis, Widdringtonia, Fitzroya, Diselmia, Thujopsis, Thuja, Libocedrus, Fokienia.

Unterfam. **Cupressoideae**. Zapfen reif holzig, mit schildförmigen, klappig aneinandergesetzten, zuletzt klaffenden Schuppen.

Cupressus, Chamaecyparis.

Unterfam. Juniperoldeae. Zapfen reif $\pm$ fleischig, aus den verwachsenen Schuppen gebildet; Carp, mit 1—2 Samenanlagen, oder Samenanlagen am 2 SpröBchen terminal.

Arceuthos, Juniperus.

Geographische Verbreitung der Coniferae

von

A. Engler.

Obwohl in dieser zweiten Auflage der Pflanzenfamilien die einzelnen Verwandtschaftsgruppen der Coniferen als selbständige Familien behandelt werden, empfiehlt sich doch eine zusammenfassende Besprechung ihrer geographischen Verbreitung, insbesondere des Anteils, den die Klasse der Coniferen mit der Gesamtheit ihrer Familien an der Vegetation der einzelnen Florengebiete, an deren Provinzen und Unterprovinzen hat. Die geographische Verbreitung der C. ist von ganz besonderer Wichtigkeit. Zwar kennen wir gegenwärtig nur 46 lebende Gattungen mit etwa 400 Arten, Zahlen, welche hinter den entsprechenden vieler anderer Reihen von Familien bedeutend zurückstehen; aber die große Mehrzahl der Coniferen wird von gesellig wachsenden Bäumen und Sträuchern gebildet, welche durch ihr massenhaftes Auftreten in einzelnen Gebieten einen ganz hervorragenden Anteil an der Vegetationsdecke der Erde haben, so daß in der Tat ausgedehnte Gebiete vorzugsweise durch einzelne daselbst dominierende Coniferen charakterisiert sind. Wiewohl auch bei den Coniferen, wie bei vielen anderen Familien, die einzelnen Arten hinsichtlich ihrer Existenzbedingungen Verschiedenheiten zeigen, so stellen sie doch im allgemeinen ähnliche Anforderungen, was sich schon aus der großen Zahl der im ozeanischen Klima der gemäßigten Zone kultiviert gedeihenden Arten ergibt. Ein Blick auf eine pflanzengeographische Karte, auf welcher die Areale der Coniferen eingetragen sind (vgl. die zweite Karte in meinem Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, 1879), zeigt zunächst, daß die Coniferen besonders auf der nördlichen Hemisphäre weit verbreitet sind*). Die vielfach gewundene, in Norwegen und Ostsibirien (südlich vom Taimyrland bei 72°), sowie auch im nordwestlichen Amerika den Polarkreis mehrfach überschreitende, in den das Beringsmeer einschließenden Teilen Asiens und Nordamerikas, sowie im östlichen Nordamerika weit unter den Polarkreis (in Labrador bis zu 52°) sinkende Polargrenze der Baumvegetation ist im großen und ganzen auch die nördliche Polargrenze für die jetzt lebenden Coniferen; die Südgrenze auf der nördlichen Hemisphäre wird stellenweise durch die weiten Steppengebiete Zentralasiens und die Präriengebiete Nordamerikas gebildet; ganz erheblich wird jedoch die durch diese trockenen Gebiete gezogene Grenze überschritten im Mittelmeergebiet, in den Gebirgen Zentralasiens und dem Himalaya, sowie auch in den Gebirgen Nord- und Zentralamerikas, in deren oberen Regionen die Coniferen $\pm$ reichlich entwickelt sind. Im westlichen Asien finden wir die Coniferen bis zu 30° reichlich und stellenweise (auf den Gebirgen der Philippinen und Sundainseln) auch noch in der äquatorialen Zone vertreten, im pazifischen Nordamerika bind sie an den Gebirgen bis zu 34° nördl. Br. sehr reich entwickelt und vom atlantischen Nordamerika, wo sie, abgesehen von den langs der Ostküste sich ausdehnenden Pinebarrens gegenüber der mannigfaltigen Vegetation dikotyledoner Laubbäume, in den Wäldern mehr zurücktreten, können wir ihre Spuren noch bis nach Guatemala, sowie bis nach Kuba und Jamaika verfolgen. Gegenüber dieser reichen Entwicklung auf der nördlichen Hemisphäre tritt die Verbreitung der Coniferen auf der südlichen Hemisphäre erheblich zurück. Der größte Teil Afrikas nördlich des Äquators entbehrt der *Pinaceen*, *Taxodiaceen* und *Taxaceen* gänzlich; denn abgesehen vom Atlas beherbergen nur noch Abyssinien und die Hochgebirge Ostafrikas bis zum Kingagebirge Bestände von *Juniperus procera*, dieselben Hochgebirge von Abyssinien bis zum östlichen Kapland Arten der in tropischen und subtropischen Gebieten namentlich der südlichen Hemisphäre weit verbreiteten Gattung *Podocarpus*, welche auch auf S. Thome*, sowie auf Madagaskar angetroffen wird. In Südafrika aber sind von den Mt. Kilimandschar-Bergen des südlichen Nyassa-

*) Für die nordpolare Baumgrenze vgl. auch die Karte Nr. II in D T U des Handbuch der Pflanzengeographie und Brockmann-Jeroschs Skizze der nordpolaren Baumgrenze in Englers Botan. Jahrb., Bd. XLIX, Beiblatt Nr. 109, Tafel VII (1913).

landes bis in die Kiistengebiete des Kaplandes und auf Madagaskar einige Arten *VOD Widdringtonia* in Resten ehemals größerer Bestände vorhanden. Reichlicher treten die Coniferen auf den Gebirgen des malayischen Archipels auf, von wo aus eine Abnahme nach Polynisien bis zu den Fidschiinseln hin, eine bedeutende Zunahme aber durch Ostaustralien bis Tasmanien, nach Neukaledonien und dem südlichen Neuseeland, anderseits über die Philippinen und durch das subtropische Ostasien nach den Hochgebirgsregionen Westchinas und Formosas, sowie überhaupt nach dem temperierten Ostasien zu konstatieren ist. Ebenso ist in Südamerika, den Anden entlang vom Äquator nach Süden, sowohl nach Massenhaftigkeit des Auftretens wie nach Zahl der Arten, eine erhebliche Zunahme der Coniferen wahrzunehmen; erst südlich von 50° stidl. Br. gegen die Magelhãesstraße hin findet eine Abnahme statt. Im östlichen Teile Sudamerikas ist nur Brasilien durch einzelne Coniferen ausgezeichnet. Aus diesen Angaben ergibt sich, daß die Coniferen an der Zusammensetzung der tropischen Vegetationsformationen keinen oder nur einen sehr geringen Anteil nehmen, daß sie in den Vegetationsformationen der Savanne, Steppe und Wüste gänzlich fehlen, daß sie dagegen in den Gebieten und Regionen gedeihen, welche die zur Holzbildung ausreichende Vegetationsdauer gewahren und sich meist reichlicher atmosphärischer Niederschläge erfreuen. Demzufolge sind die Coniferen auch in den höheren Gebirgen der Tropenländer anzutreffen, wenn dieselben wie die Anden und der Himalaya mit den der Coniferenvegetation günstigen extratropischen Gebietengenugend verbundensind oder waren. Mehrere subxerophile und sogar xerophile Arten gibt es in den Gattungen *Cupressus*, *Juniperus* und *Firms*. In dem Gesamtareal der Coniferen ist die Verteilung der einzelnen Arten und Gruppen eine sehr ungleiche. In den nördlichen Gebieten, in welchen die Coniferen so ausgedehnte Flächen bedecken, ist die Zahl der Arten nur gering; die größte Mannigfaltigkeit zeigen die Coniferen in den den Stillen Ozean einschließenden Ländern Ostasiens und Nordamerikas. Während die Familien und Gruppen der *Podocarpaceae*, *Taxodiaceae* und *Cupressaceae* auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre verbreitet sind, treffen wir die *Abietoideae*, fast alle *Pinoideae*, die *Cephalotaceae* und *Taxaceae* ausschließlich auf der nördlichen, die *Araucariaceae* gegenwärtig mit Ausnahme einiger *Agathis* auf der südlichen Hemisphäre an.

Würde man nur die heutige Verbreitung der Coniferen kennen, dann könnte man leicht zu der Ansicht kommen, daß ihre Heimat in den Küstenländern des Stillen Ozeans von 60° N bis etwa 55° S zu suchen sei und daß sie sich von diesen Küstenländern auf die Kontinente einerseits westwärts, anderseits ostwärts vom Ozean verbreitet hätten. Wir finden in diesen Küstenländern nördlich vom Äquator fast alle jetzt lebenden Gattungen der Taxaceen und der Pinaceen, die meisten der Taxodiaceen und Cupressaceen, auf der südlichen Hemisphäre neben einzelnen Gattungen der beiden letztgenannten Familien auch die Gattungen der Podocarpaceen und Araucariaceen. Aber wir kommen zu einem anderen Schluff, wenn wir uns auch mit der Verbreitung der ausgestorbenen Coniferen und mit der ehemaligen Verbreitung jetzt noch lebender bekannt machen. Während wir bei den Familien der Angiospermen aus dem Studium ihrer fossilen Reste nur verhältnismäßig selten bei der wissenschaftlichen Bestimmung rechte Befriedigung gewinnen, ist dies bei fossilen Coniferen-Resten viel mehr der Fall. Da die Coniferen als Holz und bei ihren charakteristischen in der Mehrzahl holzigen Fruchtgebilden, auch als gesellig wachsende Pflanzen zur Erhaltung in fossilem Zustande besonders geeignet sind, sind wir in der Lage, mit ihrer gegenwärtigen Verbreitung auch einen Teil ihrer ehemaligen Areale zu vergleichen.

Zunächst ergibt sich folgendes: Das nördliche extratropische Florenreich enthält bei weitem die Hauptmasse aller Coniferen, wie in der Gegenwart, so auch in der Vergangenheit, nur mit dem Unterschiede, daß die nördliche Baumgrenze viel weiter gegen den jetzigen Nordpol hin vorgeschoben war. In den arktischen, jetzt durch lang andauernden Lichtmangel und Ruheperiode, demzufolge durch Baumlosigkeit charakterisierten Ländern existierten, wahrscheinlich bei anderer Lage der Erdachse und der Pole, von der Juraperiode bis gegen das Ende der Tertiärperiode, zahlreiche Coniferen, bei denen die Ähnlichkeit und Übereinstimmung mit den jetzt lebenden Coniferen des nördlichen extratropischen Florenreiches um so mehr hervortritt, als sie jüngeren Formationen angehören. Während gegenwärtig nur *Larix davurica* Turcz. in Ostsibirien den 70.° n. B. an der Boganida bei 71,25° und an der Nowaja bei 72,50° überschreitet, hat man selbst noch in

den miocänen, aber verhältnismäßig jungen Lagerstätten von Grinnelland, unter 81° 46' n. B. *Picea*, *Taxodium* und *Pinus*-Arten fossil gefunden. Während ferner gegenwärtig nur wenige Arten im subarktischen Asien und Amerika vorkommen, existierten in der miocänen Zeit in Grönland bei Atanekerdluk unter 70° n. B. Vertreter der Gattungen *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Sequoia*, *Pinus*, in Spitzbergen unter 78° n. B. *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Pinus*, *Picea*, *Tsuga*. Es waren ferner höchst wahrscheinlich während der miocänen Periode in Grönland die Gattungen *Juniperus*, *Thuja* und *Torreya*, in Spitzbergen *Libocedrus*, *Pinus* und *Juniperus* vertreten; *Sequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus* existierten auch in Sibirien; *Thuja* & *Biota* auf Sachalin; *Taxodium* in Alaska; *Taxodium*, *Glyptostrobus* im nordwestlichen Amerika (Frazerfluß, Vancouverinsel, Washington Territory); *Sequoia*, *Pinus*, *Picea* auf Island. Die Gattungen *Sequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus* lebten während dieser Zeit aber auch in Mitteleuropa, *Glyptostrobus* auch im mittleren Nordamerika (Nebraska); *Taxodium* findet sich sogar bei Orenburg, gegenwärtig dem Gebiet der Kirghisensteppe angehörig, fossil. In Mitteleuropa waren ferner um diese Zeit, allerdings weniger reichlich als die oben genannten Gattungen, *Abies* (Schweiz, Österreich), *Picea* (Steiermark), *Larix* (Österreich), *Pinus*, *Libocedrus*, *Thuja* (Samland), *Tetrclinis* (Böhmen und Mähren) entwickelt. Wie bis in die Tertiärzeit die C. Teile der nördlichen Hemisphäre bewohnten, welche jetzt vom Nordpol nur 10—20° entfernt neben oder unter Eis liegen, so reichten auch auf der südlichen Hemisphäre die Araucarien viel weiter nach Süden als gegenwärtig. *Araucaria araucana* geht jetzt nur wenig über 40° s. B. hinaus; aber fossil findet sich Araucarienholz auf den Kerguelen unter 50° s. B., ferner wurden Araucarienreste an der Magelhaens-Straße etwa unter 55° und auf der südlichen Shetlandinsel Seymour unter 64° s. B. aufgefunden.

Auch ist es von Interesse, festzustellen, wie weit jetzt lebende Gattungen in ältere Formationen zurückverfolgt werden können und wie sie früher, weit entfernt von ihrem jetzigen Areal, namentlich in Europa existierten. Zapfenschuppen von *Araucaria* (*Araucarites*) *Delafondii* Zeill. sind aus dem Rotliegenden Frankreichs bekannt geworden, *A. Brodiei* Carr. vom Unteren Jura in England, *A. cutchensis* Feistmantel aus der Gondwana-Formation des nordwestlichen Indiens. Schon im Jura mtissen sich die Sektionen der Gattung *Pinus* entwickelt haben, da dieselben in der Kreide schon vorhanden sind. Im Unteren Weißen Jura beginnt auch die Gattung *Widdringtonia* aufzutreten, welche im Tertiär von Südfrankreich bis Grönland verbreitet ist. Auch erscheint schon *Thuja* (*Thujites*). In der Unteren Kreideformation finden sich schon folgende Gattungen der *Pinaceae*: *Cedrus*-artige Holzer und cedroide Zapfen von *Cedrostrobus* Stopes, *Pinus* Sect. *Pinaster*, Sect. *Strobo-Cembra*, Sect. *Cedro-Cembra* (Belgien). Von *Taxodiaceae* derselben Formation sind zu nennen: *Glyptostrobus* (Grönland), *Sequoia* (Greenland, England, Boulogne), *Sciadopitys* (*Crameri* in Grönland), *Athrotaxites Ungerii* Halle (Patagonien). — In der Oberen Kreide finden sich von *Pinaceae*: *Pinus*, außer den genannten Sektionen noch Sect. *Taeda*, *Strobus*, *P. Nathorstii*, *P. Quenstedtii*; *Picea protopicea* Velenovskii ferner von *Taxodiaceae*: *Cryptomeriopsis* (Japan), *Cunninghamiostrobus yubariensis* Stopes et Fujii; von *Cupressaceae*: *Tetrclinis Reichii* (Ettingshaus.) (Böhmen und Mähren), *Frenelopsis Hoheneggeri* Ettingsh., wahrscheinlich *Callitris* (in Europa und Nordamerika), *Libocedrus*. Auch wird auf Grund von Blättern und Hölzern das Auftreten von *Podocarpus* in der Kreide und im Tertiär Europas angenommen. — Im Eocän tritt in der nördlichen Hemisphäre verbreitet und bis in das Gebiet der heutigen Arktis reichend *Glyptostrobus europaeus* Heer auf, sodann finden sich in Braunkohlenlagern Europas häufig *Sequoia Langsdorfii* Heer (verwandt mit *S. sempervirens*) und *S. Coultssiae* Heer (verwandt mit *S. gigantea*), erstere bis in das Pliocän nachgewiesen und häufiger als letztere. Im Eocän Englands finden sich Zweige und Zapfen eines der *Cryptomeria japonica* höchst wahrscheinlich zugehörigen Baumes. An die eocene Flora schließt sich die oligocene an, von der hauptsächlich die Bernsteinflora besonders interessant ist. In dieser sind nach den langjährigen Untersuchungen von Goeppert und Menge, sowie durch Conwentz die Bernstein liefernden Pinaceen *Pinus succinifera* (Goepp. et Menge) Conw. (Sect. *Parrya*), *P. silvatica* Goepp. et Menge, *P. baltica* Conw., *P. cembraefolia* Casp. (Sect. *Cembra*), *P. banksianoides* Goepp. et Menge, *Picea Engleri* (Sect. *Omorika*) vertreten, von *Taxodiaceen* die Gattungen *Sequoia* (*Langsdorfii*), *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Sciadopitys*; von *Cupressaceen* die Gattungen *Widdringtonia*, *Libocedrus salicornioides*, *Thuja orientalis* und *Th. occidentalis*, außer diesen noch einige Formen von unsicherer Bestim-

mung. — Im Mioçän ist von Taxodiaceen außer den bis zum Pliocän von Siideuropa bis Spitzbergen, durch Sibirien bis Sachalin, durch Nordamerika bis Grönland verbreiteten *Taxodium distichum*, *Glyptostrobus europaeus* und *Sequoia Langsdorfii*, besonders bemerkenswert das Vorkommen von *Sciadopitys tertiaria* Menzel, von welcher Blätter und Reste $\S$ und $\S$ Blüthen in der niederrheinischen Braunkohlenformation aufgefunden wurden. In derselben Periode treten auf die Pinaceen *Cedrus miocenica* Lauby in Frankreich, *C. spec.* in der Grafschaft Glatz, *C. Lopatini* Heer in Sibirien zwischen Tomsk und Krasnojarsk, *Larix decidua*, *Tsuga europaea* Menzel in der niederrheinischen Braunkohlenformation, *Pseudotsuga miocenica* Bill, in der schlesischen Braunkohlenformation. Im Pliocän konnte nachgewiesen werden: *Abies alba* Mill, bei Frankfurt a. M., Zapfen von *Keteleeria*, ebenda, Samen von *Cephalotaxus* ebenda und die Taxacee *Torreya* im Maintal und Südfrankreich. — Endlich sind aus dem Diluvium zu erwähnen: *Picea omorikoides* Weber im Praeglacial Sachsens und *Thuja occidentalis* im Unteren Diluvium von Weimar.

Zu diesen Fossilien jetzt lebender Gattungen kommen nun andere ausgestorbene, nämlich: *Voltzia* Brongn. (Taxodiacee) in der Zechsteinformation und in der Buntsandsteinformation der Vogesen; vom Rhät bis zum Lias Europas: *Cheirolepis* Schimp. und *Swedenborgia* Nathorst (Taxodiac), *Pityospermum* Nathorst (Pinac); *Leptostrobus* Heer (Taxodiac) im Jura Sibiriens; die Cupressacee *Echinostrobus* im Weissen Jura von Solnhofen; die Cupressacee *Phylloxylopus* im Oberen Jura des südlichen Englands; *Geinitzia* Heer in der Oberen Kreide des Harzgebietes und von New York; *Ceratostrobus* Velenovský in der Oberen Kreide Böhmens (beide Taxodiac). Aus allen diesen Angaben geht hervor, daß bis in die jüngere Tertiärperiode in Nord- und Mitteleuropa ein ozeanisches Klima wie in Japan und den benachbarten pazifischen Küstenländern herrschte und die Coniferenflora Nord- und Mitteleuropas mit derjenigen Grönlands, wahrscheinlich aber auch mit derjenigen des südlichen Zentralasiens einen ähnlichen Charakter hatte wie die heutige japanische und die des heutigen westlichen Nordamerika.

Dieser reichen ehemaligen Entwicklung der C. im heutigen arktischen Gebiete und in Europa steht die eigentümliche Tatsache gegenüber, daß von denselben bis jetzt im Gebiete der östlichen Vereinigten Staaten nur wenige (z. B. *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Arthrotaxis* (?) nach Berry in der Wilcox-Flora des südöstlichen Nordamerika) fossil nachgewiesen sind und daß mit Ausnahme von *Araucaria*, von welcher fossile Arten in Ostindien gefunden wurden, keine der jetzt lebenden Gattungen fossil in Indien aufgefunden ist; wir haben also allen Grund zu der Annahme, daß für die im nördlichen extratropischen Florenreiche lebenden C. die ursprüngliche Heimat teils in den gegenwärtig baumlosen arktischen Ländern, teils in Nord- und Mitteleuropa, sowie in dem extratropischen Asien und in dem nordwestlichen Amerika zu suchen ist. Von den Podocarpaceen aber möchte ich annehmen, daß ihre Hauptentwicklung auf der südlichen Hemisphäre zu beiden Seiten des Stillen Ozeans stattgefunden hat und nur *Podocarpus* über den Äquator hinweg sich nach Norden verbreitet hat, doch ist die Möglichkeit, daß der Podocarpaceen-Typus vom mittleren Ostasien aus seine fortschreitende Entwicklung nach Süden und dann erst vom Südpolarkontinent aus langs der meridionalen Gebirge nach Norden genommen hat, nicht zu bestreiten. Wie mag es aber im Tertiär in Sibirien mit der Coniferen-Flora ausgesehen haben? Im Gegensatz zu Europa fehlen uns zahlreiche Untersuchungen von Lagerstätten fossiler Pflanzen. Wir wissen nur, daß *Taxodium* bei Orenburg und *Cedrus Lopatini* zwischen Tomsk und Krasnojarsk existierte. Das genügt nicht, um die grobe Übereinstimmung von Gattungen der C. in Europa, Ostasien und im westlichen Nordamerika zu erklären. Da ist nun von großer Bedeutung das Vorkommen so vieler Gattungen im Arktotertiärgebiet von Spitzbergen und Grönland, welche teils zu derselben Zeit von der Kreide bis in die Tertiärperiode, teils erst später gegen die Eiszeit beim Herabsinken der mittleren Jahreswärme langs der Meridiane nach Süden wandernd nach Nordeuropa, nach Korea und Japan, sowie nach Alaska, Kolumbien, Nevada, Kalifornien und dem atlantischen Nordamerika gelangten. Das sibirische Meer war einer Wanderung der Coniferen nach Süden hinderlich. Aber es gab noch einen andern Weg, um eine gewisse Übereinstimmung der Coniferen-Gattungen in Ostasien und Europa zu bewirken. Von den ostasiatischen Inseln und Küstenländern konnten die Gattungen leicht nach Westchina und dem Himalaya, von dem Küstenland des Ochotskischen Meeres über Baikalien nach dem Altai und Tian-schan, von hier und dem Himalaya nach dem Kaukasus und den euxinischen Gebirgen und von hier über die Balkanländer nach dem übrigen Europa vordringen. Auf

letzterem Wege erfolgte auch, nachdem in der Eiszeit die vorher so reiche Flora von Coniferen-Gehölzen nördlich der europäischen Hochgebirge teils ganz vernichtet, teils auf einzelne Reste an geschützten Lagen eingeschränkt worden war, eine Neubesiedlung durch die von Osten vorrückenden Arten. In den pazifischen Ländern konnten, da Verschiebungen der Areale nach Süden und dann wieder nach Norden leichter möglich waren, als in dem von einem langen, west-östlich verlaufenden Hochgebirgszuge durchzogenen Europa, auch die Weiterentwicklung mehrerer Gattungen, namentlich der Pinaceen und Cupressaceen, zu größerem Artenreichtum in den reich gegliederten Ländern vor sich gehen.

Dies nur im allgemeinen. Bezüglich der einzelnen Gattungen vgl. man die Angaben von Dr. Kräusel über die fossilen Arten der lebenden Gattungen und über die ausgestorbenen Gattungen.

Es sei nun noch in Folgendem auf die wichtigeren C. der einzelnen Floregebiete hingewiesen.

In dem subarktischen Floregebiete können wir drei Provinzen, die nordeuropäische, nordsibirische und nordamerikanische, unterscheiden. In der nordeuropäischen Provinz sind *Picea excelsa* (Lam.) Link*) und *Pinus silvestris* L. als waldbildende Bäume von der größten Bedeutung; erstere, nach Süden bis in die Gebirge des Mittelmeergebietes verbreitet, erreicht in Norwegen ihre Nordgrenze am Vorgebirge Kungen bei 67° und im östlichen Finnmarken bei 69° 30'; vom Osten der Halbinsel Kola zieht sich in südöstlicher Richtung bis zum Zusammenflusse der Wjatka und Kama (55° 29') ihre Ostgrenze. Die von unserer gewöhnlichen Fichte nur wenig verschiedene, in den Grenzbezirken allmählich in dieselbe übergehende und nur als geographische Varietät anzusehende sibirische Fichte, *var. obovata* Ledeb., kommt im nördlichen Norwegen stellenweise schon mit der ersteren vermischt vor; von Kola an bildet sie große Bestände im europäischen Rußland, in den Gouvernements Archangelsk, Wologda, Wjatka, Perm, teils allein, teils im Gemenge mit Larchen, Zirbeln, sibirischer Edeltanne (*Abies sibirica*) und Birken; jenseits des Ural ist sie in der nordsibirischen Provinz bis an das Ochotskische Meer verbreitet; sie findet sich aber auch in der Schweiz. Eine andere nordische Varietät, *fennica* Regel, findet sich auch im nördlichen Norwegen, sowie in Finnland, und eine dritte geographische Varietät, welche noch weitere Beachtung verdient, ist *var. alpestris* Briegg., welche in deutschen Mittelgebirgen, den Schweizer, Tiroler und Niederösterreichischen Alpen entstanden ist. Während die Fichte im südlichen Norwegen bis 1000 m aufsteigt, wird sie in den südlichen Alpen noch bei 2200 m angetroffen. Neben der gewöhnlichen und der sibirischen Fichte bildet im nördlichen Europa auf trockenem Boden die Kiefer, *Pinus silvestris* L., große Bestände; in südlicher Richtung bis Westspanien, Kleinasien und Persien verbreitet, erreicht sie ihre Nordgrenze in Norwegen bei Alten unter 70°, am Porsanger Fjord bei 70° 20', von da sinkt meistens ihre Grenze in südöstlicher Richtung, bis sie den Ural bei etwa 64° trifft; jenseits desselben ist sie über die Lena hinaus bis zum Südrand des Werchojanskischen Gebirges verbreitet. Die Südgrenze geht von 37° in der Sierra Nevada durch Südfrankreich, die Seealpen, Oberitalien, die Steierburgischen Karpathen nach Südrußland bei etwa 50°; doch umfaßt ein isoliertes Gebiet noch die Gebirge der Krim, Teile vom Kaukasus, Kleinasien und Persien. Mit der Kiefer zusammen erstreckt sich der gewöhnliche Wachholder, *Juniperus communis* L., bis nach Ostsibirien und geht noch darüber hinaus bis Kamtschatka. Der Zwergwachholder, *Juniperus communis nana* (Willd.), findet sich auf den Gebirgen Skandinaviens, auf dem Ural, am Jenissei und auf den sibirischen Gebirgen und tritt auch in der nordamerikanischen Seenprovinz auf. Auf der Halbinsel Kola an den sandigen Abhängen des Imandra-Sees und um die Waldgrenze in der steinigen Tundra-region der Umpeke-Berge findet sich der neuerdings als Art unterschiedene niederliegende und mit breiten ± kahlnormigen Blättern versehene *J. Niemanni* Wolf, welcher scheinbar zwischen *J. communis* und *J. nana* in der Mitte steht, in der Kultur (in Petersburg) aber aufrecht wird und schmalere Blätter bei längeren Internodien entwickelt. In der nordsibirischen Provinz sind als hervorragende Waldbäume außer den bereits genannten noch die Arve oder Zirbelkiefer, die sibirische Edeltanne und die sibirischen Larchen zu merken. Die Arve, *Pinus cembra* L., ist in Sibirien weit nach Norden verbreitet,

*) Den Autor der Art habe ich nur da hinzugefügt, wo die Art zum erstenmal erwähnt wird.

am Ob bis 66°, am Jenissei bis 68°, an der Lena bis 60°, am Aldonfluß bis 56°; westlich vom Ural findet sich die Arve noch in ausgedehnten Beständen in den Gouvernements Perm, Wjatka, Wologda, westlich bis zu den Quellen der Waga (61°), nördlich bis in das Petschoragebiet bei 65°; auf ihre Verbreitung in den Alpenländern und Karpathen soll später eingegangen werden. In Ostsibirien tritt schon die durch das nördliche Japan verbreitete *Pinus cembra* subspec *pumila* (Regel) Palla mit den Varietäten *subarctica* Rikli (im Norden) und *alpina* Rikli in den Alpen und Karpathen auf. Die sibirische Edeltanne, *Abies sibirica* Ledeb. [*A. pichta* (Fisch.) Forb.] kommt mit der sibirischen Fichte häufig zusammen vor und ist östlich bis Dahurien und Kamtschatka, südlich bis in das Altai-gebirge, nördlich am Jenissei bis 65° 55' verbreitet und erstreckt sich westlich wie die Zirbel bis in die Gouvernements Perm, Wjatka, Wologda, ja sogar noch bis in die Gouvernements Kasan und Kostroma. Mit *A. sibirica* nahe verwandt sind folgende Varietäten und Arten des temperierten Ostasiens: *A. nephrolepis* Maxim. (Mandschurei, Amurgebiet, Schensi, Korea), *A. holophylla* Maxim., *A. gracilis* Komarow in Kamtschatka. Die sibirische Lärche, *Larix sibirica* Led., ist ebenfalls durch fast ganz Sibirien bis an das Ochotzkische Meer, südlich bis zum Altai, nördlich bis an das Weiße Meer, am Jenissei und Kolyma bis 69° anzutreffen; westlich vom Ural ist auch dieser sibirische Waldbaum im Gouvernement Archangelsk an der Dwina und Pinega, sowie in den Gouvernements Orenburg, Perm, Wjatka, Wologda weit verbreitet, so daß es sich vielleicht empfiehlt, die Westgrenze für das nordsibirische Gebiet nicht wie bisher an den Ural zu verlegen, sondern ungefähr langs der Wjatka, Waga und Dwina zu ziehen. Die mit voriger Art nahe verwandte dahurische Lärche, *Larix dahurica* Turcz. findet sich namentlich im nördlichen und nordöstlichen Sibirien, Kamtschatka und Dahurien; der nördlichste Punkt ihres Vorkommens ist an der Boganida bei 72°, wo sie allerdings nur noch als wenig über den Boden sich erhebendes Krummholz auftritt. Verbreitet sind ferner in Ostsibiriens Gebirgen *Juniperus sabina* L. und *J. pseudo-sabina* F. et M. Von eigentümlichen C. des östlichen Sibiriens ist noch zu nennen *Juniperus dahurica* Pall., welche von den sajanensischen Gebirgen bis in das nördliche Amurland hineinreicht. Genauerer betr. Verteilung der sibirischen C. nach Höhenstufen wissen wir namentlich vom Altai. Noch in den unteren, selbst steppenartigen Regionen des Altai und des Sajangebirges erscheint *Pinus silvestris* und bildet, am besten auf feuchtem Sandboden, große zusammenhängende Wälder in der Ebene, besonders an Flußufern, sowie in den Talern, meist begleitet von dichtem Unterholz, an dem sich *Juniperus communis*, *J. sabina* und *J. pseudo-sabina* beteiligen. Um 800—900 m tt. M. erscheinen in den Laubholzbeständen der Birken und Pappeln eingesprengt *Abies sibirica* und *Picea obovata*, erstere im Altai häufiger als die Fichte und im Sajangebirge fast allein. Um 1100 m treten *Pinus cembra* und *Larix sibirica* auf; sie lindern nach Krassnoff mit Tanne und Fichte ihre Grenze als Bäume bei 1360 m auf der Nordseite und bei 1700 m auf der Südseite. Während jetzt Tanne und Fichte verschwinden, nehmen Lärche und Zirbeln Krummholzform an. Auf der Südseite herrscht die Lärche allein und dringt mit ihren lichten Beständen bis in die Mongolei vor. Im östlichen Sajangebirge, namentlich im Gebiet der Jenisseiquellen, ist sie der einzige Baum. Dagegen wird auf der Nordseite des Sajan *Pinus cembra* herrschend. Zu bemerken ist noch, daß die hochwuchsiges Zirbel dieses Gebirges und Transbaikaliens wegen ihrer kleinen breit eiförmigen Zapfen als *P. coronans* Litwinow unterschieden wurde, doch dürfte sie kaum über den Rang einer Unterart hinausgehen. Abgestorbene mächtige Larix-Stämme um 1900 m im mittleren Altai deuten darauf hin, daß hier früher das Klima wärmer war.

Im subarktischen Nordamerika, welches sich vom südlichen Alaska durch Kanada bis Labrador erstreckt und dessen Nordgrenze in der Richtung von NW. nach SO. vom 69° bis zum 58° verläuft, wird eine nördliche Zone durch lichte Waldbestände der amerikanischen Weißfichte oder Schimmelfichte, *Picea canadensis* (L.) Britton, Stern et Poggenburg (*P. alba* Lk.) und der Spruce-Fichte, *P. Mariana* (Mill.) Britton, Stern et Poggenburg (*P. nigra* Lk.) gebildet; erstere dringt in Labrador bis zu 59°, an der Behringstraße bis 66° 44', am Mackenzie bis 68° 55', südlich in den Rocky Mountains bis Montana vor, letztere findet sich in verkrüppelten Exemplaren noch weiter nördlich. Nur wenig bleibt hinter den beiden Fichten die amerikanische Lärche, *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch [*L. americana* Michx., *L. microcarpa* (Lamb.) Desf., *L. pendula* (Ait.) Du Mont de Courset], die ein sehr wertvolles Bauholz

liefert, zurück; ihre Nordgrenze läuft der der Spruce-Fichte nahezu parallel. Um 2—3 Breitengrade südlicher verläuft die Grenze der mit der altweltlichen *Pinus silvestris* nahe verwandten strauchigen oder nur als kleiner Baum auftretenden *Pinus divaricata* Du Mont de Cours. oder *P. Banksiana* Lamb., es sinkt aber diese Grenze erheblich tiefer in Labrador. Im westlichen Kanada etwas weiter südlich, als die Nordgrenze der vorigen, in Labrador aber viel weiter nördlich, zwischen 52 und 55° verläuft die Nordgrenze der *Balsamtanne*, *Abies balsamea* Mill. Am weitesten nach Norden, sogar bis über die Waldgrenze hinaus dringt *Juniperus communis* L. mit seiner Form *nana* vor.

Gebiet des atlantischen Nordamerika.*) Bleiben wir in Nordamerika und wandern zunächst durch das atlantische, so sehen wir zwar die C. in ihrer Entwicklung erheblich gegen die dikotyledonen Laubgehölze zurücktreten; aber sie sind doch zahlreicher als in Europa und bilden auch wie die europäischen Nadelhölzer oft allein herrschend ausgedehnte Bestände. Die im subarktischen Amerika herrschenden Arten finden sich alle auch noch im atlantischen. *Picea canadensis* geht hier südwärts bis New York, *P. Mariana* entlang den Alleghanies bis nach dem nördlichen Virginien, wo die auch in Nordkarolina vorkommende *P. australis* Small auftritt, *Larix laricina* bis Westvirginien, dem nördlichen Indiana und Illinois, *Pinus divaricata* bis zum nördlichen Illinois, *Abies balsamea* bis in die höheren Gebirge des südwestlichen Virginien, wie überhaupt diese nördlichen Arten im Süden höhere Regionen bevorzugen.

A. In der Seenprovinz des atlantischen Nordamerika unterscheiden wir

a. die Zone oder Unterprovinz der *Pinus strobus* und die seltliche Übergangszone der sommergrünen Laubwälder. In der ersteren sind besonders charakteristisch *Thuja occidentalis* L., *Pinus strobus* L., *Taxus baccata* subsp. *canadensis* (Marsh.) Pilger, *Tsuga americana* (Mill.) Farwell [*T. canadensis* (L.) Carr.], und zwar folgen ihre Nordgrenzen zwischen 52 und 48° etwa in der gegebenen Reihenfolge. Besonders ausgedehnte Wälder bildet die Weymouthkiefer, *Pinus strobus*, auf den sandigen Ebenen des Lorenzbeckens; sie findet sich übrigens auch noch wie die Hemlocktanne, *Tsuga americana*, auf dem Alleghanygebirge. Sodann ist *Picea rubra* (Lamb.) Link (Red Spruce) zu erwähnen, vom Tal des St. Lorenz und der Prince Edwardinsel verbreitet bis in die nordöstlichen Küstenstaaten und von diesen südwärts durch die Alleghanies bis Nordkarolina. Die White Cedar, *Thuja occidentalis*, ist nach Süden bis zu etwa 35° an Ufern von Flüssen und Seen verbreitet. *Taxus canadensis* findet sich namentlich in den Beständen der Hemlocktanne. In den sandigen Kiefernwaldern tritt auch zerstreut oder nur kleine Bestände bildend *P. resinosa* Ait. auf. In den Tamarack-Sumpfwäldern herrscht *Larix laricina* vor und *Abies balsamea* ist nicht selten in den Swamps, während *Thuja occidentalis*, *Picea Mariana* und *Juniperus virginiana* L. in ihnen weniger oft angetroffen werden. Sumpfwälder mit Vorherrschen der *Thuja occidentalis*, welche im Osten der Seenprovinz, näher an der atlantischen Küste, häufiger als im Innern anzutreffen sind, werden als Cedar-Swamps bezeichnet.

b. In der östlichen Übergangszone der sommergrünen Laubwälder treten die C. sehr zurück; aber auf sandigem oder felsigem Boden sieht man häufig Bestände der der Sektion *Taeda* angehörigen Pitch Pine, *Pinus rigida* Mill., und auf Sumpfboden Cedar-Swamps mit *Thuja occidentalis*. Am Strande findet sich auf felsigen Plätzen sowie an sandigen Ufern *Juniperus sabina* L. var. *prostrata* (Pers.) Loud.

B. Die an Laubgehölzen überaus reiche Provinz des sommergrünen Mississippi- und Alleghanywaldes mit den Alleghanies ist sehr arm an C, namentlich in der

Unterprovinz a. der Mississippi-Ohio-Tennesseezonen, in deren mittlerem Teil auf trockenem Kalkboden, so im Hochland nördlich und östlich von Tennessee Cedar-glades, lichte Wälder von *Juniperus virginiana* L. auftreten; sie ist weiter südlich auf trockenen Hügel bis nach Florida verbreitet. Etwas reicher ist die

*) Für die Besprechung der Verbreitung der C. in dem atlantischen und pazifischen Nordamerika benutzte ich die Verbreitungskarten des vom Forest Service des Department of Agriculture, U. S. Am. 1910 herausgegebenen Forest Atlas.

Unterprovinz b. der Alleghanies. Im nördlichen Teil dieses Gebirges finden wir an den Abhängen noch Kiefernwälder, gebildet von *Pinus strobus*, und Hemlock-Tannenwälder, bestehend aus *Tsuga americana*. Zu letzterer ist zu bemerken, daß sie vorzugsweise an Bächen vorkommt, während in den südlichen Alleghanies an felsigen Abhängen von 1000—1300 m und auf trockenen Rücken die kleinere *Tsuga caroliniana* Engelm. gedeiht. In den mittleren Alleghanies herrschen in den unteren Regionen Laubgehölze vor; erst in der Höhe von 1300 m erscheint *Abies Fraseri* und bildet Wälder bis zu 2300 m, außerdem tritt hier auch noch *Picea Mariana* auf. An trockenen kiesigen Abhängen der Alleghanies von Pennsylvanien bis Nordkarolina und im östlichen Tennessee bildet bis zu 1000 m Höhe ii. M. bisweilen Wälder die mit 2blättrigen Kurztrieben versehene *Pinus pungens* Lamb. Auch greifen in diese Zone *P. virginiana* Mill., *P. glabra* Watt, und *P. taeda* L. über. Der Wald im Osten der Alleghanies berührt sich zum größten Teil mit der immergrünen Provinz der siidatlantischen Staaten, aber im Norden geht er über in die nördlichen Pine-barrens von Neu-Jersey und Delaware.

Unterprovinz c. der Pine barrens. Noch im südlichen New-Jersey finden wir in Swamps *Chamaecyparis thyoides* (L.) Britt. (*Ch. sphaeroidea* Spach), zwischen Dtinien, welche mit der von Karolina bis Neu-Braunschweig verbreiteten *Pinus rigida*, sowie auch mit *Juniperus virginiana* bestanden sind. Von Stiden her erstrecken sich bis in die Pine barrens von New-Jersey *P. serotina* Michx. (nach S. bis Florida) und auch *P. taeda* L. (nach S. bis zur Tampa-Bay in Florida), über New-Jersey hinaus bis Staten Island, *P. echinata* Mill. (= *P. mitis*) (nach S. bis Nordflorida), bis Long Island, *P. virginiana* Mill. (= *P. inops*) (nach S. bis Alabama). Bis Kap May an der Mündung des Delaware reicht die hauptsächlich in der folgenden Provinz verbreitete Sumpfpypresse *Taxodium distichum*.

C. Die immergrüne Provinz der siidatlantischen Staaten. Auch in dieser Provinz ist vorzugsweise die Kiistenzone durch Bestände von C. charakterisiert. In dem welligen, bis zu 70 und 100 m ansteigenden Tafelland herrscht die bis 40 m hohe Sumpfkiefer *Pinus palustris* Mill., die auch entlang der Golfküste bis zum Mississippi verbreitet ist. Das niedrige nur bis 10 m aufsteigende, aus sandigem Lehm bestehende Land, welches in den Küstensand und die Küstensiimpfe übergeht, war einst von *P. palustris* und *P. caribaea* Morelet, *P. bahamensis* Griseb., *P. heterophylla* Sudw. bedeckt, doch hat jetzt nach dem Fällen der ersten Art letztere besonders Überhand genommen; sie geht über Florida, wo sie mit der auch im sandigen Küstenland von Alabama vorkommenden *P. clausa* Vasey zusammentrifft, nach den Bahamainseln, der Isle of Pines, wo sie mit *P. tropicalis* Mor. vergesellschaftet ist, nach Honduras und Guatemala. In dem flachen, häufig überfluteten Teil des Küstenlandes sind auch besonders charakteristisch die Sumpfpypressenbestände, in denen *Taxodium distichum* meist mit seinem untersten Stammteil in Wasser steht. Im Areal des *T. distichum* zerstreut, auf schwach sumpfigen, sandigen Boden findet sich das meist kleinere *T. ascendens* Brongn. (*T. imbricarium* [Nutt.] Harper), während eine dritte nahestehende, aber zu riesigen Exemplaren sich entwickelnde Art, *T. mucronatum* Ten. (*T. mexicanum* Carr.) auf dem mexikanischen Hochland von 1400—2300 m vorkommt. Inderhö'hergelegeneniügeligenZone des atlantischen Mischwaldes herrscht ebenfalls *Pinus palustris*, die hier zu besonders iippiger Entwicklung gelangt, während an den Abhängen der Hügel mehr *P. echinata* gedeiht. In der Präriewaldzone, welche aus Kreidefelsen besteht, die sich etwa 60 m über den Golf von Mexiko erheben, herrschen auf den höchsten Wellen des Landes, welche von leichtem humusarmen Lehm überlagert sind, Mischwälder, die als Cedar-hammocks bezeichnet werden, weil in ihnen *Juniperus virginiana* etwa 30% des Bestandes ausmacht.

D. Die Prärienprovinz hat nur zwei C. aufzuweisen, im nördlichen Teil den strauchigen, weite sandige Flächen bedeckenden *Juniperus sabina* var. *procumbens*, im südlichen Teil nahe am Fuß der Rocky Mountains auf dem aus Kalk bestehenden Edwards-Plateau *Juniperus sabinoides* Nees, einen meist 6—10 m hohen, aber auch 30 m erreichenden Baum, der auf viele Quadratmeilen fast undurchdringliche Bestände, die sogenannten Cedar-brakes bildet,

Im Gebiet des pazifischen Nordamerika sind die C. sowohl in den Rocky Mountains selbst, sowie westlich derselben sehr stark vertreten; aber während in den Rocky

Mountains eine geringe Zahl von Arten ausgedehnte Areale einnimmt, ist westlich der Rocky Mountains die Provinz der pazifischen Coniferen bei milderem und regenreicherem Klima durch eine größere Mannigfaltigkeit der Gattungen und Arten gekennzeichnet. Nach dem Vorgang Sargents unterscheiden wir eine nördliche und eine südliche Unterprovinz oder Zone.

In der nördlichen Unterprovinz ist von ganz hervorragender Bedeutung der Bezirk des nördlichen Küstenwaldes, der sich von 61—51° nördl. Br. erstreckt und in das subarktische Alaska übergeht, während dessen C. im Hochgebirge der pazifischen Provinz allmählich aufsteigen. Der Küstenwald erreicht seine üppigste Entwicklung zwischen 60 und 50°, die Nadelhölzer desselben beginnen stellenweise schon unmittelbar am Meer, meistens 40 m über demselben und reichen fast ununterbrochen die Hänge der Fjorde und Täler bedeckend bis 800 m. Er wird hauptsächlich gebildet von der Sitkafichte *Picea sitchensis* (Bongd.) Carr. (im Gebirge stellenweise bis 2133 m aufsteigend) und *Tsuga Mertensiana* (Lindl. et Gord.) Carr., von denen die erstere bisweilen Stämme von 1 m Dicke und 50 m Höhe aufweist. An unfruchtbaren sumpfigen oder den Seewinden ausgesetzten Stellen findet man kleine Bestände der Black Pine, *Pinus contorta* Dougl. Selten sind in der unteren Region die mächtige bis 70 m hohe *Thuja plicata* Don. (*Th. gigantea* Nutt.) und *Picea alba*. Auf Sitka und in der Breite dieser Insel beginnt auch *Chamaecyparis nootkaensis* (Lamb.) Spach. Nahe an der Grenze der Nadelwaldregion treten auf *Tsuga Pattoniana* (Jeffer.) Engelm. und über letztere hinausgehend *Abies lasiocarpa* (Hook.) Mill. (*A. subalpina* Engelm.), welche von Alaska (60°) durch Britisch-Kolumbien hindurch, am Kaskadengebirge entlang, aber auch auf den Blauen Bergen, ferner in Montana, Wyoming, Utah und Kolorado verbreitet ist. In der subalpinen Region bilden Kruppelformen dieser beiden Arten ± zusammenhängende Krummholzformationen.

Der Bezirk des ciskaskadischen Waldes und des Kaskadengebirges erstreckt sich von 51—43° n. B. und wird besonders charakterisiert durch das reichliche Vorkommen der Douglastanne *Pseudotsuga taxifolia* (Lamb.) Britt, welche im Inneren nach Norden bis 55° vordringt; die Subspec. *mucronata* ist besonders herrschend in der Umgebung des Pugetsundes, im Küstenwald von Washington und Oregon und wird hier bis 100 m hoch. Auf den Rocky Mountains herrscht die Subspec. *glaucescens* (Baill.) Schwerin. Sehr verbreitet ist auch in dieser Zone *Pinus contorta* Dougl. var. *Murrayana*, welche sich an der Küste von 40° nördlich bis Alaska erstreckt und als Gebirgsbaum noch zwischen 2600—3000 m auf der Sierra Nevada, sowie auf den Rocky Mountains in Colorado und Utah vorkommt. Von anderen C. dieser Zone sind hauptsächlich *Abies grandis* Lindl. und *Taxus brevifolia* Nutt. in den unteren Regionen charakteristisch, *A. amabilis* (Dougl.) Forbes in dem Kaskadengebirge bis Oregon, *A. nobilis* Lindl. desgl., *Pinus monticola* Dougl., nächst verwandt mit *P. strobus*, von Vancouver Island und Britisch-Columbien südwärts bis zur Sierra Nevada (dort bis 3300 m); *P. albicaulis* Engelm. (*P. shasta* Carr.), auch bis zur Sierra Nevada (dort bis zur Baumgrenze um 4000 m). Von den benachbarten Rocky Mountains ist auch *Picea Engelmannii* (Parry) Engelm. nach dem Kaskadengebirge von Washington und Oregon gelangt. Auch der auf der Ostseite der Rocky Mountains verbreitete xerophile *Juniperus scopulorum* Sargent ist von Britisch-Columbia bis Oregon anzutreffen. Nahe der Baumgrenze im Kaskadengebirge von Britisch-Columbien und Washington finden sich auch Bestände von *Larix Lyallii* Parl. — Jenseits des Kaskadengebirges ist der Wald viel lichter; aber *Pseudotsuga*, *Tsuga Mertensiana* und *Thuja plicata* sind noch wichtige Bestandteile desselben, auch sind andere Arten der ciskaskadischen Zone, wie *Juniperus occidentalis*, *Taxus baccata* subsp. *brevifolia*, *Tsuga Pattoniana*, *Pinus monticola* hier vertreten. Letzere bildet auf der Ostseite des Kaskadengebirges ansehnliche Wälder, welche den Übergang zu den Wäldern der weit verbreiteten *Pinus ponderosa* und somit zur Waldflora der Rocky Mountains vermitteln.

Südlich vom Roque-River, von 43° an beginnen andere Arten vorzuherrschen; namentlich *Chamaecyparis Lawsoniana* (Murr.) Parl. ist zwischen 42 und 40° an den Flüssen und Bächen häufig anzutreffen und bildet den Übergang zur südlichen Unterprovinz mit den Bezirken des kalifornischen Kistenwaldes, des westlichen Nevadawaldes und der Sierra Nevada. — Im kalifornischen Kistenwald sind *Picea sitchensis*, *Tsuga Mertensiana* und *Thuja plicata* verschwunden; an Stelle der letzteren tritt im Südosten

Oregons und in Nordkalifornien die auch 30 m hoch werdende elegante *Chamaecyparis Lawsoniana* auf. Von 42—37° treten die Wälder der mächtigen 60—94 m*) hohen *Hottanne Sequoia sempervirens* (Lamb.) Endl. auf, in einem unregelmäßig unterbrochenen Streifen von höchstens 50 km, am üppigsten bei Mendocino, in der unteren Region des Tamalpais im Norden der Bai von San Francisco und bei Sta. Cruz. Fast überall auf dem Küstengebirge zerstreut, bisweilen große Wälder bildend, ist auch die durch ihre großen Zapfen ausgezeichnete *Pinus Sabiniana* Dougl. (Sect. *Taeda*). Ferner ist von Mendocino (40°) an auf dem Küstengebirge und in der unteren Waldregion der Sierra Nevada an Bächen zerstreut *Torreya californica* Torr. Im Siskiyou-Bezirk des kalifornischen Küstengebirges und den südlichen Sierras findet sich nahe an der Bauingrenze (um 1600—1900 m) *Pinus Balfouriana* Murr. (nicht *P. Balf.* Watson, welche = *P. aristata* Engelm.). In den kalifornischen Küstengebirgen kommen ferner vor an trockenen Abhängen von Mount Diablo und den Sta. Lucia-Bergen bis zu den San Bernardino-Bergen *Pinus Coulteri* D. Don (Sect. *Taeda*), von Mendocino County zerstreut bis Cedros Island in Niederkalifornien die durch sehr dornige Plazentarschuppen ausgezeichnete *P. muricata* D. Don, *Cupressus Goveniana* Gord. von Sonoma County bis San Diego, aufsteigend bis 1000 m, *C. Macnabiana* A. Murr. und die bisweilen im jugendlichen Zustand fruchtende *C. pygmaea* Sarg., hauptsächlich in Mendocino County. Neben diesen xerophytischen Arten sind auch *Juniperus californica* Carr. und *J. utahensis* Lemm. zu erwähnen. Die erstere ist vom Tal des unteren Sacramento nach Süden bis Niederkalifornien und bis zur Vereinigung der Küstengebirge mit der Sierra Nevada sowie bis zu den San Bernardino Mountains verbreitet. *J. utahensis*, der meist buschig entwickelt ist, hat sein Hauptareal in der Steppenprovinz des großen Beckens zwischen Sierra Nevada und Rocky Mountains, findet sich aber auch im südöstlichen Kalifornien. Bis in die südlichen Sierras Kaliforniens und bis an die Grenzen Niederkaliforniens erstreckt sich auch die Verbreitung der von den mittleren und südlichen Rocky Mountains bis Mexiko vorkommenden, aber zerstreuten, sehr variablen und xerophilen ***P. cembroides* Zucc. (= *P. monophylla* Torr. + *P. edulis* Engelm. + *P. Parryana* Engelm.)**. Von beschränkter Verbreitung im südlichen Kalifornien sind *Pinus radiata* D. Don (*P. insignis* Dougl., *P. tuberculata* D. Don) von Pescadero bis zur San Simeon-Bai und bei Point Pinos in der Monterey-Bucht; *P. Torreyana* Parry nördlich von San Diego; *Pseudotsuga macrocarpa* Mayr (wohl auch nur Unterart der *P. taxifolia*) von den Santa Inez Mountains im Bezirk Santa Barbara bis zu den Cuyamaca-Mountains Bestände bildend; *Abies venusta* K. Koch (*A. bracteata* Hook. et Am.) im Sta. Lucia-Gebirge um 1000 m; *Cupressus macrocarpa* Hartweg an der Monterey-Bucht bei Cypress Point und Point Lobos. Auch *C. Bakeri* Jepson findet sich in Kalifornien.

Der Bezirk des westlichen Nevadawaldes und der Sierra Nevada weist, wie schon aus den früheren Angaben hervorgeht, starke Beziehungen seiner Nadelwaldflora zu der des Kaskadengebirges auf. Der Westabhang der Sierra Nevada ist von Nadelwald bedeckt, der auch genügend Niederschläge empfängt, um sich kräftig zu entwickeln, wenn auch nicht in solchem Maße, wie die ciskaskadischen Wälder. Der Wald ist am üppigsten zwischen 1200 und 2400 m, und zwar von 35° n. B. an nordwärts.

In der montanen Region bis zu etwa 1000 m, an warmen südlichen oder westlichen Abhängen bis 1600 m, an Nordabhängen bis etwa 600 m herrschen von *C. Pinus ponderosa* Dougl., *Abies concolor* Lindl. et Gord. und *Libocedrus decurrens* Torr. (im Süden bis 2800 m aufsteigend). — Stellenweise, so am Yosemite-Fall, sieht man auch Bestände der ***Pinus contorta* var. *Murrayana***. Die genannten Arten, namentlich *Pinus ponderosa* und *Abies concolor*, gehören auch der unteren Coniferen-Region an, welche sich meist von 1000—2000 m, in kalten Tälern von 600—1300 m, an warmen Abhängen von 1600—2300 m erstreckt. Als ausgezeichnete Varietät der *Abies concolor*, von einzelnen Autoren auch als derselben gleichwertige Art angesehen, ist die ebenfalls in der Sierra Nevada vorkommende *A. cone.* var. *Lowiana* (Murr.) Mast, zu nennen. Zerstreut findet sich auch *Pseudotsuga taxifolia*. In dieser Höhenstufe erscheint auch die bis 100 m hohe, durch 40 cm lange Zapfen ausgezeichnete *Pinus Lambertiana* Dougl. Von 1600—2800 m finden sich zwischen 39 und 36° n. B. zerstreut Bestände des berühmten Mammutbaumes,

•) Nach Gard. and Forest 1897 S. 42 wurde am Eel River in Kalifornien ein 662 Jahre alter Stamm von etwa 110 m (340 Fuß) Höhe aufgefunden.

Sequoia gigantea (Lindl.) Decne., einer der schönsten ist der Bestand des Mariposa-Hains im Yosemite-Tal-Bezirk, mit über 100 m hohen (500—3100 Jahre alten) Exemplaren. Der unteren Coniferen-Region gehört auch der zerstreut vorkommende *Juniperus occidentalis* an. Vereinzelt tritt auch bei 1800 m *Pinus cembroides* var. *monophylla* auf. In der oberen Coniferen-Region, oberhalb 2000 m treffen wir noch *Pinus monticola* an und an den Ostabhängen der mittleren und südlichen Sierra Nevada *Pinus ponderosa* var. *Jeffreyi* (Balf.) Vasey. In einer Höhe von 2300—3300 m bildet die der *Abies concolor* etwas ähnliche *A. magnified* Murr. Bestände und nahe an der Baumgrenze treten auch hier, wie im Kaskadengebirge, *Tsuga Pattoniana* und *Pinus albicaulis* auf. Sehr lokal, nahe an der Baumgrenze, ist *Pinus Balfouriana* Murr., welche auch nördlich in dem Siskiyou-Bezirk des Küstengebirges angetroffen wird, wie auch in der südlichen Sierra Nevada um 3800 m sowohl als Baum wie als Krummholz.

Ostlich des Kaskadengebirges und der Sierra Nevada treten die C. als Bestandteile der zerstreuten Binnenwälder auf; diese Wälder sind vereinzelt und meist an den steilen Gebirgsabhängen kümmerlich entwickelt. Genetisch stehen die Arten dieser Wälder mit denen des Küstenwaldes in naher Beziehung; einzelne Arten kommen auch gleichzeitig im Binnenwalde und im Küstenwalde vor. Nur die in den Rocky Mountains zwischen 47 und 43° vorkommende *Larix occidentalis* Nutt. und die im Kaskadengebirge bis 2200 m aufsteigende *L. Lyallii* Parl. sind mit einer Art der Seenprovinz, mit *L. laricina* näher verwandt. Im nördlichen Binnenlande bildet *Pinus contorta* noch große Wälder, südlich von 52° herrschen *Pseudotsuga taxifolia* und *Pinus ponderosa*, letztere dürre unfruchtbare Strecken bedeckend. Auch *Juniperus occidentalis* Hook, findet sich namentlich in den ariden Gebieten zwischen dem Kaskadengebirge und den Rocky Mountains.

Die Provinz der Rocky Mountains zeigt in der Richtung von Norden nach Süden in den verschiedenen Breiten nicht so auffallende Unterschiede in der Coniferen-Flora, wie der pazifische Küstenwald; nur die südlichen Rocky Mountains sondern sich etwas schärfer von den mehr ineinander übergehenden nördlichen und mittleren ab. Im Norden, wo der subarktische Wald und der nördliche pazifische Küstenwald sich an die Rocky Mountains anschließen, zeigen dieselben eine gleichmäßige Bewaldung, wo aber die Küstengebirge, das Kaskadengebirge und die Sierra Nevada die von Westen kommenden Niederschläge abfangen, sind die Wälder der Rocky Mountains ärmlich und beschränken sich auf steile Abhänge und Cañons, während die Täler baumlos oder mit Ausnahme der Flußufer fast baumlos sind.

a) Nördliche Rocky Mountains. In dem Teil, welchem sich Britisch-Columbien, Washington, ein Teil von Oregon und Idaho anschließen, sieht man auf weiten Flächen *Pinus contorta* var. *Murrayana* herrschen, von 62° n. B. südwärts, auf der Ostseite der nördlichen Rocky Mountains herunter bis zu 1360 m und dichte Bestände bildend im nördlichen Teil des inneren Plateaus von Britisch-Columbien, auch im südlichen Teil dieses Bezirks oberhalb 1150 m, wo der Regenfall zu stark ist für eine gesunde Entwicklung der *Pinus ponderosa*, jedoch immer unterhalb der Baumgrenze; auch kommt sie häufig in niederer Höhe auf Sandbanken und Flußbetten vor, scheint sich also in vieler Beziehung ähnlich zu verhalten, wie die altweltliche *Pinus silvestris* in Nordeuropa. Ihre Südgrenze liegt bei 49°. Südlich von 52° n. B. treten *Pseudotsuga taxifolia* und *Pinus ponderosa* auf. Erstere ist von der Küste bis zu 1900 m ii. M. zu verfolgen, erscheint aber zuletzt nur in einer verkümmerten Form; in den trockenen südlichen Teilen des inneren Columbiens findet sie sich nur an hoher gelegenen Abhängen. Die an zweiter Stelle genannte wichtige Art, die »Yellow-Pine« des Westens, charakterisiert hauptsächlich den trockenen zentralen und südlichen Teil Columbiens zwischen 51° 30' und 49°; sie kommt aber auch weiter südlich in der Sierra Nevada, besonders an deren Ostabhang vor. Bis Alberta und Britisch-Columbien reicht auch die häufig große Walder bildende *Picea Engelmannii* (Parry) Engelm. (*P. columbiana* Lemmon), welche sich südwärts durch die ganzen Rocky Mountains bis nach Neu-Mexiko und Arizona verbreitet hat. Nur in dem Bezirk Alberta und Britisch-Columbien kommt der kleine Baum *Picea Albertiana* S. Brown vor. Im südlichen Teil von Columbien, der sich an die Rocky Mountains anlehnt, erscheint *Larix occidentalis* Nutt. und reicht auch etwa bis 52° n. B., aber in den höheren Regionen der Felsengebirge von 2000 bis oberhalb 2300 m bilden *Larix Lyallii* Parlat. und *Pinus albicaulis* die obersten Nadelwälder. Ein charakteristischer Baum der nördlichen Rocky Mountains ist ferner *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt. (*A. subalpina* Engelm.),

eine mit *A. balsamea* verwandte Art, welche schon im Westen der letzteren zwischen dem kleinen Sklaven-See und dem Athabaska-Fluß auftritt, in dem Hochgebirge bis 2100 m aufsteigt und auch im nördlichen Teil des Columbia-Plateaus angetroffen wird. Weniger häufig vorkommende *C.* der nördlichen Rocky Mountains sind *Pinus monticola* in Columbien bis zu etwa 700 m reichend, *Taxus baccata* subsp. *brevifolia* als Unterholz bis zu etwa 1300 m, *Thuja plicata* in kräftigen, bis 50 m hohen Exemplaren in den unteren Tälern der Rocky Mountains von Columbien, in schwächeren und zuletzt kümmerlichen bis zu 1900 m. Auch die im Küstenwald häufige *Tsuga Mertensiana* (Lindl. et Gord.) Carr. (= *Ts. heterophylla* [Raf.] Sarg.) tritt an der Westseite der Rocky Mountains, namentlich im Selkirk Range, noch oberhalb 1200 m gesellig mit schönen, 50 m hohen Exemplaren auf, *Ts. Pattoniana* Engelm. (= *Ts. Mertensiana* [Brongn.] Sarg.) findet sich nur in größerer Höhe von 900 m an aufwärts. Endlich kommt noch *Juniperus communis* f. *nana* (*alpina*) oberhalb der Baumgrenze vor.

Im allgemeinen kann man nach dem Vorkommen der *C.* in den nördlichen Rocky Mountains folgende Höhenregionen unterscheiden: 1. Region der *Pinus ponderosa* von 650—850 m in lichten oder dichten Beständen, in letzteren auch gemischt mit *Pseudotsuga* und *Pinus monticola*, im niedrigen Land mit *Pinus contorta* var. *Murrayana*, in niedrigen feuchten Landstrichen mit *Larix occidentalis*. 2. Region der *Pinus monticola* 900—1400 m, am besten entwickelt in Flufitälern und an Nordabhängen, während sonst in dieser Höhe noch viel *Pinus ponderosa* vorkommt. Auch die meisten anderen Nadelhölzer treten in dieser Höhenstufe auf, und die an jüngerem Nachwuchs reichen Bestände sind fast nie rein. 3. Region der *Abies lasiocarpa* (*A. subalpina*) von 1500—1700 m, besonders an hohen Abhängen und Rücken, wo reichlicher Schneefall eintritt und Abfluß vorhanden ist. 4. Region der *Pinus albicaulis* und *Tsuga Pattoniana* von 1700 m an.

b) Die mittleren Rocky Mountains, ohne scharfe Abgrenzung gegen die nördlichen, haben das größte Areal von etwa 52° bis zu 34° n. B. im südlichen Colorado. Größere Wälder treten in dieser Zone im allgemeinen erst in bedeutender Höhe um etwa 1900 m und da auch nur an besonders günstig exponierten Abhängen auf. Im nördlichen Teil dieser Zone liegt der berühmte Yellowstone-Park, dessen häufigstes Nadelholz *Pinus contorta* var. *Murrayana* ist, auf trockeneren Plateaus zwischen 2300 und 2600 m fast reine Bestände bildend, aber auch noch bis 3100 m aufsteigend. In tieferen, trockenen Lagen kommt sie zusammen mit *Pseudotsuga*, in höheren und feuchteren mit *Picea Engelmannii* und *Abies lasiocarpa* (*A. subalpina*) vor. An trockeneren Rücken von 2500 m an gedeiht *Pinus flexilis* James, welche bis Arizona verbreitet ist, namentlich um 2600 m, geht aber auch stellenweise bis zu 1900 m herunter und vereinigt sich dort mit *Juniperus occidentalis* var. *monosperma*. Zusammen mit *Pinus flexilis* wächst auch *P. albicaulis*, welche an exponierten Rücken und Gipfeln bis zur obersten Baumgrenze reicht. An trockenen grasigen Abhängen bis 2900 m gedeiht noch *Pseudotsuga*. Die uns ebenfalls schon von den nördlichen Rocky Mountains bekannte *Abies lasiocarpa* findet sich an kühlen, feuchten Nordabhängen auch in geringerer Höhe und bildet für sich Haine in der Parklandschaft. Auf den feuchten Plateaus um 2600 m und an den Abhängen tief eingeschnittener Canons bildet sie mit *Picea Engelmannii* die Hauptbestände. Auf niedrigen felsigen Abhängen findet sich *Juniperus communis* f. *nana*. Weiter südlich in den Wahsatch Mountains sehen wir die Nadelhölzer von der mittleren Höhe der Canons bis zu etwa 3500 m hinaufreichen, *Pinus ponderosa* (1600—2600 m), *P. flexilis* (2100—3600 m), *P. contorta* var. *Murrayana* (nicht über 6 m hoch, 2300 bis 2600 m), *P. Engelmannii* (2600—3300 m), *P. pungens* Engelm. (*P. Parryana* Barrow et Sarg., 2300—3300 m), *Pseudotsuga taxifolia* (2300—2900 m), *Abies concolor* (1900 bis 2600 m), *Juniperus occidentalis* var. *monosperma* (um 1900 m). In den sich anschließenden Rocky Mountains von Colorado beginnt der Baumwuchs in noch bedeutenderer Höhe, am tiefsten im Tal San Luis bei 2400 m mit *Juniperus occidentalis* var. *monosperma* und *Pinus cembroides* var. *edulis*, bei Twin Lakes um 3000 m mit *P. contorta* var. *Murrayana* und *P. ponderosa*, welche erst bei 3600 m als stattliche Bäume auf treten; *Pseudotsuga* scheint sich schon in etwas geringerer Höhe wohl zu fühlen, außerdem finden sich in dieser Höhe *Picea pungens* und *Abies lasiocarpa* (*A. subalpina*). Oberhalb der erwähnten Stufe von 3500—3800 m ist das Gelände reicher gegliedert und hier herrscht von *C.* hauptsächlich *Pinus flexilis*. Dicht unter der Baumgrenze wächst auch noch die mit *P. Balfouriana* nahe verwandte und bis Nevada, Nord-Arizona und Südwest-

Kalifornien verbreitete *P. aristata* Engelm., an ungeschützten Stellen dem Boden angelehnt, infolge der heftigen Westwinde ihre Spitzen ostwärts neigend. Auch *Picea Engelmannii* tritt in Colorado über der Baumgrenze strauchartig auf. Im südlichen Colorado ist in der oberen Region die Coniferenvegetation ziemlich die gleiche. Selbst die Abhänge des Santa Fé-Range im Südosten sind mit *Pinus ponderosa*, *P. flexilis* und *Abies concolor* besetzt, während die Vorberge dichte Bestände von *Pinus cembroides* var. *edulis* und *Juniperus (occidentalis* var. ?) *monosperma* Sarg. tragen; und das bis nahe zum Rio Grande reichende, fast 2600 m hohe Zufii-Mountain-Plateau beherbergt dieselben C., außerdem noch *Pseudotsuga taxifolia*. Hier ist auch noch der xerophytische *Juniperus utahensis* Lemm. zu erwähnen, der von dem Steppengebiet des großen Beckens über das östliche Utah nach dem südlichen Wyoming und westlichen Colorado verbreitet ist. Xerophil ist auch *J. scopulorum* Sarg., der als 10—13 m hoher Baum meist oberhalb 1600 m an der Ostseite der Rocky Mountains von Alberta bis in das westliche Texas, aber auch von der Kiste British-Columbiens bis zum östlichen Oregon, Nevada und Nord-Arizona vorkommt. Eine erheblichere Änderung der Coniferenvegetation finden wir in den südlichen Rocky Mountains.

c) Die südlichen Rocky Mountains nehmen nur einen kleinen Raum in Neu-Mexiko und Arizona ein und sind von den Gebirgen Colorados durch Wüstensteppe oder Halbwüste geschieden. In diesen südlichen Rocky Mountains finden sich oberhalb der Xerophytenformation der Succulentensteppe folgende Arten: *Pinus ayacahuite* Ehrenb. var. *brachyptera* Shaw (*P. Llaveana* Schiede), *P. cembroides* Zucc, *P. leiophylla* Schl. et Cham. var. *chihuahuana* (Engelm.) Shaw, *P. arizonica* Engelm., *Picea Engelmannii*, *Abies concolor*, *A. arizonica* Merriam im San Francisco-Gebirge, *Juniperus pachyphloea* Torr., *J. monosperma* Sarg., *Cupressus arizonica* Greene, *C. Benthamii* Endl. var. *arizonica* Mast., an nördlichen Hängen bis 2000 m bedeutende reine Bestände bildend.

Das mittelamerikanische Xerophyteogebiet mit der Chaparal- und Sonora-Provinz sowie der Provinz des mexikanischen Hochlands schließt sich an* die südlichen Rocky Mountains sowie an die westmexikanische Wüsten- und Steppenprovinz an und geht in dieselben allmählich über; das mexikanische Hochland erhebt sich über Regionen, welche unzweifelhaft dem tropischen südamerikanischen Florenreich angehören. Bis Nieder-Kalifornien dringen von Norden vor: *Pinus cembroides* mit ihren Varietäten, *P. Lambertiana*, *P. ponderosa* var. *Jeffreyi*, *P. contorta* var. *Murrayana* (San Pedro Martir Mts.), ferner ist diesem Bezirk eigentümlich *Cupressus guadalupensis* S. Wats. In Mexiko treten schon in der subtropischen Region auf: *Pinus Lawsonii* Roetzl., *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus* Lindl. (in Guatemala bei 1300 m, auch in Nicaragua), *P. Montezumae* Lamb. (in Guatemala bei 1600 m) und *P. oocarpa* Schiedel. (in Guatemala bei 1500 m), *Juniperus flaccida* Schlecht. und *Taxodium mucronatum* Ten. (beide von 1900 bis 2600 m). Vom pazifischen Nordamerika dringen bis in das nördliche mexikanische Hochland vor: *Pinus cembroides*, *P. ponderosa* var. *arizonica*, *Juniperus pachyphloea*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, oder es erscheint in anderer Varietät: *P. flexilis* var. *reflexa*, oder es beginnen hier aufzutreten: *P. ayacahuite* Ehrbg., welche, bis über 30 m hoch, durch ganz Mexiko bis Guatemala oft Bestand bildend verbreitet ist, mit der Var. *brachyptera* Shaw, *P. Lumholtzii* Robins. et Fern. (verbreitet bis in den Südwesten), *P. Montezumae* Lamb. (südwärts bis Guatemala und dort aufsteigend bis 4000 m), *Abies religiosa* (Humb.) Cham. et Schl. (1900–3500 m), verbreitet bis zum Orizaba; *Cupressus Benthamii* Endl. (= *C. lusitanica* Mill. var. *Benthamii* [Endl.] Carr.) und var. *Lindleyi* Klotzsch (verbreitet bis Guatemala), *Juniperus flaccida* Schl. (1900–2600 m), *J. mexicana* Schiede (2300–3300 m), *J. tetragona* Schl. (1900–4500 m), *Taxodium mucronatum* Ten. (die letzteren meist verbreitet bis Oaxaca). Im Nordosten treten auf: *P. Nelsonii* Shaw, *P. Greggii* Engelm., *P. Pinceana* Gord. (verbreitet bis Hidalgo im Osten), *P. teocote* Cham. et Schl. (verbreitet bis zum Bezirk Mexiko), *P. pseudostrobus* Lindl. (verbreitet bis Guatemala), *P. patula* Schl. et Cham. (verbreitet bis Mexiko und Veracruz). Im Nordwesten tritt auf: *P. oocarpa* Schiede (verbreitet bis Guatemala), *Cupressus thurifera* Humb. Bonpl. et Kunth in Mexiko, welche auch als Varietät der *J. lusitanica* angesehen wurde, aber nach Dtimmer eine in Mexiko entstandene Varietät der *Thuja orientalis* (var. *mexicana*) ist.

Nur im zentralen Mexiko scheint *Taxus globosa* Schl. vorzukommen; dagegen ist

vom zentralen bis zum südlichen Mexiko die typische *P. leiophylla* Schl. et Cham, verbreitet und nur im südlichen und südwestlichen Mexiko findet sich *P. Lawsonii* Roetzl. Den südwestlichen Bezirken allein gehört *P. Greggii* Engelm. an. Die meisten der hier angeführten Arten gehören zu den Gruppen *Australes* und *Insignes* Shaw.

Im **Gebiete des tropischen Amerika** besitzt Westindien noch C, welche zu den nordischen in Beziehung stehen, andererseits solche, welche im nördlichen extratropischen Florenreiche nicht durch entsprechende Formen repräsentiert sind. Auf Nord-Kuba und der Isle of Pines wächst *Pinus tropicalis* Morelet (*P. terthrocarpa* Shaw). Auf Ost-Kuba und San Domingo findet sich *Pinus occidentalis* Sw. (*P. cubensis* Griseb.), der Gruppe der *Australes* Shaw angehörig, welche in den südlichen Vereinigten Staaten und Mexiko reich entwickelt ist. *P. occidentalis* bildet namentlich auf San Domingo in der Mitte der Insel ausgedehnte Wälder und steigt von 190—2630 m auf. Der Gruppe der *Australes* gehört auch die auf den Bahama-Inseln wachsende *Pinus caribaea* Morelet an. Jamaika hat mit den Bermudas-Inseln, den Bahama-Inseln und Süd-Florida *Juniperus bermudiana* L. gemein. In Florida, auf den Bahama-Inseln, Jamaika und Kuba wächst ferner *J. lucayana* Britton als 6—10 m hoher Baum. Auf den Gebirgen von San Domingo kommt von 1300—1500 m als 13 m hoher Baum *J. gracilior* Pilger vor. Hierzu kommen auf Kuba, Jamaika, Portorico und den Kleinen Antillen einige *Podocarpus*-Arten, welche aber in den unteren Regionen noch unter 1000 m wachsen und bei der Besprechung der C. des tropischen Südamerika erwähnt werden.

Ostasien. Der Reichtum des pazifischen nordamerikanischen Gebiets an Gattungen und Arten der C. wird noch übertroffen von der großen Zahl der im extratropischen Ost- und Zentralasien heimischen. Dies ist nicht zu verwundern, da das Gebirgsland dieses Erdteils einen viel größeren Flächenraum einnimmt, als das pazifische Nordamerika, auch viel reicher und nach mehr verschiedenen Richtungen gegliedert ist, als das letztere. Dazu kommt, daß während der Eiszeit nur in einem verhältnismäßig kleinen Teil dieses umfassenden Gebietes die ursprüngliche tertiäre Vegetation verdrängt wurde. Bei der hier gebotenen räumlichen Beschränkung der Darstellung kann die geographische Verbreitung der einzelnen Arten der C. nicht so ausführlich besprochen werden, als es das wohl ziemlich allgemeine Interesse an diesem Gegenstande erheischt, es kann dies um so eher geschehen, als mein Schüler, Dr. Wilhelm Patschke, im 48. Band der Botanischen Jahrbücher (1912, S. 626—763) den Gegenstand in seiner Dissertation: »Über die extratropischen ostasiatischen Coniferen und ihre Bedeutung für die pflanzengeographische Gliederung Ostasiens« ausführlich behandelt hat. Mehrere durch die Fortschritte der letzten 10 Jahre notwendig gewordenen Verbesserungen und Ergänzungen sind im folgenden enthalten.

Wir beginnen mit dem **temperierten Ostasien** (Engler, Syllabus der Pflanzenfamilien, 9—10. Aufl., S. 379 G), in welchem ich 5 Provinzen unterschieden habe, die ich im folgenden, von Norden anfangend, etwas genauer begrenzen werde.

A. Provinz des südwestlichen Kamtschatka mit dem Küstenland östlich vom Stanowoigebirge und dem östlichen Jablonoigebirge. Während der östliche und nördliche Teil Kamtschatkas mit dem östlich des Stanowoigebirges und nördlich des Jablonoigebirges gelegenen Binnenland dem subarktischen und arktischen Sibirien angehört und als charakteristische C. *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Larix sibirica* Ledeb., *Pinus silvestris* und *P. cembra* in großen Beständen beherbergt, herrscht im westlichen und südlichen Teil Laubwald, am Kamtschatkafluß und am Fuß des Semjatschikvulkans unter 56° 30' n. B. Nadelwald mit *Picea jezoensis* (Sieb. et Zucc.) Can*. (= *P. ajanensis* Fisch.) und *P. hondoensis* Mayr und *P. obovata*, *Abies sibirica*, *Larix dahurica* Turcz., *Juniperus communis* und *J. sabina* bis zu 300 m ii. M.; dann folgt Krummholz von *Pinus cembra* var. *pumila* Pall, bis zur Schneelinie bei 1700 m. *Picea jezoensis*, *Larix dahurica* und *Pinus cembra* subsp. *pumila* finden wir aber auch am Ostabhang des Stanowoigebirges, allerdings bisweilen zusammen mit den ostsibirischen C, die im Westen allein vorkommen, außer der typischen baumartigen *Pinus cembra*, welche das Gebirge nach Osten nicht überschreitet.

Wir können also das südwestliche Kamtschatka zusammen mit dem Küstenland

entlang des Stanowoi- und des Jablonoigebirges etwa bis zu 55° n. B. als eine Provinz gelten lassen. Was die Kurilen betrifft, so schließen sich deren nördliche von *Pinus cembra pumila* bedeckten Inseln bis einschließlich Urupp unter 46° dem östlichen subarktischen und arktischen Kamtschatka an. Tundrien und Besfände von *Pinus cembra pumila* verleihen auch den Kiistengebieten des nördlichen und mittleren Sachalin bis zu etwa 47° 10' einen teils subarktischen, teils arktischen Charakter.

B. Provinz des südlichen Amurland mit dem Gebiet der unteren Bureja, dem großen und kleinen Chingan, sowie von Ussuri, (Sicholualingebirge), Nordkorea und Sachalin. Das Amurland schließt sich in seinem nördlichen Teil an Ostsibirien durch das häufige Vorkommen von *Larix dahurica* Turcz., anderseits aber an das besprochene Kiistenland durch das starke Auftreten von *Picea jezoensis* (*P. ajanensis*) in den sumpfigen Niederungen an den Quellhüssen des Angun an, doch tritt, wie auch am Unterlauf des Amur, im nördlichen und zentralen Gebirgsland schon, wenn auch in geringer Menge *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. auf. Viel häufiger ist sie im Burejagebirge, besonders in den Außentälern. Im übrigen herrschen in den Nadelwäldern des Amurlandes *Picea obovata* und *Abies sibirica*, welche im Burejagebirge in der Var. *nephrolepis* Trautv. erscheint. Da der größte Teil der mittleren und westlichen Mandschurei von baumlosem Prärieland bedeckt ist, finden sich C. hauptsächlich auf dem bis 2300 m aufsteigenden Chingangebirge an der Grenze der Mongolei und in der oberen Region des etwa 2500 m hohen Schan Alin. *Picea jezoensis* und *P. obovata*, *Abies sibirica* var. *nephrolepis*, *Larix dahurica* und *Pinus koraiensis* machen auf letzterem Gebirge sich besonders geltend. Seltener sind *Pinus silvestris* var. *funnebris* (Komarow) und *Abies holophylla* Maxim. *Juniperus communis* und *J. sabina*, seltener *Taxus baccata* var. *cuspidata latifolia* bilden das Unterholz, und *Pinus cembra* subsp. *pumila* bedeckt einerseits weite Sumpfflächen zwischen Kirin und Senshing, während sie anderseits bis zu den höchsten Gipfeln aufsteigt. Korea nördlich Seoul dürfen wir hier anschließen, während das mittlere und südliche Korea mit seiner Coniferenflora der des mittleren Japan nahekommt. Nach Nakais Flora koreana II wurden in Nordkorea außer den aus der östlichen Mandschurei angeführten Arten *Thuja japonica* Maxim. und *Juniperus rigida* Sieb. et Zucc. nachgewiesen.

Auf der Insel Sachalin steigt in dem nördlichen und mittleren Teil der Nadelwald in der Nähe der Kiiste oberhalb der Tundraregion bis zu 250 m ii. M., im Innern aber viel höher hinauf, im südlichen Teil der Insel bildet der Nadelwald einen Gürtel zwischen einer unteren und einer oberen Laubwaldstufe.

Während in der kalteren Nordhälfte *Larix dahurica* var. *pubescens* über *Picea jezoensis*, *P. glehnii* (Schmidt) Mast, und *Abies sachalinensis* vorherrscht, dominieren im Süden die genannte Tanne und die beiden Fichten. Als Unterholz treten wie in der Mandschurei *Juniperus communis*, *J. sabina* und *Taxus baccata* var. *cuspidata latifolia* auf.

C. Provinz des nördlichen Japan mit Yezo und der temperierten sowie der alpinen Région des mittleren und südlichen Japan, den südlichen Kurilen bis einschließlich Iturup und dem südlichen Korea mit Quelpart. — Daß Yezo und Hondo nördlich von 38° dem Gebiet des temperierten Ostasien angehören, ergibt sich aus der großen Zahl der japanischen C, welche bis Yezo und bis zum nördlichen Hondo vordringen. Da aber ein großer Teil dieser Arten sich mit seiner Verbreitung südwärts über den 38° hinaus bis auf die höheren Gebirge des mittleren und südlichen Japans erstreckt, so möchte ich die temperierte Höhenstufe (einschließlich der alpinen) auch noch an das temperierte Ostasien anschließen, während die untere ± subtropische Region des mittleren und südlichen Japan dem ostasiatischen Übergangsgebiet angehört. Im einzelnen ist über die Verbreitung der C. in dieser Provinz noch folgendes zu bemerken.

Yezo (Jesso) mit Ausnahme des unter 42V2⁰ abgehenden, fast gänzlich dem Ackerbau anheimgefallenen Südwestzipfels, besitzt zunächst in seiner Nadelholzflora, welche in den zentralen Gebirgen von 500 bis 1000 m reicht und oben mit der Krummholzregion von *Pinus cembra* subsp. *pumila* abschließt, dieselben Arten, wie Sachalin; aber außer diesen kommen auf Yezo noch einige andere vor, und zwar im Norden: *Picea bicolor* (Maxim.) Mayr (*P. Alcockiana* [Parl.] Carr.), *Pinus koraiensis*, *Juniperus*

chinensis L., *J. littoralis* Maxim., *J. rigida* Sieb. et Zucc; in der Mitte, im Bereich von Sapporo: *Picea polita* (Sieb. et Zucc.) Carr. und *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc, im Süden: letztere Art, sowie *Pinus parviflora* Sieb. et Zucc. (*P. pentaphylla* Mayr), auch *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. und *Cryptomeria japonica* Don, welche aber wahrscheinlich hier nicht spontan sind. Die an das nördliche Yezo sich anschließenden Kurileninseln bis Iturup besitzen fast ganz dieselben C, welche dem nördlichen Yezo angehörend, nur kommt auf Iturup und Rubetz auch *Larix dahurica* Turcz. var. *japonica* Maxim. (*L. kurilensis* Mayr, *L. kamtschatica* [Rupr.] Mayr) vor. Bis zum Nordende der Insel Hondo reichen **Taxus baccata* subsp. *cuspidata* Pilg., *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc, **Pinus densiflora*, die namentlich an der Küste vorkommende **P. Thunbergii*, *Picea jezoensis* (Sieb. et Zucc.) Carr. (= *P. ajanensis* Fisch.), **Abies firma* Sieb. et Zucc (bis 40°), *A. Veitchii* Lindl., *A. Mariesii* Mast., *Cryptomeria japonica* (L. f.) Don, *Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc, *Thuja Standishii* (Gord.) Carr., *Th. japonica* Maxim., *Th. orientalis* L. (cult.), *Juniperus chinensis*, *V. rigida*, *J. littoralis*, *J. nipponica* Maxim. Von diesen Arten finden sich die mit vorgesetztem * auch auf Korea östlich und südlich von Seoul, weshalb die temperierte Region des südlichen Korea der Provinz des nördlichen Japan anzuschließen ist. Das gleiche geschieht mit der Insel Quelpart, auf der *Taxus baccata* subsp. *cuspidata*, *Pinus Thunbergii*, *P. densiflora* (von 1100 m an), *Abies Veitchii* (von 1600 m an) auftreten. Auf Bergen Koreas kommt auch die kleine baum- oder strauchartige *Thuja koraiensis* Nakai vor.

Im zentralen Hondo sind etwa 38 Arten Coniferen bekannt, die sich nach Patschkes Zusammenstellung auf die einzelnen Höhenstufen ungefähr folgendermaßen verteilen:

I. Bis 400 m: *Podocarpus (Eupodocarpus) macrophyllus* (Thunb.) Don, *P. (Nageia) nagi* (Thunb.) Zoll. et Moritz, *Cephalotaxus drupacea*, *Torreya nucifera* Sieb. et Zucc. *Pinus Thunbergii*, *Juniperus littoralis*, *J. chinensis*.

II. 400—1000 m: a) nur bis 700 m: *Podocarpus macroph.*, *P. nagi*, *Cephalotaxus drupacea*, *Pinus Thunbergii*, *Pseudotsuga japonica* (Schirasawa) Beissn., als 15—20 m hoher Baum im Hondo. — (?) über 700 m hinauf: *Torreya nucifera*, *Abies firma*, *Tsuga Sieboldii* Carr., *Pinus parviflora* u. *P. koraiensis* (erst von 700 m an), *P. densiflora*, *Cryptomeria japonica*, *Sciadopitys verticillata*, *Thuja orientalis* (cult.), *Th. japonica*, *Thujopsis dolabrata*, *Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc, *Ch. pisifera* Sieb. et Zucc, *Juniperus rigida*, *J. chinensis*.

III. 1000—1600 m: *Taxus baccata* subsp. *cuspidata*, *Torreya nucifera*, *Abies homolepis* Sieb. et Zucc. (*A. brachyphylla* Maxim.), *Picea Thunbergii* (Lindl.) Aschers. et Graebn., *P. polita* (Sieb. et Zucc) Carr., *Picea Maximowiczii* Regel, *Tsuga Sieboldii* Carr. (bis 1300 m), *Ts. diversifolia* Maxim. (von 1300 m an), *Pinus parviflora*, *P. koraiensis*, *P. densiflora*, *Juniperus rigida*, *J. chinensis*.

IV. 1600—2300 m: *Taxus bacc.* subsp. *culp.* (bis 2000 m), *Abies Mariesii* Mast., *A. Veitchii*, *Picea bicolor* (Maxim.) Mayr (*P. Alcockiana* [Lindl. et Veitch] Carr.), *Larix Kaempferi* (Lamb.) Sargent (*Larix leptolepis* [Sieb. et Zucc] Gord.), *L. dahurica* var. *japonica* Maxim., *Juniperus nipponica*, *J. chinensis*.

V. Oberhalb 2300 m, Krummholzregion:

a) bis 2700 m: Krummschäftige *Picea jezoensis*, *Larix Kaempferi*, *L. dahurica* var. *japonica*, *Pinus cembra* subsp. *pumila*, *Juniperus nipponica*.

b) oberhalb 2700 m: ausschließlich *Pinus cembra* subsp. *pumila*. Manche Berggipfel, z. B. der Fujiyama, sind oben kahl, ohne diese *Pinus*.

Auf Kiushiu, Schikoku und Hondo (Nippon) beschränkt sind: Die eigenartige *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc, *Thujopsis dolabrata* (L. f.) Sieb. et Zucc. und *Thuja japonica*, auf Hondo zwischen 35V2° und der Nordspitze beschränkt ist *Juniperus nipponica*, auf den zentralen Gebirgsstock (35V2—38°) *Larix Kaempferi* (Lamb.) Sarg. (*L. leptolepis* [Sieb. et Zucc] Gord.).

Es würden also dem Übergangsgebiet nur die Arten von I. und IIa. zuzurechnen sein, welche sich nicht auch noch in die Region IIb. hinauferstrecken und ohne Deckung im temperierten Europa nicht überwintern.

D. Provinz des nördlichen China (nördlich vom Tsinling-schan). Die nördlichsten chinesischen Provinzen Schöngking und Liautung, welche vielleicht besser an B. anzuschließen sind, sind gegenwärtig waldlos. In Tschili sind die dichten Wälder, welche einstmals die Gebirge im Norden von Peking bedeckten, vernichtet. Nur in dem 3000 m hohen Weichanggebirge haben sich ausgedehnte Waldbestände von *Larix dahurica* und *L. sibirica*, *Picea obovata* und *Abies sibirica* mit Unterholz von *Juniperus chinensis* und *J. rigida* erhalten. In den Bergen nordwestlich und westlich von Peking, in dem 2700 m hohen Nankonggebirge und dem 3500 m hohen Sianwutai finden sich von 1800 m an in niedrigem Laubgeholz eingesprengt *Larix dahurica* und *L. sibirica*, welche im Wutaischan, auf der Grenze zwischen Tschili und Schansi, ihre Südgrenze erreichen, weiter unten aber die bis Formosa und darüber hinaus nach Süden verbreitete *Pinus Massoniana* Lamb., *P. Bungeana* Zucc., *P. densiflora* Sieb. et Zucc. und *P. Thunbergii* Parl. Auf dem Lauschan-Gebirge in Schantung ist nur *Pinus densiflora* von 200—900 ü. M. in kleinen Beständen anzutreffen. Aus den an Schantung sich anschließenden, höherer Gebirge entbehrenden und vollständig in Kulturland umgewandelten Provinzen Nordchinas, Kiangsu, Nganhwei, Honan, Ost- und Zentralhupeh sind keine C. bekannt.

Der 150 bis 200 km breite, aus mehreren von Osten nach Westen streichenden, 2600 bis 3300 m aufragenden Längsketten bestehende, nach Norden und Süden steil abfallende Tsinling-Schan scheidet die nordischen Landschaften von der hauptsächlich immergrünen Vegetation des mittleren Chinas. Das noch zu Marco Polos Zeiten wenigstens im Innern ausgedehnte Wälder beherbergende Gebirge trägt jetzt auf seinen reichgegliederten Bergen an schwerer zugänglichen Stellen noch Nadelwaldreste von etwa 20 Arten, von denen ein kleinerer Teil auch in Japan und dem nördlichen China, ein größerer nur im mittleren China angetroffen werden. Von den ersteren sind zu nennen: *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc. mit der Varietät *Harringtonia* (Forb.) Pilg. (= *C. pedunculata* Sieb. et Zucc.), *Taxus baccata cuspidata*, *Tsuga Sieboldii*, *Abies Veitchii*, *Pinus koraiensis*, *P. densiflora*, *P. Thunbergii*, *Juniperus chinensis* (jenseits des Tsinling bisweilen angepflanzt). Von Süden oder Südwesten dringen bis zum Tsinling vor: *Cephalotaxus Fortunei* Hook. (von Siam, Burmah, Süd- und Zentralchina), *Larix Pontaninii* Batalin (*L. chinensis* Bettsner), *Pinus Armandii* Franch., *P. sinensis* Lamb. und *P. Bungeana* Zucc. (beide im nördlichen China bei Tempeln usw. angepflanzt), *Picea brachytyla* (Franch.) Pritz., *P. Watsoniana* Mast., *Abies chensiensis* Van Tiegh., *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook., *Cupressus funebris* Endl., *Juniperus formosana* Hayata, *J. squamata* Lamb. Ober den Tsinling hinaus bis Tschili dringt vor von Süden nach Norden oder umgekehrt von Norden nach Süden *Pinus Massoniana*. Die letztgenannten Arten gehören der ostasiatischen Übergangsprovinz an.

E. Provinz der temperierten Region der westchinesisch-osttibetanischen Hochgebirge und des Himalaya.

1. Das westchinesisch-osttibetanische Hochgebirge, welches das Rote Becken umrandet, weist eine ungemein reiche Coniferenflora auf, sowohl in der Zahl der Arten, wie auch in der Ausdehnung der Bestände von einzelnen Arten, namentlich in der temperierten Region, deren Arten denen des temperierten Japans so nahe stehen, daß mehrere von ihnen, namentlich von Masters, mit solchen identifiziert wurden. Doch haben besonders Rehder und Wilson auf Grund reicheren Materials die meisten der in dieser Provinz vorkommenden C. als selbständige, von den japanischen und nordchinesischen Arten verschiedene erkannt oder bezeichnet. Dementsprechend erleiden jetzt die Angaben von Masters und Patschke über die Verbreitungsverhältnisse der chinesisch-tibetanischen C. nicht unwesentliche Änderungen, welche in folgender Übersicht zum Ausdruck kommen. In diese Übersicht sind auch die Arten des temperierten Himalaya, von Schensi (mit dem Tsinlingschan) und Kansu, sowie der Hochebene von Yunnan aufgenommen, welche dem ostasiatischen Übergangsgebiet angehört.

In der Tabelle bedeutet I. das Vorkommen der betreffenden Art in einer Höhenstufe unter 2000 m, II. das Vorkommen von 2000 m aufwärts, III. von 2500 m an, IV. von 3000 m an, V. von 3500 m an aufwärts. Vor der Rubrik Himalaya sind zwei mit Westen und Osten bezeichnete Spalten für Angaben des Vorkommens im West- und Ost-Himalaya bestimmt. R. et W. hinter den Artnamen ist hier = Rehder et Wilson.

Übersicht fiber die Coniferen der temperierten Region der westchinesisch-osttibetanischen Hochgebirge und des Himalaya.

		W	O	Himalaya	Hochebene von Yunnan	NW.- Yunnan	Sz- tschwan und Ost-Tibet	West- Hupeh	Schensi	Schansi	Kan s u
I	<i>Taxua baccata</i> L. subsp. <i>Wallichiana</i> (Zucc.) Pilger.	X	X	1600-3300	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Taxu8 baccata</i> subsp. <i>cuspidata</i> var. <i>chinensis</i> Pilger.	—	—	—	—	—	600-2100	600-1300	—	—	—
III—V	<i>Cedrus deodara</i> (Griff.) Loud.	X	X	1300-3900	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Larix Potanini</i> Batalin.	—	—	—	—	3600	2800-4000	—	3000-3300	—	X
	„ <i>Masteraiana</i> R. et W.)*	—	—	—	—	—	2000-3300	—	—	—	—
III	„ <i>Griffithii</i> Hook. f. et Thorns.	—	X	2600-3800	—	—	—	—	—	—	—
	„ <i>dahurica</i> Turcz. var. <i>Principis Suprechtii</i> R. et W.	—	—	—	—	—	—	—	2600-3000	—	—
I—III	<i>Pinus Armandii</i> Franch.	—	—	—	2300	2800	1500-3000	1500-2000	X	—	—
I—IV	„ <i>excelsa</i> Wall.	X	X	1800-3200	—	—	—	—	—	—	—
II—V	„ <i>sinensis</i> Lamb	—	—	—	X	—	2400-4000	—	—	—	X
I—II	„ var. <i>yunnanensis</i> (Franch.) Shaw.	—	—	—	—	1300-3000	1300-2000	—	—	—	—
IV—V	<i>Pinus sinensis</i> var. <i>densata</i> (Mast.) Shaw	—	—	—	—	—	2800-4000	—	—	—	—
II—IV	„ <i>Oerardiana</i> Wall.	X	—	1800-3500	—	—	—	—	—	—	—
III—IV	<i>Picea Hmitmana</i> (Lamb.) Boiss.	X	x	2600-3500	—	—	—	—	—	—	—
III—IV	„ <i>khutrov</i> (Royle) Carr.	X	—	2000-3600	—	—	—	—	—	—	—
II—V	„ <i>asperata</i> Mast.	—	—	—	—	—	2000-3500	—	—	—	—
I—II	„ <i>heterolepis</i> R. et W.	—	—	—	—	—	1600-2500	—	—	—	—
IV—V	„ <i>gemmata</i> R. et W.	—	—	—	—	—	3300-3600	—	—	—	—
IV—V	„ <i>retroflexa</i> Mast.	—	—	—	—	—	3300-4000	—	—	—	—
III—V	„ <i>aurantiaca</i> Mast.	—	—	—	—	—	2600-4000	—	—	—	—
II—IV	„ <i>Watsoniana</i> Mast.	—	—	—	—	—	2200-3300	—	2600	—	—
II—III	„ <i>Wilsonii</i> Mast.	—	—	—	—	—	—	2000-2600	2000-2300	—	—
IV	„ <i>Meijeri</i> R. et W.	—	—	—	—	—	—	—	—	3000	X
LV—V	„ <i>Balfouriana</i> R. et W.	—	—	—	—	X	3300-4000	—	—	—	—
IV—V	„ <i>purpurea</i> Mast.	—	—	—	—	—	3000-3600	—	—	—	X
V	„ <i>hirtella</i> R. et W.	—	—	—	—	—	3600-4100	—	—	—	—
V	„ <i>moutigena</i> Mast.	—	—	—	—	—	3600-4000	—	—	—	—
I—III	„ <i>brachytyla</i> (Franch.) Pritzl	—	—	—	—	X	—	1600-2600	X	—	—
I—III	„ <i>ascendens</i> Patschke	—	—	—	—	—	1300-3000	—	—	—	—

•) Abkürzung: R. et W. = Rehder und Wilson.

Übersicht fiber die Coniferen der temperierten Region der westchinesisch-osttibetanischen
Hochgebirge und des Himalaya.

		W	0	Himalaya	Hochebene von Yunnan	NW.- Yunnan	Sz- tschwan und Ost-Tibet	West- Hup eh	Schensi	Schansi	Kansu
II	<i>Picea complanata</i> Mast.	—	—	—	—	—	2000-2600	—	—	—	—
II-V	„ <i>Sargentiana</i> R. et W. *)	—	—	—	—	—	2000-4300	—	—	—	—
III	„ <i>likiangensis</i> (Franch.) Pritzel	—	—	—	—	2600	—	—	—	—	—
	<i>Forestii</i> Craib	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
IV	<i>Tsuga yunnanensis</i> (Franch.) Mast.	—	—	—	—	2800	3000-3300	—	—	—	—
	„ <i>Mairei</i> Lemée et Lév.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
III-V	„ <i>chinensis</i> (Franch.) Pritzel	—	—	—	—	2800	2500-3800	2000-3000	2300	—	—
III-IV	„ <i>dunwaa</i> (Don) Eichler	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	„ <i>Brunoniana</i> (Wall.) Carr.	—	X	2900-3200	—	—	—	—	—	—	—
II-V	„ <i>Delavayi</i> Franch.	—	—	—	—	3500 4200	2000-4000	—	—	—	—
IV-V	„ <i>Webbiana</i> (Wall.) Lindl.	X	—	3100-4300	—	—	—	—	—	—	—
IV-V	„ <i>densa</i> Griff.	—	X	3000-4000	—	—	—	—	—	—	—
II-IV	„ <i>pindrov</i> (Royle) Spach	X	—	2400-3500	—	—	—	—	—	—	—
II-V	„ <i>recurvata</i> Mast.	—	—	—	—	—	2300-3600	—	—	—	—
IV-V	„ <i>Fojconiana</i> R. et W.	—	—	—	—	—	3000-4000	—	—	—	—
II-IV	„ <i>chensicnsis</i> Van Tiegh	—	—	—	—	—	—	2300-3500	—	—	—
II-V	„ <i>Beissneriata</i> R. et W.	—	—	—	—	—	2600-3800	—	—	—	—
II-IV	„ <i>Fargfisi</i> Franch.	—	—	—	—	— *	—	2300-3300	—	—	—
IV	„ <i>sutchuenensis</i> R. et W.	—	—	—	—	—	—	—	3000	—	X
V	„ <i>squamata</i> Nash.	—	—	—	—	—	3600-4100	—	—	—	—
	„ <i>sibirica</i> Ledeb. var. <i>nephrolepis</i> (Ma- xim.) Trautv.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	<i>Taiwania cnjptomerioidea</i> Hayata	—	—	2175-2250	—	—	—	—	—	X	—
I-IV	<i>Juniperus communis</i> L.	X	X	1700-3500	—	—	—	—	—	—	—
III-V	„ <i>squamata</i> Lamb	—	X	4000	—	2800-3600	3000-5000	2600-3600	X	—	—
II-V	„ var. <i>Fargesii</i> R. et W.	—	—	—	—	4500-4600	2000-2500	—	—	—	—
	„ <i>Koltunria</i> R. et Wils.	—	—	—	—	3600-4000	—	—	—	—	—
	„ <i>canvaUum</i> R. et W.	—	—	—	—	2500	—	—	—	—	—
III	„ <i>semperna</i> Ham.	X	X	3000	—	—	—	—	—	—	—
I-V	„ <i>macropoda</i> Boiss.	X	X	1600-4500	—	—	—	—	—	—	—
IV-V	„ <i>Wallichiana</i> Hook. f. et Thorns.	X	X	3000-4900	—	—	—	—	—	—	—
I-III	<i>Cepressus formosensis</i> Don	X	—	1800-3000	—	—	1300-2500	—	—	—	—

*) Abklrrzung: R. et W. = Reñder und Wilson.

2. Zur Coniferen-Flora des temperierten Himalaya ist im einzelnen noch folgendes zu bemerken. Mit Ausnahme der ihre Verwandten in Kleinasien und auf dem Atlas besitzenden Cedern sind alle C. der temperierten Region mit westchinesisch-tibetanischen und japanischen verwandt. ± längs des ganzen Himalaya von Bhutan bis Afghanistan sind folgende C. verbreitet: *Taxus baccata*, *Cedrus deodara* (1800—3200, auch 3900 m an der Ostgrenze in Kumaon), oft ausgedehnte Wälder bildend; ***Pinus excelsa*, aus der Verwandtschaft der *Pinus Armandii*, *Picea Smithiana* (Wall.) Boiss. (= *P. morinda* Link)*), *Juniperus recurva***, erst oberhalb 3000 m. Von Nepal bis zum nordwestlichen Himalaya (1600—4500 m) über Afghanistan, Beludschistan nach Persien und Maskat findet sich der mit *Juniperus excelsa* verwandte bis 16 m hohe *Juniperus macropoda* Boiss., von Bhutan bis Nordwest-Himalaya (Simla) findet sich in einer Höhe von 1800 bis 3000 m *J. torulosa* Don als 15—45 m hoher Baum, dem auch *J. cashmeriana* Royle sehr nahe steht. Nur im westlichen Himalaya und Afghanistan findet sich *Pinus Gerardiana*, sowie auch *Abies Webbiana* Lindl. (im Himalaya von 3100—4300 m, in Afghanistan von 2500—3500 m, siehe Bild). Die ebenfalls im nordwestlichen Himalaya zwischen 2400 und 3500 m und ostwärts bis Nepal vorkommende *Abies pindrow* ist nahe verwandt mit oder nur Varietät von *A. Webbiana*. Auch *Juniperus communis* ist von Kumaon durch den westlichen Himalaya bis Afghanistan verbreitet. Im östlichen Himalaya (Bhutan und Sikkim) findet sich zwischen 3000 und 4000 m eine andere, der *Abies Webbiana* ebenfalls sehr nahe stehende Art oder Unterart: *A. densa* Griff. Nur auf den inneren Gebirgszügen des östlichen Himalaya (Ost-Nepal bis Bhutan) finden sich von 2900—3200 m Wälder der *Tsuga Brunoniana* und von 2600—3800 m, sowie im tibetanischen Grenzgebiet bis über 4000 m *Larix Griffithii*, ebenfalls im Osten *Juniperus Wallichiana* (nahe verwandt mit *J. pseudosabina*), der namentlich in Zentralasien verbreitet ist.

Das **ostasiatische** Übergangsbereich mit wesentlich subtropischem Charakter beginnt auf dem Kontinent auf der Südseite des Tsinling-schan (s. S. 182), auf den Inseln in der Küstenregion Japans etwa bei 38° n. B. Südwärts dehnt sich dies Gebiet bis nach Kwantung und Hongkong aus. An Schensi mit dem Tsinling-schan schließt sich Hupeh an, in deren westlichem Teil aus der Alluvialebene Bergland allmählich zum Tapaschan und höher hinauf gegen Sz-tschwan aufsteigt. In Hupeh reicht das Areal des Übergangsbereiches bis etwa 2000 m, dann beginnt das temperierte Gebiet höher hinauf nach Sz-tschwan aufzusteigen. Noch bei 30 m ii. M., also in der Ebene selbst, finden sich außer der angepflanzten *Cupressus funebris* *Cephalotaxus Oliveri* Mast, und *Pinus Massoniana* Lamb., von denen der erstere bis zu 600 m, die letztere bis zu 1950 m aufsteigt. Auch *Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilger (300—1100 m) und *Cunninghamia lanceolata* Hook. (300—1950 m). Dann treten auf *Taxus baccata* subsp. *cuspidata* var. *chinensis* (600—1300 m), *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc. (600—2000 m), *C. Fortunei* Hook. (700—900 m), *Keteleeria Davidiana* (Bertr.) Beissn. (600—1300 m), ***Juniperus formosana* Hayata (600—1300 m), *J. chinensis* L. (600—1950 m), *Torreya grandis* Fortune (1000—1600 m), *Pinus Bungeana* Zucc. (1000—1250 m)**, die weit verbreitete und im Habitus recht vielgestaltige *P. sinensis* Lamb. (1400—2500 m, in West-Sz-tschwan **bis 4000 m, nach Shaw Syn.: *P. tabulaeformis* Carr., *P. leucosperma* Maxim., *P. funebris* Komarow, *P. Henryi* Masters, *P. prominens* Mast., *P. Wilsoni* Shaw, wahrscheinlich auch *P. tryii* Lemée et Léveillé; *P. nana* Faurie et Lemée, *P. Cavaleriei* Lemée et Léveillé), *P. Armandii* Franch. (1500—2000 m).**

Dann folgen in größerer Höhe über dem Meeresspiegel Arten, welche ausschließlich der temperierten Region der chinesisch-osttibetanischen Hochgebirge angehören.

Auf dem Tapaschan-Plateau, dessen obere, mitunter über 3000 m hinaus aufsteigenden Bergkuppen noch mit größeren Waldungen von Tannen, Fichten und Tsugen bestanden sind, wurden in den unteren Regionen folgende Arten konstatiert: *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc., *C. Fortunei* Hook., *Torreya Fargesii* Franch. (1400 m), *Taxus baccata* subsp. *cuspidata* var. *chinensis* (1800—2400 m), *Keteleeria Davidiana* (Bertr.) Beissn., ***Pinus Armandii* (2000 m), *Thuja sutchuenensis* Franch. (1400 m).**

*) Von Patschke werden bei der Besprechung der C. des Himalaya auch *Pinus silvestris* und *Picea excelsa* angeführt. Dieselben sind aber dort nicht einheimisch, sondern nur versuchsweise angepflanzt.

In den südlichen Mittelgebirgen von Sz-tschwan, welche höchstens 2200 m erreichen, finden sich fast dieselben Arten, welche bis zu dieser Höhe in West-Hupeh auf den Ausläufern des Tapaschan vorkommen; es fehlen jedoch *Cephalotaxus Oliveri*, *C. drupacea*, *Juniperus formosana*, *Taxus bacc.* subsp. *cuspid.* und *Pinus Bungeana*. Dagegen werden noch von diesen Mittelgebirgen angegeben: *Podocarpus* (*Eupodocarpus*) *macrophyllus* (Thunb.) Don. (ob = *P. Nakaii* Hayata ?) und *P. neriifolius* Don.

Aus Kwei-tschou mit meist waldlosen, höchstens bis 1500 m aufsteigenden Hügeln sind außer *Keteleeria Evelyniana* Mast, keine C. bekannt geworden, auch nicht aus dem nur bis 1000 m sich erhebenden Kulturland Hunan. Dagegen wurden in den Küstenprovinzen Kiangsu bis Kwantung und Kwangsi außer Arten, welche bis zu den Ausläufern des Tapaschan in West-Hupeh vordringen, noch einige beobachtet, welche nicht in das Innere des ostchinesischen Übergangsgebietes einzutreten scheinen. Schon in Kiangsu kommen vor: *Pinus Massoniana*, *Cunninghamia lanceolata* und *Juniperus formosana*. In Tschekiang werden an den Südhängen der Gebirge außer vorigen noch angetroffen: *Cephalotaxus Fortunei*, *Cryptomeria*, *Juniperus chinensis* und *Torreya grandis* Fortune, welche auch in Fukien vorkommt. Nur aus Kiangsi und Tschekiang ist die schöne *Pseudolarix Kaempferi* (Fortune) Gord. bekannt. Wahrscheinlich kommt sie auch im Wuji-Gebirge des Bezirks Fukien vor, wo *Keteleeria Fortunei* (Murr.) Carr. (auch in Hongkong angegeben), *Cunninghamia lanceolata*, *Cryptomeria japonica* und *Pinus Massoniana* vertreten sind, während bei Fu-tschou auf dem 700 m hohen Gipfel des Ku-schan Dr. L i m p r i c h t *Juniperus formosana* nachwies. Die 4 letzteren finden sich auch auf Formosa. Sehr bemerkenswert ist das Vorkommen von 2 Arten der neuen mit *Libocedrus* und *Chamaecyparis* verwandte Gattung *Fokienia* Henry et Thomas in Fokien, *F. Hodginsii* (Dunn) Henry et Thomas auf dem Taai Yeung Schan und *F. Mac-lurei* Merrill auf dem Yenping um 600 m. Ferner wurde in Fokien an den sumpfigen Ufern des Wu- und Jung-fu die merkwürdige hydrophile Taxodiacee *Glyptostrobus pensilis* (Stout.) K. Koch (= *G. heterophyllus* [Brongn.] Engl.) entdeckt, die schon länger von den Uferlandschaften um Canton in Kwantung bekannt ist und in neuerer Zeit von Dunn und Tutch er auch auf Hongkong zwischen Taipo und Fanling, sowie bei Hatsun aufgefunden wurde. Dieselben Autoren wiesen auf dem Mount Phoenix von Hongkong auch *Pinus Massoniana*, *Cunninghamia*, *Cephalotaxus Fortunei* und *C. argotaenia* nach, sowie *Podocarpus neriifolius* auf dem Mount Victoria.

Damit sind wir an die Südgrenze des ostchinesischen Übergangsgebietes gelangt; denn, wie auch auf Formosa macht sich auch auf Hongkong neben den letztgenannten subtropischen Formen das tropische Element des Monsungebietes in hervorragender Weise geltend.

Aus dem westlich an Kwantung sich anschließenden Bezirk Kwangsi ist uns über die Coniferenflora nichts bekannt geworden; sie dürfte den Übergang bilden zwischen der von Kwantung und der der 1600—1800 m ti. M. liegenden Hochebene von Yunnan, über welcher sich kaum 400 m ansteigende Hüfhenrücken erheben. Im südlichen Teil der Hochebene, im M5ng-tsue und Sz-mau-Gebiet stellte Henry folgende Arten fest: *Podocarpus neriifolius*, * *Cephalotaxus Fortunei*, * *Keteleeria Davidiana* (Bertr.) Beissn., *K. Evelyniana* Mast., * *Pinus Armandii*, *P. sinensis*, * *P. Massoniana*, * *Cunninghamia lanceolata* (bei 1800 m), * *Cryptomeria japonica* und *Libocedrus macrolepis*. Im nördlichen Teil, in der Gegend von Yunnan-fu und nordöstlich von Yunnan sammelten Maire und Ducloux etwa die Hälfte der vorgenannten Arten (durch ein * bezeichnet), sowie *Podocarpus macrophyllus*, *Tsuga chinensis*, *Thuja orientalis* (schwerlich spontan), *Cupressus funebris* (im mittleren China verbreitet), *Juniperus communis*, *J. squamata*, *J. chinensis*. Auch die zuerst auf Formosa entdeckte Taxodiacee *Taiwania cryptomerioides* wurde in Yunnan nachgewiesen.

Von Oberburma schließt die Höhenstufe zwischen 1100 und etwa 2200 m sich dem ostchinesischen Übergangsgebiet an; sie wird von der, lichte über Grasland zerstreute Haine zusammensetzenden, mit *P. yunnanensis* nahe verwandten *Pinus khasya* (Hook.) gebildet, die auch in den Gebieten von Naga, Chittagong, Manipur und Assam heimisch ist. Im Gebiet der nördlichen Schan-Staaten, bis zum Hotatal steigt diese Kiefer auf die höchsten Kämme der von Norden nach Süden streichenden Bergketten, an deren Hängen sie mit *Libocedrus macrolepis* gemischt ist. Die in den südlichen Schan-Staaten

vorkommende *Pinus Merkusii* gehört dem Monsungebiet an. *P. khasya* findet sich auch auf den Nordabhängen der Khasya-Berge und der Nagaberge und geht nicht weiter westlich, wie dies auch bei *Podocarpus Wallichianus* (1000 m), *Cephalotaxus Griffii* Mi (Mishoni-Hills in Assam, 1900 m) und *C. Mannii* (Hook.) (Khasia, 1600 m) der Fall ist.

Im Himalaya selbst setzt sich die Region des ostasiatischen Obergangsgebietes noch bis Nepal fort, einzelne Arten gehen sogar bis nach dem Nordwest-Himalaya. Den schon mehrfach erwähnten *Podocarpus neriifolius* Don können wir von Assam über Sikkim von 700—1000 m bis Nepal verfolgen; *Pinus longifolia* Royle, welche mit *P. khasya* verwandt ist, von Bhotan bis Afghanistan (500—2000 m), sogar bis Kafiristan, nordöstlich von Afghanistan. Dann ist noch *Cupressus torulosa* Don zu erwähnen, welche von 1800 bis 2000 m als 15—45 m hoher Baum von Chamba bis Nepal und auch in Simla vorkommt; dieser Art steht *C. cashmeriana* Royle sehr nahe. *Taxus baccata*, der schon bei 1900 m auftritt, ist mehr zu Hause in der temperierten Region bis 3500 m.

An den nördlichen Grenzen des Monsungebietes und in nächster Nachbarschaft des ostasiatischen Übergangsgebietes liegen die Provinzen der Liukiu- oder Riu-kiu-Inseln, der Bonin-Inseln und von Formosa, welche alle drei sehr starke Beziehungen zu Japan aufweisen, in deren unteren Regionen aber wie im südlichen Japan selbst auch das Florenelement des Monsungebietes vertreten ist. Aus letzterem Grunde hatte ich in der Übersicht über die Florenreiche und Florengebiete der Erde in meinem Syllabus (8. Aufl.) die genannten Provinzen an das Monsungebiet angeschlossen, dabei Formosa mit den Philippinen in eine Provinz vereinigt. Wenn wir aber die Verbreitung der im ostasiatischen Übergangsgebiet vorkommenden C. auf Grund der neueren Forschungen weiter verfolgen, so drängt sich eine andere Anschauung auf, wie wir bald sehen werden, der ich daher auch in der 9. und 10. Aufl. des Syllabus Rechnung getragen habe.

Von den durch niederschlagreiches Seeklima ausgezeichneten, zwischen 29 und 24° gelegenen Riukiu- (Liukiu-) Inseln beherbergt die Oshima-Okinawa-Gruppe einige C., nämlich *Pinus Massoniana*, *Cunninghamia sinensis* und *Juniperus taxifolia*. *Pinus Thunbergii* umsaumt die ganze Inselgruppe und die Insel Yakushima, auf der auch noch *Cryptomeria* erscheint. • Etwas zweifelhaft ist *Pinus luchuensis* Mayr. Auf der mittleren Gruppe finden sich *Podocarpus* (*Eupodocarpus*) *macrophyllus*, *P. (Nageia) nagi*, *Juniperus chinensis* und *Taxus baccata* subsp. *cuspidata*.

Von den zwischen 26° 30' und 27° 45' n. B. gelegenen vulkanischen Felsmassen der Bonin-Inseln ist zu berichten, daß dorthin von den Liu-kiu-Inseln *Juniperus taxifolia* gelangt ist.

Formosa, obwohl nur über 6mal weniger Breitengrade ausgedehnt als Japan, besitzt trotz allgemein reichlicher Niederschläge und großer Luftfeuchtigkeit infolge seiner gewaltigen Erhebung bis zu 4300 m eine auffallende Mannigfaltigkeit der Existenzbedingungen und wahrscheinlich auch infolge einer ehemaligen Verbindung mit dem Kontinent und mit Japan eine sehr reiche Coniferenflora, welche an Zahl der Arten nach weiteren Forschungen Japan bald übertreffen dürfte, an Gattungen aber jetzt schon übertrifft. Japanische Forscher, namentlich Prof. Hayata, haben durch angestrengte Arbeit in verhältnismäßig kurzer Zeit uns mit dieser interessanten Pflanzenwelt bekannt gemacht.

Die C. beginnen auf Formosa erst in der zweiten Zone, welche sich über der bis 500 m reichenden tropischen Zone ausdehnt, und verteilen sich nach Patschkes in mehreren Punkten veränderter*) Zusammenstellung wie folgt:

II. 500—1800 m Zone der immergrünen Eichen und des Kampferbaumes. In den oberen Lagen: *Podocarpus* (*Eupodocarpus*) *Nakaii* Hayata (verwandt mit *P. macrophyllus*), *P. (Nageia) nankoensis* Hayata (verwandt mit *P. nagi*), *Cephalotaxus drupacea*, *Pseudotsuga Wilsoniana* Hayata, *Keteleeria Davidiana* (Bertr.) Beissn. var. *formosana* Hayata, *Pinus Massoniana* Lamb., *P. aff. Thunbergii*, *Cunninghamia Kawakamii* Hayata.

*) Die Zusammenstellung Patschkes, welche 1912 abgeschlossen wurde, stützte sich auf die ersten Bestimmungen einiger Botaniker (namentlich Masters), nach denen mehrere der Formosaner oder Taiwanenser Arten für identisch mit japanischen gehalten wurden. Nach weiteren Sammlungen und Studien, namentlich Hayatas, hat man aber mehrere dieser C. als selbständige, zum Teil Formosa eigentümliche Arten erkannt.

III. 1800—2600 m Zone der Cryptomerien und *Cupressaceae*: die unter II. genannten **Arten mit Ausnahme von *Cunninghamia Kawakamii*, dafür *Cunn. Konishii* Hayata**, welcher auch in Yunnan aufgefunden wurde; *Tahvania cryptomerioides*, *Libocedrus macrolepis* (Kurz) Benth. (der auch auf der Hochebene von Yunnan um 1800 m vorkommt und westwärts bis zum Hothatal in Oberburma nachgewiesen ist, offenbar Reste eines ehemals grbfieren zusammenhängenden Areals), *Chamaecyparts formosana* Matsu-mura (aff. *pisifera*, bis 65 m hoher Baum), *Ch. obtusa* Sieb. et Zucc. f. *formosana*, *Thuja orientalis* (?), *Juniperus formosana* Hayata. Diese beiden Höhenstufen entsprechen in hohem Grade dem ostasiatischen Obcrgangsgebiet (S. 186).

IV. 2600—3200 m Zone der Kiefern: *Taxus baccata* subsp. *cuspidata* var. *chinensis* t *formosana*, *Cephalotaxus* sp., *Tsuga formosana* Hayata (aff. *diversifolia*), *Pinus formosana* Hayata (aff. *P. morrisonicola* Hayata, *P. parviflora*), *P. Armandii* Franch. (*P. scipioniformis* Masters, *P. Mastersiana* Hayata, *P. levis* Lem. et Leveillé in Zentral-, Stid- und West-china), *P. Uyematsui* Hayata (aff. *P. formosana*), *Juniperus formosana*.

V. 3200—4000 m Zone der Tannen und Fichten: *Taxus baccata* subsp. *cuspidata* var. *chinensis* f. *formosana*, *Pinus brevispica* Hayata, *P. taiwanensis* Hayata (aff. *P. densiflora*), *Picea morrisonicola* Hayata (aff. *P. Glehnii*), *Abies Kawakamii* (Hayata) Ito (3800 bis 4000 m), *Tsuga formosana* (bis 3400 m).

VI. 4000—4300 m Graszone: *Junip. formosana*, *J. morrisonicola* Hayata (bis 4300 m).

Aus diesen Angaben geht unzweifelhaft hervor, daß die C. beherbergenden Hb"henstufen, welche den gib'ten Teil der Insel Formosa einnehmen, sich an das ostasiatische subtropische und siidliche temperierte Obergangsgebiet anschließen und daß hb'chstens die unterste Stufe I noch dem Monsungebiet zugerechnet werden kann. Aus praktischen Griinden dürften manche geneigt sein, die ganze Insel Formosa als Provinz des ostasiatischen subtropischen Obergangsgebietes hinzustellen. Daß Formosa nicht mit den Philippinen in eine Provinz vereinigt werden kann, hat Merrill auch auf Grund der Arbeiten H a y a t a s über Formosa in einer Abhandlung »Die pflanzengeographische Scheidung von Formosa und den Philippinen« (Bot. Jahrb. f. Syst. LVIII [1923]) nachgewiesen.

Wir kehren zum asiatischen Kontinent und zwar zum temperierten Himalaya zurück, dessen C. auf S. 184—186 besprochen wurden und dessen subalpine und alpine Region mit *Juniperus recurva*, *J. macropoda* und *J. Wallichiana* dem zentralasiatischen Gebiet angeschlossen wird.

Von den **zentralasiatischen Gebirgen**, die sich über Wüsten und Steppen erheben, ist bekannt, in wie hohem Grade sie auf ihren Südhängen durch Baumlosigkeit charakterisiert sind und wie nur an den Nordhängen C. ihr Fortkommen finden. Sowohl in Turkestan, auf dem Alatau, wie in der Songarei, auf dem Tianschan, Nanschan und Alaschan ist *Picea Schrenkiana* Fisch. et Meyer, der *Picea obovata* des Altai und des mittleren Sibiriens nahe verwandt, die einzige Abietinee; von ihr ist *Picea tianschanica* Rupr. vom Tiën-shan nur wenig verschieden. Im Norden des Kuku-nor wächst *Picea crassifolia* Komarow. Außerdem sind aus diesen Gebieten einige *Juniperus* bekannt, so *J. communis* var. *nana* vom Alatau und Ost-Turkestan, *J. sabina* L. von der Songarei, West- und Ost-Turkestan (1300—2600 m), *J. pseudo-sabina* Fisch. et Mey. von der Songarei, West- und Ost-Turkestan bis zum Tiën-shan (2600—3500 m), *J. semiglobosa* Regel von Kokan bis Ost-Turkestan und zum Tiën-shan. Nach S o r o k i n e, Schriften der West-Uralischen Ges. naturforsch. Freunde XI, 2 (1878/79) sollen in den Ghissar-Bergen mit einigen der hier genannten Arten auch *J. kokanica* (nomen nudum), *J. davurica* Pall, und *J. foetidissima* Willd. vorkommen. Diese Angabe scheint mir bezüglich der beiden letztgenannten Arten auf Irrtum zu beruhen; *J. kokanica*, meines Wissens in der Literatur sonst nicht erwähnt, ist vielleicht identisch mit *J. semiglobosa*.

Juniperus-Alien sind es auch, welche in der subalpinen Region der osttibetanischen Hochgebirge oft größere Areale besitzen. Der im Norden des Tiën-shan sich erhebende Alatau hat außer *Picea Schrenkiana* und den Wachholdern (*Juniperus sabina* und *J. pseudo-sabina*) von 1000 m an noch *Pinus cembra* aufzuweisen. Im Osten des zentralasiatischen Gebietes bleiben noch der Nanschan und Alaschan zu erwshnen. Der Nanschan im Nordosten des Kuku-nor schließt sich mit seinen C. an den Tiën-shan

an. Auf die Laubgebläse der unteren Region (Weiden und Pappeln) folgen auf den **Nordhängen um 2100 m *Pinus sylvestris* var. *leucosperma* (bis 2500 m) und *Picea Schrenkiana* (bis 3150 m)**, während auf den Stidhängen der baumartige *Juniperus pseudo-sabina* bis in die alpine Region (nahe 4000 m) vordringt. Auch *J. chinensis* wurde von F u l l e r im Nanschan aufgefunden. Im Alaschan erscheinen tiber armseliger Steppe erst von 2370 m an auf dem Westhange lichte Walder von *Picea Schrenkiana*, *Pinus sylvestris* var. *leucosperma* und *Juniperus pseudo-sabina*.

Wir wenden uns nun westlich zum **Mittelmeergebiet** dessen östlicher bis Afghanistan reichender Teil vorzugsweise Steppencharakter trägt, aber trotz der großen Anzahl endemischer Arten die Elemente der Mittelmeerflora deutlich erkennen läßt. In Persien sind die C. sehr sparsam vorhanden. Der in Kleinasien verbreitete *Cupressus sempervirens* L. kommt in der montanen Region Nordpersiens und der bereits bei der Besprechung des Himalaya erwähnte Wachholder *Juniperus macropoda* Boiss. zwischen 3000 und 4300 m im südöstlichen Persien vor. Von Afghanistan erstreckt sich durch das nördliche Persien hindurch bis nach Kleinasien, Cypern, Creta und Calabrien *Pinus brutia* Ten. Die Küstenländer Kleinasiens bilden schon einen Teil des Mittelmeergebietes im engeren Sinne, in welchem einige C. von Kleinasien an bis nach der iberischen Halbinsel, *Juniperus phoenicea* sogar bis Madeira und bis zu den Kanaren verbreitet sind. Unter **diesen finden sich *Pinus pinea* L., *P. halepensis* Mill., *Juniperus oxycedrus* L. mit den beiden Unterarten *J. rufescens* Link und *J. macrocarpa* Sibth. et Sm., *J. phoenicea* L. auch in Nordafrika.** In Kleinasien sind besonders verbreitet: *Juniperus excelsa* M. Bieb., der auch in der südlichen Krim vorkommt, und *J. foetidissima* Willd., welcher Strauch auch in der subalpinen und alpinen Region Griechenlands heimisch ist. Im westlichen und südlichen Teile Kleinasiens sowie in Syrien finden sich montan und subalpin *Juniperus drupacea* Labill. und *Cedrus libanotica* Trew (= *C. patula* [Salisb.] K. Koch, *C. Libani* Barr., *C. libanotica* Link), häufig noch auf dem cilicischen Taurus, zusammen mit der auch in die alpine Region aufsteigenden *Abies cilicica* (Ant. et Kotschy) Carr. Auf Cypern findet sich die Subspecies *brevifolia* (Hook.) Holmboe. In der angrenzenden siideuxinischen Unterprovinz, deren Flora zu der des Kaukasus in Beziehung steht, sind *Picea orientalis* (L.) Link et Carr., *Abies Nordmanniana* (Stev.) Link charakteristische Bäume, namentlich in der oberen Waldregion. Auf dem Bithyn. Olymp und in Paphlagonien bildet Walder *Abies Bornmülleriana* Mattf. In Griechenland sind als eigentümliche C. *Abies cephalonica* Loud., auf Cephalonia und *A. ApoUinis* Link, letztere überall in der oberen Waldregion (1500—1700 m), auch wie *A. reginae Amaliae* Heldr. von Arkadien im Peloponnes und *A. panachaica* Heldr. als Varietät der vorigen angesehen, zu merken. Auf dem thessalischen Olymp kommen dann noch die in den Zentral-Rhodopen Bulgariens, auf dem Ossa, Pindus und Thasos wachsende *Abies Borisii regis* Mattf. und *Pinus leucodermis* Antoine vor, welche auch durch Serbien bis Montenegro und Dalmatien verbreitet ist, besonders schöne Bestände aber in der Herzegowina von 1400—1750 m bildet. Auf dem Ida wächst *Abies equi Trojani* Aschers et Graebn. In Italien haben wir keine eigentümliche C.; außer der gewöhnlichen Kiefer wird von den mitteleuropäischen C. die Edeltanne, *Abies alba* Mill., längs der Apenninen bis zu 37° 45', sowie auf Sizilien, den Nebroden und Korsika angetroffen; die Fichte aber fehlt südlich von den euganeischen Hügeln. Hingegen sind *Taxus baccata*, *Juniperus communis* und seine Form *nana* in Italien wie auch im übrigen Mittelmeergebiet mit Ausnahme des nordafrikanischen verbreitet, während *J. sabina* von den Alpenländern nach den Apenninen vorgedrungen dort seltener auftritt, als auf den Gebirgen der iberischen Halbinsel. Ferner ist *Pinus maritima* Lam. (*P. pinaster* Soland.) zu erwähnen, welche in Spanien, Südfrankreich, Ligurien, Toskana, Korsika und Dalmatien hauptsächlich litorale Bestände bildet. Die mit *P. leucodermis* und *P. maritima* verwandte *P. nigra* Arnold (*P. laricio* Poir.) zerfällt in einige Unterarten mit charakteristischer Verbreitung; die Varietät *austriaca* Hoss ist von Niederösterreich bis Galizien, dem Banat und Dalmatien und durch Serbien bis Thessalien verbreitet; die Varietät *Poiretiana* Aschers. et Graebn. ist ausschließlich mediterran, von Spanien bis Kreta; die Varietät *Pallasiana* Aschers. et Graebn. beschränkt sich auf die Krim und Kleinasien; hingegen ist die durch weniger steife Blätter ausgezeichnete Varietät *Salzmännii* (Dunal) Aschers. et Graebn. im Gebiet der Ostpyrenäen (Katalonien) und Sevnenn zu Haus. Im südlichen Spanien, in der Provinz Malaga kommt in der Sierra de Yimquera, in der Sierra de la Nieve und der

Serrania de Ronda zwischen 974 und 1148 m die schöne *Abies pinsapo* Boiss. vor, und in Algerien, im östlichen Kabylien zwischen 1400 und 1740 m bildet *A. numidica* de Lannoy Carr. Wälder, zusammen mit *Cedrus atlantica* Manetti, welche auch im Atlas bis Tiaret als Waldbaum auftritt. Die südlichste Art des Gebietes ist *A. maroccana* Trabut, südlich von Tetuan, in den Gebirgen. Auch *Juniperus thurifera* L., ein bis 15 m hoher Baum, ist Spanien und Algier, vornehmlich als Küstenpflanze gemeinsam. Endlich war auch der **Sandarak** *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters (*Callitris quadrivalvis* Vent.), deren Verwandte (*T. Brongniartii*) während der Tertiärperiode in Südfrankreich existierte, lange Zeit nur aus den Gebirgen von Algier bis Marokko bekannt gewesen, wurde aber in neuerer Zeit auch im südöstlichen Spanien in der Provinz Murcia aufgefunden.

In **Makaronesien** sind als eigentümliche C. zu nennen: *Juniperus brevifolia* Antoine, dem *J. oxycedrus* nahe stehend, auf den Azoren; *Juniperus cedrus* Webb et Berth, und *Pinus canariensis* Ch. Smith auf den Kanaren, die erstere jetzt sehr selten geworden an der oberen Grenze der Waldregion, letztere an warmen trockenen Abhängen von 800 bis 1000 m Wälder bildend, stellenweise tiefer hinabsteigend.

Es bleibt nun noch von dem nördlichen extratropischen Florenreich das **mittelenropäische und aralo-kaspische Gebiet** übrig, welches sich zwischen Mittelmeergebiet und dem subarktischen Europa ausbreitet. Von den spontan vorkommenden C. dieses Gebietes sind die verbreitetsten der Wachholder, *Juniperus communis*, die Kiefer, deren ausgedehnte Verbreitung nach Osten wir schon oben kennengelernt haben, und auch *Taxus baccata*. Letztere ist im Anschluß an ihre Verbreitung im Mittelmeergebiet durch ganz Mitteleuropa zerstreut, in den Gebirgsländern von den Pyrenäen bis zum Kaukasus, nordwärts bis 64° im südlichen Norwegen, bis 61° in Schweden, dann bis zum westlichen Estland und Livland. In den Gebirgen Südspaniens steigt sie bis 1948 m empor, in den Karpathen über 1600 m, in der Schweiz bis 1400 m und in den bayrischen Alpen bis 1144 m. Die Unterarten lassen sich durch den Himalaya und Ostasien bis zum atlantischen Nordamerika verfolgen. Die gewöhnliche Kiefer oder Föhre, *Pinus silvestris*, ist fast im ganzen Gebiete verbreitet und fehlt nur im ungarischen Tieflande, im Bakonyer Walde, in den Zentralkarpathen, in Slavonien, im Banat, oberhalb der montanen Region der Hochgebirge. Die Kiefer fehlt gegenwärtig als spontaner Baum an den Nordsee-Küsten und Inseln, wie auch auf den danischen Inseln, auch wurde ihr Indigenat im nordwestdeutschen Flachland bezweifelt; aber subfossile Funde aus Jütland (Hartz, Bidrag til Danmarks seneglaziale Flora og Fauna: Danmarks Geol. Undersøgelse Raekke Nr. II. 1902 und H. A. Weber, Über spät- und postglaziale Ablagerungen in der Wyhraniederung bei Lobstiedt und Bornä und die Chronologie der Postglazialzeit Mitteleuropas, in Abh. Nat. Ver. Bremen 1918, Bd. XXIX. H. 1) sprechen dafür, daß die Föhre dort schon unter spätglazialen Verhältnissen neben *Betula nana* und *Salix polaris* aufgetreten ist; auch hat Saran-so nachgewiesen, daß Föhren auf Seeland in frühneolithischer Zeit herrschten. Die Kiefer fehlt auch meistens in der Macchienregion des Mittelmeergebiets; ihre obere Grenze steigt im allgemeinen in der Richtung von Norden nach Süden in die Höhe, liegt aber unter gleicher Breite im Osten niedriger als im Westen. So steigt sie in den bayrischen Alpen im allgemeinen bis 1600 m, im Wallis bis 1800 m, in Südtirol bis 2016, im Berninagebiet bis 2100 m auf. Von den Unterarten der *P. silvestris* verdienen in pflanzengeographischer Beziehung noch besondere Beachtung Subsp. *engadinensis* Heer im Ober-Inntal bei Martinsbruck und Finstermünz, sowie subsp. *Frieseana* Wichura im nördlichen Skandinavien, erstere mit 5 Jahr andauernden Kurztrieben, letztere mit 8 Jahr aushaltenden. Die Schwarzkiefer, *Pinus nigra* Arn. mit ihren nach Norden vordringenden Varietäten, lernten wir schon als Baum des Mittelmeergebietes (S. 190) kennen; es kommt die Varietät *austriaca* in Niederösterreich, Karnten, Krain, dem Litorale, Ungarn, Kroatien, Dalmatien, Bosnien und der Herzegowina vor; sie steigt am westlichsten Punkte ihres Bezirkes bis zu 1113 m, am Südrande desselben bis zu 1247 m; Kalkboden scheint ihr besonders zuträglich zu sein. Das Areal der Edeltanne oder Weifitanne, *Abies alba* Mill., ist im Norden begrenzt durch eine Linie, welche in den Westpyrenäen unter 43° beginnend bei Roncesvalles den Kamm derselben überschreitet, dann nördlich derselben bei St. Bät verläuft, in die Auvergne eintritt und von hier, im allgemeinen nach Nordosten streichend, den

Ostabhäng der Vogesen erreicht; ein nach Westen offener Bogen schließt von ihrem spontanen Vorkommen aus Luxemburg bis Eifel, die schwäbische Alb und das Neckar-Bergland, das Mainland, Westfalen und Harz. Sodann verläuft die Grenze vom Nordrand des Thüringer Waldes nach Osten durch Sachsen, die Niederlausitz und Schlesien bis in die Gegend von Sorau ($51^{\circ} 40'$), von da nach dem Nordrande der Karpatien und durch Galizien bis jenseits Lemberg (50°), darauf direkt nach Süden durch die Bukowina. Die im Mittelmeergebiet verlaufende Südgrenze wurde bereits oben angedeutet. Die größten reinen Tannenwälder befinden sich am Nordabhäng der Pyrenäen, in den Gebirgen von Mittelirankreich, in den Vogesen, im Jura, Schwarzwald und Frankenwald, kleinere Bestände im Bayerischen und Böhmerwald, Thüringer Wald, Sachsen. In den Hochgebirgen ist sie meist der Fichte und Buche beigemischt; ihre untere und obere Grenze steigt sowohl in der Richtung von Norden nach Süden, wie auch in der von Osten nach Westen hinauf, in den Pyrenäen von Aragonien und in Sizilien steigt sie bis zu 1950 m hinauf. Die Fichte, *Picea excelsa* (Lam.) Lk., welche in Skandinavien seit der subborealen Zeit, als das Litorinameer seine größte Ausbreitung gewonnen hatte, von NO her eingewandert ist, auch während der Interglazialzeit fast durch ganz Mitteleuropa herrschte, fehlte in historischen Zeiten ursprünglich in einem großen Teile von Norddeutschland, in vielen Teilen des nordwestlichen Deutschland und in den Niederlanden, in einem großen Teile von Frankreich und Großbritannien, ferner im mittleren Böhmen, im südlichen Mähren, im mährisch-österreichischen, ober- und niederungarischen Tieflande, im mittlungarischen Berglande, in den tieferen Ebenen Süddeutschlands und im oberrheinischen Tieflande (W i l l k o m m); sie findet sich aber spontan in den deutschen Mittelgebirgen, in der Lausitz, in der schlesischen Ebene, Polen, West- und Ostpreußen, selten im nordwestlichen Flachlande; im Süden wild sie allgemein subalpiner Gebirgsbaum, wo sie feuchte Luft und einen gleichmäßig durchfeuchteten Boden findet. Zu beachten ist, daß die Alpenfichte (*P. excelsa* subvar. *alpestris* Briigger) durch glänzend grüne Blätter ausgezeichnet, in der subalpinen Region von Graubünden bis in die Seealpen beobachtet worden ist und wohl auch in den Ostalpen, sowie in den höheren Gebirgen Mitteleuropas nachgewiesen werden dürfte. Die Südgrenze verläuft vom Kopavnik in Serbien (43°) nordwestlich durch Kroatien nach den Alpen von Görz und Udine, sodann am Südrande der Alpen entlang, jedoch in die euganeischen Hügel ausbiegend, westwärts bis in die Seealpen (44°), zum Mont Ventoux, entlang der Sevennen und Pyrenäen, wo die Fichte im Walde von la Cinca bei $42^{\circ} 30'$ ihren südlichsten Punkt erreicht. In den Ost-Pyrenäen erlangt auch die dort angeforstete Fichte ihre größte Höhe über dem Meere, am Canigou 2411 m, während sie in Bayern (bis 1820 m), in Südtirol (bis 2259 m), dem Wallis (bis 2260 m) und dem Engadin als Baum unter dieser Höhe bleibt. Als Strauch tritt sie häufig an der Waldgrenze auf. Die Lärche, *Larix decidua* Mill. (*L. europaea* DC), findet sich gegenwärtig wild in den Alpen und Karpatien, im schlesisch-mährischen Gesenke (Kunzendorf bei Neustadt bis Freudental und Groß-Merlitz), im südlichen Randgebiete des böhmisch-mährischen Waldviertels um Poggstall und am Jauerling im Hügelland Südpolens. Sie steigt in den Alpen teils mit der Fichte oder Zirbel, teils allein bis zur Baumgrenze hinauf, am höchsten im Unter-Engadin (bis zu 2323 m), oberhalb Trafoi (2400 m), im Martelltal am Öchler (2400 Meter). Die Zirbelkiefer oder Arve, *Pinus cembra* L., deren ausgedehntes Area! in Asien wir bereits kennengelernt haben und deren Verbreitungsverhältnisse sehr gründlich von Rikli in seinem Werk »Die Arve in der Schweiz (1909)« behandelt wurden, tritt in den mitteleuropäischen Hochgebirgen sehr zerstreut auf, teils allein, teils mit der Lärche, in lichten Beständen, oft krüppelig, von den Seealpen bis Niederösterreich (Gamstein), Obersteiermark (Zirbitzkogel bei Judenburg), Bleiberg in Kärnten, und Steiner Alpen (hier einzelne alte Bäume), in größeren Beständen noch in den Dolomit-alpen Tirols, und ihre Grenzen sind in Bayern 1340—1960 m, in Tirol 1900—2340 m, im Wallis bei 2400 m, am Bernina bei 2580 m. In den Karpathen erscheint die Arve inselartig an einzelnen Lokalitäten von der Tatra bis zum Baiku im Banat. Das Knieholz, Krummholz, oder die Latsche, *Pinus montana* Mill., tritt in einigen Unterarten auf: A. *P. pumilio* Haenke im Isergebirge, besonders charakteristisch auf dem Kamm des Riesengebirges, auf den Karpathen bis in das südliche Siebenbürgen, sodann auf dem moorigen Waldplateau Südböhmens und Mährens, im Böhmer und Bayerischen Walde, auf den Mooren Oberbayerns (hier das tiefste Vorkommen bei 649 m), in den Alpen (bis zu 2695 m) und auf dem Jura, auch in der Tatra und Bosnien.

B. *P. mughus* Scop, wächst namentlich auf den italienischen, engadiner, südtiroler (1720 bis 1950 m), kärntner (910—970 m) und krainer Alpen, aber auch in Niederösterreich und auf den Mooren bei Rosenheim in Oberbayern. C. *P. undnata* Ram. (inkl. *P. rotundata* Link), von der Serrania de Cuenca (40°) in Spanien durch die Pyrenäen und Südfrankreich bis zum Jura, durch die Alpen (bis 2100 m) bis Siebenbürgen und Galizien, ferner im Fichtel-, Erz-, Iser-, Glatzgebirge, im mährisch-schlesischen Gesenke, auf der Babia Gora, in Mähren, Böhmen, Oberpfalz, Odenwald, Schwarzwald; in Spanien, den Pyrenäen und im unteren Engadin baumartig, sonst meist strauchartig. Im Tertiär existierte diese Form in Norddeutschland bis Königsberg und in England. Noch weiter verbreitet als die Krummholzkiefern ist der Sadebaum, richtiger Sevenstrauch, *Juniperus sabina* L., der in der Fichtenregion oder in der subalpinen Region der mitteleuropäischen Hochgebirge von Spanien bis zum Kaukasus vorkommt, wiewohl er niemals in so ausgedehnten Genossenschaften auftritt, wie die vorher genannten Arten. Schließlich sind noch folgende nur auf der Balkanhalbinsel vorkommende Arten zu erwähnen: *Pinus peuce* Griseb., die Murakiefern (*P. vermicularis* Janka), nur entfernt verwandt mit *P. excelsa* des Himalaya, im östlichen Montenegro auf der Sjekirica planina bei 1600—2000 m, in Nordalbanien, in den Voralpen der moesischen Länder (Rila Planina, Westrhodope, Balkan, Perin Planina in Ostmazedonien und auf dem Peristeri, wo Grisebach diese Art bis zur Baumgrenze und darüber hinaus in krummholzartiger Entwicklung beobachtete), ferner *Picea omorika* (Pančić) Willk., eine eigentümliche, mit *P. jezoensis* des nordöstlichen Asien verwandte Art, welche im südwestlichen Serbien, im östlichen Bosnien (44°—43° 22') und Montenegro (Bezirk Drobnjaci von 800—1500 m) meist im Laubwalde eingesprengt, aber auch in Beständen vorkommt.

Der Kaukasus, der auch in seiner Vegetation eine Mittelstellung zwischen den Gebirgen des Mittelmeergebietes und des östlichen Mitteleuropas einnimmt, ist besonders charakteristisch durch das in der oberen Waldstufe häufige Auftreten von *Abies Nordmanniana* (Steven) Spach und *Picea orientalis* (L.) Link, in der subalpinen Region durch das Auftreten von *Juniperus sabina* und das Fehlen von *Pinus montana*, *P. cembra*, *P. peuce*. *Abies Nordmanniana* findet sich im westlichen Kaukasus von etwa 1900—2100 m und außerdem noch in den angrenzenden Gebirgen Kleinasien bis zum Bithynischen Olymp; *Picea orientalis*, welche wie vorige oft geschlossene Wälder bildet, findet sich auch in Transkaukasien, Armenien, Mysien, Phrygien, Taurus und Antitaurus.

Wir gehen nun zu der südlichen Hemisphäre über. Während es für die Coniferenvegetation des nördlichen extratrop. Florengebietes als sicher anzunehmen ist, daß ein großer Teil derselben in den Nordpolarländern seine ursprüngliche Heimat hat, ist für die C. eines Teiles des südlichen extratropischen Florengebietes, welches wir auch wegen der seit den ältesten Zeiten datierenden enormen Ausdehnung der Ozeane als altozeanisches Gebiet bezeichnen, vorläufig nur ein sehr dürftiger paläontologischer Nachweis (Vorkommen fossiler *Araucaria* auf der Seymourinsel [s. oben S. 168]) dafür geführt, daß die jetzt von Eis starrenden Südpolarländer dereinst die Wiege oder Heimat der jetzt in Chile, Neu-Seeland, Ostaustralien vertretenen Coniferentypen waren, es ist dies vielmehr durch die nahe Verwandtschaft der in diesen Gebieten auftretenden Formen, sowie durch die bereits sicher feststehende Tatsache, daß einzelne der in Australien und Neu-Seeland vertretenen Typen in denselben Ländern früher weiter südlich vorkamen, wahrscheinlich gemacht, sowie auch dadurch, daß auf den jetzt völlig baumlosen Kerguelen dereinst mächtige Bäume existierten. Auch dürfen wir annehmen, daß längs der pazifischen Küsten, namentlich der asiatischen, ein schwacher Austausch zwischen alten Coniferentypen der nördlichen und südlichen Hemisphäre stattgefunden hat. Wie die nördlichen extratropischen Florengebiete stehen auch die altozeanischen mit den benachbarten tropischen in naher Beziehung. Wir werden daher hier zweckmäßig die Coniferenvegetation des antarktischen Florenreiches mit der der paläotropischen und neotropischen Florengebiete zusammen behandeln, wie es gerade die Nachbarschaft und Verwandtschaft der einzelnen Florengebiete zweckmäßig macht.

In der westlichen Waldprovinz des austral-antarktischen Gebietes von Amerika ist die südlichste *C. Libocedrus uvifera* (Don) Pilger (= *L. tetragona* [Hook.] Endl.), welche am Kap Horn, unter der Schneegrenze der Anden vorkommt; sie ist aber auch weiter nördlich bis nach Valdivia, daselbst in moorigen Wäldern bis zu 650 m aufsteigend, verbreitet und zeigt nach der Beschaffenheit ihres Standortes eine sehr verschiedenartige Stammentwicklung von 0,3—50 m. Die nahe stehende *Lib. chilensis* (Don) Endl. bildet auf den Abhängen der chilenischen Anden von 44°—34V2⁰ Wälder, bei Valdivia in einer Höhe von 1500—1600 m. Die ebenfalls zu den Cupressaceen gehörige *Fitzroya cupressoides* (Molina) Johnston (= *F. patagonica* J. D. Hook.) ist zwischen 43 und 40° verbreitet, in sumpfigen Wäldern größere Bestände mit 50 m hohen und 5 m dicken Stämmen bildend, in höheren Lagen niedriger. Die ausgedehntesten Wälder jedoch bildet zwischen 48° und 36°, niemals unter 450 m und stellenweise bis zur Schneegrenze hinaufreichend, die stattliche *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch (*A. imbricata* Pav.). Von Podocarpaceen findet sich in der unteren Region der patagonischen Anden und in Valdivia *Saxegothaea conspicua* Lindl.; bis zu 600 m tritt zwischen 45° und 40° *Dacrydium Fonkii* (Phil.) Benth. als stark verzweigter Strauch auf. Zu diesen kommen noch einige Arten von *Podocarpus*, von denen *P. (Eupodocarpus) nubigenus* Lindl. (30° 20' bis 48°) stellenweise zusammen mit *Fitzroya* vorkommt, während *Podocarpus (Stachycarpus) andinus* Göpp. und *P. (Eupodocarpus) salignus* D. Don (*P. chilinus* Rich.) bis in die subalpine Region verbreitet sind. Dieser findet sich auch in Peru, woselbst, wie in anderen Teilen des südamerikanischen andinen Gebiets, noch andere Arten derselben Gattung angetroffen werden, so *P. (Eupodocarpus) Parlatorei* Pilg. in den Anden von Argentinien und Bolivien (bis 3200 m), *P. oleifolius* Don von Bolivia bis Costa-Rica, *P. guatemalensis* Standl. an der Küste von Guatemala, *P. (Eupodocarpus) glomeratus* Don von Peru bis Ecuador (am Chimborazo um 3000—4000 m) und *P. (Stachycarpus) montanus* (Willd.) Lodd. (*P. taxifolius* H. B. Kunth), letzterer auch noch auf den Anden von Kolumbien (2900—3500 m) und von Costa-Rica (um 2200 m), bis 40 m hohe Bäume bildend.

Von den westindischen Inseln kennen wir nur einige *Podocarpus*; *P. (Eupodocarpus) coriaceus* L. C. Rich. findet sich außer in Kolumbien und Venezuela auch auf den kleinen Antillen und Portoriko, *P. Purdieanus* Hook. und *P. Urbanii* Pilg. auf Jamaika, *P. angustifolius* Griseb. auf Kuba, alle wie auch die folgenden südbrasilianischen zur Sektion *Eupodocarpus* gehörend.

In der südbrasilianischen Florenprovinz, welche sonst im wesentlichen den Florencharakter des tropischen Amerika zeigt, haben wir ebenfalls einige Vertreter von *C*, außer *Podocarpus Selloi* Klotzsch (S. Paulo und Minas) und *P. Lamberti* Klotzsch (S. Paulo u. Serra negra bei Rio de Janeiro) die stattliche *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Ktze. (= *A. brasiliensis* Rich.), auf den Bergen zwischen 15 und 29V2⁰ die weitausgedehnten Pinheiros bildend.

Fast unter denselben Breitegraden wie das reiche Coniferengebiet Chiles liegt Neuseeland, in dem wir nun auch wieder zahlreiche *C*, und zwar zum Teil aus denselben Gattungen, welche in Chile vertreten waren, finden. So zunächst auf der nördlichen und südlichen Insel in Bergwäldern von 250—1300 m *Libocedrus Bidwillii* Hook. f., auf der nördlichen Insel von der Küste bis zu 600 m ü. M. *Libocedrus plumosa* (Don) Sargent (= *L. Doniana* [Hook.] Endl.); auf der nördlichen und südlichen Insel 7 Arten von *Dacrydium*, darunter das fast 50 m hohe *D. cupressinum* Sol.; die meisten steigen bis zu 1300 m oder darüber auf, namentlich ist das strauchige *D. Bidwillii* Hook. f. meist subalpin. Ferner finden sich auf der nördlichen Insel 3 *Phyllocladus*, darunter der auch auf der südlichen Insel gefundene *Ph. trichomanoides* D. Don als 16—23 m hoher Baum und der meist strauchige *Ph. alpinus* Hook. f., sodann 7 *Podocarpus*, von denen 6 beiden Inseln gemeinsam sind; mehrere von ihnen erreichen eine bedeutende Höhe, so *P. (Stachycarpus) spicatus* R. Br. und *P. (Dacrycarpus) dacrydioides* A. Rich., über 50 m, *P. (Eupodocarpus) totara* Don über 30 m; der strauchige *P. (Eupodocarpus) nivalis* Hook. geht bis an die Region des ewigen Schnees hinauf. Endlich kommt gegenwärtig nur auf der nördlichen Insel bis zu 600 m *Agathis australis* (Lamb.) Salisb., die berühmte Kauri-Fichte vor; deren Harz wurde aber auch auf der südlichen Insel gefunden.

In der benachbarten ostaustralischen Provinz des australischen Gebiets finden wir einen gleichen Reichtum an C. in Tasmanien, das ebenso wie Neu-Seeland und das östliche australische Küstenland sich eines gleichmäßigen und feuchten Klimas erfreut. *Dacrydium Franklini* Hook. f., *Podocarpus* (*Eupodocarpus*) *alpinus* R. Br. (auch in Neu-Südwesten) 1000—2000 m, *Phyllocladus aspleniifolius* (Labill.) Hook. f. entsprechen den neuseeländischen Arten derselben Gattungen. Außerdem haben wir aber hier die mit *Dacrydium* verwandte Gattung *Microcachrys*, von der *M. tetragona* (Hook.) Hook. f. auf Gebirgsmooren Tasmaniens niedrigeres, dem Boden angedrücktes Halbstrauchwerk bildet, ferner die eigenartige Gattung *Pherosphaera* mit *Ph. Hookeriana* Arber, ein auf alpinen Mooren Tasmaniens dem Boden angedrücktes Sträuchlein und *Ph. Fitzgeraldii* F. Muell. in Wäldern der Blauen Berge von Neu-Südwesten. Von *Taxodiaceae* ist *Athrotaxis* mit 3 Arten im westlichen Tasmanien vertreten, die 13—15 m hohe *A. selaginoides* Don, *A. taxifolia* Hook. und *A. cupressoides* Don. Eine endemische Cupressacee ist der Strauch *Diselma Archeri* J. D. Hook. Von der in Australien mit 8 Arten entwickelten Gattung *Callitris* haben wir auf Tasmanien nur 2, deren eine, *C. tasmanica* R. T. Bak. et G. Smith, auch in Ostaustralien verbreitet ist. Es finden sich außer der genannten Art noch 7 in Neu-Südwesten, darunter *C. verrucosa* R. Br. auch im zentralen Australien; 5 Arten gehören Westaustralien an und 1, *C. intratropica* F. v. Muell., kommt nur in Arnhem's Land und bei Port Darwin in Nordaustralien vor. In Westaustralien findet sich auch noch eine endemische Cupressacee, *Actinostrobus* Miqu. mit den beiden strauchigen Arten *A. pyramidalis* Miqu. und *A. acuminatus* Parl.

Wie *Callitris* ist auch *Podocarpus* in Ost- und Westaustralien repräsentiert, in ersterem durch 2 Arten, *P. elatus* R. Br. und *P. spinulosus* (Smith) R. Br., in letzterem nur durch eine strauchige, *P. (Eupodocarpus) Drouynianus* F. Muell.

In dem wärmeren, dem Monsungebiet angehörigen nordöstlichen Australien treten außer *Podocarpus* (*Stachycarpus*) *Ladei* Bailey auch *Araucariaceae* auf, so *Agathis robusta* (C. Moore) F. Muell., *A. microstachya* Bailey et White und *A. Palmerstonii* F. Muell., *Araucaria Bidwillii* Hook. und *Ar. Cunninghamii* Ait., letztere bis zu 60 m hoch werdend, von 14—29,5° und etwa 140 km landeinwärts große Wälder bildend.

Diese beiden Gattungen sind nun auch auf den benachbarten Inseln des Monsungebietes vertreten, *Agathis* auf Neu-Kaledonien, Neu-Schottland und der Charlotten-Insel, den neuen Hebriden, *Araucaria* durch die schöne, bis 60 m hohe *A. excelsa* R. Br. auf der Norfolk-Insel, und *A. Cookii* R. Br. nebst anderen Arten auf Neu-Kaledonien, woselbst auch 3 Arten *Callitris* noch mehr an die Coniferenflora Australiens erinnern, während die dort ebenfalls vertretenen Gattungen *Dacrydium*, *Agathis* und *Libocedrus* Beziehungen zu Neu-Seeland herstellen. Von der pantropischen Gattung *Podocarpus* sind bis jetzt 6 Arten in den Bergwäldern Neu-Kaledoniens nachgewiesen, welche zwischen den Laubbaumen zerstreut vorkommen. Habituell ist durch strauchigen Wuchs der am Boden hinkriechende *P. (Eupodocarpus) gnidioides* Carr. ausgezeichnet. *P. ustus* Brongn. et Gris, aus der Sektion *Microcarpus* ist ein reich verzweigter Strauch mit dicken schuppenförmigen Blättern. Auch die 4 von Neu-Kaledonien bekannten *Dacrydium*-Arten, die monotypische Taxacee *Austrotaxus spicata* Compton (400—1000 m), die monotypische Podocarpacee *Acropyle Pancheri* (Brongn. et Gris) Pilg., die 3 *Callitris* und *Libocedrus austro-caledonica* Brongn. et Gris finden sich namentlich in den südlichen Bergwäldern von 1000—1400 m zerstreut, während *Agathis ovata* Warbg. um 150 m mit einzeln stehenden Bäumen im Süden weit verbreitet ist, die *Araucaria*-Arten aber oft kleine Bestände bilden. Nach Vieillard (Ann. sc. nat. bot. 4. sér. XVI [1862] 56ff.) sind von *Agathis* (»*Datnmaria*«) auf Neu-Kaledonien 3 Arten zu unterscheiden: *A. Moorii* (Lindl.) im Norden, *A. lanceolata* (Panch. et Sebert) in der Mitte, *A. ovata* (C. Moore) im Süden der Insel; 2 andere sind zweifelhaft. Brongniart und Gris haben (Ann. sc. nat. 5. sér. XIII [1870] 350 ff.) 5 Arten von neu-kaledonischen *Araucaria* unterschieden: die schon erwähnte riesige *A. Cookii* R. Br. im Süden (soil auch auf den Neuen Hebriden vorkommen), *A. Balansae* Brongn. et Gris, um 500 m, *A. montana* Brongn. et Gris, nur 20—30 m hoch, um 900—1000 m (soil auch auf den Neuen Hebriden vorkommen). *A. Rulei* F. Müll. (= *A. intermedia* Vieill., 15—20 m), *A. Muelleri* Brongn. et Gris in der oberen Waldregion. So ist das kleine Neu-Kaledonien gegenwärtig das an *Araucariaceen* reichste Land. Aus diesem

Grunde habe ich auch das westliche Australien als Heimat der *Araucaria Cunninghamii* Ait. und *A. Bidwillii* Hook., die Norfolk-Insel mit der *A. excelsa* R. Br., die Lord Howe-Insel, das nördliche Neu-Seeland mit *Agathis* und Neu-Kaledonien als Araucarien-provinz des Monsungebietes zusammengefaßt, um diese auffallende Verbreitung der *Araucariaceae* in der Nachbarschaft des tropischen Ostaustralien vom florenentwicklungs-geschichtlichen Standpunkt aus zu markieren. Konsequenterweise mußte auch die folgende papuasische Provinz damit verbunden werden, doch ist es aus anderen Gründen, namentlich wegen des in ihr herrschenden starken Endemismus, besser, diese getrennt zu halten.

In der papuasischen Provinz mit Neu-Guinea und den benachbarten Inseln treten die Podocarpaceen mehr zurtück. Bis jetzt kennen wir 6 *Podocarpus* (Sect. *Eupodocarpus*) aus Neu-Guinea, den weit verbreiteten, noch in Nepal auftretenden *P. neriiifolius* Don, *P. Rumphii* Blume, der auch auf den Molukken vorkommt und *P. thevetiifolius* Zippel und die drei neuen Arten *P. Schlechteri* Pilg., *P. Ledermannii* Pilg. und *P. Pilgeri* Foxworthy (auch auf Celebes), sodann *Phyllocladus major* Pilger. Bemerkenswert ist auf dem Murgrave-Range in Britisch Neu-Guinea *Phyllocladus protractus* (Warb.) Pilg., der sich auch auf den Molukken und Philippinen findet. Von Araucariaceen sind besonders folgende bemerkenswert: *Agathis? Labillardieri* Warbg. im westlichen, nördlichen und nordöstlichen Teil der Insel, *Araucaria Cunninghamii* Ait. im Südosten, von 2000 m an aufwärts, die Varietät *papuana* Lautbch. (= *A. Beccarii* Warbg.) im Nordosten (800 bis 2000 m), im Norden (1000 m) und im Nordwesten auf dem Arfak (900—1200 m), dann noch 3 endemische Arten im Nordosten auf ehemaligem deutschen Kolonialgebiet, *A. Schumanniana* Warbg. (um 1000 m), *A. Hunsteinii* K. Schum. (um 1300 m) und *A. Klinkii* Lautbch. (um 2000 m); beachtenswert ist das Vorkommen in höheren Regionen. Auch die weitverbreitete Cupressaceen-Gattung *Libocedrus* ist durch 3 endemische Arten vertreten: *L. papuana* F. Muell. im Nordosten und Südosten (3000 m), *L. torricellensis* Schltr. im Nordosten (900—1000 m) und *L. arfakensis* Gibbs (auf dem Arfak). Auf den Neuen Hebriden, die den Übergang von der Araucarien-Provinz zur melanesischen vermitteln, finden sich auch noch *Araucaria anitensis* C. Moore und *Agathis obtusa* (Lindl.) Warb., auf der benachbarten St. Cruz-Insel *Agathis macrophylla* (Lindl.) Warb.

Früher war man geneigt, fast alle Vertreter von *Agathis* im Monsungebiet der *A. alba* (Lam.) (Foxworthy (= *A. dammara* [Lamb.] Rich.) zuzurechnen; Warburg hat sich in der Monsunia (1900) S. 185, 186 dafür entschieden, außer den australischen (1), den neu-kaledonischen (5), neu-seeländischen (1), den auf den Hebriden und Santa Cruz vorkommenden (2), der neu-guineensischen (1) noch 11 Arten anzunehmen, von denen die nördlichsten auf Malakka und den Philippinen auftreten. Inwieweit man Arten und Unterarten unterscheiden kann, wird sich erst später entscheiden lassen, da von vielen noch zu dürftiges Material vorliegt. Andere im Monsungebiet weit verbreitete Arten sind *Dacrydium elatum* (Roxb.) Wall, von Sumatra und Borneo bis zu den Fidschi-Inseln, Malakka, Tonkin und den Philippinen; der über 60 m hoch werdende *Podocarpus (Dacrycarpus) imbricatus* Bl. (*P. cupressinus* R. Br.) von Celebes über die Sunda-Inseln bis Nord-Burma, zu den Philippinen und Hainan; *P. neriiifolius* Don von Neu-Guinea über die Molukken und Sunda-Inseln bis Nepal und Zentral-China.

Im einzelnen ist über die Coniferenflora der noch nicht besprochenen Provinzen des Monsungebietes folgendes zu bemerken. Auf den Fidschi-Inseln der melanesischen Provinz kommen vor: *Podocarpus (Eupodocarpus) affinis* Seem., in höheren Regionen Bestand bildend, und *P. (Nageia) vitiensis* Seem., *Agathis vitiensis* (Seem.) Warb. und *A. longifolia* (L.) Warb. — Auf Celebes und den Molukken der zentromalayischen Provinz wächst *Podocarpus Rumphii* Bl.; nur auf den Molukken kommen vor *P. (Nageia) Blumei* Endl., *P. neriiifolius* Don, *Agathis dammara* und *A. regia* Warb., auf den Molukken (1500—2000 m) und auf den Philippinen, auch in Britisch Neu-Guinea *Phyllocladus protractus*, nur auf Celebes *P. (Eupodocarpus) celebicus* Warb., *P. imbricatus* und *A. celebica* (Koord.) Warb. — In der südwestmalayischen Provinz findet sich auf den 3 Inseln Borneo, Java, Sumatra: *Podocarpus neriiifolius*, auf Borneo und Java: *Podocarpus imbricatus*; auf Borneo und Sumatra: *P. (Eupodocarpus) Teysmannii* Miq. und *P. neriiifolius* Don; ferner auf Borneo und den Philippinen *Dacrydium falciforme* (Parl.) Pilg.; auf Borneo, den Philippinen, Sumatra und Malakka *Podocarpus (Eupodocarpus) polystachyus* R. Br.; auf Borneo, den Philippinen und

Sumatra *Pinus Merkusii* Jungh. et de Vriese; auf Borneo allein: *Podocarpus* (*Nageia*) *Motleyi* (Parl.) Dümml. (= *P. Beccarii* Parl.), *Dacrydium Beccarii* Parl., *D. Gibbsiae* Stapf, *Agathis borneensis* Warb., *A. Beccarii* Warb. und *Phyllocladus hypophyllus* Hook. f., letzterer auf dem Kini-Balu um 2500 m. — Die auf Java vorkommenden *Podocarpus* finden sich auch in anderen Teilen des Monsungebietes, wie die bereits erwähnten *P. imbricatus*, *P. Blumei*, *P. neriifolius*, *P. (Stachycarpus) amarus* Bl. (in Queensland und auf Sumatra), *P. (Eupodocarpus) polystachyus* R. Br. und *Agathis macrostachys* Warb. nur noch auf Sumatra, *P. Koordersii* Pilger auch auf den Andamanen (?). Endemische C. sind von Sumatra bis jetzt nicht bekannt, doch ist zu beachten, daß auch noch auf dieser Insel um 1000—1300 m *Pinus Merkusii* Junghuhn et de Vriese vorkommt. Von Malakka kennen wir die wenigen bereits erwähnten, in andern Teilen der südwestmalayischen Provinz vorkommenden Arten von *Dacrydium* und *Podocarpus*: *D. elatum*, *P. imbricatus* und *P. neriifolius*. Letzterer reicht bis zum tropischen Himalaya und bis in die nordwestmalayische Provinz. In Malakka (Penang und Perak) ist aber noch *Agathis rhomboidalis* Warb. (*A. loranthifolia* »Salisb.« Hook. f. Fl. Brit. Ind. V. 650 excl. syn.) heimisch; doch ist dieser Name durch *A. alba* (Lam.) Foxw. zu ersetzen, wenn, wie Foxworthy und Merrill es als wahrscheinlich bezeichnen, die von Warburg unterschiedenen Arten nur Formen einer im malayischen Archipel verbreiteten Art sind. Der nordwestmalayischen Provinz gehören an: *Podocarpus* (*Nageia*) *Wallichianus* Presl (Assam, Khasia, Silet, nach Hooker auch in Burma, auf Malakka und im südlichen Vorderindien bei Tinnevely um 1000—1600 m), *Pinus khasya* (s. S. 187, 188) und *P. Merkusii*.

Aus der hinterindisch-ostasiatischen Provinz sind mir nur bekannt geworden: *Dacrydium elatum* von Tonkin und *Pinus Merkusii* de Vriese vom westlichen Indo-China.

Die in neuerer Zeit so gut durchforschte Provinz der Philippinen besitzt ähnlich wie Borneo eine größere Anzahl von C., den verbreiteten *Podocarpus imbricatus*, *P. (Eupodocarpus) costalis* C. Presl, *P. glaucus* Foxworthy, *P. Pilgeri* Foxw. (auch auf Celebes), *P. brevifolius* Foxw. (auch auf Borneo), *P. philippinensis* Foxw., *P. protractus* (Warb.) Pilg. (auch auf den Molukken); *Agathis philippinensis* Warb., *Pinus Merkusii* und die auch in Nord-Burma sowie auf Timor vorkommende *P. insularis* Endl., endlich auch *Taxus baccata* subsp. *Wallichiana* (Zucc.) Pilg., die wir über Celebes und Burma bis zum Himalaya verfolgen kennen.

Eine beachtenswerte pflanzengeographische Tatsache ist, daß wir auf der **Vorderindischen Halbinsel** außer dem auf S. 188 erwähnten *Podocarpus Wallichianus* keine einheimischen C. kennen, auch keine auf Ceylon. Die in den westlichen Ghats um Goa häufig kultivierte *Cupressus glauca* Lamk. ist dort nicht heimisch, nach Hooker f. möglicherweise zu *C. torulosa* Don oder zu *C. sempervirens* L. gehörig.

Die Zahl der C. im **südlichen and tropischen Afrika** ist nur gering. *Podocarpus* und *Widdringtonia* sind hier mit einigen Arten, *Juniperus* mit einer vertreten; aber nur im Gebirgsland. In dem durch Winterregen klimatisch und durch zahlreiche eigentümliche Typen charakterisierten südwestlichen Kapland tragen die sogenannten Cederberge oberhalb 1000 m jetzt nur noch kümmerliche Reste der ehemals ausgedehnten Wälder von *Widdringtonia juniperoides* (L.) Endl., welche bei Clanwilliam ihre Nordgrenze findet; dieser Art nahe verwandt ist *W. Schwarzii* (Marloth) Masters von den Kongubergen (800—1000 m). Im Osten findet sich vom Tafelberg bis Grahamstown *W. cupressoides* (L.) Endl. Neuerdings wurde die auf den Drakensbergen in einzelnen hochgelegenen Beständen vorkommende, mit *W. cupressoides* verwandte Art als *W. dracomontana* Stapf unterschieden. Daran schließt sich im tropischen Afrika die bis 45 m hohe *W. Whytei* Rendle (*W. Mahoni* Mast.) der Milanji-Berge im Süden des Nyassa-Sees (2000 bis 3000 m), sowie in den Melsetter- und Chimanimbergen im südöstlichen Rhodesia (1500 bis 2300 m). Weiter gegen Norden treffen wir in den östlichen Hochgebirgen Afrikas vom Nordende des Nyassa-Sees bis Abyssinien und bis zum Somaliland den bis 40 m hohen Wachholderbaum *Juniperus procera* Hochst.; er bildet im abyssinischen Hochland Bestände zwischen 2600 und 3300 m ü. M.; das nördlichste Vorkommen dürfte bei Bayla sein; ostwärts wird er noch im Gebirge des nördlichen Somallandes bei Meid in geringer Höhe (1600—1800 m ü. M.) und wahrscheinlich auch im glücklichen Arabien angetroffen, sofern

der von B o l l a auf dem Dschebel Sabor ausgedehnte Wälder bildende baumartige *Juniperus* hierher gehört. (Vgl. D e f l e r s, Voyage au Yemen [1899] p. 20.) Von der Eritrea und Abyssinien aus kann man die Bestände des Baumes über die Gipfel und Schluchten des Gallalandes nach dem Mau-Plateau östlich vom Victoria-Njana (2300—3000 m), entlang der Ugandabahn bis Kikuju, am Fuße der Aberdarakette und am Westabhang des Kenia verfolgen. Dann bildet der Baum große Höhenwälder in Westusambara, namentlich den sogenannten Schummewald oberhalb Kwai, geht aber auch bis an den Rand der Gebirgsbuschsteppe herab, ebenso am Nordostabhang des Meru (bis zu 1600 m), während am Nordabhang des Kilimandscharo die Bestände sich zwischen 2000 und 2800 m halten. Ziemlich häufig ist der Baum auch im Kingagebirge, namentlich am Kipengererücken. Im allgemeinen kann man sagen, daß der Baum wie seine in den trockneren Teilen des Mittelerrangebietes vorkommenden Verwandten (*J. excelsa* M. Bieb. und *J. thurifera* L.) allzu reichliche Niederschläge nicht liebt und den Seewinden exponierte Abhänge meidet. Die Arten von *Podocarpus* finden sich in den subtropischen Regionen Afrikas; 4 Arten gehören der Sektion *Stachycarpus* an, darunter die einzige guineensische, *P. Mannii* Hook, f. auf der Insel S. Thomé von 1450—2142 m. In Ostafrika finden sich *P. usambarensis* Pilger, ein bis 40 m hoher Baum West-Usambaras (1500—1900 m), *P. gracilior* Pilger vom Massaihochland durch das Gallahochland bis Abyssinien (in Tigre um 2600 m), und *P. falcatus* (Thunb.) R.Br. von den Drakensbergen Natal durch das Pondoland bis Uitenhage. 3 Arten gehören zur Sektion *Eupodocarpus*: *P. elongatus* (Ait.) l'Hér. als etwa 25 m Höhe erreichender Baum in Schluchten des südwestafrikanischen Gebirges von Paarl bis Clanwilliam, *P. latifolius* (Thunb.) R. Br. (*P. Thunbergii* Hook.) vom Ostabhang des Tafelberges bis Grahamstown, also im Hügel land, im Egosawald des Pondolandes (bei 200—800 Meter), auf den Drakensbergen und im nördlichen Kingagebirge (noch bis 2500 m) und *P. milanjanus* Rendle, weit verbreitet auf den Hochgebirgen Ostafrikas, stellenweise zusammen mit *P. usambarensis*. Bis jetzt wurde der bis 30 m hohe Baum nachgewiesen auf den Milanjibergen im Süden des Nyassa-Sees, in Uhehe, Uluguru (2200—2500 m), Westusambara (1600—2700 m), am Kilimandscharo (2000—2900 m), im Massaihochland und am Runssoro (2600 m), also überall in Höhenwäldern.

Im madagassischen Gebiet finden sich auf Madagaskar nur einige Vertreter der in dem benachbarten Südafrika vorkommenden Gattungen: *Podocarpus madagascariensis* Bak., sehr häufig in den Wäldern des Inneren, ferner *Widdringtonia Commersonii* Endl. Von den Maskarenen kennen wir keine Coniferen.

Da das Erscheinen dieses Bandes schon für das Jahr 1924 vorgesehen war, hatte ich die hier gegebene Schilderung der Verbreitung der Coniferen bereits 1923 abgeschlossen. Da erhielt ich Anfang Januar 1925 die in den Mitteilungen der Deutschen dendrologischen Gesellschaft des Jahres 1924 (Nr. 34, S. 81—99, mit 4 Karten) veröffentlichte Abhandlung des Sanitätsrats Dr. Franz Koch (Reichenhall) »Über die rezente und fossile Verbreitung der Koniferen im Lichte neuerer geologischer Theorien«. Diese sind die Reibisch-Simrothsche Pendulationstheorie und Wegeners Verschiebungstheorie der Kontinente. Da ich bei meinen Versuchen, die gegenwärtige Verbreitung der Pflanzen zu erklären, auf von den Geologen und Geographen als wahrscheinlich angenommene Veränderungen in der Verteilung von Wasser und Land, auf nachgewiesene Hebungen und Senkungen, sowie auf allgemein anerkannte Klimaänderungen mich zu stützen suchte, war ich bestrebt, auch über die beiden erwähnten Theorien ein sachverständiges Urteil zu vernehmen, fand aber gerade bei Geologen und Geographen, auch bei Astronomen nicht eine solche Anerkennung der angeführten Theorien, daß ich ermutigt worden wäre, dieselben als unabwiesbare Grundlage für die Erklärung der seit der Kreidezeit eingetretenen Pflanzenwandern anzunehmen. Da das Vorkommen von C. in präglazialer Zeit wie in den nördlichen Polarländern auch in den südlichen durch fossile Funde bezeugt ist, können wir uns mit diesen Tatsachen begnügen, die uns die Annahme von Wanderungen längs der Meridiane in niedere Breiten während der Eiszeit besonders in gebirgigen Gegenden erleichtern.

So habe ich mich entschlossen, in meine Darstellung nichts von der Abhandlung des Herrn Dr. Koch aufzunehmen, möchte es aber nicht unterlassen, auf dieselbe hinzuweisen und von den Ergebnissen seiner Betrachtungen folgendes anzuführen:

1. Wir lehnen die Polwanderung auf dem »Schwingungskreis« nach Reibisch-Simroth als zu schematisch und den Tatsachen Zwang antuend ab und ersetzen sie durch die Polwanderungen im Gebiet der »Schwingungszone«.

2. Diese Polwanderungen sind nur verständlich auf Grund der Wegenerschen Verschiebungstheorie der Kontinente. Das rezente und fossile Vorkommen der Coniferen steht mit der Polwanderungs- und Verschiebungstheorie völlig im Einklang und ist nur durch sie befriedigend zu erklären.

3. Wir nehmen die Entstehung der Coniferen aus den Pteridospermen der tropischen Karbonflora innerhalb der Schwingungszone an, bei bald erfolgender Ausbildung einer nördlichen und südlichen Gruppe, — unter dem Einfluß der fortschreitenden permokarbo-nischen Vereisung.

4. Die ursprünglich in der Schwingungszone entstandene Südgruppe ist dort infolge eigenartiger klimatischer Bedingungen bis auf Reste wieder geschwunden und über die Ostantarktis zum größten Teile nach Ostaustralien ausgewichen, wo sie sich sekundär zu neuer Blüte entfaltet hat; ein kleiner Teil hat sich über die Westantarktis nach dem Süden Südamerikas gerettet.

5. Die älteren Formen der Nordgruppe, besonders die Taxodien, sind im behringlan-dischen Abschnitt der Schwingungszone entstanden und von dem von Süden vorrückenden Pol teils in die heutige Arktis, teils längs der beiden pazifischen Küsten zurückgewichen, an denen wir die rezenten alten Arten fast ausschließlich antreffen; die in die Arktis gedrängten Formen wurden im späteren Tertiär von der vorrückenden Vereisung teils vernichtet, teils nach Süden auf Eurasien und Nordamerika abgedrängt. Die jüngeren Formen, besonders die Abietinen, eroberten in der ersten Hälfte des Tertiärs die Nordkontinente, wurden aber in dessen späterem Verlauf in die Gebirge hinaufgedrängt und in Europa und Westasien, während der diluvialen Eiszeit, stark an Artenzahl reduziert. — Dagegen scheinen die Kiefer auch jetzt noch weiter in die nördlichen Tropen vorzudringen.

Taxaceae

von

R. Pilger.

Mit 3 Figuren

Taxaceae Lindl., Nat. Syst. ed. 2 (1836) 316 pr. p.; Pilger, in Engl. Bot. Jahrb. LIV (1916) 33.

Wichtigste Literatur: Vgl. Literaturangaben beim allgemeinen Abschnitt über Coniferen. Endlicher, Synopsis Conif. (1847) *Taxineae* pr. p. 231, 240—244. — Parlatores, *Taxineae* Pr. p., in DC. Prodr. XVI. 2 (1868) 367, 499—502, 504—506. — Bentham, *Taxaceae* pr. p., in Bentham et Hooker f., Gen. PL III (1880) 422, 431—432. — Eichler, *Taxoideae—Taxaceae* pr. p., in E. P. 1. Aufl. II. 1 (1887) 66, 111—113. — R. Pilger, *Taxaceae—Taxoideae—Taxaceae*, in Engler, Pflanzenreich IV. 5 (1903); *Taxaceae*, in Mitt. D. Dendr. Ges. 25 (1916); Die Morphologie des weiblichen Blütensprachens von *Taxus*, in Engl. Bot. Jahrb. XLII (1909) 241—250. — Oliver, The ovules of the older Gymnosperms, in Ann. of Bot. XVII (1903) 451—476, T. 24. — K. Gobel, über die Pollenentleerung bei einigen Gymnospermen, in Flora XCI (1902) 237—252. — L. Jäger, Beiträge zur Kenntnis der Endosperm-bildung und zur Embryologie von *Taxus baccata* L., in Flora LXXXVI (1899) 241—288. — E. Strasburger, Anlage des Embryosackes und Prothalliumbildung bei der Eibe nebst anschließenden Erörterungen, in Festschr. zum siebenzigsten Geburtstag von Ernst Haeckel, Jena 1907, 18 S. — Agnes Robertson, Spore formation in *Torreya californica*, in The New Phytol. III (1904) 133—148, T. 3—4; Studies in the morphology of *Torreya californica* II. The sexual organs and fertilization, l. c. 205—216, T. 7—9. — J. M. Coulter and W. J. G. Land, Gametophytes and embryo of *Torreya taxifolia*, in Bot. Gaz. XXXIX (1905) 161—178, T. A und 1—3. — A. W. Duper, The gametophytes of *Taxus canadensis* Marsh., in Bot. Gaz. LXIV (1917) 115—136, T. 11—14; Staminate strobilus of *Taxus canadensis*, l. c. LXVIII (1919) 345—366, T. 24—26; Ovuliferous structures of *Taxus canadensis*, in Bot. Gaz. LXIX (1920) 492—520. — Birbalsahni, On certain archaic features in the seed of *Taxus baccata*, with remarks on the antiquity of the *Taxineae*, in Ann. of Bot. XXXIV (1920) 117—133.

•erkmale. § Blüten einzeln oder in kleinen Ähren (*Austrotaxus*) in den Blattachsen; Stam. mit 2—8 Sporangien. 2 Blüten an kleinen axillären Sprößchen, am Grunde von

Schuppenblattpaaren umgeben, Samenanlage 1 terminal mit 1 Integument, Same von einem Arillus $\pm$ bedeckt. — Reichverzweigte Sträucher oder Bäume mit linealischen, nadelförmigen, selten (*Austrotaxus*) längeren, linealisch-lanzettlichen Blättern.

Anatomie der Vegetationsorgane. Über die allgemeinen Verhältnisse ist der Abschnitt »Anatomie« bei den Pinaceen zu vergleichen. Bei *Taxus* fehlen sowohl in den Blättern wie im Stamm Harzliicken, das gleiche gilt für *Austrotaxus*; doch sind in dem Holz der Wurzel von *Taxus cuspidata* barzföbrrende Parenchymzellen festgestellt worden (vgl. Mary C. Bliss in Bot. Gaz. LXVI [1918] 57). Ebenso bemerkt C b a u v e a u d (Cpts. Rend. Acad. Paris 136 [1903] 1093 und 139 [1904] 881), daß im Blatt von *Taxus* im Frühjahr über und unter dem Gefäßbündel einige sezernierende Zellen von beträchtlicher Länge mit harzähnlichem Inhalt vorhanden sind, die sich im Sommer kammern und im Herbst nicht mehr kenntlich sind; derartige sezernierende Elemente sind von weiterer Verbreitung bei den Coniferen überhaupt. Das Blatt von *Taxus* hat an der Oberseite zwei Reihen von Palissadenzellen. Die Spaltöffnungen stehen in zwei Streifen rechts und links vom Mittelnerv auf der Unterseite; die Epidermiszellen sind im Umkreis des Vorhofes wallartig emporgezogen. In den Streifen wird kein Wachs ausgeschieden, so daß sie nicht weißlich sind. Ferner fehlen im Blatt die sonst so häufig vorkommenden sklerenchymatischen Zellen; das Fehlen mechanischer Elemente läßt sich aus dem Standort, der gewöhnlich feucht und schattig ist, erklären. Das Holz von *Taxus* ist sehr hart, zäh und schwer. Bemerkenswert sind die spiraligen Verdickungsleisten der Tracheiden des sekundären Zuwachses. Diese kommen ebenso bei *Torreya* vor, fehlen aber dem Holz von *Austrotaxus*.

Bei *Torreya* sind die Epidermiszellen des Blattes verholzt und haben außerordentlich stark verdickte Wände, so daß das Lumen nur punktförmig oder strichförmig ist. Ein verdicktes Hypoderm fehlt, doch sind einzelne Zellen des Blattgewebes sklerenchymatisch ausgebildet. Die Spaltöffnungen liegen nur in den gefärbten Streifen auf der Blattunterseite; hier sind die Epidermiszellen senkrecht zur Blattoberfläche stark gestreckt, so daß die Spaltöffnungen in tiefen Höhlungen liegen. Unter dem Gefäßbündel liegt ein großer Harzgang. Die primäre Rinde des Stammes besitzt sklerenchymatisch verdickte Zellen. Im Holz sind harzhaltige Parenchymzellen zerstreut (vgl. Bliss l. c.).

Inhaltsstoffe. *Taxus baccata* ist in allen Teilen mit Ausnahme des saftlich-schleimigen Arillus giftig. Das Gift ist ein Alkaloid, das 1876 von Marmé als weißes, kristallinisches Pulver dargestellt wurde und von ihm Taxin genannt wurde. Die praktischen Erfahrungen über die Giftwirkung der Eibe sind widersprechend. Viele Forstleute behaupten, daß das Wild ohne Schaden Blätter und Früchte aß; von anderen wird erwähnt, daß sie Wild nach Genuß von Eibenzweigen eingegangen auffanden. Besonders häufig werden Vergiftungen von Pferden angegeben, während Rindvieh widerstandsfähiger ist.

Die Arten von *Torreya* sind durch den unangenehmen Geruch ihres Harzes auffallend, der sich besonders beim Zerreiben der Blätter und an den Früchten bemerkbar macht; am schärfsten tritt er bei *T. californica* hervor. Das Öl aus dem Nährgewebe des Samens von *T. nucifera* wird in Japan zu Speisezwecken benutzt (Kay-01).

Blütenverhältnisse. Die Blüten sind diözisch, nur in vereinzelten Fällen ist Monözie beobachtet worden. Die σ Blüten von *Taxus*, die bei der europäischen Form schon im Herbst ausgebildet sind und im ersten Frühjahr stäuben, stehen einzeln zerstreut in der Achsel von Nadelblättern. Sie sind ungefähr 5 mm lang, kugelig, kurz gestielt, abwärts gerichtet, zu ihrem Schutze im jungen Zustande von kleinen Schuppen völlig eingehüllt, die beiden obersten Schuppen sind größer, zart, weißlich, ungefähr 3 mm lang. Zur Blütezeit kommen die Antheren aus der Schuppenhülle hervor. An der Blütenachse stehen 6—14 Antheren; ihr Filament ist am oberen Ende in eine schildförmige, rundliche Platte verbreitert, die mit gleichmäßigen, vom Zentrum ausstrahlenden Furchen der Anzahl der Sporangien entsprechend versehen ist. Diese Platte ist gebildet aus den oberen abgeflachten Wandungen der Sporangien, die in einer Anzahl von 6—8 gleichmäßig rund um das Filament stehen und mit diesem und unter sich verwachsen sind. Die Öffnung erfolgt, indem die Sporangien mit ihren gemeinsamen Wandungen sich vom Filament loslösen, wobei unregelmäßige Teilchen der Wandungen an diesem hängen bleiben. Schließlich breiten sich die Fächer vollständig in der Ebene des Schildchens aus, doch sind sie zum Teil obliteriert und nur in unregelmäßigen Fetzen erhalten.

Bei *Torreya* stehen die σ Blüten einzeln in den Blattachsen, und zwar an bestimmten

Schuppen, die sie direkt umgeben und zur Blüte gehören, so zeigt sich, daß sie nicht spiralg gestellt sind, sondern in drei gekreuzten Paaren (Fig. 114 A). Es ergibt sich, daß die Blüte mit ihren drei Schuppenpaaren ein SeitenspröBchen (sekundäres Spröfichen) in der Achsel der zunächst nach unten zu folgenden Schuppe ist; die Achse des primären SpröBchens ist oberhalb dieses SeitenspröBchens reduziert. Nun birgt das \$ Blüten-spröBchen normal noch eine kleine, kaum oder wenig hervortretende Bliitenknospe; diese steht in der Achsel der nach unten zu folgenden nächsten Schuppe. Ofters ist diese Knospe stärker entwickelt, so daß sie aus der Schuppe deutlicher heraustritt (Fig. 114 B) \ dies kann auch weiter gehen, so daß dann am SpröBchen zwei Bliiten sich gleichmäBig entwickeln und auch Früchte bilden (Fig. 114 C). An einzelnen razwspflanzen findet man solche Doppel-früchte am weiblichen SpröBchen sehr häufig. In seltenen Fällen kann sogar noch eine dritte Schuppe fruchtbar werden, so daß dann am SpröBchen drei Früchte stehen.

Ferner kann das Blüten-spröBchen auch aus unteren Schuppen verzweigt sein, so daß 2—3 Seitensprosse entstehen, die jeder wie das normale Hauptspröfichen eine Blüte und eine Knospe tragen. Es ist somit aus dem Blüten-spröBchen ein kleiner Bliitenstand geworden (Fig. 114 D).

Damit sind die Variationsmöglichkeiten noch nicht erschöpft, der ganzen geschilderten Entwicklungsreihe steht der Fall gegenüber, daß nur eine Blüte ausgebildet und die Achse über sie hinaus $\pm$ verlängert wird. Die Spitze des SpröBchens, die sonst, wie oben erwähnt, ganz verkümmert, kann sich im Bliitejahr $\pm$ über die einzelne Blüte mit ihren drei Schuppen hinaus veriangern und dort noch eine Anzahl spiralg gestelltei Schuppen entwickeln; da^p ehlt die zweite oder dritte Blüte oder Knospe.

Kurz zusammengefaßt läßt sich also über das £ SpröBchen folgendes sagen: Die 2 Bliiten von *Taxus* stehen an axillären SpröBchen, die mit kleinen, dicken, übereinanderfallenden, spiralg gestellten Schuppen bedeckt sind. Entweder wird nur ein Schuppenblatt fertil und die Fortsetzung der Achse über dieses hinaus ist $\pm$ entwickelt, oder mehrere dieser Schuppen, und zwar aufeinanderfolgende, werden fertil und dienen als Deckblätter für \$> Bliiten, die von drei gekreuzten Schuppenpaaren umgeben sind. Dann wird entweder nur eine Blüte voll entwickelt, diese stellt sich in der Richtung der Hauptachse und drängt die in der Achsel der darunter stehenden Schuppe entwickelte Blüte zur Seite; oder aber zwei Bliiten werden voll ausgebildet und eventuell eine Knospe in der Achsel einer dritten Schuppe, oder endlich drei Bliiten gelangen zur Entwicklung. Ferner kann das \$ SpröBchen auch aus den unteren Schuppen sich verzweigen, so daß 2—3 gleichwertige mit Schuppen bedeckte Achsen entstehen, die einem gewöhnlichen \$ SpröBchen gleichgebaut sind. Mehr als drei Bliiten gelangen nicht zur Ausbildung.

Dupler (1920) untersuchte die subsp. *canadensis* (*Taxus canadensis*). Das Blüten-spröBchen entsteht im Frühjahr als Knospe in der Achsel eines Laubblattes, das sekundäre SpröBchen markiert sich in der Achsel von einer der obersten Schuppen zu Beginn des Monats Juli. Die Spitze des primären SpröBchens ruht bis zum nächsten Frühjahr (Blütejahr), dann kann dieses als ganz kleiner Kurztrieb weiterwachsen oder gelegentlich zu einem belaubten Sproß auswachsen, der nur wenige Blätter trägt oder auch sich wie ein normaler Laubtrieb verhält und von diesem sich nur durch die seitliche Samenanlage an der Basis unterscheidet. Das kleine kurztriebartige BliitenspröBchen kann auch mehrere Jahre funktionieren und sekundäre SpröBchen erzeugen.

Die Samenanlage selbst ist endständig, aufrecht und hat ein Integument, das kurz gleichmäBig in die schmale Mikropyle verläuft; zur Zeit der Bestäubung ragt die Mikropyle gerade aus den Schuppen heraus. Schon zur Blütezeit bildet sich am Grunde der Samenanlage ein kleiner Ringwulst aus, der allmählich mit der Samenanlage heranwächst und schließlich den Samen als dickfleischiger roter Samenmantel (Arillus, Cupula) umgibt.

Bei *Torreya* stehen die \$ Bliiten in geringer Zahl paarweise in den Achseln der ersten kleineren Blätter am Grunde von später austreibenden Zweigen, und zwar stehen diese Paare an ganz verkürzten rudimentären Zweiglein, die über die Bliiten hinaus nicht oder nur mit einem kleinen Schuppenblattchen verlängert sind; an diesen rudimentären Zweiglein stehen zunächst 2 transversale gerundete Deckblätter, die in ihren Achseln die Einzelbliiten tragen; diese haben je 2 Paar gekreuzte Schuppen, deren erstes median gestellt ist; die Schuppen sind fast gleich lang, gerundet, fleischig lederig, breit aufsitzend. Die einzelne endständige, flaschenförmige Samenanlage der Blüte ist in der Jugend ganz

Bestäubung, Befruchtung, Embryoentwicklung. Das Ausstäuben erfolgt bei *Taxus baccata* subsp. *eubaccata* in Europa im ersten Frühjahr, für subsp. *canadensis* gibt Dup-ler für Pennsylvania Ende April an.

Die Bestäubung geschieht durch Vermittlung des Bestäubungstropfens, eines kleinen Flüssigkeitstropfens (bis ca. 1 mm im Durchmesser), der aus der Öffnung der Mikropyle hervortritt und die vom Winde herangewehten Pollenkörner auffängt*). Nachdem schon Vaucher 1841 auf diesen Tropfen aufmerksam gemacht hatte, berichteten Strasburger und Delapino ausführlicher über den Modus der Bestäubung. Danach werden die Pollenkörner, die an dem Tröpfchen haften, durch Verdunstung desselben in die Mikropyle hineingezogen und gelangen so auf die Spitze des freiliegenden Nucellus. Nach Schumann, der über die Bestäubung bei *Taxus* zahlreiche Beobachtungen gemacht hat, verläuft der Vorgang anders. Der Flüssigkeitstropfen, der an der Spitze des hangenden Ovulums schwebt, erhält sich bei gleichbleibender Temperatur recht lange, da das ihm durch Verdunstung entzogene Wasser durch sezernierende Zellen der Mikropylenöffnung ersetzt wird. Erst nach etwa 10 Tagen beginnt er kleiner zu werden und verschwindet dann allmählich. Sonst kann er leicht durch Stoffe oder durch Windbewegung abgeschüttelt werden und wird dann nicht wieder erneuert. Er kann nur deswegen an der Spitze der Mikropyle schweben, weil die Zone unterhalb seines Aufenthaltsortes unbenetzbar ist. Die Pollenkörner sind leicht benetzbar; sind sie an den Tropfen herangeflogen, so steigen sie in ihm sofort in die Höhe. Der Raum unterhalb des Tröpfchens bis zum Nucellus ist mit Luft erfüllt, die durch das Tröpfchen abgesperrt ist. Eine eintretende Temperaturdifferenz muß sich durch Ausdehnung oder Zusammenziehung dieser Luftmenge bemerkbar machen. Bei Abkühlung, wie sie in den Frühlingsnächten stattfindet, wird durch den äußeren Luftdruck das Tröpfchen in die durch die Mikropyle gebildete Capillare hineingepreßt; die Flüssigkeit verliert bei der breiteren Ausdehnung der Mikropyle ihre Tropfengestalt und verbreitet sich an der Wand; auf diese Weise gelangen die Pollenkörner auf den Nucellus.

Tison kritisiert in mehreren wesentlichen Punkten die Darstellung Schumanns. Zunächst bilden sich (wie auch Fujii berichtet) die Tropfen mehrmals wieder aufs neue, wenn sie abgeschüttelt worden sind; sie ergänzen sich in ungefähr 10 Stunden. Ferner kann nach Tison die Abscheidung des Tröpfchens nicht durch Zellen aus der Umgebung der Mikropyle erfolgen, da, während er schwebt, diese Zellen mit einer Cuticula bedeckt und ganz normal sind; die Flüssigkeit wird vielmehr vom Nucellus-Gipfel ausgeschieden, sie muß also den Mikropylkanal erfüllen, ehe sie sich draußen abrundet. Kommen Pollenkörner in den Bestäubungstropfen, so verhalten sie sich ebenso, wie es schon Sachs für das Verhalten von Pollenkörnern der Coniferen in Wasser beschrieben hat. Die Intine quillt an, die Exine wird gesprengt, und schließlich tritt das Pollenkorn mit Intine durch den Spalt der Exine aus, die ganz abgeworfen wird. Das Pollenkorn erreicht durch die Quellung das Doppelte seiner früheren Größe. Das Abwerfen der Exine geschieht in ganz kurzer Zeit, dann sinkt das Pollenkorn durch seine Schwere im Tröpfchen unter. (Das gilt für viele Coniferen). Steht nun die Samenanlage aufrecht und richtet die Mikropyle nach oben, so können die Pollenkörner beim Herabsinken bis auf den Nucellus gelangen. Hängt die Samenanlage, so müssen sich die Pollenkörner in der unteren Partie des Tröpfchens sammeln und können nur durch das normale Verschwinden des Tröpfchens zum Nucellus gelangen. Die Befruchtung kann also in diesem Falle leicht verhindert werden, wenn die Tropfen etwa durch den Wind abgeschüttelt werden. Die Ausbildung eines Bestäubungstropfens ist für eine große Zahl von Coniferen nachgewiesen worden.

Bei *Taxus* erfolgt die weitere Entwicklung bis zur Fruchtreife in einer Vegetationsperiode. Bei *Torreya* erstreckt sich die Entwicklung vom Erscheinen der Blüte bis zum Abfall des Samens über 2 Jahre. Nach Oliver kann man in den Winterknospen schon Nucellus und Integument unterscheiden. Im Mai entwickelt sich letzteres beträchtlich über den ersteren hinaus. Ende des Monats kommen beide aus den umgebenden Schuppen hervor. Anfang Juli erfolgt die Bestäubung. Nun wächst der

*) VgL: K. Schumann, Ober die weiblichen Blüten der Coniferen, in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XLIV (1902), im Abschnitt über die Pollinisation der Eibe. — K. Fujii, Über die Bestäubungstropfen der Gymnospermen, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXI (1903) 211. — A. Tison, Remarques sur les gouttelettes collectrices des ovules des Conifères, in Mém. Soc. Linn. Normandie XXIV (1911) 51—66, T. 3—4. —

Arillus rasch heran und erreicht die Mikropyle Ende Juli. Die Pollenschläuche erreichen den Embryosack Anfang September. Ähnlich berichtet Robertson, daß bei *T. californica* der Embryosack Ende Juni gebildet wird, während sich im Juli das Prothallium entwickelt, Anfang August die Archegonien erscheinen und die Befruchtung im September stattfindet, drei Monate nach der Bestäubung. Vor der Winterruhe wird noch der Proembryo gebildet. Dann schreitet im nächsten Frühjahr die Entwicklung des Samens fort. Am auffallendsten ist im Juli die starke Ausbildung und Streckung der Samenbasis. Es folgt dann die Differenzierung der harten Schicht der Schale. Im Herbst fällt der Same ab.

Inbetriff des § Gametophyten*) ist bemerkenswert, daß im Gegensatz zu den Podocarpaceen keine Prothalliumzellen (vegetative Zellen) gebildet werden. Die erste Teilung des Pollenkornes, die bei *Torreya* vor dem Ausstäuben, bei *Taxus* nach dem Ausstäuben stattfindet, liefert die Schlauchzelle und die generative Zelle. Die Pollenkörner werden auf der Spitze des Nucellus gesammelt, der bei *Taxus* in seinen äußersten Zellen desorganisiert und uneben wird, ohne daß eine eigentliche Pollenkammer gebildet wird. Die generative Zelle teilt sich in Körperzelle und Stielzelle, erstere geht, gefolgt vom Stielzellkern in den austreibenden Pollenschlauch. Die Teilung der Körperzelle in die beiden ungleich großen § Zellen erfolgt erst kurz vor der Befruchtung. Die Umgrenzung der § Zellen ist nicht deutlich, man erkennt die Tendenz zur Bildung von § Kernen an Stelle von Zellen.

Die Membran des Embryosackes ist nur in früheren Stadien deutlich, später wird sie unkenntlich; nach Thomson ist hierin ein stark fortgeschrittener Charakter zu sehen. Die Wandbildung des Embryosackes beginnt beim Stadium von 256 Kernen. Die Archegonien, die nur in geringer Zahl vorhanden sind (für *Torreya taxifolia* werden 1—2 angegeben, für *T. californica* 2—4), gehen aus Zellen der äußersten Schicht des Prothalliums hervor. Zunächst teilt sich die Initialzelle in eine Halszelle und die Zentralzelle, die das Ei darstellt. Eine Bauchkanalzelle wird nicht abgetrennt, meist ist auch ein Kern nicht nachweisbar, doch wird er für einzelne Arten angegeben. Die Halszelle teilt sich noch ein- bis mehrmals, die Zellen degenerieren später. Ausnahmsweise kommt es bei *Taxus* zur Entwicklung von 2 Embryosäcken, von denen aber schließlich nur einer einen Embryo bildet.

Die Befruchtung findet durch den größeren § Kern statt, der kleinere § Kern, der Kern des Pollenschlauches und der Stielkern, die auch in das Ei eindringen, bleiben in dessen oberem Teil liegen und degenerieren. Der Fusionskern teilt sich; bei *Torreya* tritt schon Wandbildung bei 4 freien Kernen ein, bei *Taxus* bei 16 freien Kernen. Der Proembryo füllt dann das Ei ganz aus. In ihm sind drei Zell-Lagen zu unterscheiden, deren unterste nur aus einer Zelle besteht. Die oberen bilden den Suspensor aus, die Terminalzelle teilt sich rasch und gibt dem Embryo die Entstehung.

Frucht und Same. Die die Samenanlage umgebenden Schuppen werden bei *Taxus* zur Fruchtzeit nicht wesentlich vergrößert. Der heranwachsende Arillus umgibt schließlich, wie schon erwähnt, den Samen vollständig. Er hat die Form eines breit geflügelten Bechers, der nur im unteren Teil dem Samen angewachsen ist; das Gewebe des Arillus ist schleimig, stielig. Er entwickelt sich bei der Reife des Samens in kurzer Zeit zur vollen Größe, bleibt aber auch öfters unausgebildet und umgibt den Samen nur ungefähr bis zur Hälfte als lederige Haut. Die gewöhnliche Form des Samens ist die eines breiten halben Ellipsoids, wobei der Same deutlich zusammengedrückt und zweikantig ist. Seine Schale besteht aus einer äußeren, dünnen, hautartigen Schicht, einer dickeren, holzigen Schicht und einer papierartig dünnen inneren Schicht. Diese letztere ist am oberen Ende von der Steinschicht frei und bedeckt den Nucellus, ohne mit ihm vereint zu sein. Die Bildung von Kanten ist eine Eigentümlichkeit der Gattung, die durch äußere Beeinflussung nicht zu erklären ist; sie war auch ein Argument für die Theorie, nach der die Coniferen einen aus zwei Carpellen zusammengesetzten Fruchtknoten besitzen sollen. Nun ist aber bei *Taxus* die zweikantige Form des Samens wohl die normale, sehr häufig sind aber auch drei- und vierkantige Samen vorhanden. Gewöhnlich ist der Same im oberen Teil dreikantig bei der Gartenform *Taxus tardiva*. Der Same enthält reichliches ölhaltiges Nährgewebe, der Embryo ist groß, gerade, zylindrisch, mit dem Wurzelende nach der Mikropyle

*) Allgemeines über die Embryologie der Coniferen ist im betr. Abschnitt bei den Pinaceae einzusehen.

gerichtet; er hat 2 Kotyledonen. Die Keimung erfolgt gewöhnlich im zweiten Jahre nach der Reife.

Bei *Torreya* wächst nur eine Samenanlage jedes Blütenpaares zu dem mächtigen Samen heran, der bei einer Art bis 5 cm lang wird; er ist am Grunde von den vier ausgebreiteten Schuppen umgeben. Der Arillus ist am Samen bis fast zur Spitze mit dem Integument verwachsen, aber noch über die Mikropyle zu einem kurzen zylindrischen Kanal verlängert; er ist dick, fleischig, harzreich. Das Integument ist aus einer äußeren schwach holzigen Schicht und einer inneren dünnen Schicht gebildet, die nach oben zu von der Steinschicht frei wird. Das Nährgewebe ist ölreich; das Öl ist in feinen Tropfchen in den Zellen verteilt; außerdem findet sich aber noch Stärke in sehr kleinen Körnchen. Der Embryo ist sehr klein; er liegt in der Nähe der Mikropyle, ist keulenförmig, mit nur schwach angedeuteten Keimblättern und einem ziemlich kurzen Suspensorfaden. Die Kotyledonen bleiben bei der Keimung mit ihrem oberen Teil im Samen eingeschlossen, während schon ein mehrere Zentimeter langes Epikotyl entwickelt ist; sie sind dann $\pm$ miteinander verwachsen, oft verschieden lang und häufig etwas gelappt. Ein auffallender Charakter des Samens ist die tiefe unregelmäßige Zerklüftung des Endosperms. Während im allgemeinen bei den Gymnospermen das Perisperm dem sich ausbreitenden Endosperm keinen Widerstand entgegensetzt und obliteriert, bleibt bei *Torreya* das Perisperm aktiver und wird so von dem vordringenden Endosperm unregelmäßig erodiert. Es hat den Anschein, als ob das Perisperm zackig in das Endosperm vorspringt, doch ist in der Tat das letztere der angreifende Teil. Die tiefste Furchung des Endosperms zeigt sich auf 2 gegenüberliegenden Stellen auf dem Querschnitt nach dem Zentrum zu und zwar gegenüber den beiden Gefäßbündeln des Integumentes. Der eigenartige Gefäßbündelverlauf im Samen von *Torreya* ist von Oliver studiert worden. Nach Entfernung des Arillus sieht man nicht weit von der Spitze des Samens an der Holzschale zwei sich gegenüberliegende Durchbohrungen derselben, durch die Gefäßbündel hindurchgehen. In die Basis der Samenanlage treten zwei Bündel ein, die an der Außenseite des Integumentes bis zur betreffenden Stelle verlaufen. Hier teilen sich die Bündel, der äußere Ast ist kurz und bleibt außerhalb des Integumentes, der innere biegt scharf nach innen, durchdringt das Integument und gabelt sich. So vereinigen sich dann die von den beiden gegenüberliegenden Bündeln der Samenanlage ausgehenden Zweige zu einem Ringe, der den Nucellus in der Höhe umzieht, wo die Verwachsung von Integument und Nucellus auftritt. Dieser Ring ist in späteren Stadien der Samenanlage nicht mehr zu erkennen, da Tracheiden hier nicht deutlich zur Ausbildung kommen und der Ring dann in dem »Hypoderm« des Nucellus verläuft, das für den Samen von *Torreya* charakteristisch ist. Es besteht aus einer mehrzelligen Schicht von dickwandigen, silhaltigen Zellen, die das Endosperm zuletzt geschlossen umgibt, vom oberen Teil ausgehend. Oliver sieht in dem Bündelverlauf des Samens von *Torreya* einen Rest alter Struktur, wie wir sie bei Pteridospermensamen oder Cycadeensamen sonst finden. Die Stränge, die um die Basis des freien Teiles des Nucellus herumlaufen, entsprechen nach ihm der Tracheidenplatte am Grunde des Nucellus primitiver Samenanlagen, der ganze untere Teil der Samenanlage, der sich sehr rasch entwickelt, ist im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung eingeschoben worden. Die kleinen Spitzen, mit denen sich die beiden Bündel noch über die Durchbohrung der Holzschale außen fortsetzen, entsprechen dann den Integumentbündeln alter Samen. Auch der Same von *Taxus* wird durch Birbal Sahni mit dem von *Torreya* und alten Samen in Verbindung gebracht. Nach Entfernung des Arillus bildet die Basis des Samens eine elliptische Platte, die aus mehreren Lagen palissadenähnlicher, einfach gekehlter Zellen besteht und zwei kleine Durchbohrungen zeigt, durch die die beiden Gefäßbündel in den Samen eintreten. Diese Bündel verlaufen innerhalb der Holzschicht der Schale, der sie sich im weiteren Verlauf nach der Mikropyle zu annähern, um sich schließlich an sie anzulegen. Bemerkenswert ist, daß beide Bündel kurz nach dem Eintritt in den Samen eine schwach kniefförmige Biegung machen und hier verdickt sind; Sahni nimmt an, daß das innere Gefäßbündel-System (wie es z. B. bei den Cycadeen vorkommt, vgl. dort) bei *Taxus* erloschen ist, daß aber noch die Stelle markiert ist, wo es sich einstmals abzweigte. Diese Anschauung wird gestützt durch den Vergleich mit *Austrotaxus*; hier ist ein deutliches inneres Gefäßbündel-System vorhanden, das von den Hauptbündeln sich an den Stellen abzweigt, die der Verdickung und Biegung bei *Taxus* entsprechen. Im Gegensatz zu *Torreya* verlaufen also die Bündel von *Taxus* innerhalb der Steinschicht.

S a h n i sucht nun den Samentypus von *Taxus* in Konstruktionen, auf die im einzelnen einzugehen, hier zu weit führen würde, auf den des fossilen *Cardiocrarpus-S&mens* zurückzuführen, von dem andererseits auch der *TorreyaSame* ausgeht. Dann kann natürlich die Steinschicht bei *Taxus* nicht der der anderen Samen entsprechen, sondern nur einem Teil der äußeren fleischigen Schicht ancestraler Samen.

Geographische Verbreitung. Mit Ausnahme von *Austrotaxus*, deren einzige Art in Neukaledonien vorkommt, gehören die Taxaceen der nördlichen Hemisphäre an. Von den 5 bekannten Arten von *Torreya* kommen 3 im östlichen Asien, in Japan und China vor, während die beiden anderen eine beschränkte Verbreitung im südlichen Nordamerika, in Kalifornien und Florida, haben. Ein sehr ausgedehntes Areal hat *Taxus baccata* mit ihren verschiedenen Unterarten; die Art ist in Europa, Nordafrika, Asien, Nord- und Zentralamerika weit verbreitet und geht in subtropische und tropische Gebiete über; in betreff der Verbreitung der einzelnen Unterarten ist bei *Taxus* zu vergleichen.

Über **Verwandtschaftliche Beziehungen** siehe in der allgemeinen Einleitung zu den Coniferen. Durch ihre einzelnen terminalen (axilen) Samenanlagen und durch die schildförmigen Stam. sind *Taxus* und *Torreya* erheblich von den anderen Coniferen unterschieden. Die verschiedenen Versuche, die Blütenstruktur der *T.* mit der der übrigen Coniferen-Typen in Einklang zu bringen, sind in der Einleitung zu den Coniferen beschrieben worden.

Einteilung der Familie.

A. \$ Blüten einzeln in den Blattachsen.

a, 2 Blüten paarweise in der Achsel eines Laubblattes (oder Schuppenblattes am Zweiggrunde), gemeinsamer Stiel mit 2 Brakteen; jede Blüte mit Schuppenblatt-paaren. 2. *Torreya*.

b. Eine Blüte des Paares gewöhnlich nicht entwickelt, gemeinsamer Stiel mit einer größeren Zahl spiralig gestellter Schuppenblätter; jede Blüte mit 3 Schuppenblatt-paaren; Blütenzweiglein in der Achsel von Laubblättern. 1. *Taxus*.

B. \$ Blüten in Ähren in den Blattachsen. 3. *Austrotaxus*.

1. ***Taxus*** L. Gen. ed. I (1737) 312 Nr. 765, ed. V (1754) 462 Nr. 1006; Spec. PL (1753) 1040; L. C. et A. Richard, Comment. Bot. Conif. (1826) 131; Ascherson und Graebner, Syn. Mitteleur. Fl. I (1897) 182, 2. Aufl. I (1912) 272; Pilger in Engler, Pflanzenreich IV 5 (1903) 110 (*Verataxus* Senilis, Pinac. [1866] 168). — Über \$ und \$ Blüten vgl. unter »Blütenverhältnisse«. — Sträucher oder kleinere Bäume mit dunkler Belaubung; Blätter linealisch, spiralig gestellt, aber meist zweiseitig ausgebreitet. *Taxus* ist ein altlateinischer Name zweifelhaften Ursprungs, der sich auch damals auf unsere Pflanze bezog.

1 'Art, *Taxus baccata* L., mit 7 Unterarten, die auch als Arten unterschieden werden; die Unterarten sind geographisch gut begrenzt und schließen einander in ihrem Areal aus, doch sind sie zu wenig und zu unsicher geschieden, um als eigene Arten gelten zu können.

Unterart 1. *eubaccata* Pilger (1916) (Eibe, *Taxus baccata* L. et aut. s. str.; *T. communis* Senilis; Aschers. Graebn. I.e. 275 als Unterart von *T. baccata*). Spezielle Literatur Schröter und Kirchner, in Kirchner, Loew und Schröter, Lebensgesch. d. Blietenpfl. Mitteleur. I. 1 (1908) 60—78. — H. Conwentz, Die Eibe in Westpreußen, ein aussterbender Waldbaum, in Abh. Landesk. Prov. Westpreußen, Heft III (1892). — F. Jaenicke, Die Eibe (*Taxus baccata* L.), 33.—36. Ber. über d. Tätigkeit des Offenbacher Ver. f. Naturk. (1895) 1—24; 37.—42. Ber. (1901) 31—85. — J. Lowe, The Yew-trees of Great Britain and Ireland. London 1897. — P. Korschelt, Über die Eibe und deutsche Eibenstandorte, in Jahresber. Realgymn. Zittau (1897) 1—30. — Pilger, in Mitt. Deutsch. Dendr. Ges. 25 (1916) 2—14. — Die Eibe ist von großer Mannigfaltigkeit der Gestaltung, entweder strauchartig, ja sogar ausgebreitet niederliegend, oder baumförmig mit durchgehendem Stamm, der meist tief herab verästelt ist. Alte Eiben besitzen meist einen Scheinstamm, der aus mehreren Stämmen zusammengesetzt ist; um den Hauptstamm kann ein ganzer Kranz von jungen Stämmen sich entwickeln, die miteinander verwachsen. Der Dickenzuwachs des Stammes ist gering, die Eibe gehört zu den sehr langsam wachsenden Baumarten. Willkomm nimmt als mittleren jährlichen Zuwachs 2,5 mm an, andere Autoren geben noch wesentlich geringere Zahlen. Über besonders starke und hohe alte Eiben-Exemplare existieren zahlreiche Berichte; so erwähnt Lowe als höchste bekannte Eibe in England einen Baum in Harlington bei Hounslow mit 17,4 m, Conwentz gibt für Westpreußen die Maximalhöhe mit 13,1 m an, Schröter und Kirchner berichten von einem Schweizer Exemplar bei Burgdorf im Kanton Bern von 15 m Höhe.

Sehr bemerkenswert ist bei der Eibe die ungewöhnlich starke Knospenbildung und Aus-

schlagfähigkeit. Oberall an Stamm und Zweigen können aus schlafenden Augen neue Zweige erzeugt werden, die die Dichtigkeit des Wuchses erhöhen und die Eibe buschartig erscheinen lassen. Diese Fähigkeit hat es auch ermöglicht, *Taxus* zum Spielzeug giärtnerischer Laune zu machen, da die Pflanze beliebig verschnitten und in allerhand willkürliche Formen gemodelt werden kann. Die Rinde der Zweige ist rotbraun, blätterig, später wird eine graubraune Borke erzeugt, die sich in größeren Schuppen oder kleinen Platten abläßt. Die immergrünen Nadelblätter, die durchschnittlich 8 Jahre alt werden, sind linealisch, flach, dicklich, oberseits dunkelgrün, etwas glänzend, kurz gespitzt, am Grunde kurz in einen kurzen Stiel verschmälert, lang am Zweig herablaufend, bis 3 cm lang, 2—2,5 mm breit, unterseits neben dem Nerven gelbgrün gestreift; der Nerv tritt oberseits breit schwach hervor. Die Blätter stehen spiralig am Zweig, und zwar gewöhnlich nach $\frac{1}{3}$ -Stellung. Sind die Zweige $\pm$ horizontal gerichtet, so sind die Nadeln durch Drehung ihres Stieles $\pm$ zweiseitig in einer Ebene ausgebreitet; an den $\pm$ aufrechten Zweigen stehen die Nadeln nach alien Seiten hin gleichmäßig ab; an geneigten Zweigen sind allerhand Obergänge vorhanden. Dieser Unterschied in der Blattrichtung ergibt besonders den charakteristischen Habitus der *fastigiata*-Formen, an deren aufrechten Zweigen die Nadeln nach alien Seiten stehen. Die Blattknospen sind klein, eiförmig, mit kleinen gerundeten Schuppen, die am Grunde des Zweiges sitzen bleiben. Der Übergang von den Schuppen zu den Nadeln geschieht plötzlich.

Die Eibe ist verbreitet über das nördliche und mittlere Europa sowie im Mittelmeergebiet. Sie kommt vor in ganz Mitteleuropa, in Frankreich, auf den Britischen Inseln, in Dänemark, in städtischen Norwegen bis 61° 20', in Schweden bis 61°. Von den Alands-Inseln verläuft die Grenzlinie durch den westlichsten Teil von Estland und Livland steil nach Süden. *Taxus* gehört zu den Gewächsen, wie *Fagus* usw., die in ihrer Verbreitung nach N. bzw. NO. durch die Winterkälte beschränkt werden (Conwentz). Wir finden sie dann in der Krim, im Kaukasus, in den unteren Donauländern und in den Gebirgen des Mittelmeergebietes. Außerhalb Europas kommt sie in Kleinasien und Nord-Syrien sowie in Alger vor. Speziell in Deutschland ist sie in Schleswig-Holstein ausgestorben, in Mecklenburg nur noch in einigen Exemplaren vorhanden. Auch in der Provinz Brandenburg kommt sie spontan nicht mehr vor. Dagegen ist sie in Schlesien an zahlreichen Stellen wild, ferner besonders im Harz, im Wesergebirge und im Bayrischen Wald. Ebenso ist die Eibe noch reichlich vertreten in Ostpreußen und in dem von Conwentz speziell untersuchten Westpreußen. Die Höhengrenzen der Eibe sind (nach Schröter und Kirchner) in den Bayrischen Alpen 1144 m, in der Schweiz 1400 m, in den Karpathen 1623 m, in den iberischen Gebirgen 1948 m.

Die Eibe liebt einen frischen und feuchten Boden, sie scheut auch einen sumpfigen und sogar moorigen Untergrund nicht. In Mitteleuropa kommt sie auf verschiedensten Gebirgsformationen vor, besonders aber liebt sie kalkhaltigen Untergrund. Sie ist kein Waldbaum erster Klasse und bildet überall nur Nebenbestand, indem sie im Unterholz einzeln oder in größeren Gruppen auftritt. So sagt Conwentz für Westpreußen: Sie lebt in größter Einsamkeit unter dem schützenden Dach waldbildender Bäume, an deren Stamm sie sich oft anlehnt. Die Eibe ist sowohl in ihrer Verbreitung, wie auch in dem Reich tum ihres Bestandes allmählich bedeutend zurückgegangen. Die reichsten Eibenhorste in Deutschland sind nach Conwentz der des Ziesbusch (Cis = Eibe) in Westpreußen im Kreise Schwetz bei Lindenbusch, der dem Waldgebiete der Tucheler Heide angehört (5533 Eiben auf 18,5 ha), dann der erst neuerdings untersuchte im Braendtwald bei Paterzell unweit Weilheim in Oberbayern (2692 Eiben auf 32 ha).

Reste alter Eibenbestände sind in Deutschland mehrfach aufgefunden worden, so im Stellingener Moos bei Hannover, wo unter 1 m mächtigem Sphagnumtorf neben Resten anderer Bäume ein Eibenhorst von mehreren hundert Stämmen entdeckt wurde, ferner in der Tucheler Heide im Reg.-Bez. Marienwerder und neuerdings auch in Schleswig-Holstein (vgl. Conwentz in Ber. D. Bot. Ges. XXXIX [1922] 384).

Wie schon erwähnt, ist die Eibe im freien Zustande dauerndem Rückgang verfallen. Größere Bestände als jetzt waren früher vielfach vorhanden, wie es z. B. für Westpreußen Conwentz ausführlich beschreibt. Auf die frühere weitere Verbreitung weisen historische Nachrichten hin (Caesar in De Bello Gallico 6, 31), ferner die zahlreichen von der Eibe abgeleiteten Ortsnamen in Gegenden, wo sie jetzt nicht mehr wild vorkommt. In Polen war *Taxus* schon im 14. Jahrhundert selten geworden, in Galizien stirbt sie ebenfalls rasch aus. In der Mark, wo sie jetzt nicht mehr spontan ist, kam sie (nach B o l l e) noch im 17. Jahrhundert unweit Friesack vor, und noch im 18. Jahrhundert in den Oranienburger und Degtower Forsten. Schuld an diesem Rückgang sind verschiedene Umstände. So wurde zur Gewinnung des vortrefflichen Bogenholzes, das die Eibe lieferte, im Mittelalter mit dem Baum eine starke Raubwirtschaft getrieben (Angaben darüber bei Jaennicke usw.). Dann ist für die Eibe der Kahlschlag ungünstig, den die Forstwirtschaft heute im Gegensatz zur Planterwirtschaft, bei der nur einzelne größere Bäume herausgeschlagen werden, bevorzugt. Der Eibe wird der Schatten genommen; an den Schutz höherer Bäume gewöhnt, kann sie die pflanzliche Freistellung nicht vertragen. Auch wird sie dann, wegen ihres langsamen Wuchses zu unergiebig, nicht wieder im größeren Maßstabe angepflanzt. Conwentz meint auch, daß die Eibe eine »alternde Baumart« ist, die allmählich ausstirbt und so das Schicksal vieler anderer Formen in der Erdgeschichte teilt, die nach der Höhezeit ihrer Lebenskraft und

Verbreitung langsam dahinsiechen und anderen Formen Platz machen. Daran kann man für die Eibe schwer glauben, wenn man ihre große Variabilität und Ausschlagfähigkeit ins Auge faßt. Die Verbreitungsmöglichkeit der Eibe ist auch nicht ungünstig. Der rote silfliche Samenmantel wird von größeren Vögeln (Drosseln, Amseln) mit dem Samen verschlungen; dieser geht unverändert in keimfähigem Zustande mit dem Kot wieder ab. Die Keimfähigkeit solcher Samen wurde von Kerner experimentell festgestellt.

Zahlreich sind die Beziehungen, die seit den ältesten Zeiten den Eibenbaum mit der Sage und der Geschichte der Völker Europas verknüpfen. Schon im Altertum wird der Baum als *Smilax* oder *Taxos* bei Theophrast und Galenus erwähnt. Von den giftigen Eigenschaften des Baumes waren übertriebene Vorstellungen verbreitet; so sollte schon der Aufenthalt in seinem Schatten dem Ruhenden Gefahr bringen. Der erste Eindruck, den die Eibe mit ihrem düsteren Laub hervorruft, ließ sie die Alten mit dem Gedanken an Tod und Unterwelt in Verbindung bringen. »Das klassische Altertum hielt dementsprechend die *Taxus* für einen den Göttern des Hades geweihten Baum und die Zweige galten als Symbole der Trauer. Hiermit im Einklang steht die Beurteilung des Baumes im alten Germanien, da nach der Edda der Markt der Götterstadt Asgard mit Eiben bepflanzt gewesen ist, demnach auch die seit alter Zeit und besonders in England übliche häufige Anpflanzung der Eibe auf Kirchhöfen, endlich die heute noch übliche Verwendung des Laubes zu Trauerkranzen« (Jaenicke). In heutigen Zeit ist auf den Graberplätzen der Kirchhöfe die Anpflanzung der forma *fastigiata* von *Taxus* besonders verbreitet.

Auch in der Volksmedizin spielte *Taxus* eine Rolle, besonders im Mittelalter, ebenso wie ihre schützende Kraft gegen den Einfluß böser Geister, gegen Behexen und Zauberei berühmt war (vgl. bei Korschelt).

Seit alters war das unverwundlich dauerhafte, zähe und elastische Holz des Stammes zur Herstellung von Waffen, besonders von Bogen, im Gebrauch. Schon mehrfach sind Oberreste in den Pfahlbauten aus der Steinzeit angetroffen worden. Besonders im Mittelalter wurden Eibenbögen benutzt, worauf wohl auch das häufige Vorkommen von *Taxus* in der Nähe alter Burgen zurückzuführen ist. Um diese Zeit wurde viel Eibenholz aus Deutschland nach England und den Niederlanden ausgeführt. Über diesen Handel und den Raubbau, der mit den Eibenbeständen in Süddeutschland besonders im 15. und 16. Jahrhundert betrieben wurde, sind interessante Einzelheiten besonders bei Conwentz und Jaenicke nachzulesen. Noch jetzt ist wie früher das schöne Holz zu Drechsler- und Kunsttischlerarbeiten, meist aber nur für kleinere Gegenstände, im Gebrauch.

Mit ihren zahlreichen Kulturformen ist die Eibe überall in Parks und Gärten verbreitet. Die starke Ausschlagfähigkeit macht sie zum Verschneiden außerordentlich geeignet. Sie kann daher zu dichten Hecken verwandt und zu mannigfacher Gestalt gemodelt werden, wodurch sie in der Gartenkunst früherer Perioden eine große Rolle spielte. Manche der Kulturformen sind recht charakteristisch und leicht kenntlich (vgl. z. B. Veitch, Man. Conif. ed. 2. [1900], Aschers. Graebn. 1. c. [1912] 275), hervorgehoben seien: f. *adpressa* (*Taxus tar diva* Aut.), mit sehr kurzen eiförmig-oblongen Blättern, ferner f. *fastigiata* (*T. hibernica*, Säulen-Eibe), eine kegelförmige oder säulenförmige Spielart von dichtem Wuchs mit aufrechten Zweigen, deren Nadeln nach allen Seiten gewandt sind. Die heutigen Exemplare stammen von einem Baum, der um 1780 in Irland gefunden wurde.

J Unterart 2. *Wallichiana* (Zucc.) Pilger (*Taxus Wallichiana* Zucc.), im temperierten Himalaya bei 1600–3000 m, in Burma, in den Gebirgen von Celebes und der Philippinen. Oft hochwüchsig, Zweige locker beblättert, Blätter ± sichelförmig, nach oben zu langsam verschmälert, bis über 3 cm lang.

Unterart 3. *cuspidata* (Sieb. et Zucc.) Pilger (*Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc.), in Gebirgen Japans, auf Hondo von 1000–2000 m, auf Shikoku von 1400–2400 m. Kleiner Baum oder Strauch, Blätter am Ende plötzlich verschmälert, lederig, Same zusammengedrückt, kantig. Eine nördliche Varietät ist die var. *latifolia* von Yesso, Sachalin und der Mandschurei. In Zentralchina kommt die var. *chinensis* vor (*Taxus chinensis* Rehder).

Unterart 4. *brevifolia* Nutt. (*Taxus brevifolia* Nutt.), im westlichen Nordamerika. Kleiner Baum, Blätter oberseits dunkel gelblich-grün, schmal, linealisch, sehr abstehend, plötzlich verschmälert und scharf gespitzt, 1–2 cm lang.

Unterart 5. *canadensis* (Marsh.) Pilger (*Taxus canadensis* Marsh.), im atlantischen Nordamerika. Ausgebreitet strauchig, Zweige kurz, dicht beblättert, Blätter schmal, an der Spitze kurz gerundet, kurzspitzig, bis 2 cm lang, Same niedergedrückt. Endlich seien erwähnt die Unterarten *floridana* (Nutt.) Pilger, in West-Florida zerstreut, mit sehr schmal linealischen Blättern und *globosa* (Schlecht.) Pilger in Mexiko, mit schmalen, 1,5–3 cm langen Blättern.

Fossile Arten: Die von Ludwig aus der Braunkohle der Wetterau beschriebenen Samen können das Vorhandensein der Gattung im Tertiär nicht beweisen. Das gilt auch von der Mehrzahl der als *Taxites* Brongn. beschriebenen Blattreste. Sie finden sich schon im Rhät von Schweden (*T. longifolius* Nath.) und Jura Englands (*T. brevifolius* Nath.). Häufig sind sie im Tertiär (Italien, Deutschland, Alaska). *Taxus grandis* (Steger) Kräusel aus dem Tertiär Oberschlesiens gehört auch nach dem Bau der Epidermis zu *T.* und steht *T. baccata* nahe. Im Quartär sind Samen und Holz der Eibe mehrfach gefunden worden, auch in Gegenden, wo sie heute fehlt.

Merkwürdig ist, daß sich das leicht kenntliche Holz im Tertiär noch nicht hat nachweisen lassen.

Vesquia C. E. Bertrand (Bull. soc. bot. France XXX [1883] 293). Samen länglich, quer elliptisch, mit einer Mikropyle an der Spitze, Schale holzig, gerippt.

V. tournaisii Bertr. aus der Unteren Kreide von Tournai, Frankreich, vereinigt im anatomischen Bau Züge von *Taxus* und *Torreya* (K r f t u s e 1).

2. *Torreya* Arnott, in Ann. of Nat. Hist. I (1838) 130; Pilger, in Engl. Pflanzenr. IV. 5 (1903) 105 (*Tumion* Raf., Amen. of Nature [1840] 63 sec. Greene in Pittonia II [1891] 193; *Caryotaxus* Zucc. ex Endl., Syn. Conif. [1847] 240; *Foetataxus* Senilis, Pinac. [1866] 167). — Über S und \$ Blüten vgl. unter »Blütenverhältnisse«. — Sträucher oder Bäume; Zweige fast gegenständig; Blätter sehr starr, ± ausgeprägt stachelspitzig, dunkelgrün, zweiseitig ausgebreitet, unterseits mit zwei rötlich-braunen Streifen, in denen die Spaltöffnungen liegen. Name nach John Torrey (1796—1873), amerikanischem Botaniker, der als Professor der Medizinischen Schule und Leiter des Botanischen Gartens in New York wirkte.

5 Arten in Japan und China, so wie in Kalifornien und Florida. In Japan *T. nucifera* (L.) Sieb. et Zucc., Kaja der Japaner, auf Hondo bis 1000 m, auf Shikoku bis 1400 m, auf Kiushiu bis 1800 m; Strauch oder kleinerer Baum mit bis 2,5 cm langen Blättern, Same 3 cm lang, ellipsoidisch; in Deutschland ist die Art in geschützter Lage winterhart. — Nahe verwandt *T. grandis* Fortune in Südost- und Zentralchina mit mehr rundlichem Samen, ferner *T. Fargesii* Franch. in Zentralchina, mit gleichmäßig langsam verschmalerten Blättern und eiförmig-kugeligem, 1,5 cm langem Samen. — In Kalifornien verbreitet, aber nirgends häufig ist *T. californica* Torrey (*T. myristica* Hook. f., California Nutmeg), baumförmig, 15—20 m, in seltenen Fällen bis 30 m hoch, die starren Blätter bis 6 cm lang, Same 3—5,5 cm lang, eiförmig oder oblong-eiförmig, grün, purpurfleckig. — In Florida *T. taxifolia* Arnott, kleiner Baum mit bis 3 cm langen Blättern, Same 2,5—3 cm lang. —

Fossile Arten. Beblätterte Zweige werden für die untere Kreide Grönlands angegeben (*T. Dicksoniana* Heer, *T. parvifolia* Heer), im Tertiär findet sich *T. borealis* Heer. Daß es sich hier um Taxaceen handelt, dürfte sicher sein, nicht aber, ob sie wirklich zu *Torreya* gehören. Der Nachweis hierfür dürfte sich nur in alien den Füllen erbringen lassen, wo der Bau der Spaltöffnungen und der Epidermis erkennbar ist, wie dies der Fall ist bei den von Engelhardt und Kinkel in zu *T. nucifera* gestellten Blättern aus dem Miozän von Frankfurt a. M. Die gleiche Art ist hier auch durch Samen nachgewiesen, denen *T. miocenica* Kräusel aus dem Miozän von Schlesien sehr nahe steht. Das gilt auch von *Tumion carolinianum* Berry aus mittlerer Kreide von Karolina, Nordamerika (Kräusel).

3. *Austrotaxus* Compton, in Journ. Linn. Soc. XLV (1922) 427, T. 26. — \$ Blüten in kleinen Ähren in den Achseln von Blättern oder Schuppenblättern am Grunde von jungen Zweigen; Ähren mit 12—15 kleinen, breiten Brakteen; Blüten mit 1—5 schildförmigen Stam. mit kurzem Filament; Sporangien 2—4, Pollen ungeflügelt. £ Zweiglein in derselben Stellung wie die £, dicht spiralig mit kleinen dachziegelig deckenden, angedrückten, breiten und dicken Schuppenblättern bedeckt; einzige Samenanlage terminal, aufrecht, 2-, selten 3 kantig, eiförmig oder ellipsoidisch; ein Integument, außen holzig, innen fleischig, mit 2lippiger Mikropyle; ein fleischiger Arillus schließt den reifenden Samen vollständig ein. — Großer Baum mit dichter, buschiger Krone; keine Harzgänge, Tracheiden ohne Spiralstreifen.

1 Art, *A. spicata* Compton im nördlichen Neukaledonien, in feuchten Wäldern bei 400—1000 m, Baum vom Habitus eines *Podocarpus* mit linealisch-lanzettlichen Blättern von 10—15 cm Länge, 5 Ähre zirka 15 mm lang, Same 12—16 mm lang.

Podocarpaceae

von

R. Pilger.

Mit 21 Figuren

Podocarpaceae F. W. Nager, Die Nadelholzer, in Sammlung Gbschen Nr. 355 (1907) 23 u. 31; W. T. Saxton in New Phytol. XII (1913) 253; Pilger in Engl. Bot. Jahrb. LIV (1916) 13.

Wichtigste Literatur: Vgl. Literaturangaben beim allgemeinen Abschnitt über Coniferen. *Taxaceae-Podocarpeae* Reichenb., Handb. des nat. Pflanzensyst. (1837) 166 emend. — Endlicher, Synopsis conif. (1847), Ordo III *Podocarpeae* 201—228. — Parlatore, *Coniferae* Tribus II *Taxineae* p. p. in DC. Prodr. XVI. 2 (1868). — Benth., *Coniferae* Tribus *Taxaeae* p. p.

(*Phyllocladus* *Dacrydium*, *Ptherosphaera*) und *Podocarpeae* in Benth. et Hook. f. Gen. PL III (1880) 422—423, 432—435. — Eichler, *Coniferae-Taxoideae-Podocarpeae* in E. P. 1. Aufl. II. 1. (1887) 103—107. — R. Pilger, *Taxaceae* Subfamilia *Podocarpoideae* in Engl. Pflanzenreich IV. 5 (1903); Die Taxaceen Papuasians in Engl. Bot. Jahrb. LIV (1916) 207—211; Kritische Übersicht über die neuere Literatur betreffend die Familie der *Taxaceae* 1. c. 1—43. — Coulter and Chamberlain, *Taxaceae* p. p. in Morphol. of Gymnosperms (1910) 313—352. — F. W. Foxworthy, Philippine Gymnosperms, in Philipp. Journ. of Science VI (1911) 149 bis 176, T. 26—33. — E. Favre, Recherches sur la fleur femelle du *Podocarpus sinensis*, in Ann. sc. nat. 5 sér. III (1865) 379—382. — Th. Geyler, Einige Bemerkungen über *Phyllocladus*, in Abh. Senkenb. Naturf. Ges. XII (1880) 209—214. — A. Nobre, Recherches histologiques sur le *Podocarpus Mannii*, in Bol. Soc. Broter. VII (1889) 115—126. — Ph. van Tieghem, Structure et affinités des *Stachycarpus*, genre nouveau de la famille des Conifères, in Bull. Soc. Bot. France XXXVIII (1891) 162—176. — W. C. Coker, Notes on the gametophytes and embryo of *Podocarpus*, in Bot. Gaz. XXXIII (1902) 89—107, T. 10—12. — Francis E. Lloyd, Vivipary in *Podocarpus*, in Torreya II (1902) 113—117. — C. Bernard, Le bois centripète dans les feuilles de Conifères, in Beih. Bot. Centralbl. XVII (1904) 241—309. — W. Gothan, Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermen-Hölzer, Berlin 1905. — Agnes Robertson, Some points in the morphology of *Phyllocladus alpinus* Hook., in Ann. of Bot. XX (1906) 259—265, T. 17—18. — E. C. Jeffrey and M. A. Chrysler, The microgametophyte of the *Podocarpaceae*, in The Americ. Natur. XLI (1907) 355—364. — Mary S. Young, The male gametophyte of *Dacrydium*, in Bot. Gaz. XLIV (1907) 189—196, T. 19; The morphology of the *Podocarpaceae*, 1. c. L (1910) 81—100. — L. L. Burlingame, The staminate cone and male gametophyte of *Podocarpus*, in Bot. Gaz. XLVI (1908) 161—178, T. 8—9. — N. Johanna Kildahl, The morphology of *Phyllocladus alpinus*, in Bot. Gaz. XLVI (1908) 339—348, T. 20—22; Affinities of *Phyllocladus*, 1. c. 464 bis 465. — C. O. Noren, Zur Kenntnis der Entwicklung von *Saxegothaea conspicua* Lindl., in Svensk. Bot. Tidskr. II (1908) 101—122, T. 7—9. — W. Stiles, The anatomy of *Saxegothaea conspicua* Lindl., in The New Phytol. VII (1908) 209—222; A note on the gametophytes of *Dacrydium* 1. c. X (1911) 342; The *Podocarpeae*, in Ann. of Bot. XXVI (1912) 443—514, T. 46—48. — R. B. Thomson, Note on the pollen of *Microcachrys*, in Bot. Gaz. XLVI (1908) 465—466; On the pollen of *Microcachrys tetragona*, 1. c. XLVII (1909) 26—29, T. 1—2; The megasporophyll of *Saxegothaea* and *Microcachrys* 1. c. 345—354, T. 22—25. — A. Tison, Sur le *Saxe-Gothaea conspicua* Lindl., in Mém. Soc. Linn. Normand. XXIII (1909) 137—160, t. 9—10; Le nucelle stigmatifère et la pollinisation chez le *Saxe-Gothaea conspicua*, in Cptes. Rend. Ac. Sc. Paris CXLVII (1908) 137—139. — F. T. Brooks and W. Stiles, The structure of *Podocarpus spinulosus* (Smith) R. Br., in Ann. of Bot. XXIV (1910) 305—318, T. 21. — Lilian S. Gibbs, On the development of the female strobilus in *Podocarpus*, in Ann. of Bot. XXVI (1912) 515—571, t. 49—53. — Ethel R. Spratt, The formation and physiological significance of root nodules in the *Podocarpaceae*, in Ann. of Bot. XXVI (1912) 801—814, T. 77—80. — E. W. Sinnott, The morphology of the reproductive structures in the *Podocarpaceae*, in Ann. of Bot. XXVII (1913) 39—32, T. 5—9. — Hannah C. Aase, Vascular anatomy of the megasporophylls of Conifers, in Bot. Gaz. LX (1915) 277—313. — Birbal Sahni, On the structure and affinities of *Acmophyle Pancheri* Pilger, in Phil. Trans. Roy. Soc. London ser. B., CCX (1920) 253—310, T. 9—11. — B. Kubart, Ein Beitrag zur systematischen Stellung von *Acmophyle Pancheri* (Brongn. et Gris) Pilger, in Ost. Bot. Ztschr. LXXI (1922) 83—87. — A. Anstruther Lawson, The Life-History of *Ptherosphaera*, in Proc. Linn. Soc. New South Wales XLVIII (1923) 499—516, T. 44. —

Merkmale. § Blüten an Laubzweigen terminal, oder axillär, meist mit zahlreichen Stam. an verlängerter Achse; Stam. mit 2 Sporangien. Carp., der § Blüte 1 bis ziemlich zahlreich, häufig sehr klein, stets nur mit einer Samenanlage; meist ein typisches Epimatium (eine ligula-artige Exkrescenz des Carp.) entwickelt, das mit der Samenanlage in ± innigem Zusammenhange steht; Kotyledonen 2. — Sträucher oder Bäume mit schuppenförmigen, nadelförmigen oder öfter mit langen linealischen, lanzettlichen oder auch bis eiförmigen Blättern; blattähnliche Kurztriebe bei *Phyllocladus*.

Vegetationsorgane. Die Podocarpaceen sind seltener niedrige oder höhere Sträucher, so Arten von *Dacrydium* oder die niedrige kriechende, reich verzweigte *Microcachrys*, meist sind es Bäume, die sich öfters zu gewaltiger Höhe erheben. So wird für *Podocarpus amarus* von Java eine Höhe bis zu 60 m angegeben. Ein mächtiger säulenartiger Stamm trägt eine weitausladende Krone mit wirtelartig gestellten Ästen. Eine gleiche Höhe erreicht nach Angaben von Sammlern *P. usambarensis*. Die meisten Arten von *Podocarpus* sind von mittlerer Höhe, doch kommen auch strauchige Formen vor; niedrig strauchig sind z. B. *P. alpinus* und *P. nivalis*. Mit Ausnahme der Gattung *Phyllocladus* ist bei den *P.* ein Unterschied zwischen Langtrieben und Kurztrieben nicht gegeben. Diejenigen Arten, deren Blätter an den Zweigen allseitswendig stehen (so zahlreiche *Podocarpus*),

setzen die wirtelartige Stellung auch an den kleineren Verästelungen fort, indem die Seitensprosse meist nahe aneinander fast wirtelig gedrängt in den Achseln nahe beieinander stehender Blätter gewöhnlich dicht unterhalb der Spitze des Triebes entstehen. Andere Arten aber zeigen das Bestreben, die Seitenzweige dorsiventral auszubilden, indem die Blätter an ihnen in zwei Reihen ausgebreitet werden; die Seitenzweige werden dann meist in der Ebene, in der die Blätter ausgebreitet sind, angelegt. Bei *Phyllocladus* werden, wie erwähnt, Kurztriebe ausgebildet, die von blattförmiger Gestalt sind. An den Langtrieben, die mit Zweigknospen abschließen, sind die Blätter auf kleine zahnartige Schuppen reduziert, die spiralig angeordnet sind und deren Spreite häufig bald abfällig ist. Diese Schuppenblätter tragen in den Achseln blattförmig ausgebildete Kurztriebe von verlängert viereckiger Gestalt, die bei alien Arten derb lederig sind; die Phyllocladien werden bei *Ph. hypophyllus* z. B. bis über 6 cm lang, bei einzelnen Arten varieren sie in Form und Länge beträchtlich. Im unteren Teile sind sie keilförmig verschmalert und sitzen dem Zweige schmal auf, häufig fast gestielt erscheinend; in diesem Teile, der einen Hälfte des Vierecks, sind sie ganzrandig, nur wächst häufig das Schuppenblatt, in dessen Achsel der Kurztrieb steht, beträchtlich am Kurztrieb herauf und bildet mit seiner Spreite einen zahnartigen Vorsprung. Der obere Teil des Phyllocladiums dagegen ist ± tief grob zahnförmig oder buchtig eingeschnitten und an den Einschnitten stehen die rudimentären Blätter als zahnartige Schüppchen. Die Blätter sind also an den Kurztrieben infolge der blattartigen Ausbreitung* derselben distich und nicht spiralig gestellt.

Bei *Ph. trichomanoides* und *Ph. glaucus* sind Kurztriebe von zweierlei Form vorhanden, einmal annähernd wirtelig¹ gestellte Zweiglein mit schmaler Achse, die den Langtrieben ähnlich sind und seitlich eine Anzahl von Phyllocladien tragen, aber mit einem Phyllocladium und nicht mit einer Knospe abschließen, dann die blattartigen Phyllocladien selbst, die an den Langtrieben oder den eben erwähnten Kurztrieben in den Achseln von Schuppenblättern stehen. Zwischen beiden Formen existieren aber Übergänge, indem an den Kurztrieben der ersten Form die Achse breiter wird und so die Form des Kurztriebes sich der Form eines tief eingeschnittenen Phyllocladiums nähert, da die einzelnen seitlichen Phyllocladien nicht mehr völlig² getrennt sind, sondern sich wie Abschnitte eines Phyllocladiums verhalten.

Durch solche Übergänge zeigt sich auch, daß das wenig eingeschnittene Cladodium von *Ph. asplenifolius* einem ganzen Kurztrieb von *Ph. trichomanoides* mit seitlichen Cladodien entspricht, also ein ganzes Zweigsystem darstellt, was auch aus der Nervatur hervorgeht. Bei *Ph. trichomanoides* sind die einzelnen Abschnitte, die bei *Ph. asplenifolius* zu einer Fläche verbunden bleiben, durch Dehnung der Achse auseinander gerückt.

Die blattartige Funktion und Ausbildung der Kurztriebe bei *Phyllocladus* wird nicht nur durch die Spaltöffnungen, die entweder nur auf der Unterseite oder beiderseits in Reihen angeordnet sind, sondern auch durch die blattartige Nervatur angedeutet. Die Nervatur der Phyllocladien ist fast fächerförmig, indem vom Mittelnerv besonders nach der Basis zu Seitennerven unter sehr spitzem Winkel nach den Abschnitten des Phyllocladiums abgehen.

Bei einer Anzahl von *Podocarpaceen* sind an der erwachsenen Pflanze nur schuppenförmige Blätter ausgebildet, die, meist spiralig gestellt, übereinandergreifend dicht den Zweig umgeben.

In einem einzigen Falle (bei *Microcachrys*) sind die Schuppenblätter dekussiert gestellt. Die Zweiglein sind hier deutlich vierkantig, die dicht angeprefiten, derben Schuppenblättchen stehen in 4 Längsreihen; bei den übrigen sind die Schuppenblätter spiralig inseriert. In jüngeren Wachstumsstadien der Pflanzen sind die Blätter lockerer gestellt und mehr verlängert, nadelig-pfriemlich. Am heranwachsenden Stamm sind alle Übergänge zu verfolgen, bis das Endstadium der Schuppenblätter erreicht ist. So sind z. B. bei *Dacrydium cupressinum* die Blätter bei der Samlingspflanze pfriemlich, allseitswendig, mit breiter Basis aufsitzend, abstehend, über 1 cm lang; dann bei weiterem Wachstum werden die Blätter allmählich kürzer und dreiseitig, dichterstehend und schließlich übereinandergreifend; sie sind dann nur 2—3 mm lang. Ein gleiches gilt für andere Arten von *Dacrydium*. Im Endstadium sind die Schuppenblätter nur ein bis wenige Millimeter lang, mit verbreiteter rhombischer Basis aufsitzend, dick und starr, meist anliegend, im Durchschnitt dreieckig mit der breiteren Seite dem Zweig zugekehrt, oder am Rücken

abgerundet, bei mehreren Arten auch an der Innenseite (Oberseite) mit einem dicken Nerven versehen, so daß der Querschnitt viereckig wird; gewöhnlich sind sie dicht imbricat und mit der Spitze eingebogen; die Spalteffnungen sind als weißliche Punkte auf der breiten Außenseite verstreut. Die Reihen der Schuppenblätter sind bei der engen Stellung sehr deutlich; am zahlreichsten sind sie bei den kurzen, dicken, zylindrischen Zweigen von *Dacrydium araucarioides* (vgl. Fig. 118), wo 13 Längsreihen zu konstatieren sind.

Ein eigentümlicher Gegensatz von linealischen Blättern und Schuppenblättern findet sich bei einigen Arten von *Dacrydium*, *D. Kirkii* und Verwandten, am ausgeprägtesten bei der genannten Art. Die verschiedenen Formen sind nicht durch allmähliche Übergänge von der jungen Pflanze bis zum Endstadium verbunden, sondern der scharfe Gegensatz ist auch am ausgewachsenen Baume noch vorhanden. *D. Kirkii* hat an den unteren Zweigen des erwachsenen Baumes linealische Blätter, die ca. 3 cm lang sind; die oberen Zweige des Baumes dagegen, deren letzte Auszweigungen dichte Büschel bilden, sind mit kleinen, eng angeordneten, 2 mm langen Schuppenblättern bedeckt. Die Blattformen sind scharf abgesetzt, am selben Zweig und sogar am selben Zweiglein stehen beiderlei Blätter nebeneinander. Minder ausgeprägt ist der Gegensatz bei *D. Bidwillii*; junge Pflanzen oder die unteren Zweige älterer Pflanzen haben abstehende, linealische, 5—9 mm lange Blätter, erwachsene Pflanzen im oberen Teil kleine Schuppenblätter; doch kann man an einzelnen Zweigen der erwachsenen Pflanze den Übergang zwischen beiden Formen durch zahlreiche Zwischenstufen vermittelt sehen.

Der größere Teil der Arten der Podocarpaceen ist mit linealen, nadelähnlichen oder breiteren, bis ovalen Blättern bekleidet. Bei alien diesen Arten ist die junge Laubknospe von Knospenschuppen eingehüllt, die bei den Arten mit Schuppenblättern fehlen. Die Knospenschuppen persistieren meistens an der Basis der austreibenden Zweige. Die in den Achseln von Laubblättern stehenden Zweigknospen sind von sehr verschiedener Größe und Gestalt, schmal ellipsoidisch bis kugelig. Die Knospenschuppen sind meist hart lederig und dick, mit breitem Grunde aufsitzend, stumpflich oder zugespitzt; sie greifen übereinander und umhüllen die Knospe dicht angepreßt; seltener sind die äußeren Knospenschuppen lang pfriemlich zugespitzt und sparrig abstehend oder an der Spitze zurückgekrümmt (z. B. *Podocarpus coriaceus*, *P. nerifolius*). Die letztere Art zeigt zugleich, daß die Knospenschuppen an Länge bedeutend variieren können; sie sind hier kurz oder länger zugespitzt bis lang pfriemlich verschmalert. Doch ergibt im allgemeinen die Form der Knospe sowie die Gestalt und Konsistenz der Schuppen beachtenswerte Charaktere zur Erkennung der Arten.

In der Mzgreia-Gruppe von *Podocarpus* sind die Blätter dekussiert, sonst stehen sie spiralig. In dieser Gruppe wird auch die größte Blattbreite erreicht. Die Blätter (vgl. Fig. 134) sind von eiförmiger oder schmal eiförmiger Gestalt, häufig lang geschwänzt-zugespitzt, am Grunde abgerundet und kurz gestielt; bei *P. Wallichianus* sind die Blätter bis 13—15 cm lang und 3—5 cm breit. Sonst variieren die Blätter erheblich von schmal linear bis zu lanzettlicher oder breit lanzettlicher Form. Seltener sind sie an der Basis gleichmäßig in den am Zweig herunterlaufenden Blattfuß verschmälert, meist ist ein deutlich abgesetzter sehr kurzer, dicker und schmaler Blattstiel eingeschoben, der sich wieder in den Blattfuß verbreitert. Die kleinsten Blätter linearer Form finden sich bei *Podocarpus nivalis* und *P. alpinus*; hier sind sie nur 12 mm lang bei einer Breite von 2—2,5 mm. Die breiteren Blätter, die besonders bei *Podocarpus* § *Eupodocarpus* vorherrschen, sind entweder gleichmäßig lanzettlich (z. B. *P. oleifolius*), oder ihre größere Breite liegt nach der Spitze zu (z. B. *P. Purdieanus*), oder sie sind lang nach der Spitze zu verschmälert mit der größeren Breite nach der Basis zu (z. B. *P. nerifolius*). Die lanzettlichen Blätter erreichen bei einigen Arten eine beträchtliche Größe, bei *P. Rumphii* und *P. nerifolius* bis 25 cm bei einer Breite bis zu 2—3 cm. Eine durchschnittliche Länge von 10 cm und darüber gilt für viele Arten. Ihrer Konsistenz nach sind die Blätter meist ziemlich dünn, lederig und biegsam. Allermeist werden sie nur von einem ± hervortretenden Mittelnerven durchzogen. Eine Ausnahme macht nur die Nageia-Gruppe von *Podocarpus*, deren breitere Blätter durch zahlreiche Nerven gestützt werden, die wenig verzweigt fast parallel miteinander verlaufen und an der Blattoberfläche nicht hervortreten. Von dem Bündelkreis der Achse geht ein einzelnes Gefäßbündel aus, das sich bald teilt; die beiden Äste treten in den Blattstiel ein; weitere dichotomische Teilungen, die der Nervatur des

Blattes ihren Ursprung geben, finden an der Basis der Spreite statt. Sonst ist der Mittelnerv oberseits meist als schmale Erhebung kenntlich; bei einer Anzahl von *Podocarpus*-Arten tritt an die Stelle des Nerven oberseits eine schmal eingeschnittene, scharfe Furche (z. B. *P. macrostachyus*); bei anderen wiederum ist der Nerv auf der Blattoberseite kaum abgesetzt. Unterseits verläuft entsprechend der Mittelnerv, gewöhnlich breiter und weniger hervortretend als auf der Oberseite. Die Spaltöffnungen sind bei vielen Arten von *Podocarpus* über die ganze Blattunterseite zu beiden Seiten des Nerven verteilt und als feine weiße Punkte sichtbar, die in zahlreichen Längsreihen angeordnet sind; doch kommt es auch hier vor, daß (ähnlich wie bei *Torreya* usw.) die Spaltöffnungen auf zwei Streifen längs des Mittelnerven beschränkt sind (z. B. *Podocarpus nubigenus*, *Saxegothaea*), die Spaltöffnungen können auch sowohl oberseits wie unterseits oder bei kantigen nadelförmigen Blättern (z. B. *Dacrydium cupressinum*) allseitig vorkommen.

Anatomie der Vegetationsorgane. Auf die Epidermis der Blätter folgt vielfach ein einschichtiges Hypoderm aus stark verdickten, in der Längsrichtung des Blattes bedeutend gestreckten Zellen; das Hypoderm fehlt nach den Angaben der Autoren z. B. bei *P. andinus* und *P. ferrugineus*, ferner auf der Unterseite bei *Dacrydium*-Arten, sowie auf der Oberseite bei *Microcachrys*; auch ist das Hypoderm öfters nicht geschlossen, sondern durch zahlreiche einzelne verdickte Zellen ersetzt.

Das Blattparenchym läßt bei den flachblättrigen Formen ein Palissadenparenchym und ein Schwammparenchym unterscheiden, das erstere nimmt aber den kleineren Raum ein und besteht aus 2—3 Reihen regelmäßig gestellter, aber verhältnismäßig wenig gestreckter Zellen; seitlich, wie bei *P. elongatus*, ist auf beiden Seiten des Blattes Palissadengewebe entwickelt. Das übrige Blattgewebe läßt gewöhnlich einen deutlichen Zug zum Mittelbündel (das bei den allermeisten Arten allein vorhanden ist) erkennen; die Zellen sind in dieser Richtung gestreckt. Besonders stark ist das quergestreckte Parenchym bei *Podocarpus* ausgebildet. Manchmal bildet es einen geschlossenen Gewebestrang, der sich rechts und links vom Leitbündel aus in die Blattspreite erstreckt und dadurch zustande kommt, daß sich die Zellen durch kurze Fortsätze allseitig fest miteinander verbinden, ohne daß die Zellen getüpfelt und verholzt sind (z. B. *P. alpinus*, *P. totara*). Bei vielen Arten aber ist das Querparenchym ein verholztes, sklerenchymatisch verdicktes Gewebe mit einfachen Tüpfeln, das vom Leitbündel aus auf beiden Blathälften quer zur Längsrichtung des Blattes fast bis zum Rande verläuft. Dieses Querparenchym, auch als accessorisches Transfusionsgewebe oder transversales Hydrostereom bezeichnet, darf nicht mit dem eigentlichen Transfusionsgewebe verwechselt werden; es dient wohl nicht nur der Festigung des Blattes, sondern auch der Wasserspeicherung. Gewöhnlich ist im Blatt ein Harzkanal auf der Seite des Phloems des Bündels vorhanden, doch kommen auch 3 Harzgänge vor.

Im Gefäßbündel des Blattes fehlt im allgemeinen zentripetales Xylem; nur in den Blattzweigen von *Phyllocladus* ist es in den seitlichen Gefäßbündeln konstatiert worden (A. Robertson). Es besteht aus weiten Tracheiden, die Spiralverdickung und Hoftüpfel haben.

An das Gefäßbündel des Blattes schließt sich beiderseits ein Transfusionsgewebe, das besonders bei *Podocarpus* entwickelt ist; über seine Bedeutung vgl. bei den *Cycadeae* im Abschnitt über Blattanatomie.

Im Mark des Stammes sind sklerotisch verdickte Zellen häufig. Die Tracheiden haben behöft Tüpfel, die deutliche Reihenanordnung zeigen; bei *Saxegothaea* kommen 2 Reihen vor. Ein Torus ist an den Hoftüpfeln nach Thomson bei *Podocarpus* wohl entwickelt, ähnlich wie bei *Pinus*, abgeflacht scheibenförmig oder linsenförmig; bei *Dacrydium* und *Saxegothaea* ist der Torus nur angedeutet. Harzgänge fehlen dem Holz der P., dagegen sind harzführende Parenchymzellen reichlich zerstreut, die dünnwandig, ungetüpfelt und schmäler als die Tracheiden sind und einfache, den Tracheiden gleichlaufende Zellreihen bilden. Die Markstrahlen sind einreihig. Charakteristisch für viele Podocarpaceen sind nach Gothan die »podocarpoiden« Markstrahlentüpfel oder Kreuzungsfeldtüpfel (d. h. die den Holzzellen angehörigen Tüpfel, die auftreten, wo eine Markstrahlzellwand an die Holzzelle stößt). Die rundliche Hofbegrenzung ist hier deutlich, mehr ins Auge fallend aber ist der Porus, der von schmal elliptischem Umriss und stark aufwärts gerichtet ist. Besonders im Frühholz kommen aber bei vielen Podocarpaceen auch Eiporen als Markstrahlentüpfel vor, d. h. der Porus nimmt an Größe immer mehr zu

und erreicht schließlich die Größe der Behöfung (Eiporen). Eiporen finden sich auch bei *Phyllocladus*. Bei *Saxegothaea* haben die horizontalen Wände der Markstrahlzellen ähnlich wie die von *Abies* rundliche Lochporen, während die Tangentialwände glatt[^] ungetüpfelt sind. Über die Anatomie des Podocarpaceen-Stammes vgl. auch K. Wilhelm, Abschnitt Hölzer in Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreichs 3. Aufl. II (1918) und A. Burgerstein in Ber. D. Bot. Ges. XXIV (1906) 196—197. — An den Wurzeln treten Knöllchen auf, deren Bildung von Ethel R. Spratt näher untersucht wurde. Es ließen sich Bakterien nachweisen, die freien Stickstoff assimilieren können, und zwar handelt es sich wie bei den Leguminosenknöllchen um *Pseudomonas radicola*. Die Knöllchen sind modifizierte Seitenwurzeln; sie perennieren und sind unverzweigt, nur bei *Saxegothaea* öfters gegabelt. Sie erzeugen ± reichlich Wurzelhaare, und durch diese kommen die Bakterien in die Knöllchen hinein. In den Zellen der Knöllchen treten sie dann als Zoogloea auf und sind so von früheren Autoren mit Hyphen einer mycorrhiza-artigen Struktur verwechselt worden. Die Knöllchen wurden konstatiert bei *Podocarpus*, *Microcachrys*, *Dacrydium*, *Saxegothaea* und *Phyllocladus*.

Blütenverhältnisse. In den allermeisten Fällen sind die Blüten der Podocarpaceen diözisch, bei *Podocarpus* wohl immer; einige Angaben, die auf Monözie bei *Podocarpus* hinweisen, erscheinen mir unsicher. Sicher monözisch sind dagegen, wenigstens gelegentlich, einige Arten von *Phyllocladus* und *Dacrydium*, z. B. *D. Colensoi*.

Die § Blüten sind nur aus Sporophyllen zusammengesetzt oder am Grunde von einer Schuppenhülle umgeben, die die Blüten im Knospenzustande völlig einschließt und später dort verbleibt. Die Anthere hat stets nur 2 Sporangien; die Linie der Dehiscenz derselben ist schief oder quer. Die einfachste Form der § Blüte ist die am Laubzweiglein terminale, wie sie bei den meisten Arten von *Dacrydium* und bei der Sektion *Dacrycarpus* von *Podocarpus* vorkommt. Die Antheren nehmen spiralig gestellt, übereinandergreifend, in größter Anzahl die Spitze eines Laubzweigleins ein (Fig. 118 E, a). Die Form der Stam. ist gegen die der sterilen Laubschuppen des Zweigleins wenig verändert, nach der Basis zu tragen sie nach außen, an ihrer Unterseite zwei eiförmige, horizontal gestreckte, nebeneinanderliegende Pollenfächer, die der Länge nach durch eine horizontal Spalte nach außen und unten zu aufspringen. Da die Form der sterilen Schuppen in der fertilen Region wenig verändert ist, so ist die »Endschuppe« der Anthere groß und entspricht in ihrer Form fast den sterilen Schuppen. Die § Blüte hebt sich somit wenig von der sterilen Region ab (vgl. z. B. *P. dacrydioides*, Fig. 124), und es zeigt sich hier am deutlichsten die Entstehung der Endschuppe, die bei den meisten Podocarpaceen stark reduziert ist, aus dem Endteil des sterilen Blattes. Deutlicher hebt sich die terminale Blüte bei der Gattung *Pharosphaera* an der Zweigleinspitze ab. Sie ist ungefähr kuglig und besteht nur aus 8—12 auf die Antheren reduzierten Stam.; sie ist an der Basis von einigen vergrößerten und verbreiterten Schuppenblättern umgeben, die aber noch an die sterilen Schuppenblätter durch ihre starke Kielung erinnern.

In den Gattungen *Saxegothaea* und *Podocarpus* (mit wenigen Ausnahmen) sind die Blüten axillär; sie stehen meistens einzeln oder zu mehreren (2—5) gebüschelt in den Achseln von Laubblättern; die Einzelblüte ist an der Basis von trocknen oder starren rundlichen, sterilen Schuppen umgeben; sind mehrere Blüten in der Laubblattachsel büschelig gestellt, so stehen die seitlichen Blüten in den Achseln einzelner Schuppen der Hülle. Die Blüten sind schmal zylindrisch und bestehen aus zahlreichen dichtgestellten, übereinandergreifenden Stam. Im Verlauf der Anthese streckt sich die Achse und wird weniger straff; die Blüten sind dann häufig überhängend, die Antheren lockerer gestellt. Die größte Länge der Blüten in der Gattung wird bei *Podocarpus elatus* erreicht; hier sind sie bis 5 cm lang bei 5 mm Durchmesser; die kleinsten Blüten in der *Eupodocarpus*-Gruppe hat *P. nivalis*; hier sind sie meist nur 3—4 mm, selten 6—9 mm lang.

Die Stam. sind mit einem kurzen, häufig wenig ausgebildeten Filament an der Achse der Blüte befestigt, das zwischen den beiden Sporangien unterseits entspringt; die beiden Sporangien liegen nebeneinander, sie sind eiförmig oder länger gestreckt ellipsoidisch und berühren sich innen, so daß zwischen ihnen keine Blattfläche bleibt; über die Sporangien hinaus ist die Anthere in ein meist kurzes, dreieckiges oder ovales, stumpfes oder spitzes Ende verlängert. Die Reduktion dieses Endteils geht manchmal so weit, daß nur ein kleiner Höcker zwischen den Sporangien bleibt; völlig ist es bei *P. salignus* abortiert. Bei dieser Art ist die Achse der Blüte fadenförmig und gewunden (Fig. 117 C); die kleinen,

fast kugeligen Antheren stelen in kleinen Gruppen unregelmäßig längs der Achse, die Sporangien sind nur durch eine seichte Furche getrennt.

Bei *P. spicatus* und Verwandten entsteht durch Reduktion der Blätter, in deren Achseln die Blüten stehen, ein ähriger Blütenstand; die Ähre ist axillär und besteht aus 10—30 Blüten, die in den Achseln kleiner Brakteen stehen; an manchen Exemplaren nimmt der Blütenstand auch die Spitze eines Zweiges ein, der an der Basis normal beblättert ist; die Blätter nehmen nach der Spitze des Zweigleins zu allmählich an Länge ab und gehen langsam in die Brakteen der Blüten über. Bei dem verwandten *P. andinus* sind die Brakteen häufig beträchtlich größer und stehen in ihrer Form den Laubblättern, die sie aber niemals an Länge erreichen.

Bei einer Anzahl von Arten von *Podocarpus* sind die einzeln axillären Blüten kurz dicklich gestielt, z. B. bei *P. macrostachyus* (Fig. 117 D). Die Basis der zylindrischen, aufrechten Blüte umgeben einige starre, lederige Schuppen, die im jugendlichen Stadium die kugelige Knospe völlig einschließen. Bei anderen Arten stehen mehrere Blüten an der Spitze eines Stieles gebüschelt, so bei *P. amarus* und *P. Lamberti*. Bei *P. amarus* stehen 3—4 Blüten an der Spitze eines kurzen Stieles. An der Basis jeder einzelnen Blüte sind eine Anzahl leerer Schuppen, die von den folgenden fertilen in Form und Konsistenz wenig abweichen. Jede Blüte steht in der Achsel einer der kleinen, breit dreieckigen Schuppen, die man auch schwach an dem dicklichen Stiel herunterlaufen sieht. Der Stiel ist also als kurzes Zweiglein aufzufassen, das nur einige kleine Brakteen trägt, in deren Achseln die Blüten stehen. An einzelnen Exemplaren wachsen diese Zweiglein etwas aus und tragen rudimentäre Brakteen, mit gestielten Blütenbüscheln in ihren Achseln. Das gleiche Verhältnis liegt bei *P. Lamberti* vor.

Der Übergang von kurzgestielten Blüten zu kurzen Zweiglein ist bei *P. totara* und Verwandten zu verfolgen. Bei *P. totara* stehen die Blüten einzeln auf kurzen Stielen in den Achseln von Laubblättern, an der Basis von einigen kleinen starren, breiten Schuppen umgeben. Bei *P. alpinus* dagegen (Fig. 117 E, a) stehen die Blüten an der Spitze eines rudimentären Zweigleins, das an seiner Basis in einer Länge von 3—10 mm nackt, stielartig entwickelt ist. An der Spitze des Zweigleins stehen 3 (selten bis 6) Blüten in den Achseln von Brakteen, die entweder klein oder bis zur Größe gewöhnlicher Laubblätter entwickelt sind und deutlich am Stiele herablaufen. Am weitesten ist die Vereinigung von Gruppen büschlig gestellter Blüten an rudimentären Zweigen häufig bei *P. glomeratus* ausgebildet (vgl. Fig. 117 A). Bei dieser Art sind häufig Gruppen von Blütenbüscheln an der Spitze von nackten, stielartigen Zweiglein vereinigt, die zahlreich einzeln in den Blattachseln stehen.

Die Pollenkörner sind geflügelt. Eine Ausnahme hiervon macht nur *Saxegothaea*. Die reifen Pollenkörner messen hier 40—45 μ und haben eine glatte oder sehr fein gewellte Oberfläche. Bei *Microcachrys* haben die Pollenkörner meist 3 Flügel, seltener 4, auch sogar 5 und 6; die Flügel sind oft nur schwach entwickelt. Bei *Podocarpus* § *Eupodocarpus* und § *Stachycarpus* haben die Pollenkörner immer zwei große Flügel, *P. dacrydioides* besitzt Pollenkörner mit 3 Flügeln. *Phoropkera* hat sehr kleine Pollenkörner mit 3 Flügeln.

Die Blüten. 1. Form der Blüte und Carp. Die Blüten sind entweder an beblätterten Langtrieben terminal, oder sie stehen einzeln in den Achseln von Laubblättern an Langtrieben. Das erstere ist der Fall bei *Microcachrys*, den meisten Arten von *Dacrydium* und der Sektion *Dacrycarpus* von *Podocarpus*. Ein eigentümliches Verhalten zeigt *Saxegothaea*; hier schließt die Blüte ein ganz kurzes, nur mit Schuppenblättern bekleidetes Zweiglein ab, das sich aber aus einer terminalen Laubknospe eines Langtriebes entwickelt. Die Anzahl der Samenanlagen tragenden Carp, in einer Blüte ist sehr wechselnd, in größerer Anzahl sind sie nur in der Blüte von *Microcachrys* und *Saxegothaea* entwickelt. Bei ersterer Gattung stehen die Carp, in alternierenden Viererwärteln, die sich an die gekreuzten Blattpaare des Laubtriebes anschließen (Fig. 121). Einzeln in Laubblattachseln stehen die Blüten bei den meisten Arten von *Podocarpus*, bei denen sie sich am schärfsten als abgeschlossene fertile Region charakterisieren.

Die Form und Größe der Carp, ist sehr verschieden; sie bleiben entweder größer als die sich entwickelnde Samenanlage und selbst als der Same, oder sie sind wie bei *Podocarpus* nur äußerst rudimentär entwickelt und werden von der Samenanlage mit der diese umgebenden Hülle (dem Epimatium, siehe unten) weit überragt. Die schuppenförmigen

Oder aber eines der beiden Blättchen nimmt an der Bildung des Receptaculums teil indem sein Fuß fleischig anschwillt und mit dem Receptaculum verwächst (Fig. J); Fig. K zeigt eine Blüte, bei der beide Blättchen sich an der Bildung des Receptaculums beteiligen; es sind dann zwei Schuppenpaare des Receptaculums in gekreuzter Stellung vorhanden; die äußeren weisen aber noch größere und dünne membranöse freie Spitzen auf, welche der Spreite der Blättchen am Fuß des Receptaculums entsprechen. Schließlich können auch die beiden Blättchen (Fig. L) zum Hauptbestandteil des Receptaculums werden, indem sie gleichmäßig beide sehr stark verdickt sind und Carp. bilden; das mit ihnen gekreuzte Schuppenpaar tritt in der Entwicklung gegen sie zurück. Mit Ausnahme der noch immer größeren Spreiten der Receptaculum-Schuppen ist dann kein wesentlicher Unterschied mehr gegen das Receptaculum der Arten von *Podocarpus* vorhanden, denen diese beiden Blättchen ständig abgehen. Ich betone, daß diese Variationen nur bei *P. spinulosus* und *P. Drouynianus* auftreten, bei allen anderen Arten heben sich die abfalligen Blättchen scharf vom Receptaculum ab oder fehlen gänzlich.

Bei der Reife des Samens schwillt das Receptaculum gewöhnlich beträchtlich an, worauf später noch hingewiesen werden wird.

Die Ausbildung eines Receptaculums zeigt auch die ♂ Blüte der kleinen Sektion *Dacrycarpus* von *Podocarpus*, welche in dem vegetativen Teil besonders an *Dacrydium* erinnert, sowie in der Tatsache, daß die Blüten an Laubzweigen endständig sind. Das Receptaculum ist am Zweiglein terminal und besteht aus den Basen zweier Blätter; die Lamina des einen, des Carp., ist mit der Samenanlage in seiner ganzen Länge verwachsen; die Spreite des anderen, der Samenanlage gegenüberstehenden ist steril, bedeutend kürzer und in einen schmal zylindrischen Körper umgebildet, welcher frei an der Spitze des derben, mit warzenförmigen Vorsprüngen bedeckten Receptaculums steht. Seltener besteht das Receptaculum bei dieser Gruppe aus 3 Schuppen mit einem fertilen Carp.

In der Sektion *Nageia* wird bei einigen Arten ein Receptaculum ausgebildet, bei anderen nicht. So besteht z. B. bei *P. nagi* (Fig. 134) die ♂ Blüte aus einem bis 1 cm langen holzigen Zweiglein, das nur kleine abfallige Schuppenblätter trägt, von denen das oberste, ca. 3 mm lange als Carp, fungiert. Bei *P. Wallichianus* (Fig. 134 B) ist dagegen der obere Teil des Zweigleins durch die angeschwollenen Basen der Schuppenblätter zu einem Receptaculum verdickt, an dem die häutigen Spreiten der Schuppenblätter ca. 2 mm lang frei abstehen; auch diese Art hat nur ein Carp. Doch kann diese Receptaculumbildung kaum mit derjenigen in der Sektion *Eupodocarpus* verglichen werden, da der Stiel des Receptaculums nicht nackt ist, sondern Rudimente von Schuppenblättern trägt, und da die Schuppen am Receptaculum in größerer Anzahl in spiraliger Folge, nicht gekreuzt stehen.

2. Epimatium und Samenanlage. Die Carp, tragen bei allen Podocarpaceen nur je eine Samenanlage oberseits, die meist mit einer Excrenzenz des Carp., dem Epimatium (von *im* und *ipauov*), in wechselnde Verbindung tritt. Diese Tatsache macht es erforderlich, das Epimatium, trotzdem ich es als einen Teil des Carp, ansehe, im Zusammenhang mit der Samenanlage zu betrachten. Zum Verständnis dieses Zusammenhanges ist es notwendig, von Formen auszugehen, bei denen das ursprüngliche Verhältnis zwischen Epimatium und Samenanlage noch rein hervortritt, wie bei den Gattungen *Microcachrys* und *Saxegothaea* (Fig. 121).

Bei *Microcachrys* sitzt die ältere Samenanlage an der Mitte des Carp, auf (Fig. 121 D) und ist bis auf die schwach vorgestreckte Mikropyle von einem weiblichen Mantel umgeben, der rings um die Ansatzstelle der Samenanlage herum (nach der Spitze des breiten Carp, zu) mit einem schmalen Rande festgewachsen ist und sowohl nach oben zu wie an den Rändern ziemlich breit eingeschlagen ist. Dieser Mantel ist das Epimatium. Die Samenanlage liegt dem Carp, auf, die gezähnelte eingeschnittene Mikropyle ist nach der Basis des Carp, zu gerichtet. In der jungen Blüte ist (nach Stiles) die Samenanlage nahe der Spitze des Carp, inseriert und aufrecht; das Epimatium umgibt die Samenanlage* nur außen. Die umgekehrte Stellung der Samenanlage kommt erst später durch nachträglichen basales Wachstum des Carp, zustande. Das Epimatium bleibt bei weiterer Entwicklung der Samenanlage häutig und vergrößert sich kaum; schließlich umgibt es nur noch die Basis des Samens (Fig. 121 7, K). Ähnlich sind die Verhältnisse bei *Saxe-*

lich in eine etwas geziihnelte Mikropyle ausliefert. Das Integument gliedert sich in eine äußere, häutige und in eine innere etwas derbere Schicht, die sich beim Reifen des Samens verstärkt. Beide hängen nur an der Mikropyle zusammen und sind sonst deutlich voneinander getrennt, was bei verschiedenen Autoren zu der Mutmaßung geführt hat, daß die äußere, zart häutige Schicht das Epimatium vertritt. Die Annahme ist zu verwerfen, da die äußere Haut rings die Samenanlage umgibt, da ferner die Samenanlage aufrecht ist und die Mikropyle durch beide Schichten gemeinsam gebildet wird. Beide Schichten sind vielmehr als ein einziges Integument aufzufassen, das schon bei jungen Samenanlagen eine dünne Haut abgliedert.

Zweifelhaft in bezug auf die Ausbildung des Epimatiums ist die neukaledonische Gattung *Acmopyle* (Fig. 128), von der jüngere Stadien der § Blüte bisher nicht bekannt sind. In bezug auf die Ausbildung eines gestielten Receptaculums und einer großen, das kleine Carp, weit überragenden Samenanlage zeigt sie Ähnlichkeit mit *Podocarpus*, doch ist kein den Samen umhüllendes Epimatium wie dort vorhanden. Meist nur ein Schuppenblatt des Receptaculums wird zum Carp. Die kleine, zweilippige, am reifenden Samen wenig auffällige Mikropyle liegt oben, dem Grunde (in der Nähe des Carp.) fast gegenüber oder etwas nach der dem Carpell abgewandten Seite geneigt. Die Samenschale besteht aus einer fleischigen äußeren Schicht, einer starken Steinschicht und einer dünnen inneren Schicht. Auffallend ist, daß auf der Carpellseite im unteren Teil bogig ein schwach vorspringender Rand verläuft, der sich nach dem Grunde des Samens beiderseits herumzieht. Wahrscheinlich markiert sich hier das Epimatium, das ähnlich wie bei *Dacrydium* breit und viel kürzer als der Same, aber diesem völlig angewachsen ist. Vielleicht ist ebenso wie bei *Dacrydium* die junge Samenanlage starker eingebogen. Birbal Sahni, der die Gattung näher studierte, neigt dagegen mehr zu der Ansicht, daß der Rand dem so häufigen Fortsatz des Epimatiums bei *Podocarpus* entspricht (vgl. 8. 229) und daß das Epimatium vollständig die Samenanlage umgibt und vollständig mit dem Integument verwachsen ist, sogar in der Gegend der Mikropyle, an deren Bildung es teilnimmt. Mir scheint diese Deutung abzulehnen zu sein wegen der aufrechten Stellung des Samens; sonst umgibt bei den Podocarpaceen niemals das Epimatium von unten her von allen Seiten die Samenanlage.

Weiter ab stehen in bezug auf den Bau der § Blüten die Phyllocladoideen (Fig. 116). Die Carp, erzeugen nur eine aufrechte Samenanlage, die in jüngerem Stadium nur an der Basis von einem kleinen ringförmigen Wall umgeben ist, der später zu einer weiblichen, derbhäutigen Cupula (Arillus) auswächst, die bei *Ph. aspleniifolius* die Länge des Samens erreicht und im oberen Rande unregelmäßig gelappt und gekerbt ist. Dieser Arillus ist auch mehrfach als Homologon der Fruchtschuppe gedeutet worden, wogegen seine späte und schnelle Entwicklung spricht, sowie die Tatsache, daß er den aufrechten Samen gleichmäßig umgibt. Auf diese Kontroversen wird bei der allgemeinen Betrachtung der Verwandtschaftsverhältnisse der Coniferengruppen näher eingegangen. Die Carp, zeigen bei *Ph. aspleniifolius* deutlich eine kreuzgegenständige Stellung; sie sind zu einigen Paaren in eine Blüte vereinigt (Fig. 116 L); die fleischige Blütenachse setzt sich über die Carp. fort. Die fleischigen, am oberen Rande abgerundet abgeschnittenen Carp, bilden mit der fleischigen Achse Hohlräume, deren Basen den Samenanlagen aufsitzen; die Scheidung von Carp, und Achse ist nicht deutlich, doch sind die Samenanlagen stets auf ein Carp. zu beziehen. Die gegenständige Stellung der Carp, ist in älteren Blüten, wenn mehrere von den Samen zur Entwicklung kommen, nicht mehr deutlich, noch weniger ist dies der Fall bei *Ph. glaucus*, dessen Blüte zahlreiche Carp, enthält, oder bei *Ph. alpinus*. Die Blüte der letzteren Art (Fig. 116 F, G) entwickelt nur 1—2 Samenanlagen, die Schuppen sind zu einem unregelmäßig kugeligen, höckerigen Gebilde verwachsen, an dem die einzelnen sterilen Schuppen nicht zu unterscheiden sind. Die Samenanlage sitzt in einer Grube, die das fleischige Carp, mit der Achse bildet; auch der Same ist noch bis zu $\frac{2}{3}$ seiner Länge in diese Grube eingesenkt. Die kleinen Samen sind zweikantig, zusammengedrückt, oben meist breit abgerundet und mit einer kurzen abgesetzten Spitze der Mikropyle versehen. Die Blüten stehen entweder wie bei *Ph. aspleniifolius* in den Achseln kleiner Schuppenblätter an der Basis von später austreibenden Sprossen, oder sie sitzen wie bei *Ph. alpinus* an Phyllocladien in der Achsel eines rudimentären, zahnförmigen Blattes, oder sie ersetzen völlig Phyllocladien, wie bei *Ph. glaucus*. Hier stehen an den durch ein Phyllocladium abgeschlossenen Kurztrieben an Stelle der seitlichen Phyllocladien 4—7 gestielte Blüten

in den Achseln kleiner Schuppenblättchen, die an dem BKitenstiel $\pm$ weit heraufwachsen (Fig. 116 A—C).

Betreffend die Verwachsung des Integumentes mit dem Nucellus der Samenanlage ist folgendes zu bemerken. Bei *Saxegothaea* ist der Nucellus bis zum Grunde vom Integument frei und wird von ihm nicht völlig eingeschlossen, sondern wächst durch die Mikropyle hindurch und erweitert sich über ihr knopfartig. Dieser breite, aus der breiten Mikropyle hervorragende Nucellus-Gipfel zeigt an der Oberfläche eine leichte Sekretion. Er spielt also die Rolle einer Narbe, der er auch in der Form gleicht; dadurch wird die durch die Lage der Samenanlage schwierige Bestäubung erleichtert. Ebenso ist bei *Dacrydium* und *Phyllocladus* der Nucellus frei vom Integument, dagegen sind bei *Acropyle* und *Podocarpus* beide $\pm$ miteinander verwachsen (Fig. 119 6), bei *Eupodocarpus* kann der Nucellus bis zur oberen Hälfte frei sein.

3. Der Gefäßbiindel-Verlauf in der 2 Blüte der Podocarpaceen. Die Achse der $\frac{1}{2}$ Blüte zeigt einen Ring von Gefäßbiindeln mit je einem Harzkanal; ein Biindel wird in jedes Carp, abgegeben; von ihm gehen für die Versorgung der Samenanlage zwei Biindel aus mit umgekehrter Orientierung; von Xylem und Phloem. Diese Biindel können vom Carp.-Bündel $\pm$ unabhängig werden, also tiefer aus der Achse ohne direkten Zusammenhang mit dem Carp.-Bündel entspringen; das gilt besonders für *Podocarpus*. Bei *Saxegothaea* ist der Verlauf folgender: Von der Blütenachse geht für das Carp, ein Bündel mit Harzkanal von der Achse aus; ein wenig oberhalb der Insertion des Carp, zweigen sich davon nach der Innenseite zu zwei kleinere Bündel ab, die in bezug auf die Lage des Xylems und Phloems umgekehrt orientiert sind wie das Carpellbiindel. Sie dienen der Ernährung der Samenanlage und nehmen Richtung auf diese zu. Nach ihrer Abgabe teilt sich das Hauptbündel in eine Anzahl von Zweigen, die sich in einem Bogen anordnen; die randständigen Zweige, sich nach innen krümmend und umgekehrte Orientierung gewinnend, verstärken die Gruppe der Samenanlagenbiindel. Weiter oben vereinigen sich die Carpellbiindel wieder in ein einziges, das bis nach dessen Spitze verläuft; das Carp, hat also nach oben zu wie die sterilen Schuppen ein einzelnes Bündel. Neben dem Hinzufügen einiger Zweige der Carpell-Gruppe wird die Samenanlagengruppe auch noch durch Teilung einer der beiden ursprünglichen Bündel vermehrt. Schließlich aber findet wieder Vereinigung statt, und in der Basis der Samenanlage sind nur zwei Bündel vorhanden, während ein drittes kleineres bis dicht heranreicht. Nach Tison kann aber der Biindelverlauf auch viel einfacher sein: So können die beiden Samenanlagenbiindel dauernd ungeteilt bleiben, während sich das Carpellbiindel nur in die Zweige teilt, von denen die Sufieren umgekehrte Orientierung gewinnen; ja es kann auch das Carpellbiindel sogar ganz ungeteilt bleiben. Diese Variation bei derselben Art ist sehr bemerkenswert; eine bedeutende Komplikation kann neben sehr einfachem Verlauf vorhanden sein.

Das letztere entspricht dem, was für *Microcachrys* bekannt ist: Von der Blütenachse geht ein Gefäßbündel für das Carp, aus; kurz nach seinem Eintritt in das Carp, gibt es nach oben zu ein Bündel ab, das umgekehrt orientiert wird; beide liegen dicht beieinander. Schließlich geht das obere für die Samenanlage bestimmte Bündel in die Höhe, teilt sich nahe der Basis der Samenanlage, und die Zweige gehen in die Basis des Integumentes.

Bei *Dacrydium* spielt das Epimatium im Verhältnis zum Carp, eine immer größere Rolle, und so wird auch die Biindelversorgung in ihm allmählich eine reichlichere. Wie bei *Saxegothaea* und *Microcachrys* bleibt zunächst auch bei *Dacrydium-Aiten* mit kleinerem Epimatium dieses von Gefäßbiindeln frei. Bei *D. Franklinii* gibt das Carpellbiindel zwei Bündel mit umgekehrter Orientierung ab, und zwar etwas über der untersten Basis des wenig herablaufenden Carp.; sie führen keinen Harzkanal und endigen unterhalb des Nucellus. Bei *D. cupressinum* gehen die beiden Bündel in die Basis des Epimatiums, auf dem die Samenanlage sitzt, und treten sofort in den Grund der Samenanlage ein, wo sie enden; der ganze Mantel des Epimatiums besitzt keine Gefäßbündel. Anders bei *D. Bidwillii* mit seinem großen, um die Samenanlage herumgeschlagenen Epimatium. Hier gehen die beiden Biindel mit umgekehrter Orientierung durch dieses hindurch. Es zeigt sich hier schon die Regulation des Biindelverlaufs nach den Bedürfnissen der Ernährung. Die beiden Bündel sind zur Ernährung der Samenanlage da. Ist das Epimatium noch wenig entwickelt, steht die Samenanlage noch eigentlich auf dem Carp., so erhält es kein Bündel (*Saxegothaea*, *Microcachrys*). Bei den typischen Dacrydiën, bei denen die Samen-

milage auf der Basis des Epimatiums sitzt, gehen die Bündel direkt durch diese in den Grund der Samenanlage. Ist nun das Epimatium stark entwickelt und sitzen die Samenanlagen auf ihm (*Podocarpus*), so müssen die Bündel naturgemäß in das Epimatium eintreten, um zur Basis der Samenanlage zu gelangen, der sie zustreben. Somit erscheinen sie dann auch meist am Gipfel des Epimatiums. Ist dieses aber sehr stark entwickelt, so können noch Zweige der Bündel in dessen ventrale Seite zur weiteren Ernährung abgegeben werden. Einige Einzelheiten seien darüber noch mitgeteilt. Bei *Podocarpus totara* und *P. nivalis* (nach Sinnott) vereinigen sich die beiden Bündel, die sich vom Bündel des Carp, am Grunde abgezweigt haben, wieder, ein Bündel tritt in die Basis des Epimatiums ein, dann trennen sich die beiden Bündel wieder und laufen mit umgekehrter Orientierung (Xylem nach außen) im Epimatium entlang. In der Gegend der Basis der Samenanlage geben sie noch einen kleinen Zweig in diese ab und enden dann an der stumpfen Spitze des Epimatiums. Reichlicher ist die Versorgung bei *P. elatus*. Hier teilt sich das aus der Vereinigung der beiden Bündel entstandene und in die Basis des Epimatiums eintretende Bündel in drei, die im Epimatium entlanglaufen; die beiden äußeren geben dann vor der Spitze des Epimatiums noch vier Bündel ab, die an dessen ventraler Seite bis zur Gegend der Mikropyle herablaufen. Bei *P. spicatus* gehen die beiden Haupt-



S S S S S S S M S ^ ^ steht
 fön (Nach Sinnott, in Aim. of
 BDxxxvii.)

bündel des Epimatiums bis in dessen ventrales Ende. Bei *P. vitiensis* (nach Gibbs) hat das Epimatium vier getrennte Bündel, die an seinem oberen Ende eine ringartige Ausbreitung am Grunde der Samenanlage erfahren und dann sich noch einmal teilen, so daß acht Zweige weiter herablaufen. Bei *P. nagi* (nach Stiles) hat das Carp, eine Reihe von 4—5 Bündeln, ist also parallelnervig wie die Blätter; am Grunde des Epimatiums findet sich auch eine Reihe von 3—4 Bündeln, deren Teilung noch stärker als die bei *P. vitiensis* ist. Bei *P. dacrydioides* sind Carp, und Epimatium verwachsen; ein Bündel geht ins Carp, und zwei mit umgekehrter Orientierung ins Epimatium; das Carpellbündel und die des Epimatiums gehen getrennt aus dem Gefäßbündelzylinder der Achse hervor. Die Tatsache, daß hier wie auch sonst bei Podocarpus-Arten keine Verbindung im Gefäßbündelsystem zwischen Carp, und Epimatium be-

steht * B. von Gibbs « besonders hervorgehoben als Beweis dafür, daß keine Einzelblätter, sondern eine Infloreszenz mit fertilen Brakteen vorliegt. Wie steht es nun damit? Bei *Saxegothaea* gehen die Bündel für die Samenanlage

deutlich vom Carpellbündel aus; auch bei *Dacrydium* sind die Bündel für die Samenanlage noch mit dem Carpellbündel im Zusammenhang, wenn sie sich auch schon früh trennen. dicht über dem Einschnitt, den die Basis des Carp, macht. Bei *Podocarpus* ist es ähnlich, oder aber die Bündel sind ganz voneinander getrennt. Im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung wird das immer stärker hervortretende Epimatium immer mehr mit Gefäßbündeln versorgt, zugleich wird auch die Selbständigkeit der Bündel immer größer. Wir müssen aber auf den Typus von *Saxegothaea* und *Microcachrys* in unserer Betrachtung zurückgehen. Ein ähnliches Verhältnis liegt bei *Araucaria* vor (vgl. dort),

Embryologie. In bezug auf den Gametophyten ist als wichtige Tatsache hervorzuheben, daß ebenso wie bei den Pinaceen und im Gegensatz zu den Taxaceen Prothalliumzellen gebildet werden; hiervon macht nur *Ftherosphaera* eine Ausnahme, bei welcher Gattung keine Prothalliumzellen im reifen Pollenkorn vorhanden sind, das also nur 2 Kerne, den Pollenschlauchkern und den generativen Kern, enthält. Bei den anderen Gattungen werden zunächst zwei Prothalliumzellen abgeschnitten, doch können diese durch weitere Teilungen vermehrt werden. Bemerkenswert ist ferner, daß die Wände der Prothalliumzellen vergehen, die Kerne frei werden und in den Pollenschlauch mit den anderen Inhaltsbestandteilen zusammen einwandern. Bei *Saxegothaea* sind schon die Wände der ersten beiden Prothalliumzellen undeutlich, ihre Kerne teilen sich wiederum transversal oder nur der Kern der zweiten; Querwände sind nicht zu entdecken; die Tochterkerne können gut ausgebildet sein oder bald degenerieren. Bei *Microcachrys* sind vier Prothalliumzellen (durch antiklinale Teilung der beiden ursprünglichen Pro-

thalliumzellen) vorhanden oder auch nur drei, wenn eine Teilung ausbleibt. Daß gleiche gilt für *Dacrydium*. Bq| *Podocarpus* ist die Zahl der Prothalliumzellen wechselnd, bei einigen Arten werden bis 8 Zellen gebildet. *Phyllocladus* hat 2 Prothalliumzellen, deren zarte Wände bald verschwinden; der erste Prothalliumkern wird bald aufgelöst, der zweite persistiert. Sonst entspricht der generative Apparat dem üblichen Coniferen-Schema (vgl. bei Pinaceen). Der freie Kern des Pollenkornes teilt sich, um den Kern des Pollenschlauches und die generative Zelle zu bilden, die sich wieder in Stiel und Körperzelle teilt. Letztere teilt sich in zwei S Zellen bzw. Kerne.

Was die Entwicklung des weiblichen Gametophyten angeht, so erfolgt durchschnittlich die Bildung des Embryosacks (Megaspore) wie bei anderen Coniferen. Bei *Pherosphaera* gehen aus der Megasporen-Mutterzelle drei Zellen in einer Längsreihe hervor, die potentiell Megasporen sind; in alien dreien beginnt eine Prothallien-Entwicklung mit freien Kernen; die unterste Zelle wird aber bald am größten und wird zur funktionierenden Megaspore; nur in ihr entsteht celluläres Prothallium. Der Embryosack ist von einem Gewebe von plasmareichen Zellen (»spongy tissue«) zur Ernährung umgeben, das verschwindet, wenn er seine volle Größe erreicht. Norén betrachtet das von ihm bei *Saxegothaea* untersuchte Gewebe als mehrzelliges Archespor, dessen Zellen ihren ursprünglichen Charakter als Sporenmutterzellen verloren haben und zu einem Nahrungsgewebe für den jungen Embryosack geworden sind. Die Megasporenmembran ist bei *Phyllocladus* gut entwickelt und auch bei anderen Gattungen nachgewiesen (im Gegensatz zu den *Taxaceae*); bei *Pherosphaera* ist sie sehr dünn. Die Archegonien liegen einzeln, bei ***Phyllocladus* sind 2—4 vorhanden, bei *Podocarpus* und *Dacrydium* 2—12 (*P. totara* 3—6, bei *P. dacrydioides* 5—12, *Dacrydium cupressinum* 3; bei Arten von *Podocarpus* § *Stachycarpus* sind 2—3 auffallend große, oft bis 2mm lange Archegonien vorhanden)**; in gleicher Weise variiert die Zahl der Halszellen (bei *Phyllocladus* 4, bei *Podocarpus* von wenigen bis über 20), die in regelmäßigen Lagen oder in unregelmäßiger Gruppe angeordnet sein können. Eine Bauchkanalzelle wird nicht gebildet, doch ist für mehrere Gattungen beobachtet worden, daß ein Bauchkanalkern abgetrennt wird. Bei der Befruchtung kann, während der funktionierende <§ Kern mit dem Eikern fusioniert, der zweite § Kern zusammen mit mehreren Kernen aus dem Pollenschlauch im oberen Teil des Archegoniums beobachtet werden. Aus der befruchteten Eizelle entstehen bei *Phyllocladus* 8, bei *Podocarpus* 16 freie Kerne, ehe Wandbildung einsetzt. Der Proembryo besteht aus 3 Zell-Lagen; die unterste, aus der der Embryo hervorgeht, wird gewöhnlich nur von einer Zelle gebildet (für *P. dacrydioides* wird angegeben, daß anstatt dessen eine Gruppe von Zellen vorhanden ist), dann folgt eine Schicht von Zellen, die zu Suspensor-Schläuchen werden (etwa 7—14), schließlich eine ± entwickelte Schicht von Rosettenzellen. Über die Dauer der Entwicklung gibt S i n n o t für einige Arten Angaben: Bei *Podocarpus totara* in Neuseeland werden die jungen § Blüten Anfang Oktober sichtbar, die Bestäubung erfolgt Mitte des Monats, die Befruchtung in der zweiten Hälfte des November. Die Samenanlage hat dann $\frac{2}{3}$ der Größe des reifen Samens. Reif werden die Samen im Februar. Viel längere Zeit, nämlich ungefähr 18 Monate, beansprucht die Entwicklung bei *P. ferrugineus* und *P. spicatus*. Die jungen § Blüten erscheinen Anfang Oktober und werden 2—3 Wochen später bestäubt, aber der Embryosack ist erst befruchtungsreif im Januar des übernächsten Jahres. Der Same reift dann im März. Die Zeit zwischen Erscheinen der § Blüten und Reife ist auch stark vom Klima abhängig, z. B. viel kürzer bei dem montanen ***P. nivalis* als bei *P. elatus*.**

Frucht and Same. Nur selten treten die Carp, zu einem Zapfen zusammen, der die Samen versteckt, meist bleiben bei den Podocarpaceen die Samen ebenso frei über den Carp., wie es die Samenanlagen sind. Einen vollkommenen Zapfen bildet *Saxegothaea* aus (Fig. 121). Die Frucht ist unregelmäßig rundlich, ca. 1 cm lang. Es sind in ihr nur wenige (etwa 5—6) Samen entwickelt, die übrigen Samenanlagen bleiben unentwickelt. Die zu den letzteren gehörigen Carp, verändern sich nicht viel, die Carp, der entwickelten Samen aber schwellen an der Basis stark an und umgeben verwachsend die reifen Samen vollständig, so daß diese nicht über das Fruchtblatt heraustreten. Die Frucht ist außen durchgehend mit einer lederig-harten Haut bekleidet, die aus den Carp, zusammengesetzt ist deren freie Spitzen noch an der Frucht sichtbar sind. Die Samen liegen in Höhlungen in der Frucht, die sie völlig ausfüllen. Schließlich öffnet sich die Frucht, indem die einzelnen Carp, wieder breit auseinanderklaffen, so daß die Samen herausfallen können. Bei

der Zapfenbildung von *Microcachrys* werden die Samen nicht von den Carp, eingeschlossen, sondern treten mit ihrem Basalteil zwischen den Carp hervor.

Sonst stehen die Samen frei und überragen die Carp. Bei *Dacrydium* und *Podocarpus* hängt die Ausbildung der Samenschale wesentlich davon ab, welchen Anteil das Epimatium an ihrer Bildung nimmt. Dieses bleibt entweder mit dem Integument dauernd verbunden und bildet mit ihm zusammen die Samenschale, oder die Samenschale wird nur vom Integument gebildet, der Same überragt das Epimatium an Länge und füllt meist aus dem Epimatium heraus.

Das letztere ist bei den meisten Arten von *Dacrydium* der Fall. So ist z. B. bei *D. cupressinum* (Fig. 122) die jüngere Samenanlage mit der Mikropyle nach unten gewandt und völlig vom Epimatium umgeben. Der reifende Same richtet sich auf und drückt das Epimatium und das Carp, nach rückwärts, bis er schließlich fast aufrecht steht; der Same ist eiförmig, mit einer dicken, vom Integument gebildeten Testa versehen, die ziemlich fest knöchig ist, mit einer glänzenden Epidermisschicht. Die Mikropyle ist noch als kurzer gerader Fortsatz an der Spitze sichtbar. Das Epimatium bedeckt als derbe, lederige Schicht nur noch den inneren, dem Carp, zugewandten Teil der Samenanlage und ist nach außen offen; es erreicht ca. ein Drittel der Länge des Samens. Da das Epimatium mit dem Carp, breit verwachsen ist, bleibt es an diesem sitzen und der Same selbst löst sich vom Epimatium ab.

Ähnlichen Verhältnissen begegnen wir bei anderen *Dacrydium*-Arten, vgl. Fig. 118. Die Samen sind eiförmig oder breit eiförmig, an der Spitze kurz gerundet, mit abgesetzter Mikropyle. Diese ist bei mehreren Arten (z. B. *B.*) ziemlich verlängert und scharf nach innen eingekrümmt, auch beim Samen. Die Samen erscheinen durch ihr Aufrichten und ihre Vergrößerung über Carp, und Epimatium heraus am Zweiglein endständig (E, c), doch ist ihre Beziehung zu einem Carp, nicht zweifelhaft. Die Samen dieser *Dacrydium*-Arten sind im Querschnitt nicht kreisrund, sondern ± zusammengedrückt und zeigen 2 stumpfe Kanten.

Im Zusammenhang mit dem Samen bleibt das Epimatium bei *Microcachrys* und *Saxegothaea*. Während bei der ersteren Gattung das Epimatium die junge Samenanlage bis zur Spitze einhüllt, umgibt es als häutiger Saum nur die Basis des Samens; aus dem Integument allein wird die Testa des Samens gebildet. Der Same ist fast so lang als das Carp, im Umriss oval, und liegt dem Carp, mit der abgeflachten Unterseite auf (Fig. 121 K, b); die Oberseite ist gewölbt, läßt aber einen Kiel in der Mitte erkennen (K, a). Der Same löst sich mit dem Epimatium zusammen vom Carp. ab. Für den Samen von *Saxegothaea*, der in der Frucht eingeschlossen liegt, hat das Epimatium gleichfalls keine Bedeutung als schützendes Organ. Die ca. 4 mm langen Samen sind im Umriss oval, zusammengedrückt, mit 2 scharfen Seitenkanten versehen, an der Basis abgeflacht und hier von dem dünnen Häutchen des nicht fortgebildeten Epimatiums umgeben.

Den Schutz des Samens, den bei den bisher erwähnten Arten die aus dem Integument gebildete Testa übernimmt, bildet das Epimatium bei den Arten von *Dacrydium*, die am nächsten an *Podocarpus* stehen, bei *Dacrydium Bidwillii* und Verwandten (Fig. 123 C, a).

Die Samen unterscheiden sich mehr in ihrer Größe als in der Struktur von der Samenanlage. Das Epimatium bleibt dick lederig; das häutige Integument verstreicht sich am Samen nicht, sondern behält dieselbe Konsistenz. Da das Epimatium, wie früher erwähnt, nur an einer kleinen Stelle an der Basis des Carp, festsetzt, so fällt es zusammen mit dem Samen, dessen schützende Hülle es bildet, ab, im Gegensatz z. B. zu *D. cupressinum*, bei dem das Epimatium breit angewachsen ist.

Bei der Gattung *Podocarpus* nimmt das mit dem Integument verwachsene Epimatium stets an der Bildung der Samenschale teil, deren äußere Schicht es ausmacht. In der Sektion *Eupodocarpus* schwillt das Receptaculum unterhalb des Samens (Fig. 120) bedeutend an, häufig zu einem kugeligen oder breit zylindrischen Gebilde, dessen einzelne Schuppen kaum noch zu unterscheiden sind. Es enthält einen süßlichen Saft und fällt auch durch seine Farbe auf; diese wird immer als ein helles, freudiges Rot angegeben. Zweifellos dient es als Verbreitungsmittel, indem es von Vögeln gefressen wird, die so den anhaftenden Samen verschleppen. (Nach Gibbs soll das Receptaculum keine Beziehung zur Samenverbreitung durch Vögel haben, da es schon lange vor der Reife vorhanden ist; die Funktion soll dann vielleicht im Zusammenhang mit der Ernährung der jungen Samenanlage stehen, man könnte an ein Wassergewebe denken). Die geringste

Länge hat es bei *P. alpinus* und *P. nivalis*, nämlich 3—7 mm; gewöhnlich ist es ca. 1 cm lang, doch öfter auch bedeutend länger, für *P. elatus* wird eine Länge bis 25 mm angegeben.

Die Samen, deren am Receptaculum 1—2 stehen, sind fast kuglig oder ellipsoidisch. Ihr Längsdurchmesser schwankt in der Sektion *Eupodocarpus* von 5—16 mm (*P. alpinus*, *P. neriifolius*). Die Samen sind entweder im oberen Teile völlig abgerundet, oder zeigen einen deutlich abgesetzten stumpfen, etwas unterhalb der Spitze stehenden Fortsatz, in den die Samenanlage mehr gleichmäßig verlief, der aber bei dem vergrößerten Samen scharf abgesetzt ist. Charakteristisch ist für die Sektion, daß meist am Samen Epimatium und Integument nicht sicher zu unterscheiden sind; beide zusammen bilden eine lederig-fleischige Testa des Samens (Fig. 120). Seltener ist die innere Schicht der Samenschale, die vom Integument herrührt, ziemlich knöchig verhärtet, so bei *P. coriaceus*, bei welcher Art die Innenschicht 1 mm dick ist.

Die Sektion *Stachycarpus* entbehrt des Receptaculums; der Same, dessen Schale aus Integument und Epimatium gebildet ist, fällt leicht bei der Reife von dem im Verhältnis zum Samen meist äußerst kleinen Carp. ab. Die Samen erreichen bei dieser Sektion eine bedeutende Größe; am kleinsten sind sie bei *P. spicatus*, nur 8—9 mm im Durchmesser; gewöhnlich sind sie bedeutend länger, so bei *P. usambarensis* 2,5—3 cm lang, bei *P. Mannii* bis 3,5 cm lang, die größten Samen in der Gattung überhaupt. Die Form der Samen ist bei der Sektion *Stachycarpus* meist kuglig, doch sind sie z. B. bei *P. Mannii* birnförmig, mit bedeutend größerer Wölbung nach der Seite des Carp. zu. Allen Arten der Sektion aber ist gemeinsam die Ausbildung einer dicken Steinschale im Samen. Diese außerordentlich feste, holzige Innenschale erreicht z. B. bei *P. amarus* eine Dicke von 1,5—2 mm, bei *P. usambarensis* sogar eine Dicke bis zu 7 mm. Dabei ist eine gleich dicke oder noch stärkere fleischig-lederige Außenschicht des Samens bei den Arten vorhanden. Die innere Holzschicht der Samenschale geht ersichtlich aus dem Integument hervor, an der Basis des Samens ist immer noch eine feine Zuspitzung der Holzschicht zu sehen, die der Mikropyle entspricht, zugleich läuft hier noch ein feiner Strich an Stelle der Mikropyle über die Holzschicht hinweg. Auch sieht man z. B. bei *P. ustus* die Holzschicht, die hier ziemlich stark ist, in die über die äußere Samenschale hervortretende Mikropyle verlaufen.

Bei der Sektion *Dacrycarpus* nimmt auch noch das Carp., das, wie wir sahen, bis zur Spitze des Ovulus mit dem Epimatium verwachsen ist, an der Bildung des Samens teil. Bei *P. imbricatus* ist (Fig. 124 E) auch am Samen das angewachsene Carp. noch deutlich kenntlich; das schwach verholzte Integument ist dünn, zwischen ihm und dem Epimatium sind mehrere größere Harzliicken; bei *P. dacrydioides* (Fig. 124 D) ist die Verwachsung so vollkommen, daß am Samen die einzelnen Schichten nicht mehr deutlich unterscheidbar sind; das Integument ist im oberen Teile des Samens äußerst dünn, fast hiutig, die großen Harzliicken liegen in der äußeren Samenschicht.

Die Samenanlagen und Samen der *Podocarpaceae*, die mit Ausnahme weniger Formen frei über das Carp. herausragen, bedürfen eines starken Schutzes. Diesen Schutz gibt seltener die aus dem Integument allein gebildete starke Samenschale; bei diesen Formen bildet das Epimatium als breit deckender Mantel nur einen Schutz für die junge Samenanlage; sonst aber bleibt meist das Epimatium dauernd mit der Samenanlage verbunden und nimmt an der Bildung der Samenschale Anteil. Zugleich ist bei diesen Formen die Mikropyle nach abwärts gewandt; dies ist bei den *Dacrydium*-Arten nur bei den jüngeren Samenanlagen der Fall, später, wenn der Same den Schutz des starken Integuments gewinnt, richtet er sich auf, was durch Zurückdrücken des Epimatiums geschehen kann; bei *Podocarpus**, wo beide fest verwachsen sind, ist ein Aufrichten des Samens überhaupt unmöglich. Die Tatsache, daß ein Teil des Carp., das Epimatium, mit dem Ovulum in dauernde Verbindung tritt, ist eine der wesentlichsten Eigentümlichkeiten, die sich bei den weiter entwickelten Gattungen der *Podocarpaceen* herausgebildet haben. Das Abfallen des Samens, dessen Schale von Epimatium und Integument gemeinsam gebildet wird, wird dadurch erleichtert, daß das Epimatium nur an kleiner, begrenzter Stelle am Carp. ansitzt, während es bei den Formen, bei denen der Same aus dem Epimatium herausfällt, breit angewachsen ist.

Bei Arten von *Podocarpus* findet sich im Samen ein außerordentlich langer Suspensorfaden des Embryo ausgebildet, so z. B. bei *P. amarus*. Die Länge des Fadens wurde hier bis 3 cm gemessen; der Faden, der in der Nähe der Mikropyle beginnt, liegt in einer wohlumschriebenen Hohlung im Endosperm und ist in engen Spiralwindungen schraubig ge-

prachtvolle Baumformen sind, einen wichtigen Bestandteil des höheren Bergwaldes (*P. amarus*, *P. neriifolius*, *P. cupressinus*). In den Bergwäldern des südlichen und mittleren Japan ist ein wichtiger Bestandteil gegeben durch *Podocarpus macrophyllus*.

Niedrige Arten nehmen gelegentlich Anteil an baumfreien Gebirgsformationen, so *Dacrydium laxifolium*, das häufig zusammenhängende Strecken auf den Alpen Neu-Seelands bedeckt, desgleichen das buschige *Dacrydium Bidwillii*, ferner *Microcachrys* in Tasmanien.

Besonders reich an Arten ist das neuseeländische Gebiet: auf der Nord- und Südinsel sowie Stewart-Insel finden sich nicht weniger als 7 Arten von *Dacrydium*, 6 Arten von *Podocarpus*, 3 Arten von *Phyllocladus*; ebenso ist auch die Vielgestaltigkeit der Formen bemerkenswert, von *Podocarpus* gibt es Vertreter von *Eupodocarpus*, *Dacrycarpus* und *Stachycarpus*. Auf Tasmanien, das den neuseeländischen Arten ganz nahestehende Formen beherbergt, wie *Phyllocladus aspleniifolius* und *Podocarpus alpinus*, sind merkwürdige Endemismen vertreten, wie *Microcachrys* und *Pherosphaera* (die letztere Gattung hat nur noch eine Art in Südastralien); *Dacrydium Franklinii* ist gleichfalls ein allein-stehender Typus. *Dacrydium* geht auch mit einer Art in das antarktische Gebiet Chiles über, in dem gleichfalls ein hervorragender Endemismus, *Saxegothaea*, vertreten ist. Ganz eigenartig ist die Podocarpaceen-Flora auf Neu-Kaledonien entwickelt, mehrere endemische *Dacrydium*-Arten, ein besonderer Typus von *Podocarpus*, *P. ustus*, ferner die endemische *Acropyle* (vgl. auch bei den Taxaceen *Austrotaxus*). Die eben berührten Gebiete zeichnen sich durch starken Endemismus, durch monotypische Gattungen aus, die außerordentlich scharf tbergangslos getrennt sind, keine Gruppe ist mit einer reicheren Zahl von Arten entwickelt. Das letztere ist nun mit *Eupodocarpus* im Monsungebiet (dabei *P. neriifolius* von weiter Verbreitung) und im tropischen Amerika der Fall. Nur eine Gruppe von *Eupodocarpus* ist im tropischen Amerika vertreten, die anderen Gattungen fehlen ganz; im tropischen Afrika ist nur *Eupodocarpus* und *Stachycarpus* in einigen Arten vorhanden. Im Monsungebiet finden sich noch *Phyllocladus* und *Dacrydium*. Im allgemeinen sind nicht so hervorstechende Typen wie in den zuerst genannten Gegenden entwickelt.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die Unterschiede in den morphologischen Yerhältnissen und in der Embryologie machen eine Trennung der *Taxaceae*, *Cephalotaxaceae* und *Podocarpaceae*, die bislang unter einer Familie als *Taxaceae* zusammengefaßt wurden, notwendig; Näheres darüber ist in der allgemeinen Einleitung zu den Coniferen nachzulesen.

Verwendung. Der Wert der Podocarpaceen als Nutzpflanzen beruht besonders auf der ausgezeichneten Güte des Holzes vieler baumförmiger Arten. Einige besonders wichtige Arten seien hervorgehoben. In Neuseeland liefern die weitverbreiteten Arten *Dacrydium cupressinum*, der Rimubaum, *Podocarpus totara* und *P. spicatus*, der Mataibaum, gutes Holz für vielerlei Konstruktionszwecke; auch andere neuseeländische Arten werden ähnlich benutzt, worüber Kirk in seiner Forest Flora ausführlich berichtet. In Tasmanien liefert *Dacrydium Franklinii* ein gutes Nutzholz. (Über die technische Verwendung, Inhaltsstoffe usw. dieser und anderer australischer Podocarpaceen ist zu vergleichen: R. T. Baker and H. G. Smith, A Research on the Pines of Australia, Technol. Mus. Neusüdwaes, Techn. Educ. Ser. no. 16 [1910].) Von den hochwirtschsignen Arten Javas, *Podocarpus imbricatus* und *P. amarus* wird nach Koorders gutes Bauholz gewonnen. In Südafrika sind nach Marloth *Podocarpus latifolius* (true yellow wood, rechte geelhout) und *P. elongatus* (Outeniqua yellow wood) die grSfsten Waldbäume und liefern fast die HSlfte der einheimischen Holzproduktion. (Über die wirtschaftliche Bedeutung der südafrikanischen *Podocarpus* ist auch Th. R. Sim, The Forests and Forest Flora of the Colony of the Cape of Good Hope [1907] 331—336 zu vergleichen.)

Beteiligung der Familie.

A. Epimatium fehlend, Carp, wenige, Samenanlage am Grunde des Carp., aufrecht.
Blätter schuppenförmig Unterfam. I. Pherosphaeroideae.
1. Pherosphaera.

- B. Epimatium entwickelt Unterfam. II. Podocarpoideae.
- a, Epimatium vom Integument frei.
- o. Carp, in der Blüte ziemlich zahlreich, Epimatium am Samen häutig, kaum vergrößert.
- I. Carp, wirtelig, dick, stumpf; Samen i'rei. Blätter schuppenförmig 2. Microcachrys.
- II. Carp, imbricat, spitz, Samenanlagen klein, in einer Grube am Grunde des Carp.; Carp, an der Frucht vereint, zuletzt klaffend. Bliitter linealisch 3. Saxegothaea.
- Λ. Carp, in der Blüte 1 bis wenige, Epimatium gut entwickelt; jüingere Samenanlagen ± mit der Mikropyle nach unten gewandt, schließilich meist ± aufrecht, das Epimatium iiberragend, selten ähnlich wie bei *Podocarpus* dauernd vom Epimatium umschlossen. 4. Dacrydium.
- b. Epimatium mit dem Integument verwachsen.
- a. Epimatium ktirzer als der Same, diesen nur am Grunde umgebend, Same ± aufrecht 5. Acropyle.
- /? Epimatium vollständig gebogen, die Samenanlage und den Samen, der mit der Mikropyle nach der Basis des Carp, gerichtet ist, einschließend, mit dem Samen abfallend; Carp, meist sehr klein, von der Samenanlage weit iiberragt 6. **Podocarpus**.
- C. Epimatium fehlend, Samen von einem Arillus umgeben. Striiucher oder Bäume mit blattähnlichen Phyllocladien Unterfam. III. Phyllocladoideae.
7. Phyllocladus.

Unterfam. I. **Pherosphaeroideae**.

Pilger in Engl. Bot. Jahrb. LIV (1916) 33.

1. **Pherosphaera** Archer, in Hook. Journ. Bot. and Kew Gard. Misc. II (1850) 52 (nach dem zitierten Synonym); Hook, f. Fl. Tasman. (1860) 355*); Pilger, in Engler Pflanzenreich IV. 5 (1903) 39; Baker and Smith, A Research on the Pines of Australia (1910) 409 und 410 (*Dacrydium* spec, nach Eichler in E. P. Pfl.-Fam. II. 1 [1889] 107). — \$ Bliiten terminal, fast kugelig oder breit ellipsoidisch; sterile Spitze des Stam. gut entwickelt. \$ Bliiten (vgl. S. 229) terminal, kurz, zuriickgekrümmt; Carp, wenige, locker gestellt; Samenanlage aufrecht, Epimatium fehlend, Integument in eine breite Mikropyle kurz vorgezogen. — Sträucher oder Sträuchlein mit schuppenfb'rmigen Blättern. — Name von *rpegco* (tragen) und *o<paiga* (Kugel), wegen des rundlichen Samens (die Beschreibung von Archer bezog sich auf *Microcachrys*!).

2 Arten; zuerst beschrieben *Ph. Hookeriana* Archer (Fig. 125), in der alpinen Region Tasmaniens; ein niederliegender kleiner, stark verzweigter Strauch; Blätter klein, anliegend, schuppenförmig; <J Bliiten 2—3 mm lang mit 8—15 Stam.; £ Bliiten mit 4—5 Carp. (vgl. S. 229); eine zweite Art, *Ph. Fitzgeraldii* F. Mull, in den Blue Mountains von Neu-Siidwales, höher strauchig mit abstehenden, schmalen Blättern.

Unterfam. II. **Podocarpoideae**.

Pilger in Engler, Pflanzenreich IV. 5 (1903) 38 (als Unterfam. der *Taxaceae*), in Engl. Bot. Jahrb. LIV (1916) 33 (als Unterfam. der *Podocarpaceae*).

2. **Microcachrys** Hook, f., in Lond. Journ. Bot IV (1845) 149; PL Tasman. (1860) 358; Pilger, in Engler Pflanzenreich IV. 5 (1903) 41 (*Arthrotaxis* spec. Hook. Icon. pi. [1843] 560; *Pherosphaera* Arch. 1. c. [nach der Beschreibung]; *Dacrydium* spec. Parl. in DC. Prodr. XVI. 2 [1868] 496). — <\$ Bliiten terminal, eiförmig, sterile Spitze des Stam. gut entwickelt. \$ Bltiten (vgl. S. 224) terminal, eiförmig-kugelig; Carp, zahlreich, imbrikat; Samenanlage mit der Mikropyle nach dem Grunde des Carp, zu gerichtet, auflen vom Epimatium bedeckt; Samen nur am Grunde vom Epimatium umgeben. — Niedriger, dem Boden anliegender Strauch; Zweige vierkantig; Blätter klein, schuppenförmig. — Name von *tuxQog* (klein) und *xaxgv* (Fruchtzapfen). —

*) Die starke Verwirrung in der Synonymie der Gattungen *Diselma*, *Microcachrys* und *Pherosphaera* ist von H o o k e r in der Flora Tasmanica gekl&rt worden. Vgl. dort und bei Pilger, *Taxaceae* 1. c.

1 Art, *M. tetragona* (Hook.) Hook. f. in Gebirgen Tasmaniens (Fig. 121), stark verzweigt, Blätter dicht imbrikat, dreieckig-eiförmig, bis 1,5 mm lang; Frucht rötlich, mit stark verdickten Carp. (vgl. S. 224).

3. *Saxegothaea* Lindl. *Saxe-Gothaea* Lindl., in Journ. Hort. Soc. VI (1851) 258, Paxt. Flow. Gard. II (1851—52) 111 cum icone; Th. Baines, Paxt. Flow. Gard. Rev. II (1883) 129, f. 178. — *Saxegothaea* Eichler, in E. P. Pfl.-Fam. II. 1 (1889) 103; Pilger, in Engler, Pflanzenreich IV. 5 (1903) 42, Stapf, in Bot. Magaz. T. 8664 (1916). — *Saxe-Gothaea* Gay, Fl. Chil. V. 411. — *Saxegothaea* Benth., in Benth. et Hook. f. Gen. PL III. (1880) 434. — *Saxogothaea* Dalla Torre et Harms, Gen. Siphon. 2. (*Squamataxus* Senilis, Pinac. [1866] 168). — Blüten monözisch. § Blüten ährenartig axillär nach der Spitze der Zweiglein zu, am Grunde von zwei Schuppenpaaren umgeben, zylindrisch, Stam. zahlreich. 2 Blüten (vgl. S. 225) terminal an kurzen Zweiglein; Carp. imbrikat; Samenanlage viel kleiner als Carp., am Grunde desselben in einer Grube sitzend, mit der breiten Mikropyle nach der Basis des Carp. zu gerichtet; Epimatium die Samenanlage aufliegend völlig umgebend, innen offen; Frucht unregelmäßig kugelig, fleischig, von den verwachsenen Carp. gebildet, Samen wenige. — Baumförmig, mit aufrecht-abstehenden Zweigen; Blätter linealisch, fast zweireihig ausgebreitet. — Benannt zu Ehren des Prinzen Albert von Sachsen-Koburg-Gotha, des Gemahls der Königin Victoria von Großbritannien. —

1 Art, *S. conspicua* Lindl., Maniu, im südlichen Chile, von ca. 35°—45° s. Br.; Blätter 15 bis 20 mm lang, an den § Zweiglein kürzer, § Blüten 4—7 mm lang; beerenartige Frucht zirka 1 cm lang (Fig. 121).

Fossile Arten (R. Kräusel): Dusén hat einige Nadelreste aus dem Tertiär des Feuerlandes als *Saxegothopsis fuegianus* beschrieben (Erg. Schwed. Exp. Magellansl. 1, 4 [1899] 105), doch entbehrt die Bestimmung der sicheren Begründung.

4. *Dacrydium* Soland. ex Forster, De plant. escul. Ins. Ocean. Austral. comm. bot. (1786) 80 et Fl. Ins. Austr. Prodr. (1786) 92 inter plantas obscuras; Lamb., Gen. *Pinus* (1824) II. 93, T. 41; Rich., Comm. bot. de Conif. (1826) 127; Pilger in Engler, Pflanzenreich IV. 5 (1903) 43 (*Lepidothamnus* Phil., in Linnaea XXX [1860] 730). — Blüten diözisch, selten monözisch. § Blüten (vgl. S. 217) terminal, Stam. den sterilen Blättern ähnlich, selten die Blüten nach Art von *Podocarpus* axillär, am Grunde von Schuppen umgeben mit dicht gestellten Stam. § Blüten (vgl. S. 225) terminal oder über sie hinaus ein kurzer Fortsatz des Zweiges, selten die Blüten an Kurzzweigen axillär; Carp. 1 bis mehrere, frei; Samenanlagen meist dem Epimatium an dessen Grunde angewachsen; Epimatium gut entwickelt, die jüngere Samenanlage fast ganz bedeckend; Samenanlage im jüngeren Stadium ± umgekehrt, mit der Mikropyle nach der Basis des Carp. gerichtet, 8pster aufgerichtet, Same dann nur am Grunde vom Epimatium umgeben, mit verdickter Samenschale; selten die Samenanlage der Mitte des völlig gebogenen Epimatiums angewachsen, dann auch der Same vom Epimatium völlig eingeschlossen, mit dünner Samenschale; Integument der Samenanlage stets vom Epimatium frei, nicht (wie bei *Podocarpus*) mit ihm verwachsen. — Sträucher oder Bäume; Blätter meist schuppenförmig oder in jüngeren Stadien der Pflanze linealisch, allmählich in die Schuppenform übergehend. — Name von *Saxgviðiof* (Trane) (wegen der Harzabsonderung?).

Gegen 20 Arten der australischen Inseln und des Monsungebietes, eine Art in Chile.

A. Blätter ziemlich lang, oval-lanzettlich, am Grunde stark gebogen. *D. falciforme* (Part.) Pilger in Bergwaldern von Borneo (Fig. 123 D—G), *D. taxoides* in Bergwaldern Neu-Kaledoniens (Fig. 123 H—L).

B. Blätter an erwachsenen Exemplaren, wenigstens an den oberen Asten, schuppenförmig oder pfriemlich, in jüngeren Stadien oder an unteren Asten oft linealisch. B a. Samenanlage und Same dauernd vom Epimatium eingeschlossen (vgl. S. 228). *D. Kirkii* F. Muell., ein hoher Baum auf Neu-Seeland; Blätter an unteren Asten bis 3,5 cm lang, an oberen klein, schuppenförmig; sehr kleine Schuppenblätter hat das verwandte strauchförmige *D. Bidwillii* Hook. f. (Fig. 123 A—C) auf Neu-Seeland. B b. Samenanlage zuletzt aufrecht, Same nur am Grunde vom Epimatium umgeben. In Süd-Chile *D. Fonkii* (Phil.) Benth., ein stark verzweigter Strauch, nur mit stark gekielten Schuppenblättern. — Auf Neu-Kaledonien: *D. araucarioides* Brongn. et Gris (Fig. 118 F), ein Baum mit dicken, zylindrischen, dicht mit vielreihigen kleinen Schuppenblättern besetzten Zweiglein, *D. lycopodioides* Brongn. et Gris, *D. Balansae* Brongn. et Gris. — Auf Neu-Seeland: *D. cupressinum* Sol., Rimu, Red-Pine, ein hoher Baum mit ± sparrigen Schuppenblättern (Fig. 122), *D. intermedium* Kirk, *D. laxifolium* Hook. f., ein niedriger, stark verzweigter Strauch der Bergregion. — Weit verbreitet im Monsun-Gebiet *D. elatum* (Roxb.) Wall. (Burma, Indochina, Malaische Halbinsel, Sumatra, Borneo, Philippinen, Neuguinea, Fidschi-Inseln); Baum mit vielförmigen Blättern, die schmal

Unterfam. III. Phyllocladoideae.

Pilger, in Engler, Pflanzenreich IV. 5 (1903) 38 (als Unterfam. der *Taxaceae*), in Engl. Bot. Jahrb. LIV (1916) 33 (als Unterfam. der *Podocarpaceae*).

7. *Phyllocladus* Rich. Comment. Bot. Conif. (1826) 129; Pilger in Engler, Pflanzenreich IV. 5 (1903) 94 [*Podocarpus* Labill. Spec. Nov. Holland. II [1806] 71, T. 221; *Brownetera* L. C. Rich. in Ann. Mus. Hist. nat. Par. XVI [1810] 299, nomen!; *Thalamia* Sprengel, Anl. Kenntn. Gew. ed. 2 II. [1817] 218). — Blüten monözisch oder diözisch. S Bltten zylindrisch, gestielt, am Ende von Zweiglein gebüschelt (Fig. 116); Starn. mit kleiner steriler Spitze. \$ Blüten (S. 230) einzeln in den Achseln von Schuppenblättern am Grunde unentwickelter, später auswachsender Zweige, gestielt, oder an den Phyllocladien sitzend oder die Stelle von Phyllocladien einnehmend (Fig. 116); Carp, dekussiert Oder spiralig gestellt, dick, am Ende abgeschnitten, mit der Achse Gruben für die Samenanlagen bildend; Samenanlagen aufrecht, am Grunde von einem Discus umgeben, der zu einem gelappten Arillus auswächst, der so lang oder kürzer als der Same ist. — Kleine Oder grflere Baume oder Sträucher. Blätter an den Langtrieben klein, schuppenförmig, in den Achseln begrenzte blattähnliche Phyllocladien hervorbringend, die rudimentäre zahnförmige Blätter tragen und im oberen Teil in verschiedener Weise gelappt sind. Name von *ϕύλλον* (Blatt) und *δαδον* (Zweig).

6 Arten.

A. Außer den am Ende knospentragenden Zweigen sind solche vorhanden, die in ein Phyllocladium auslaufen und seitlich Phyllocladien tragen. *Ph. glaucus* Cam (Fig. 116 A—E) auf Neu-Seeland (einh. Name Toa-toa); Phyllocladien bis 5 cm lang. — *Ph. tūchomanoides* Don (Fig. 116 P—S) auf Neu-Seeland (einh. Name Tanekaha); bis 20 m hoher Baum; Phyllocladien bis 3 cm lang.

B. Außer den am Ende knospentragenden Zweigen nur Phyllocladien von zirka rhombischer Gestalt vorhanden, die verschieden eingeschnitten sind. *Ph. aspleniifolius* (Labill.) Hook. f. (Fig. 116/—O) auf Tasmanien (Celery-topped Pine); Baum bis 20 m hoch, \$ Blüten am Grunde unentwickelter, später auswachsender Zweige. — *Ph. alpinus* Hook. f. (Fig. 116 F—E), auf Neu-Seeland (einh. Name Toatoa oder Tanekaha, Celery-Pine); Strauch oder kleiner Baum. — *Ph. hypophyllum* Hook. f., auf Borneo; kleiner Baum; Phyllocladien bis 6,5 cm lang; \$ Blüten an den Phyllocladien. — *Ph. protractus* (Warb.) Pilger, auf Neu-Guinea, den Molukken, Philippinen — *Ph. major* Pilger, auf Neu-Guinea; Baum, Phyllocladien 5—10 cm lang; \$ Blüten an kurzen Zweiglein, die am Ende der vorhergehenden Zweige fast wirtelig gestellt sind.

Fossile Arten (R. Kräusel): *Ph. asplenioides* Ettingsh. auf dem Eozän von Neu-Südwest sieht manchen lebenden Arten recht ähnlich. Andere Reste wie *Palaeocladus* Ettingsh. sind weniger beweisend. Sie sind oft von den zu *Thinnfeldia* gestellten Abdrücken nicht zu unterscheiden (*Phyllocladopsis* Fontaine, *Protophyllocladus* Berry aus unterer Kreide von Nordamerika und Grönland, Jura von Frankreich).

Die als *Phyllocladoxylon* Gothan bezeichneten Hölzer können auch von *Podocarpoideen* stammen.

Androvetia Hollick et Jeffrey, Mem. New York Bot. Gard. (1909) 22. Verbreitete Achsen mit steil schrägen, nur an der Spitze freien Zweigen, an diesen kleine, schuppenartige, herablaufende Blättchen.

Mehrere Arten in der Kreide von Nordamerika, im Habitus durchaus an *Phyllocladus* erinnernd.

Araucariaceae

von

R. Pilger.

Mit 7 Figuren

Araucariaceae Strasburger, Conif. und Gnet. (1872) 25 pr. p.; Nager, Die Nadelhölzer <Coniferen> und übrigen Gymnospermen, in Sammlung G. O. S. no 355 (1907) 24 u. 32—37.

Wichtigste Literatur: H. Schacht, Über den Stamm und die Wurzel der *Araucaria brasiliensis*, in Bot. Zeit. XX (1862) 409—414, 419—423, T. 13—14. — A. W. Eichler, in Martius, Flora Brasiliensis IV. 1 (1863) 423—428, T. 110—112; *Coniferae-Pinoideae-Abietinae-Araucariaceae* in E. P. 1. Aufl. II. 1 (1889) 66—89. — Parlatores, *Coniferae-Abietinae-Araucariaceae* in DC. Prodr. XVI. 2. (1868) 363, 369—377. — Siebold et Zuccarini, Flora Japon. II (edid. Miquel 1870) 76—78, T. 138—140. — C. Winkler, Zur Anatomie von *Araucaria brasiliensis*, in Bot. Zeit. XXX (1872) 581—585, T. 7. — G. Bentham, *Coniferae-Araucariaceae*,

in Benth. et Hook. f. Gen. Plant. III (1880) 423 et 435—438 (inkl. *Cunninghamia* et *Sciadopitys*). — O. Markfeldt, Ober das Verhalten der Blattspurstränge immergrüner Pflanzen beim Dickenwachstum des Stammes, in Flora LXVIII (1885) 33—39, 81—90, 99—113, T. 2. — F. W. Neger, Die Araucarienwälder in Chile und Argentinien, in Forstl.-naturw. Zeitschrift VI (1897) 416—426, T. 1—4. — T. Kirk, The Forest Flora of New Zealand (1889). — W. C. Worsdell, Observations on the vascular system of the female »flowers« of *Coniferae*, in Ann. of Bot. XIII (1899) 527—547, T. 27. — Arthur H. Burtt, Über den Habitus der Coniferen, Inaug.-Diss. Tübingen (1899). — O. Warburg, Monsunia I (1900) 182—187, T. 10. — H. Schenk, in Karsten und Schenk, Vegetationsbilder, 1. Reihe, 1. Heft (1904) T. 6. — D. P. Penhallow, The anatomy of the Coniferales, in The Americ. Natur. XXXVIII (1904) 523—528 (betr. Harz-Tracheiden). — G. Lopriore, Über die Vielkernigkeit der Pollenkörner und Pollenschläuche von *Araucaria Bidwillii* Hook., in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXIII (1905) 335—346, T. 15. — A. C. Seward and S. O. Ford, The *Araucarieae*, recent and extinct, in Phil. Trans. Roy. Soc. London Series B. CXCVIII (1906) 305—411, T. 23—24. — R. B. Thomson, The *Araucarieae* — a protosiphonogamic method of fertilization, in Science N. S. XXV (1907) 271—272; On the comparative anatomy and affinities of the *Araucarineae*, in Phil. Trans. Roy. Soc. London Series B CCIV (1914) 1—50, T. 1—7. — K. Reiche, Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile, in Engler und Pruden, Die Vegetation der Erde VIII (1907). — F. J. E. Shaw, The seedling structure of *Araucaria Bidwillii*, in Ann. of Bot. XXIII (1909) 321—334, T. 21. — E. Barsali, Studio sul gen. *Araucaria* Juss., Mem. Soc. Toscana Sc. Nat. Pisa XXV (1909) Sep. 42 S., 1 T. — R. T. Baker and H. G. Smith, A Research on the Pines of Australia, Technol. Mus. N. S. Wales, Techn. Educ. Series no 16 (1910) 315—393. — J. P. Lotsey, Vorträge über Stammesgeschichte III. 1. (1911) 16—51. — F. W. Foxworthy, in Philipp. Journ. Sc. VI (1911) 167—169. — A. J. Eames, The morphology of *Agathis australis*, in Ann. of Bot. XXVII (1913) 1—38, T. 1—4. — L. L. Burlingame, The morphology of *Araucaria brasiliensis*. I. The staminate cone and male gametophyte, in Bot. Gaz. LV (1913) 97—114, T. 4—5; II. The ovulate cone and female gametophyte, 1. c. LVII (1914) 490—508, T. 25—27; III. Fertilization, the embryo, and the seed, 1. c. LEX (1915) 1—39, T. 1—3; The origin and relationships of the Araucarians, 1. c. LX (1915) 1—26, 89—114. — A. Tison, Sur la persistance de la nervation dichotomique chez les Conifères, in Bull. Soc. Linn. Normandie 6. Sér. IV. (1913) 30—45, T. 4—5. — J. von Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreichs 3. Aufl. I (1914), Abschnitt Kopale, 327—363. — Samuel J. Record, Significance of resinous tracheids, in Bot. Gaz. LXVI (1918) 61—67. — J. Angli, La »*Araucaria araucana*« (Mol.) Koch y su resina, in Bol. Acad. Nacion. Cienc. en Córdoba (República Argentina) XXIII (1918) 1—84. — S. L. Ghose, A Contribution to the Morphology of *Agathis ovata* (Moore) Warb., in Journ. Indian Botan. Soc. IV (1924) 79—86, T. 1—2; The Origin and Relationships of the *Araucarineae*, 1. c. 89 bis 100. —

Herkmale. Blüten diözisch Oder selten monözisch. § Blüten groß, zapfenförmig, axillär oder an kurzen Zweigen endständig; Stam. zahlreich spiralig, das Filament in eine derbe Antherenschuppe verbreitert; Sporangien in größerer Anzahl, frei, linealisch, an der Unterseite der Antherenschuppe entspringend. § Zapfen an kurzen Zweigen endständig, Fruchtzapfen groß, rundlich, zerfallend; Carp. sehr zahlreich, spiralig dicht deckend, meist breit, selten schmaler und konisch, geflügelt oder ungeflügelt, mit verdicktem Ende, das von außen allein sichtbar den Zapfen gefeldert erscheinen läßt, bei *Araucaria* mit abgesetzter scharfer Spitze; Ligularschuppe bei *Araucaria* entwickelt, schmaler als Carp., ihm oberseits größtenteils angewachsen, nur an der Spitze frei, bei *Agathis* fehlend; Samenanlage 1, mit der Mikropyle der Basis des Carp. zugekehrt, bei *Araucaria* in das Gewebe der Ligularschuppe eingesenkt (das Integument völlig mit dieser verwachsen), bei *Agathis* frei, an der Basis schmal angeheftet; Nucellus frei; Keimblätter 2, selten 4, Keimung unterirdisch oder oberirdisch. — Baumförmige Arten der südlichen Hemisphäre, mit breiten oder nadelartigen, zusammengedrückten Blättern.

Vegetationsorgane. Unter den Araucariaceen begegnen uns nur baumförmige Gestalten; sie gehören vielfach zu den schönsten und gewaltigsten Formen ihrer heimatischen Flora. So wird für *Araucaria araucana* und *A. excelsa*, für *Agathis alba* und *A. australis* eine Höhe bis zu 50—60 m angegeben, andere Arten stehen ihnen an Größe kaum nach. Der mächtige säulenförmige Stamm ist bis hoch hinauf astfrei, und die Krone ist in regelmäßiger Verästelung ausgebreitet. Diese überraschend regelmäßige Architektur des Aufbaues ist allgemein für die so häufig in kleinen Exemplaren als Zimmerschmuck kultivierte *Araucaria excelsa* bekannt, die ihre wirtelartig gestellten Äste horizontal ausbreitet während die kleineren Zweige zweireihig abwechselnd angeordnet und oft etwas hangend sind; die Triebe zweiter Ordnung an den Seitentrieben der Hauptachse bleiben stets unverzweigt. *Araucaria angustifolia* ist in jüngeren Exemplaren von konischer Form, später

besitzt der Stamm eine flache Schirmkrone mit weit ausladenden Asten, die zu 4—8 wirtelartig entspringen und nur nach oben zu mit Seitenzweigen besetzt sind. Ähnliches gilt für *A. araucana*. Bei *Agathis alba* tragen die horizontalen Äste nach der Spitze zu einige Quirle von Seitenästen; die früheren Quirle, deren Narben noch sichtbar sind, sind abgeworfen.

Charakteristisch ist die Persistenz der Blätter und späterhin der Blattkissen, was mehr noch für *Araucanā* als für *Agathis* gilt. Auch an dickeren Zweigen der *Araucaria*-Arten sind die Spreiten noch vorhanden, wenn die Blattkissen durch das Dickenwachstum schon in die Breite gezogen sind und die zuerst die Zweige dicht bedeckenden Blätter eine mehr lockere Stellung gewonnen haben. Nach Abfall der Spreiten bleiben auch weiterhin die Blattkissen noch deutlich, schließlich werden sie rissig, bis sie durch die Borkebildung abgeworfen werden.

In bezug auf die Knospenbildung sind die beiden Gattungen erheblich verschieden. *Agathis* besitzt an den Triebenden behüllte rundliche Knospen mit derben kleinen breiten Knospenschuppen, während bei *Araucanā* keine deutlich abgesetzten Knospen vorhanden sind; meist dienen nur kleinere Blätter zum Schutz der Triebspitze, und diese sind öfters persistent, so daß sie z. B. an den Zweigen von *Araucaria Bidwillii* in regelmäßigen Intervallen als kleine Laubblätter sichtbar sind. Von *Agathis alba* berichtet Volken s, daß das Austreiben der Endknospe sehr rasch vor sich geht, in wenigen Tagen wird ein neuer Quirl von Seitenzweigen und ein neuer zentraler Zweig, der den Zweig fortsetzt, fertig gebildet. Die Endknospe ist bei *Agathis* (vgl. Bur 11 1. c.) die einzige Knospe, die am Schub angelegt wird; sie enthält die Anlagen der jungen Seitentriebe erster Ordnung, die mit der Entfaltung der Endknospe zur Entwicklung gelangen. Die einzelnen Schritte sind durch Knospenschuppennarben getrennt. Noch deutlicher aber wird die Trennung durch Streckung der unteren Internodien jedes Schubes. Vergleichen wir z. B. *Abies*, so bleiben hier die Internodien der Knospenschuppen kurz; ferner entspringen die Seitenglieder stets darunter aus dem Gipfel des vorhergehenden Jahrestriebes (wo neben der Endknospe noch Seitenknospen angelegt werden). Bei *Agathis* verlängern sich die Internodien zwischen den oberen Schuppen, und aus den Achseln dieser Schuppen entspringen die Seitensprosse, die Verzweigung des Schubes ist also eine basale. Damit hängt es zusammen, daß die Seitensprosse an der Basis keine Schuppen tragen, sondern ihrer ganzen Länge nach mit Laubblättern besetzt sind.

Die Blätter der *Agathis*-Arten stehen am Hauptprofil spiralig, an den Seitentrieben stehen sie locker, $\pm$ entfernt voneinander, oft paarweis genähert, fast gegenständig in einer Ebene ausgebreitet; sie sind von lederiger Konsistenz, groß, breit lanzettlich oder lanzettlich-eiförmig bis elliptisch, an der Basis $\pm$ in einen kurzen Stiel zusammengezogen, denen von *Podocarpus Sectio Nageia* durchaus ähnlich; die Nerven, die im unteren Teil des Blattes mehrfach dichotomisch geteilt sind und dann zahlreich parallel verlaufen, treten wenig hervor. Bei *Araucaria* bedecken die Blätter dicht in spiraliger Folge übereinandergreifend die Zweige. Größere Blätter besitzen die Arten der Sektion *Colymbea*. So sind bei *A. araucana* die außerordentlich starren, stachelspitzigen Blätter 3—5 cm lang, lanzettlich, breit ansitzend und herablaufend. Die parallelen Nerven, die auch hier dichotomisch sich teilen, sind kaum sichtbar. Bei der Sektion *Eutacta* sind die Blätter nadelartig, kleiner; als Typus kann *A. excelsa* und *A. Cunninghamii* gelten. Diese und verwandte Arten sind auch durch Dimorphismus der Blätter ausgezeichnet. An Zweigen älterer Äste und besonders an blühenden Zweigen sind sie bei *A. Cunninghamii* dicht gestellt, nach dem Zweig zu eingebogen, nur wenige Millimeter lang, breitlich, spitz, auf dem Rücken gekielt, an jungen Pflanzen spreizend, bis 2 cm lang, zusammengedrückt kantig, pfriemlich, lanzettlich, breit ansitzend und kurz herablaufend; beide Formen sind nicht scharf getrennt, sondern durch Übergänge verbunden.

Anatomic der Vegetationsorgane. Im Bau des Stammes sind *Agathis* und *Araucaria* recht übereinstimmend (über allgemeinen Bau des Coniferen-Stammes vgl. bei *Pinaceae*). Bei manchen Arten heben sich die Jahresringe ziemlich gut voneinander ab, bei andern wiederum sind sie ganz undeutlich. Das Mark nimmt einen verhältnismäßig breiten Raum ein, es ist starker als bei anderen Coniferen-Gruppen entwickelt; die Parenchymzellen sind oft mit taninhaltigem oder schleimigem Inhalt versehen, zwischen sie sind zahlreiche große, verzweigte Sklereiden gelagert. Im primären Xylem kommen Tracheiden mit Spiralverdickung und solche mit Hoftüpfeln vor.

Die Tracheiden des sekundären Zuwachses führen Hoftipfel an den Radialwänden, im Herbstholz gelegentlich auch an den Tangentialwänden. Die Tipfel sind vielfach in mehreren (3—4) alternierenden Reihen vorhanden, von polygonalem Umriß, und stößen dicht aneinander (doch kommen auch nur 1—2 Reihen vor, und im älteren Holz ist öfter die Tipfelung reduziert und beschränkt sich auf die Enden der Tracheiden). Diese »araucarioide« primitive Tipfelung ist ein wichtiges Charakteristikum der Familie gegenüber allen anderen Familien der Coniferen. Nach Thomson kann ein Torus entwickelt sein oder fehlen, auch kann die Schließhaut, die immer an der jungen Tracheide vorhanden ist, später reduziert werden oder verschwinden. An den Stellen, wo die Tracheiden mit den Markstrahlen in Berührung stehen, finden sich immer mehrreihige Hoftipfel, selbst wenn die Tipfelung an den nach oben oder unten angrenzenden Teilen der Tracheiden reduziert ist oder fehlt. Der Porus ist hier oblong und schief. Die Wände der Markstrahlzellen sind dünn. In den den Markstrahlen anliegenden Tracheiden wird vielfach Harz abgelagert, dessen Menge bei den Arten verschieden ist; ein weiter spezialisiertes harzführendes Gewebe ist nicht vorhanden.

Die Bildung des Harzes erfolgt in den Parenchymzellen der Markstrahlen; dieses wird dann in die Tracheiden ausgeschieden. Ist das flüssige Harz in genügender Menge vorhanden, um mit der gegenüberliegenden Wand in Kontakt zu kommen, so breitet es sich in der Art eines Tropfens in einer dünnen Röhre so aus, daß zwei- breitere Grundflächen auf den Wänden durch eine dünne Platte doppelt bogenförmig verbunden sind, das ganze Gebilde also ungefähr die Gestalt eines liegenden doppelten T annehmen kann. Die Tracheide erscheint dann gefächert. Bei geringerer Menge bildet das Harz einseitige Vorsprünge an den Wänden. Dieselben Ansammlungen von Harz in den an Markstrahlen angrenzenden Tracheiden kommen auch bei *Fir* vor.

Nach C. M. Tiller sind Saniosche Balken bei *Araucaria* in den Tracheiden verbreitet (vergl. bei Anatomie der *Pinaceae*).

Die Markstrahlzellen sind dünnwandig und ungetipfelt; die Markstrahlen sind gewöhnlich eine Zellreihe breit und bis 20 Zellreihen hoch.

In der primären Rinde kommen verzweigte Steinzellen und zahlreiche Gummi und Harz führende Kanäle vor, in der sekundären Rinde Bastzellen.

Wie bei den Pinaceen sind Bereicherungs- und kleine Ernährungswurzeln zu unterscheiden, welche letztere oft zahlreich dicht gedrängt die längeren Wurzeln umkleiden. Wurzelhaare sind bei den Araucariaceen nicht beobachtet worden, ebensowenig ektotrophe Mykorrhiza; dagegen kommt endotrophe Mykorrhiza vor, die Zellen der primären Rinde können von reichentwickeltem Mycel erfüllt sein. Die Zellen der primären Rinde sind abgesehen von den äußersten Schichten mit starken Verdickungsbandern versehen, die unregelmäßig auf allen Wänden verlaufen oder auf den Tangentialwänden mehr oder weniger fehlen. Die Wurzel ist stets diarch; seitlich an den Protoxylemstrahlen finden sich im Zentralzylinder 4—5 Harzgänge. Im sekundären Holz sind keine Harzgänge vorhanden, dagegen viel Holzparenchym; die Markstrahlen sind eine Zellreihe breit und werden durch vertikale Parenchymreihen verbunden. In der sekundären Rinde finden sich langgestreckte Harzgänge, mehr oder weniger zahlreiche spindelförmige Bastzellen und weiter nach außen Steinzellen, die zu einem Ringe zusammenzutreten können.

Bei *Agathis* ist ausgezeichnet durch die in der Rinde miteinander abwechselnden Sekretkanäle und Gefäßbündel sowie durch das Vorkommen großer, unregelmäßig geformter, verzweigter Idioblasten im Mesophyll, besonders bei Arten mit dickeren und steifen Blättern. An die Epidermis der Oberseite schließt sich ± reichlich stark verdicktes Hypoderm an, an der Epidermis der Unterseite ist dieses schwächer entwickelt. Das Mesophyll ist meist deutlich in Palissaden- und Schwammgewebe geschieden. Die Gefäßbündel sind von wenigen Bastzellen und Sekretzellen begleitet; das Transfusionsgewebe ist schwach, es wird nur durch wenige Netz-Tracheiden an den Seiten des Xylems repräsentiert. Die Spaltöffnungen liegen am Grunde einer becherförmigen Vertiefung.

Auch bei *Araucaria* finden sich überall, je nach den Arten verschieden zahlreich zerstreut, die großen Idioblasten im Mesophyll. Im Gegensatz zu *Agathis* ist aber das Transfusionsgewebe stark entwickelt, die Transfusionszellen bilden oft geschlossene Massen gegenüber dem Xylem. Die Spaltöffnungen liegen am Grunde größerer Gruben,

in denen reichlich Wachs ausgeschieden wird, so daß die Anordnung der Spaltöffnungen in unregelmäßigen Reihen deutlich ist. Diese kommen entweder an beider Blattseiten vor (z. B. *A. araucana*, *A. angustifolia*) oder fast nur unterseits (*A. Bidwillii*) oder fast nur oberseits (*A. Rulei*). In der Sektion *Colymbea* alternieren zahlreiche Nerven mit Harzkanälen, in der Sektion *Eutacta* gehen die Harzkanäle entweder zerstreut durch das Mesophyll ohne konstante Beziehung zu den Gefäßbündeln oder finden sich einzeln unter jedem Nerven, bei vierkantigem Querschnitt liegt häufig in jeder Ecke ein Harzkanal. Das Blatt wird von einem (z. B. *A. Cunninghamii*) oder mehreren Bündeln durchzogen, die seitlichen Bündel bestehen dann öfters unter Reduktion des eigentlichen Leitgewebes fast nur aus Transfusionszellen. Für beide Gattungen ist als bemerkenswert hervorzuheben, daß auch eigentliches zentripetales Xylem in wenigen Elementen vorkommt, wenn auch bei einigen Arten nur in den Keimblättern.

Ein auffallender anatomischer Charakter der Araucariaceen liegt im Verlauf und in der Persistenz der Blattspuren, also der Gefäßbündel, die vom Stamm nach den Blättern hinziehen. Wie überall bei den Coniferen hinterläßt der Austritt der Blattspuren eine Lücke im Zentralzylinder des Stammes. Infolge des Dickenwachstums tritt alljährlich ein Zerreißen der Blattspur ein, während gleichzeitig vom Spurcambium neue Gefäßartige Elemente gebildet werden; scheinbar findet daher das Zerreißen nur auf der Oberseite (der Spur) statt. Diese Neubildung von Gefäßartigen Elementen dauert bei den Coniferen im allgemeinen nur so lange an, als die Nadeln erhalten bleiben. Hiervon machen die Araucariaceen eine Ausnahme. Die Blattspuren werden auch nach Abfall der Blätter weiter verangert und sind überall im sekundären Holz auch bei dickeren Stämmen kenntlich. Beim Verlauf durch den sekundären Zuwachs der ersten 2—3 Jahre sind die Blattspuren schräg aufwärts gerichtet, dann verlaufen sie horizontal durch das Holz in seiner ganzen Dicke, dann gehen sie steil aufwärts durch die innere Rinde, um außen in der Rinde im Übergang zur Blattbasis wieder horizontal Richtung anzunehmen. Die Harzkanäle der Rinde begleiten die Blattspuren in ihrem Verlauf durch die Blattbasis und stehen so im Zusammenhang mit denen der Spreite. Das ist ein primitives Verhalten, mit dem die Araucarien in Gegensatz zu den Pinaceen stehen. Bei *Araucaria* sind die Blattspuren in ihrem Verlauf durch das Holz einfach, erst in der Rinde findet eine Dichotomie statt, bei *Agathis* reicht die Teilung der Blattspuren bis zum Mark, schon von ihm geht eine doppelte Blattspur aus. Das läßt sich mit dem Verhalten der Cordaitaceen vergleichen, bei den Pinaceen kommt es nicht vor, daß im Holz eine doppelte Blattspur vorhanden ist, diese wird bei den Pinaceen erst an der Grenze des Holzes und in der Rinde mehr oder weniger deutlich ausgebildet. In den Blattstielen treten sowohl bei *Agathis* wie bei den großblättrigen Formen von *Araucaria* nach mehrfacher vorangehender Dichotomie in der Rinde eine Anzahl von Gefäßbündeln ein, die weiter geteilt, der dichotom-parallelen Nervatur des Blattes den Ursprung geben.

Blütenverhältnisse. Die Blüten der Araucariaceen sind meist diözisch, doch wird auch Oöfö Montzie angegeben, so von Kirk für *Agathis australis* und von Lopriore für *Araucaria Bidwillii*.

Blüten. Bei der Gattung *Araucaria* sind die zylindrischen männlichen Blüten (durch ihre Größe ausgezeichnet, der Unterschied gegen den weiblichen Zapfen ist weniger ausgeprägt als bei anderen Coniferen; die Achse ist dick und trägt sehr zahlreiche dicht gestellte Stam. Bei *Araucaria angustifolia* erreicht beispielsweise die Blüte eine Länge von 15 cm bei 3 cm Durchmesser, bei *A. Bidwillii* 15—20 cm, bei *A. Rulei* sogar bis 24 cm. Die Blüte ist gewöhnlich endständig an einem verkürzten, beblätterten Seitenzweig und hebt sich von der sterilen Region gut ab (Fig. 137 §) oder geht auch bei Arten mit schuppigen Blättern unmerklich in diese über (z. B. *A. columnaris*). Die Stam. bestehen aus einem ± senkrecht von der Achse abstehenden Stiele, der sich zu einer derbedrigen Endschuppe verbreitert, die bei den Arten recht verschieden ausgebildet ist (Fig. 137 o, ai, Fig. 137).

Bei *A. araucana* (Fig. 138 a) ist der Stiel ungefähr 8 mm lang; die 15 mm lange Endschuppe ist aus herzformigen Grunde lang pfriemlich verschmälert, erst aufwärts und dann wieder abwärts gekrümmt. Die Blüte erscheint so mit langen gebogenen Stacheln bedeckt. Ähnlich ist die Endschuppe bei *A. excelsa*. Bei *A. angustifolia* oder *A. Rulei* ist die Endschuppe kürzer, breit herzformig, kurz gespitzt, bei *A. Hunsteinii* schmal zungenformig, lang gespitzt, 1 cm lang, am Rande fein gezähnt. Die Zahl der Sporangien an

hat, eine längere Kulielperiode durchmachen, z. B. aus seiner Heimat nach Europa gesandt werden, ohne seine Keimkraft zu verlieren. Das Hypokotyl bildet ein stärkereiches Reserveorgan. Bei den Arten der Sektion *Eutacta* von *Araucaria* verläuft die Keimung wesentlich anders; der Keimling besitzt ein dünnes Hypokotyl und zwei (oder vier) sich ausbreitende Keimblätter. Das gilt auch für die Gattung *Agathis*.

Geographische Verbreitung. Die Aiten beider Gattungen sind nur auf der südlichen Hemisphäre verbreitet und zwar besonders im Monsungebiet, wo ihre Zahl in der Araucarien-Provinz (Ostaustralien, Norfolk-Insel, Neu-Kaledonien) am größten ist. Erstaunlich ist der Reichtum an endemischen Arten auf Neu-Kaledonien, wo mindestens 5 *Araucaria*-Arten und mehrere *Agathis* vorkommen. *Araucaria* reicht westlich nur bis Neu-Guinea; in Ostaustralien ist die Gattung mit zwei Arten vertreten, auf der Norfolk-Insel ist *A. excelsa* heimisch. In Südamerika finden sich 2 Arten der Sektion *Colymbea*, *A. araucaria* in Chile (vgl. S. 263) und *A. angustifolia* in Südbrasilien (vgl. S. 265j). *Agathis* geht bedeutend weiter nach Westen und zwar über die großen Südpazifikinseln bis nach den Philippinen, nach der malaischen Halbinsel und Cochinchina, fehlt aber in Südamerika; in Ostaustralien sind 3 Arten heimisch, dann auf Neu-Seeland die berühmte Kaurifichte, *A. australis*, mehrere Arten auf Neu-Kaledonien, je eine auf den Fidschi-Inseln und den Neuen Hebriden.

Fossiles Vorkommen. (K. Krüss 1). Keste, die *Araucaria* und *Agathis* ähnlich sind, werden bereits aus paläozoischen Schichten angegeben, doch ist es trotz großer äußerer Übereinstimmung zweifelhaft, z. B. für *Walchia*, wie weit es sich in wirkliche Verwandtschaft handelt. *Araucaria* findet sich wahrscheinlich schon im Perm, sicher aber ebenso wie *Agathis* seit dem oberen Jura. Dabei ist die Gruppe im Mesozoikum nicht auf die Südpazifikhalbkugel beschränkt. Im Norden scheint sie erst während des Tertiärs verschwunden zu sein.

Verwandtschaftliche Beziehungen, Phylogenie. Über die Beziehungen der Araucarien zu rezenten oder ausgestorbenen Pflanzengruppen sind recht verschiedene Ansichten geäußert worden. (Vgl. auch die ausführliche Übersicht bei Burckhardt). Vielfach sind sie mit den Cordaiten in Verbindung gebracht worden. Dieser Ansicht ist z. B. Thomson, der wesentlich die Anatomie berücksichtigt. Nach ihm können sich die Araucarien nicht vom *Lycopodiales*-Stamm herleiten, denn sie besitzen Blattspurliken, und dieser Umstand ist von ausschlaggebender Bedeutung. Die Blattspur-Unterbrechungen in der Stele des Stammes fehlen allen Gruppen, die mit den Lycopodiales in Verbindung stehen, sie sind charakteristisch für die Pteridophyten. Nach Thomson weist die Anatomie auf die *Cordaitales* hin. Wichtig in dieser Hinsicht sind auch die doppelten Blattspuren im sekundären Holz, die in keiner anderen Gruppe der Gymnospermen wiederkehren.

Anderer Ansicht ist Seward, der eher an eine Verbindung mit den *Lycopodiales* zu denken geneigt ist. Er lehnt eine Verwandtschaft mit den Cordaiten ab, zu deren Annahme eine Übersetzung der Ähnlichkeiten in Blattform und Stammanatomie führen kann. Der Typus der Tracheiden ist bei paläozoischen Pflanzen weit verbreitet, die Blattform kehrt z. B. bei *Podocarpus* wieder. Die Natur der Reproduktionsorgane ist bei den Cordaiten weit verschieden. So müssen diese in der Phylogenie der Araucarien ausgeschaltet werden. Auch eine Verwandtschaft mit den Cycadeen und weiterhin den *Filicales* kommt nicht in Betracht. Eher sind nach Seward die Araucarien direkte Abkömmlinge des Lycopodiales-Stammes und zwar von Gruppen aus der Verwandtschaft der Selaginellen und Lepidodendren. Die Araucarien sind von primitivem Typus und gehören zu den ältesten Gruppen der Coniferen. Das große Alter südlicher Flora ist längst anerkannt, und so sehen wir in den rezenten Arten von *Araucaria* und *Agathis* Überbleibsel einer Gruppe von Gymnospermen vor uns, die einst auch nördlich des Äquators florierte und in der Vegetation der Erde einen Rang einnahm, den ihr jüngere Gruppen längst streitig gemacht haben. In bezug auf die Blüte kann man wohl *Lepidodendron* als ein vermittelndes Glied zwischen dem Araucariensamen und dem normalen Sporangium von Lycopodialentypus ansetzen. Allerdings ist der Zapfen ganz different. In bezug auf die Stammanatomie sind sicherlich starke Unterschiede vorhanden, doch sind diese vom Standpunkt der Verwandtschaft aus nicht unüberbrückbar. Das zentri-

petale Holz etwa der Lepidodendren und Sigillarien ist bei den Araucarien verschwunden, zwischen leiterförmigen und belüfteten Tüpfeln gibt es Übergänge. Dem Fehlen oder Vorhandensein von Blattspurlücken kann Seward keine allzu große Bedeutung beimessen.

Die Abietineen und die Araucarien sind hiernach verwandtschaftlich weit voneinander entfernt. Im Gegensatz zu diesen Anschauungen hebt Eames hervor, daß die Embryologie der Araucarien nicht auf primitiven Typus der Gruppe hinweist, sondern daß stark spezialisierte Charaktere vorhanden sind. Solche zeigen sich in den Yersackungen und den zahlreichen überzähligen Kernen des Pollenschlauches, in der Megasporenkappe zum Schutz der Archegonien, im Fehlen der Pollenkammer, im Ban des Proembryo; auch die große Zahl der Archegonien ist nichts primitives, sie beruht auf Prolifikation. Die Zapfen der Araucarien und der Abietineen sind als homolog zu betrachten, bei anscheinender Einfachheit der ersteren liegt, entsprechend der Entwicklung bei den Taxodiaceen, Yersackung und Heduktion vor. Das erweist nach Eames schon der Gefäßbündelverlauf der Zapfenschuppen. Bei den *Araucaria*-Arten sind Braktee (Carpell) und Fruchtschuppe (Ligula) noch ± voneinander getrennt, bei *Agathis* hat die Yersackung noch einen höheren Grad erreicht, beide sind völlig miteinander verwachsen. Also auch die anscheinend einfache Schuppe von *Agathis* ist zusammengesetzt, der Zapfen ist seiner Natur nach derselbe wie bei *Abies*. Daraus ergibt sich, daß die *Araucarien* ein hochspezialisierter Zweig der Coniferen sind, der in seinem weit zurückgelegenen Ursprung auf einen Stamm von Abietineen-Charakter hinweist. Die rezenten Formen sind stark spezialisierte Reste, *Agathis* ist noch etwas weiter vorgeschritten als *Araucaria*.

Diesem Gedanken einer Homologisierung des 2 Zapfens bei Araucarien und Pinaceen wird man ohne weiteres zustimmen müssen, allerdings unter der Voraussetzung, daß der Zapfen eine Einzelblüte, nicht ein Blütenstand ist, daß die Schuppen des Zapfens, ebenso wie die Deckschuppen der Abietineen Carpell sind. Das Nähere hierüber ist in der allgemeinen Betrachtung über die Natur der Coniferenblüte nachzulesen. Verschiedene Forscher haben zwar dem Zapfen der Araucarien und der Podocarpaceen den Charakter einer Einzelblüte zuerkannt, aber bei den Pinaceen von einem Blütenstand gesprochen. Loisy geht so weit, die Coniferen in »Florale« und »Infloreszentiale« einzuteilen; das ist abzulehnen.

Verwendung. Eine Keilie von Arten liefern ausgezeichnetes Nutzholz. *Araucaria araucana*, *A. angustifolia*, *Agathis australis* und andere haben prachtvolle Stämme, die hoch hinauf astfrei sind, und da die Arten oft reichlich bis bestandbildend auftreten, so sind sie für die Gegenden, in denen sie vorkommen, von großer Bedeutung. So ist *Agathis australis* der wertvollste Baum Neu-Seelands, »the monarch of the New Zealand forests«, wie ihn Kirk nennt, sein Holz wird für Schiffsbau, Häuserbau und manche anderen Arbeiten benutzt. Das gleiche gilt für *Agathis robusta*, *Araucaria Bidwillii*, den Bunya-Bunya, und *A. Cunninghamii* in Ostaustralien: die Bestände der letzteren Art sind (durch Abholzung) sehr zurückgegangen. In Südbrasilien liefert *Araucaria angustifolia*, die in großen Beständen vorkommt, gutes Bau- und Tischlerholz.

Ferner werden die Samen von *Araucaria araucana* und *A. angustifolia* gegessen. Der kopfgroße, kugelige Zapfen des ersteren liefert 100—200 Samen; diese waren wegen ihres öligen Endosperms das Hauptnahrungsmittel der Pehuenchen-Indianer Chiles, die bei ihrer Ernte religiöse Feste begingen (vgl. Keiche l. c.). Auch heute sind die Samen (pinones) auf den Märkten eines großen Teiles von Chile zu finden. In Brasilien werden die Samen von *A. angustifolia* als Pinhos bezeichnet; sie dienen roh oder geröstet als verbreitetes Nahrungsmittel.

Mehrere *Agathis*-Arten haben als Lieferanten von Kopal für den Weltmarkt große Bedeutung. Die Kopal, die zu den wichtigsten Rohmaterialien für die Herstellung von Lacken und Firnissen gehören, stammen von Pflanzen verschiedener Familien. Man belegt mit dem Namen Kopal (nach Wiesner l. c.) alle natürlichen, hartharten, erst bei hoher Temperatur schmelzenden, im Aussehen dem Bernstein sich nähernden Harze. Von *Agathis australis* (Neu-Seeland) stammt der Kauri-Kopal, der in seiner chemischen Zusammensetzung ganz einem Coniferen-Harz gleicht. Die Kauri-Fichte ist außerordentlich harzreich, aus der kleinsten Wunde wird Harz ausgeschwitzt. Es tritt zunächst als farblose Flüssigkeit aus, erhärtet aber bald und nimmt eine trübweiße Farbe an: oft finden

sich dichte Massen davon in den Ast-Gabelungen. Dieses Harz bildet den »Kauri-gum« des Handels. In viel größeren Mengen aber wird der eigentliche subfossile Kauri-Kopal gewonnen, der sich im Boden bis zu einer Tiefe von 2 in auf Geländen findet, wo früher Kauri-Wälder gestanden haben, und Jahr für Jahr ausgegraben wird. Er bildet unregelmäßig geformte Stücke verschiedener Größe, die oft viele Pfund schwer sind. Die Färbung des Kauri-Kopals ist wechselnd (von weißlich und gelblich bis zu licht- und tiefbraun), auch am selben Stück verschieden. Mehr oder weniger transparente Stücke werden am meisten geschätzt. Oberflächlich ist der Kopal von einer Verwitterungskruste bedeckt. Sein Geruch ist intensiv balsamisch. Geringere Mengen von Kauri-Kopal werden auch von Arten Neu-Kaledoniens (*A. ovata*) gewonnen. Die zweite Art Kopal, der Manila-Kopal des Handels, stammt von *Agathis alba* (*A. Dammara*, *Dammara orientalis*) und wird von den Sunda-Inseln, den Philippinen und Molukken aus in den Handel gebracht. Er ist mittelhart und variiert in der Farbe stark von weißlich-gelb bis braun; der Geruch ist wie beim Kauri-Kopal angenehm balsamisch. Das Harz sammelt sich an der Oberfläche frischer Schnitte und Wunden und erhärtet in großen Mengen, es findet sich auch in Klumpen am Boden am Grunde der Stämme. So kann es durch die Flüsse fortgeführt werden und sich an Uferstellen in großen Massen ansammeln (Dammabatii — Felsenharz im Malayischen).

Nicht zu verwechseln mit dem Manila-Kopal ist das Dammar-Harz oder Dammar, das nicht von *Agathis alba* stammt, wie früher meist angegeben wurde, sondern von einer Dipterocarpacee, einer *Shorea*-Art (vgl. Wiesner l. c.).

Die *Araucaria*-Arten liefern Harze oder Gummiharze, doch ist deren Verwendung wohl bisher nirgends von Bedeutung.

Einteilung der Familie.

- A. Samenanlage der Ligularschuppe des Carp, angewachsen. **1. Araucaria.**
 B. Samenanlage frei; Ligularschuppe fehlend. **2. Agathis.**

1. Araucaria Jussieu. Gen. PL Sec. Ord. Nat. Disp. (1789) 413 (*Dombeya* Lam., Encycl. Mōth. II [1786] 301 T. 828 non *Domheya* Cav. [1786, *Steradiaceae*]; *Eutassa* Salisbury, in Trans. Linn. Soc. VIII [1807] 316; *Columbea* Salisb. l. c. 317; *Altingia* Don, in Loud. Hort. Brit. [1830] 403; *Eutacla* Link, in Linnaea XV [1841] 543; *Quadrifaria* Manetti 1862). — Blüten an kurzen Zweigen terminal. 1 Blüten zapfenförmig, groß; Stam. sehr zahlreich, mit horizontalem Stiel und dicker, oft verlängerter Endschuppe; Sporangien in größerer Zahl, frei, schmal linealisch, parallel zum Stiel. 2 Zapfen ellipsoidisch bis kugelig, groß, zuletzt zerfallend; Carp, dicht spiralig an starker Achse, dick schuppenförmig, umgekehrt keilförmig oder breit mit hiiutigen Flügeln, am Ende in eine abgesetzte längere schmale Spitze auslaufend, an der Innenseite mit schmaler Ligularschuppe, die zum größten Teil mit dem Carp, verwachsen und nur an der Spitze frei ist; Samenanlage 1 mit der Ligularschuppe völlig verwachsen, mit der Mikropyle nach der Basis des Carp, gewandt, Samen stark verdickt, — Hohe Büume, hoch hinauf astfrei. Krone mit spreizenden Ästen, Zweige wirtelartig gedrängt; Blätter breit und lederig mit mehreren parallelen Nerven oder linealisch-friemlich, sichelig, kantig, zusammengedrückt. — Name nach der Heimat der typischen Art *A. araucana**).

Oil. 12 Arten, die in 2 Sektionen, *Colymbea* und *Eutacta*, angeordnet werden. Die Sektionen, die in ihren typischen Arten (etwa *A. araucana* und *A. excelsa*) gut getrennt sind, gehen in einzelnen Merkmalen bei anderen Arten ineinander über; so sind die Arten aus Neu-Guinea, *A. Hirstii*, *A. Schumanniana* und *A. Klinkii*, offenbar mit *A. Bulweri* verwandt, ihre reifen Carp). «Ind aber heißt dünnhäutig geflügelt; auch *A. Bidwillii* das seiner Keimung nach zur Sektion *Colymbea* gehört, hat breite, wenn auch derbe ("ar). Die Art der Keimung ist ein sehr wichtiges Merkmal, doch ist diese nicht von allen Arten bekannt.

Sektion I. *Columbea* Endl. Syn. Conif. (1847) 185 fOenus *Col umbra* Salisb., von *xokvftido*), schwimmen, wegen des zum Schiffsbau sehr geeigneten Holzes; typische Art *C. quadrifaria* — *Araucaria araucana*). Keimung unterirdisch, Hypokotyl verdickt; Blätter flach, mehrnervig; Zapfen sehr groß.

A. araucana (Molina) K. Koch (*Finns araucana* Molina 1782; *Dombeya chilensis* Lam. 1786;

*) Jussieu führt bei der Gattungsbeschreibung keine Art an, die Beschreibung bezieht sich aber auf *A. araucana* (*A. imbricata*).

vgl. S. 257; die Art wurde von Archibald Menzies, Schiff'sarzt der Reise des Kapitāns Vancouver (1791—1795), nach England eingeführt; sie wird in Europa viel kultiviert, in Mitteleuropa ist sie nur in milden Lagen oder an der Küste winterhart (Belgien, Holland, Ost- und Westfriesland, Rheintal, Rügen, in Norwegen, vgl. F. Graf von Schimper in Mitt. D. Dendr. Ges. 1919). — *A. angustifolia* (Bertoloni) O. Ktze. (*Colymbea angustifolia* Bertol. 1819, *A. brasiliensis* Rich. 1822, *A. brasiliensis* aut., *Pinus dioica* Veil. Flor. Flum. 1827), in Brasilien (Fig. 137); das Hauptareal der Art liegt im östlichen Hochlandsgebiet der südkalifornischen Provinzen, wo sie, mit Vorliebe auf etwas sandigem Boden, ausgedehnte lichte Wälder bildet, sie reicht von 29° 30' in Rio Grande do Sul nach São Paulo und in den südlichen Teil von Minas Geraes; bis 50 m hoch, Stanira mit flacher Schirmkrone, Äste 4—8 wirtelartig, nur an der Spitze mit Seitenzweigen, Blätter aufrecht abstehend, oblong-lanzettlich, gespitzt, ledrig, oberseits etwas konkav, 1,5 bis über 3 cm lang, untermseits durch den Mittelnerv etwas gekielt, die Seitennerven nicht hervortretend, Zapfen kugelig, bis 25 cm im Durchmesser; Pinheiro der Brasilianer, der Tupi-Name ist Curi; nach einem im Garten von Pisa kultivierten Exemplar hat Parlatores eine Form *A. brasiliensis* ? *Saviana* beschrieben, die angeblich von Cobija in Bolivian stammend ist, was ganz zweifelhaft ist. — *A. Bidwillii* Hook., in den Küstendistrikten von Queensland, der Bunya-Bunya-Baum, 1843 durch Bidwill nach England gebracht; ein hoher Baum, 10—15 m Zweige quirlig gestellt, Blätter ähnlich denen von *A. angustifolia*, ungekielt; ♂ Blüthen bis 20 cm lang und bis 1,5 cm breit, weiblicher Zapfen bis 28 cm im Durchmesser (Carp. vgl. S. 255). In Neu-Guinea *A. Hunsteinii* K. Schum., *A. Schumanniana* Warb. und *A. Klinkii* Lauterb. (Carp. vgl. S. 256). Die 3 Arten sind hohe Bäume mit lanzettlichen, bis 10 cm langen Blättern.

Sektion II. *Eutacta* Endl. Syn. Conif. (1847) 185 (Genus *Eutassa* Salisb., von *F. v.* und *Taococo*, wegen des regelmäßigen Aufbaues der Arten; typische Art *E. heterophylla* = *Araucaria excelsa*). — Keimung oberirdisch, Hypokotyl dünn, Kotyledonen 2—4 schmal, ausgebreitet; Blätter der erwachsenen Pflanze ± nadelförmig; Zapfen relativ kleiner, Carp. mit dünnhäutigen Flügeln. — *A. Cunninghamii* Sweet, in Neu-Südwest und Queensland; Moreton Bay-Pine; holzer Baum, Blätter klein, dimorph (vgl. S. 251); ♂ Blüthen 5—8 cm lang; Zapfen eiförmig, 12 cm lang und 9 cm im Querdurchmesser; von Neu-Guinea beschreibt Lauterbach eine var. *papuana*. — *A. excelsa* (Lamb.) R. Br., auf der Norfolk-Insel, durch Kapitän Cook entdeckt, Norfolk-Tanne; mächtiger Baum, Blätter entweder spreizend und sichelförmig gebogen, schmal, breit ansitzend und kurz herablaufend, seitlich zusammengedrückt, 10—15 mm lang oder kürzer und etwas breiter, dachig deckend; ♂ Blüthen oblong, 4 cm lang; die Art wird in kleinen Exemplaren als Zimmerpflanze viel kultiviert. — Ferner 5 Arten (einige weitere zweifelhaft) auf Neu-Kaledonien: *A. columnaris* (Forst.) Hook. (*Cupressus columnaris* Forster 1786, *Araucaria Cookii* R. Br. 1841), 1774 von Kapitän Cook entdeckt, Pin colonnaire; Blätter denen von *A. excelsa* ähnlich. — *A. Rulei* F. Mull., Zweige sehr dick, von den starren, sichelförmigen, aufwärts gerichteten, bis 2 cm langen und bis 1 cm breiten Blättern dicht bedeckt; verwandt *A. Muellensii* Brongn. et Gris, ferner *A. Balansae* Brongn. et Gris, mit kurzen, starren, breiten, gekrümmten Blättern, und *A. montana* Brongn. et Gris.

Fossile Arten (R. Kriese 1). Meist als *Araucarites* beschrieben, finden sie sich wahrscheinlich schon im Perm (*A. Delafondii* Zeiller, einsamige Zapfenschuppen, Laub vielleicht *Zillmannia* ähnlich), sicher aber im Jura und Wealden Englands (Zapfen und Samen von *A. Brodiaei* Carruthers, *A. sphaerocarpus* Carruthers u. a.), Chinas (*A. chinensis* Schenk), Frankreichs (*A. microphyllis* Saprota u. a.). Ebenso ist die Gattung **für** die Juraperiode in Ostindien nachgewiesen. In der Kreide und sogar noch im Eozän war *Araucaria* auf der nördlichen Halbkugel verbreitet, wie *A. hespera* Wieland (Dakota), *A. Nordenskiöldi* Heer vom Kap Staretschin, Reste einer *A.* im Eozän von Bornemouth in England, *A. Roginet* Sap. im Eozän von Angers u. a. beweisen. Auf der Südhälfte war *Araucaria* früher weiter nach Süden verbreitet als heute. Für Südamerika wird die Gattung von Halle und Dusen angegeben (*A. Nathorstii* in Oligozän von Punta Arenas). *Araucaria imponentis* Dusen findet sich im Tertiär der Seymourinsel, Zweige der *A. Johnstoni* F. v. Miller im Travertin bei Hobarttown in Tasmanien. Die sterilen, zu *A.* gezogenen Blattreste sind nicht immer beweisend und können, namentlich wenn sie nur in Form von Abdrücken vorliegen, kaum sicher bestimmt werden. Die Blätter von *A. crassifolia* Corda, von Kriese 1 für den Aachener Sand nachgewiesen, stimmen auch im epidermalen Bau mit ländlichen *A.*-Arten überein. Ähnliche Blätter finden sich auch sonst in der Kreide Europas und Amerikas (Kriese 1, Medod. Rijks. Geol. Dienst. Haarlem I A [1922] 7). Auch unter den zu *Pagiophyllum* Heer und *Elatides* Ilcei gestellten Resten (meist Jura und Kreide) dürften manche Araucarien sein. An diese erinnert in manchen Zügen auch *Elatocladus elegans* (Corda) Seward, eine der häufigsten Kreide-Coniferen (Kriese 1, a. a. O. 10).

Die zahlreichsten, als *Araucarites* bzw. *Araucarioxylon* Kraus (*ladoxylon* Endl.) beschriebenen Hölzer mit araucarioidem Holzbau gehören, soweit es sich um paläozoische und mesozoische Fossilien handelt, meist nicht zu Araucariaceen, vielfach überhaupt nicht zu Coniferen; bei einigen jüngeren (meist tertiären) der Südhälfte ist es dagegen wahrscheinlich. Ob schließlich eine Anzahl paläozoischer, in Habitus sehr an *A.* erinnernde Coniferen (z. B. *Walchia*, *Voltzia* u. a.) Araucariaceen sind, ist noch nicht sicher. Das gilt ebenso von

Pseudoaraucaria Fliche, in Bull. Hoc. Sci. Nancy (1896) 70, mehrere Arten von iuferlich A. bzw. *Cedrus* iihnlichen Zapfen aus der Unteren Kreide der Argonnen umfassend, deren Schuppen zwei Samen tragen. Fliche hilt sie fiir Cbergangsformen, die zwischen Araucariaceen und Abietineen stehen. Auch fiir *Doliosobus* Marion, aus franzosischem Alttortiiir, ist araucarioide Verwandtschaft angenommen worden.

2. Agathis Salisbury, in Trans. Linn. JSoc. VIII (1807) 3.11 T. 15 (*Dammara* [Kumbp. Herb. amb. II (1741) 174 T. 57] Lam. Encycl. 11 (1786—88) 259)*). — Bluten diözisch oder monözLsch. \$ Blüten axillär oder supraaxillär, zylindrisch oder oval, bis 6 cm lang', mit einigen Schuppenblättern am Grunde; Stam. dicht spiralig, mit kurzom liorizontalem Stiel und breiter, aufwiirts gebogener Endscluppe, Sporangien frei, 5—15. \$ Zapfen fast kugelig oder breiter als hoch, von den Endteilen der dicht spiralig gestellten Carp, gefeldert, an Schuppenbliitter tragen den kurzen Zweigen terminal; Carp, lederig-liolzig, breit dreieckig, mit schmalerer Basis der dicken Zapfenachse angeheftet; eine Samenanlage, mit der Mikropyle nacli der Basis des Carp, gewandt, vom Carp, frei, Same einseitig gefliigelt. — Holie liarzreiche Bäume, Zweige mit kugeligen Endknospen; Blätter grofi, lanzettlich bis elliptisch oder eiförmig, kurz gestielt, lederig, an den Seitenzweigen ± in eine Ebene gestellt und oft fast gegenständig, die zalilreichen parallelen Nerven treten schwach hervor. — Name von *dyatii*? — Fadenkniiuel, wegen der Zapfenform; typische Art *A. alba* (Lam.) Foxworthy (*A. loranthifolia* Salisb.).

Von *Agathis* sind etwa 20 Arten beschrieben worden, doch sind sie teilweise unsicher und ihre Zahl ist wohl zu reduzieren. *Agathis alba* (Lam.) Foxworthy (*Dammara alba* Lam. 1786, *Agathis loranthifolia* Salisb. 1807, *A. Dammara* [Lamb.] Rich. 1826), nach Foxworthy verbreitet in Cochinchina, der malaiischen Halbinsel, auf Sumatra, Java, Celebes, Borneo, den Philippinen und Molukken; Baum bis 50—60 m hoch; Blätter lederig, in der Form variabel, an älteren Zweigen kürzer als an jüngeren, 3—12 cm lang, lanzettlich, oblong* oder elliptisch, mit feinen parallelen Nerven; $\angle$ Blüthen 4—6 cm lang; $\oint$ Blüten im ersten Jahr 4—5 cm lang, Zapfen im zweiten Jahr von einem Durchmesser bis 10—11 cm, iiber Carp. vgl. S. 258; iiber das Harz der Art vgl. S. 262 (Foxworthy vereinigt mit der Art: *A. macrostachys* Warb. von Java, *A. Bucciarii* Warb. von Borneo, *A. philippinensis* Warb. von den Philippinen, *A. celibica* (Koorders) Warb. von Celebes, doch ist die spezifische ttbereinstimmung aller dieser Arten zweifelhaft). — *A. australis* (Lamb.) Steud. (*Dammara australis* Lamb.), auf Neu-Seeland, Kauri-Fichte, bestandbildend; bis 50 m hoch, mit stielcnförmigem Stamm; Blätter relativ schmal, an jungen Trieben bis iiber 7 cm lang und 1 cm breit, an älteren 4—5 cm lang, 1 cm, manchmal auch dariiber, breit; £ Blüten 3—6 cm lang, Stam. 5—6 mm lang, mit 10—12 Sporangien; Zapfen kugelig, 6 cm Durchmesser; iiber Carp, vgl. S. 258 iiber den Kauri-Kopal S. 262. — In Queensland *A. robusta* (Moore) F. Miill., Australian Kauri, Queensland Kauri oder Dundathu-Pine; hoher Baum, Blätter dick, eiförmig-lanzettlich, 12—18 cm lang, 3 cm breit, Zapfen ciförmig-kugelig, bis 15 cm im Durchmesser; ferner *A. microstachya* Bailey et White, Black Kauri Pine, £ Blüthen klein, fast kugelig", nur 5—10 mm lang; ferner *A. Palmerstonii* F. Miill., Blätter kleiner als bei *A. robusta*, immer stumpf, Zapfen kleiner. — Auf Neu-Kaledonien *A. lanceolata* Pancher, ein hochstammiger Baum, Blätter groß, eiförmig-lanzettlich, spitz, nicht glauk, Zapfen breit elliptisch; ferner *A. Moorei* (Lindl.) Warb., Blätter schmal elliptisch, Zapfen kleiner als bei voriger; ferner *A. ovata* (Moore) Warb., Blätter dick lederig, unterseits glauk, oblong-elliptisch, stumpf, 5—6 cm lang, 1,5—3 cm breit, iiber Carpell vgl. S. 258. — Auf den Fidschi-Inseln *A. vitiensis* (Seem.) Warb., zerstreut in den Waldern, Blätter bis 15 cm lang und 4,5 cm breit. — Auf den Neuen Hebriden *A. obtusa* (Lindl.) Warb.

Fossile Arten (H. K r'ä u s e l). *Agathis* iihnliche Zapfenschuppen sind mehrfach beschrieben worden. Am wahrscheinlichsten gelüirt hierher *Dammara Armaschewskii* Schmalhausen aus dem Eozän von Wolhynien mit einsamigen Schuppen. Auch *D. Tolli* von Neusibirien diirfte diesen Namen zu Recht tragen. Ähnliche Schuppen sind aus (meist kretazischen) Schichten Nordamerikas, Europas und Grönlands bekannt, z. B. *Dammarites borcalis* Heer u. a., ebenso *Protodammara spehsa* Hollick et Jeffrey (auch anatomisch untersucht), aus der Kreide von Staten Island und New Jersey, wozu die Autoren allerdings Zweige vom *Braei/ptfi/Humtypus* stellen mochten. Auch *Conites Jvddi* Seward et Bancroft, ein Zapfen aus dem Jura von Schottland, steht wie ähnliche Zapfen aus der Kreide wahrscheinlich *Agathis* nahe. Dagegen ist die Stellung von *D. albans* aus dem Quadersandstein Bohmens zweifelhaft, insbesondere wenn V e l e n o v s k y zu Recht den eigentiimlichen Blatttypus von *Kramera* Velen. damit in Verbindung bringt. Als *Dammarophyllum bohemicum* beschreibt dieser Blätter, die ebenso wie *D. raudatus* Lesq. u. ähnliche iuferlich an *Agathis* erinnern, aber keineswegs sichergestellt sind. (Eine ausfiihrliche Kritik der fossilen Araucarien bei S c w a r d u. F o r d, Phil. Trans. R. Soc. B. 198 [1906]. 305.)

*) 'Alterer Name, doch ist nach dem Index in Verh. Bot. Kongr. Wien 1905 (1906) 234 (VIII. Intern. Regeln Bot. Nomencl. 72) *Agathis* ein Nomen conservandum.

Cephalotaxaceae

von

R. Pilger.

Mit 2 Figuren

Cephalotaxaceae F. W. Neger, Die Nadelhölzer in Sammlung Götschen no 855 (1907) 23 u. 30; Pilger, in Engl. Bot. Jahrb. LIV (1916) 33.

Wichtigste Literatur: Vjil. Literaturangaben beim allgemeinen Abschnitt über *Coniferae*. — R. Pilger, *Taxaceae* in Engl. Pflanzenreich IV. 5 (1903) 99—105; Kritische Übersicht über die neuere Literatur betreffend die Familie der *Taxaceae*, in Engler Bot. Jahrb. LIV (1916) 1—43; Mitt. D. Dendr. Ges. 25 (1916) 19—23. — Ph. van Tieghem, Structure et affinités des *Cephalotaxus*, in Bull. Soc. Bot. France XXXVIII (1891) 184—190. — W. C. Worstell, The vascular structure of the ovule of *Cephalotaxus*, in Ann. of Bot. XIV (1900) 317—318; The morphology of the »flowers« of *Cephalotaxus*, l. c. XV (1901) 637—652, T. 35. — K. v. Spiess, *Ginkgo*, *Cephalotaxus* und die Taxaceen, in Ost. Bot. Ztschr. LII (1902) 432, 469, LIII (1903) 1. — W. Arnoldi, Embryogenie von *Cephalotaxus Fortunei*, in Flora LXXXVII (1900) 46—63. — A. A. Lawson, The gametophytes, fertilization and embryo of *Cephalotaxus drupacea*, in Ann. of Bot. XXI (1907) 1—23, T. 1—4. — W. C. Coker, Fertilization and embryogeny in *Cephalotaxus Fortunei*, in Bot. Gaz. XLIII (1907) 1—10, T. 1. — Ascherson und Graebner, Syn. Mitteleur. Fl. 2. Aufl. I (1912) 269. —

Merkmal. <§ Blüten in kurzgestielten rundlichen Blütenständen in den Blattachsen oder in kurzen Ähren, die an Stelle eines Zweiges stehen (*Amentotaxus*); Stain, bis ca. 12, mit kurzem Filament und meist mit 3 Sporangien. 2 Blüten in den Achseln von Schuppen am Grunde von später auswachsenden Zweigen, kurz gestielt, mit mehreren gekreuzten Paaren von Carp., diese mit 2 Samenanlagen; Samen nur 1—2 in der Blüte entwickelt, groß, Schale mit fleischiger Außenschicht und dünner holziger Innenschicht; Embryo groß, mit 2 Kotyledonen. — Sträucher oder Bäume mit dicht zweiseitig beblätterten Zweigen, Blätter schmal linealisch.

Vegetationsorgane und Blütenverhältnisse vgl. bei den beiden Gattungen.

Anatomie der Vegetationsorgane. Die Spaltöffnungen des Blattes sind auf die Unterseite beschränkt, und zwar auf die weichen Streifen neben dem Mittelnerven. Oberseits liegt ein gut entwickeltes Palissadenparenchym. Ein Hypoderm fehlt, dagegen sind öfters stark bastähnlich verdickte Zellen vorhanden, die, im Querschnitt kreisrund, an die Epidermis angrenzen und in Abständen von einigen Epidermiszellen einzeln oder zu 2—3 vorhanden sind; ebenso liegen sie einzeln zerstreut im Parenchym. Sie zeigen nur ein punktförmiges Lumen und ziehen sich langgestreckt, fast gerade in der Längsrichtung des Blattes (durch das Parenchym. Ein einzelner Harzgang liegt vom Gefäßbündel getrennt im Parenchym unterhalb des Phloems.

Eine besondere Eigentümlichkeit der Stammesanatomie besteht darin, daß das Mark von einem Harzgang durchzogen wird, der ohne Unterbrechung durch das ganze Mark verläuft und nicht im Zusammenhang mit den Blättern steht; der Harzgang erstreckt sich bis in die Endknospe. Die Tracheiden des Holzes haben spiralige Verdickungsleisten. In der Rinde finden sich zwei gegenüberstehende Harzkaniäle, die die Verlingerung des Blattkanals darstellen; sie sind nur sehr kurz, da von den darüberstehenden Blättern die Harzgänge nicht so tief herabstoßen. Im Holz sind harzähnlichen Inhalt führende Parenchymzellen zerstreut, Harzkaniäle sind dort nicht vorhanden.

Bestäubung, Befruchtung, Keimung. Zum Auffangen der Pollenkörner tritt ebenso wie bei *Taxus* ein großer Bestäubungstropfen aus der Mikropyle der Samenanlage hervor (vgl. bei *Taxaceae*). Im Pollenkorn findet bei *Cephalotaxus* die erste Teilung kurz vor dem Ausstrichen im Frühjahr statt. Im Gegensatz zu den Podocarpaceen werden keine Prothalliumzellen gebildet. Die Pollenkörner kommen auf die Spitze des Nucellus am Grunde der Mikropyle und bleiben dort; sie vergrößern sich zwar, doch findet keine weitere Entwicklung bis zum nächsten Frühjahr statt. Dann erst wächst der Pollenschlauch heran, der nahe der Spitze der Körperzelle, Stielkern und Schlauchkern entläßt. Durch die Teilung des Kernes der Körperzelle werden zwei einander gleiche Kerne gebildet, die in der alten Membran liegen und beide in dasselbe Archegonium gehen, oder

zwei etwas ungleiche σ Zellen. Bestäubung und Befruchtung sind also bei *Cephalotaxus* durch die Frist eines Jahres getrennt.

Die Megaspore hat nach Lawson in jungen Stadien keine Membran, in späteren Stadien nur eine dünne. Die Archegonien beginnen ihre Entwicklung erst ein Jahr nach Erscheinen der Megasporangien. Das Archegonium besitzt meist 2 Halszellen, doch wechselt die Zahl auch von 3—5. Ein Bauchkanalkern ist vorhanden, verschwindet aber gewöhnlich vor der Befruchtung. Das Prothallium wächst seitlich über die Archegonien hinaus, so daß über jedem Archegonium eine Art Archegonienkammer entsteht.

Die beiden σ Kerne dringen in das Archegonium ein, häufig von Stiel- und Schlauchkern begleitet. Die Befruchtung und die erste Teilung findet in der Mitte des Archegoniums statt. Später wird dann der basale Teil des Archegoniums von den freien Kernen eingenommen. Beim Stadium von 16 Kernen beginnt die Wandbildung. Die Etagenbildung ist nicht sehr ausgeprägt. Schließlich können 4 Etagen unterschieden werden; die unterste, mit großer Endzelle, dient dem Vordringen des Embryos und desorganisiert bald, die folgende ist der eigentliche Embryo, dann folgen die Suspensorzellen und schließlich die Rosette. Im eigentlichen Embryo finden schnell Teilungen statt; es können 16—32 Zellen gebildet werden, ehe sich die Suspensorzellen merklich verlängern. Dann erfolgt rasche Verlängerung der Suspensorzellen, die den Embryo ins Nährgewebe vortreibt; schließlich desorganisieren sie, an ihrer Stelle verlängern sich die Zellen der oberen Lagen des Embryos und bilden sekundäre Suspensoren aus, die den Embryo immer weiter vorrücken lassen.

Der große Same ist birnförmig, nach unten zu verschmälert. Die dicke Samenschale wird zum größten Teil von der fleischigen Schicht gebildet, die am oberen Ende eine Abflachung zeigt, in deren Mitte das Mikropylende kenntlich ist. Die Sklerotesta ist ungefähr 1 mm dick und läuft nach oben spitz zu, die Mikropyle umgebend. An sie schließt sich nach innen eine dünne Endotesta, die am oberen Ende von der Sklerotesta frei ist und in ein kleines zylindrisches Mikropylar-Ende ausläuft.

Nach Hickel hat die Keimpflanze von *Cephalotaxus* ein dickes Hypokotyl und breite große Keimblätter (50—55 mm : 20 mm); diese bleiben mit ihrer oberen Hälfte lange im Samen haften; Seitenwurzeln und ein Trieb mit primären Blättern sind schon entwickelt, wenn die Keimblätter noch oben im Samen eingeschlossen sind; sie vertrocknen relativ schnell. Nur selten werden die Keimblätter ausgebreitet. Die ersten Blätter sind gegenständig und sehr kurz, erst allmählich werden die Folgeblätter länger. Diese sind zunächst nach alien Seiten gerichtet, wie dies dauernd bei der var. *fastigiata* von *C. drupacea* der Fall ist; es dauert mindestens 2—3 Jahre, ehe die ersten Zweige mit gescheitelten Blättern erscheinen.

Einteilung der Familie.

- A. σ Blütenstinde in den Achseln von Laubblättern, kurz, kugelig 1. *Cephalotaxus*.
B. σ Blütenstinde ährenförmig, an Stelle von Zweigen stehend . . . 2. *Amentotaxus*.

1. *Cephalotaxus* Sieb. et Zucc. ex Endl. Gen. Suppl. II (1842) 27; Fam. Nat. FL Jap. II 108 et Fl. japon. II (ed. Miquel 1870) 65. —

Wichtigste spezielle Literatur: Parlatores in DC. Prodr. XVI. 2 (1868) 502. — Benth. in Benth. et Hook. f. Gen. PL III (1880) 430. — Eichler in E. P. I. Aufl. II. 1 (1889) 109. — Veitch's Man. Conif. 2. Aufl. (1900) 111. — Pilger l. c. 99 Fig. 19-20. — Beissner, Handb. Nadelholzk. 2. Aufl. (1909) 62. — Bot. Mag. t. 8285 (1909). — A. Rohder and E. H. Wilson, PL Wilson., Publ. Arnold Arb., no 4 (1914) 3—6. —

Blüten zweihäusig oder ausnahmsweise einhäusig. σ Blüten in ungefähr kugelig¹¹⁾ kurz gestielten Gruppen zu 6—11 in den Blattachsen zahlreich an jungen Zweigen; Blütenstände in der Jugend von Schuppen eingehüllt, aus denen sie dann zur Blütezeit hervorbrechen; die oberen breiteren Schuppen bilden Deckblätter für die Einzelblüten; Blüte mit 7—12 Antheren mit kurzen Filamenten, Sporangien gewöhnlich 3 voneinander $\pm$ frei, mit Längsriffel aufspritzend (Fig. 144). σ Blüten meist zu 1—3 in der Achsel kleiner Schuppenblätter am Grunde panz kurzer Zweige, die später austreiben, dickgestielt, mit kopfartig verdicktem Ende, das von einigen Paaren kreuzgegenständiger Carp. gebildet wird; diese tragen eingesenkt am Grunde je zwei kleine, flaschenförmige, aufrechte Samenanlagen mit einem Integument; zwischen den beiden Samen-

anlagen ist die Achse in einen fleischigen Wulst vorgewölbt und hier mit dem Fruchtblatt verwachsen; über die obersten Fruchtblätter hinaus setzt sich die Achse als fleischige Masse mit unregelmäßig gewundenen Einschnitten fort; von allen Samenanlagen der Blüte entwickeln sich nur 1—2 zu großen, 2—3 cm langen Samen, deren Schale außen dickfleischig, barzig ist und innen von einer dünnen, harten, holzigen Schicht gebildet

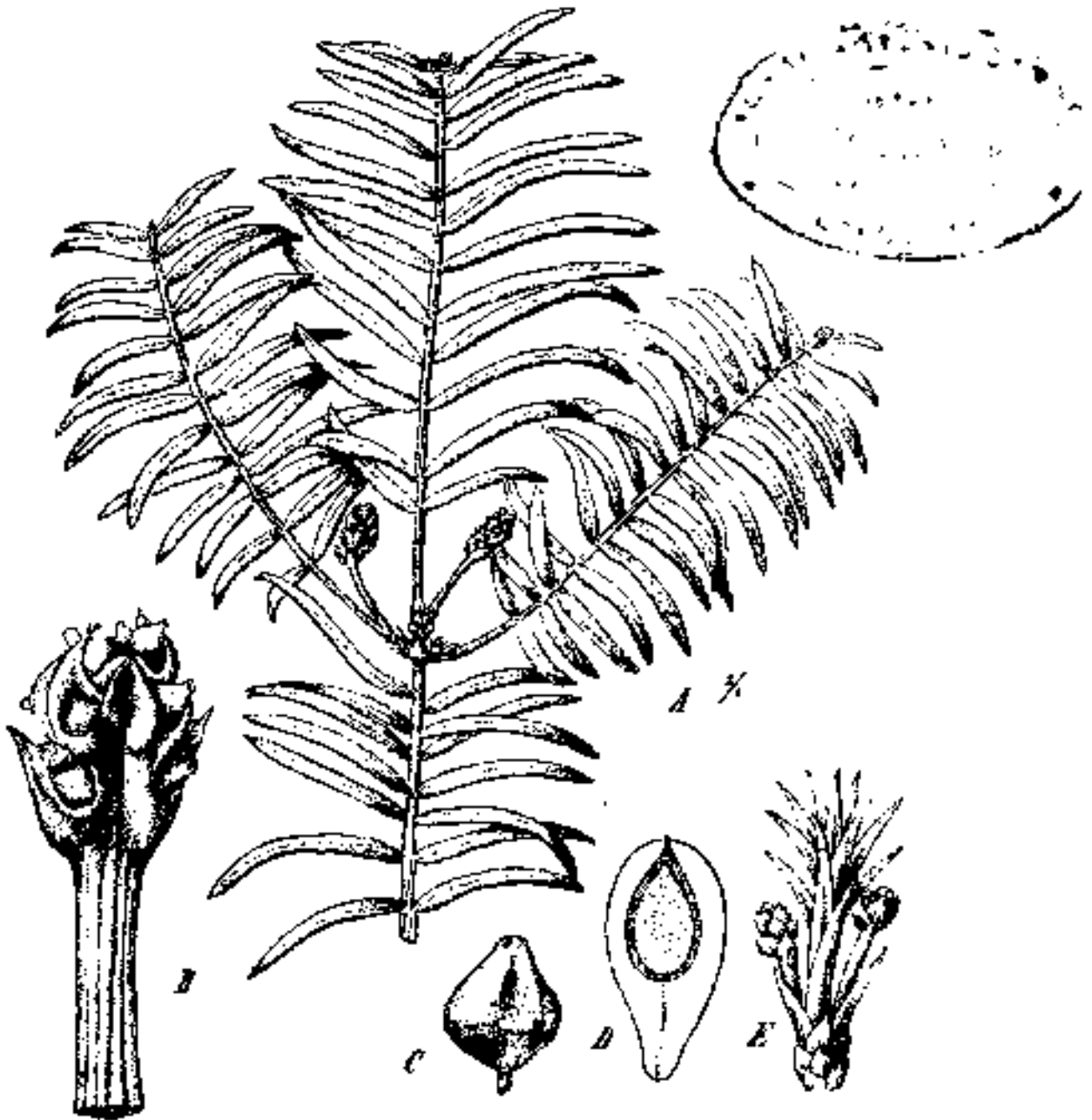


Fig. 1. *Cephalotaxa* drupacea* Sieb. et Zucc. A Zweig mit fruchtender, Me Samen abgefallen, B 9-fache, vergrößerte C Samenanlage. Vergrößert. D) Same im Längsschnitt. E Junges Pflänzchen mit Wurzeln. (Sach Pilger, in Engler, Pflanzenwelt Ostasien, IV, 5, p. 101.)

wird; der große, in der Mitte gelegene Embryo hat zwei dicke Keimblätter (Fig. 143). Name von *xerpalt* — Kopf und ragof = Eibe (Kopf-Eibe nach der Form der Blütenstände).

5 Arten, deren Verbreitung sich vom tropischen Himalaya durch das südliche und mittlere China nach dem südlichen und mittleren Japan erstreckt.

A. Blätter nach der Größe zu verachtet. Aa. Blätter sehr spitz, spitz. C. *drupacea* Sieb. et Zucc. in Zentral-China (Hupeh, Szechuan und Schensi, dort die Varietät var. *sinensis*

gegenständigen Zweigen, Blätter dekussiert. Name von amentum = Kiitzchen (die \$ Blüthen in kiitzchenförmigen Ähren).

1 Art, *A. argolaenia* (Hance) Pilger in West-China.

Fossile Arten (R. Kriese l): Hierher sind von Engelhardt und Kinkel in Früchte aus dem Miozän von Frankfurt a. M. gestellt worden, die aber zum Teil wohl zu *Torreya* gehören. Das gilt auch von *Cephalotaxospermum carolinianum* (*Cephalotaxopsis* Fontaine) aus nordamerikanischer Kreide. *Cephalotaxus Olriki* (Heer) Menzel, im Miozän Spitzbergens, Europas u. a. nicht seltene Zweige, stehen der lebenden Gattung sehr nahe, doch ist noch zu prüfen, ob dies von alien hierher gestellten Resten gilt (vgl. Seward, Fossil Plants 4 [1919] 418).

Pinaceae

von

R. Pilger.

Mit 34 Figuren

Pinaceae Lindl. Nat. Syst. Bot. Sec. Ed. (1836) 313 pr. p.

Wichtigste Literatur: Vgl. bei der allgemeinen Einleitung zu den Coniferen. Link, *Abietineae* in Abh. Akad. Berlin 1827 (1830) 157. — Spach, *Abietineae-Abietaceae*, Hist. Vég. Phanér. XI (1842) 369. — Endlicher, *Coniferae* Ordo II *Abietineae* § 1 *Abietineae verae*, Syn. Conif. (1847) 78. — Benthain, *Coniferae* Tribus VI *Abietineae*, in Benth. et Hook, f., Gen. Plant. III (1880) 423. — Eichler, *Coniferae-Pinoideae-Abietineae*, in E. P. I. Aufl. II. 1 (1887) 65 et 69. — Engler, *Araucariaceae* § *Abietineae*, Syllab. Gr. Ausg. (1892) 62; *Pinaceae* § *Abietineae* Syll. 2. Aufl. (1898) 68. Ascherson u. Graebner, *Pinaceae-Abietoideae-Abietaceae*, Syn. Mitteleur. Fl. I (1897) 187. — Neger, *Abietaceae*, Die Nadelhölzer in Sammlung Götschen no 355 (1907) 24 et 38. —

Merkmale. Blüten nackt, meist monözisch. <J Blüthen am Grunde meist mit Schuppenhülle; Stam. zahlreich, Sporangien zwei, der Antherenschuppe unterseits völlig angewachsen, Pollenkörner allermeist mit Flugblasen. 2 Blütenzapfen mit vielen spiralig gedrehten, schuppenblattförmigen Carp. (=Deckschuppen), Deckschuppe auf der Oberseite die nur an der Basis ihr angewachsene, sonst völlig freie, flache Fruchtschuppe tragend, letztere auf ihrer Oberseite (Innenseite) mit zwei umgewendeten, die Mikropyle nach der Basis der Fruchtschuppe richtenden Samenanlagen mit einem Integument. Fruchtzapfen holzig, bis zur Reife geschlossen, wesentlich aus den stark vergrößerten Fruchtschuppen gebildet, Deckschuppen ganz verkümmert oder auch vergrößert, aber schmaler und dünner als die Fruchtschuppen; Samen allermeist einseitig geflügelt; Embryo mit mehreren Kötyledonen. — Bäume (sehr selten kriechende Stäucher) mit nadelförmigen, spiralig gestellten Blättern; entweder nur Langzweige oder Langzweige und Kurzweige ausgebildet, erstere mit häutigen Schuppenblättern (*Pinus*) oder mit Nadelblättern.

Vegetationsorgane.

Wichtigste Literatur (neben der allgemeinen Literatur): A. H. Burtt, Über den Habitus der Coniferen. Diss. Tübingen (1899) 86 S. — A. Wiegand, Der Baum (1854). —

1. Stamm und Sprossbildung. Allermeist sind die Arten der Pinaceen Bäume von mittlerem bis hohem Wuchs, nur selten finden sich strauchige Formen (*Pinus pumila*, *P. montana*). Die größten Höhenmaße erreichen *Abies*-Arten: *A. alba*, die Edeltanne, bis über 50 m, desgl. *A. venusta*; *A. nobilis* und *A. concolor* bis 80 m; *A. grandis* bis gegen 100 m*). Gewöhnlich wird ein kriechender Hauptstamm ausgebildet, von dem die primären Seitenachsen in pyramidal sich verzweigenden Etagen abgehen; jeder Scheinquirl entspricht in der Regel einem Jahrestrieb. Dabei ist die Verzweigung verhältnismäßig den Laubhölzern gegenüber gering; nur wenige Ordnungen von Nebenachsen kommen zur Entwicklung. Die Seitenachsen haben oft die Tendenz zu bilateraler Gestaltung, indem ihre Blätter sich in eine Ebene gescheitelt einstellen und die Zweige ± in diese Ebene fallen. Geht der Gipfel des Hauptsprosses aus irgendeiner Ursache (Verletzung,

*) Erwähnung verdienen hier die Zwergformen, die in Japan von Pinaceen und besonders auch von Cupressaceen (*Chamaecypariss*) seit alter Zeit mit unendlicher Geduld gezogen werden und die hochgeschätzt sind. Diese Miniaturbäume, die von Schirm- oder Kugelform sind und knorrig verästelt sind, erreichen auch in hohem Alter nur eine Höhe bis 1 m. Gewonnen werden die Formen durch Kultur in kleinen Gefäßen bei möglichst geringer Nahrungszufuhr.

wie die Breite der Tracheide einnehmenden Tiipfel versehen, der im Frttholz nur schwach und im Spätholz breit gehöft erscheint. Diese großen Tiipfel werden als Eiporen bezeichnet.

Hervorzuheben ist, daß seitlich zwischen den Markstrahlzellen und auch zwischen den Markstrahlzellen und den angrenzenden Holzelementen Interzellulargänge ausgebildet sind, die eine Durchlüftung des lebenden Gewebes ermöglichen.

Die Quertracheiden, die, wie erwähnt, den Parenchymzellen in ihrer Form gleichen, haben Hofstipfel an alien Wänden; diese sind aber kleiner als die Hofstipfel der angrenzenden Tracheiden des Holzes (Fig. 154). Unter den Pinaceen fehlen die Quertracheiden nur bei *Pseudolarix* und fast immer bei *Abies*; die Markstrahlen sind bei *Abies* meist hoch (bis zu 40 Zellreihen) und bestehen fast immer nur aus Parenchym. Penhallow beobachtete Quertracheiden gelegentlich bei *A. balsamea*, wo sie Thompson nicht auffand. Dagegen fand sie der letztere Forscher bei *A. Veitchii* und bei *A. homolepis*, und zwar bei letzterer Art öfters in einer Zellreihe mit Parenchymzellen. Außerdem treten sie bei *Abies-Aiten* auch gelegentlich nach Verwundung auf, ebenso wie es mit den Harzkanälen der Fall ist (so nach Thompson bei *A. concolor*; vgl. bei den Ausführungen über die Harzkanäle). Bei den anderen Gattungen können sie nur in den ersten Jahresringen fehlen. Nach Strasburger entstehen sie erst in einiger Entfernung vom Mark; bei *Pinus silvestris* und *Larix decidua* werden sie bereits im ersten Jahresring gebildet, bei *Picea excelsa* im zweiten Jahresring, bei *Pseudotsuga taxifolia* erst im vierten bis fünften Jahresring und noch später bei *Cedrus*. Gewöhnlich nehmen die Quertracheiden den oberen und unteren Rand des Markstrahles, und zwar in durchlaufenden Reihen ein, doch können sie auch mit Parenchymzellen in inneren Reihen abwechseln; meist ist oben und unten nur eine Reihe vorhanden, bei *Larix* aber z. B. liegen sie oft zu 2—3 übereinander. Oberhaupt ist ihre Menge auch bei derselben Art wechselnd. Bei den Gattungen *Cedrus*, *Tsuga*, *Larix* und bei *Pinus* Unterg. *Eaploxylon* haben die Quertracheiden glatte Wände, bei *Picea* und *Pseudotsuga* finden sich schraubige Verdickungen, und bei *Pinus* Unterg. *Diploxylon* sind die Wände mit zackigen Vorsprüngen von sehr charakteristischer Form versehen (vgl. Fig. 154); diese können sich vergrößern und besonders im Herbstholz zu netzförmigen Bildungen werden.

Penhallow sprach die Ansicht aus, daß die Quertracheiden als sekundäre Strukturen durch Umwandlung aus den Parenchymzellen hervorgehen, daß also ihr reichliches Vorkommen und ihre besondere Ausbildung Anzeichen einer höheren Entwicklung sind. In dieser Beziehung wären also die Sektionen der Untergattung *Diploxylon* von *Pinus* am weitesten fortgeschritten. Dem widersprechen Jeffrey und Thompson (vgl. auch unter Phylogenie). Nach letzterem Forscher, der besonders *P. resinosa* und *P. strobus* untersuchte, nimmt die Quertracheide aus dem Tracheidengewebe des Holzes ihren Ursprung. Er fand besonders in den Wurzeln Übergangsgebilde zwischen kurzen Tracheiden und Markstrahltracheiden. In der Nähe des Markes treten vertikale Tracheiden von eigenartiger Form auf, die zwei Markstrahlen vertikal verbinden; sie besitzen armartige Fortsätze, mit denen sie untereinander in Connex stehen; in der Richtung nach dem Cambium zu folgen dann Übergangsformen zu normalen horizontal gestreckten Quertracheiden und dann diese selbst. Beim Stamm ist die Übergangsregion stark abgetürrt, doch finden sich auch gelegentlich Formen, die zwischen Tracheiden und Markstrahltracheiden stehen. Eine Andeutung der früheren Längsstreckung ist öfters auch noch bei späteren Quertracheiden vorhanden, indem sie kurze stumpfe Fortsätze in der Längsrichtung ausbilden.

e. Holzparenchym und Harzgänge. Das Holzparenchym des Stammes steht gewöhnlich mit der Harzbildung im Zusammenhang. Entweder sind schizogene Harzkanäle vorhanden, deren HShlung von Parenchym ausgekleidet ist (*Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga*) oder Harzkanäle fehlen normal (*Abies*, *Cedrus*, *Tsuga*, *Pseudolarix*; fiber ihr Auftreten an einzelnen Stellen und nach Verwundungen vgl. weiter unten). Dann finden sich, ebenso wie bei den Podocarpaceen und Cupressaceen, einzelne harzföhrende Parenchymzellen, die gerade Querwände und einfache Tiipfel besitzen. Bei *Abies* sind sie wenig zahlreich, mit reduziertem Inhalt und auf Querschnitten schwer kenntlich; sie sind wohl überhaupt nicht bei alien Arten vorhanden. Bei *Cedrus*, *Tsuga*, *Pseudolarix* treten Parenchymzellen abwechselnd mit Tracheiden im Spätholz der Jahresringe auf. Von den Gattungen mit Harzgängen fehlen bei *Pinus* Holzparenchymzellen, abgesehen von der Umgebung der Harzgänge gänzlich; für *Picea* wird meist die gleiche Angabe gemacht,

nach Bailey kommt aber Holzparenchym bei vielen untersuchten Arten ohne Zusammenhang mit Harzgängen in unregelmäßiger Entwicklung an der Außengrenze des Spätholzes vor; für *Larix* und *Pseudotsuga* ist schwache Entwicklung von Parenchym an denselben Stellen schon länger bekannt

Bei den Gattungen mit Harzgängen ist zu unterscheiden zwischen *Pinus*, bei der die den Harzgang auskleidenden Epithelzellen dünnwandig sind, und *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga*, bei denen die Epithelzellen dickwandig sind und verholzen. Die schönste und reichlichste Entwicklung der Harzgänge zeigt *Pinus*. Nach H. von Mohl besitzt auf gleicher Flächeneinheit das Stammholz von *Pinus nigricans* 190, das von *Larix decidua* 128, das von *Pinus silvestris* 124, das von *Picea excelsa* 78 Harzkanäle. Die Harzkanäle, die von unbestimmter Länge sind, sind stets schizogen; sie entstehen durch Auseinanderweichen der sie zunächst umgebenden, sezernierenden Zellen. Bei *Pinus* umgeben den oft großen kontinuierlich gleichweiten Harzgang zunächst dünnwandige Epithelzellen, die unter sich eng zusammenschließen und nur wenig länger als breit sind; dann folgen ± zahlreiche dünnwandige Zellen, die Luftlicks zwischen sich lassen und besonders nach außen zu viel länger als breit werden. Kny weist für *Pinus silvestris* darauf hin, daß der Übergang von den Tracheiden zum Parenchym nicht unvermittelt ist. Die kurzen Tracheiden in der Nähe des Parenchyms können durch Querteilung einer langen Mutterzelle entstehen, und es kommt vor, daß einige der zu einer Längsreihe zusammengehörigen Zellen zu solch eigenartigen Tracheiden, andere zu zartwandigen Parenchymzellen ausgebildet sind. Solche »Parenchymtracheiden« von *Pinus* zeigen Hoftipfel auch auf den Tangential- und Querschnitten. Sie kommen auch bei *Larix* vor. Neben den im Holz längsverlaufenden Harzgängen finden sich auch horizontal verlaufende, mit den ersteren in Verbindung stehende Gänge in den Markstrahlen, die dann mehrschichtig werden.

Das Vorkommen von einzelnen Harzzellen und von Harzkanälen bei den verschiedenen Gattungen der Pinaceen führt naturgemäß zu der von Penhallow vertretenen Ansicht, nach der in der Bildung von Harzkanälen sich ein phylogenetischer Fortschritt ausdrückt. Das primäre sind isolierte Harzzellen von Holzparenchym-Natur, die dann eine Tendenz zur Zusammenlagerung zeigen und so umschriebene Aggregate bilden können. Mit solchen Aggregaten vereinigen sich Parenchymtracheiden, um eine vollständigere Ernährung der Sekretzellen zu gewährleisten. Sind die Sekretzellen stark angehäuft, so entwickeln sich schizogen interzelluläre Räume. Diese sind entweder, wie es bei *Abies* vorkommt, zentrale, geschlossene Cysten oder bei weiterem Fortschritt eigentliche Harzkanäle, zentrale Kanäle von unbestimmter Länge. Ist die Harzbildung nicht sehr stark, so genügen zur Ablagerung des Sekretes einzelne Harzzellen, bei sehr starker Harzbildung werden besondere Reservoirs nötig; die Entwicklung von Harzgängen steht also in direktem Zusammenhang mit der Fähigkeit der Arten, Harz zu erzeugen. Sind Harzgänge im Markstrahl vorhanden, so kommen sie stets auch im Holz vor. Wesentlich anders stellt sich Jeffrey den Gang der phylogenetischen Entwicklung bei den Pinaceen-Gattungen vor. Nach ihm sind die Harzgänge das primäre, sie sind bei den Gattungen, denen sie fehlen, reduziert und kommen normal nur noch an Teilen des Pflanzendrörs vor, die im allgemeinen ancestrale Charaktere starker bewahren, oder sie treten nach Verwundungen auf. So fand Jeffrey Harzkanäle im Holz der Zapfen-Achse von *Abies magnified* und *A. Apollinis*, ferner von *Pseudolarix*, dann auch bei *A. magnifica* (ebenso wie bei *Sequoia gigantea*) im ersten Jahresring kraftiger Zweige erwachsener Bäume, ferner regelmäßig im primären Holz des ersten Jahresringes der Wurzel. Das sind normale Harzgänge. Anomal werden Harzgänge in ± großer Menge bei allen sonst harzganglosen Gattungen gebildet infolge von Verwundung des Cambiums, die durch Tätigkeit parasitischer Pilze oder durch mechanische Verletzung eintreten kann. Diese pathologischen Kanäle verursachen den Harzfluß, den neben anderen Autoren auch Tschirch eingehend studiert hat. Er ist keine Eigentümlichkeit der Gattungen ohne Harzkanäle, sondern kommt auch bei Fichte, Lärche und Kiefer vor; hier erfolgt zunächst ein geringer Harzfluß aus den normalen Sekretbehältern (die bei *Abies* fehlen), dann kommt es zu einem sekundären Harzfluß, dessen Sekret nur aus den Kanälen des nach der Verwundung gebildeten Neuholzes stammt, die infolge des Wundreizes dort in großer Zahl entstehen. Das infolge der Verwundung gebildete Holzgewebe ist abnorm, ein »Tracheidal-Parenchym« aus ± isodiametrischen bald verholzenden Zellen mit einfachen Tipfeln. Mit der Entfernung von der Wunde gehen diese Zellen durch alle Zwischen-

stufen wieder in normale Tracheiden über. Die pathologischen Harzkanäle, die sich hier schizogen bilden und lysigen erweitern, liegen (auf dem Querschnittsbilde betrachtet) in Gruppen oder Tangentialreihen dicht aneinander; sie sind durch seitliche Anastomosen miteinander verbunden, so daß sie ein reichverzweigtes anastomosierendes Netz bilden. Da sie mit ihren offenen Enden bis an die Wundfläche reichen, kann ein starker Harzerguß erfolgen, der zur Schließung der Wunde dient. Ist die Wunde geschlossen, so hört auch der Reiz auf; der Cambiumring wird wieder vollständig und bildet normales Gewebe.

Man kann billig bezweifeln, daß mit der Bildung der pathologischen Harzkanäle (die ja nach Tschirch auch bei der Kiefer usw. vorkommen) ein Rückschlag auf eine phylogenetisch primitivere Stufe vorliegt; die von Penhallow vertretene Ansicht, daß ausgehend von einzelnen Harzzellen bei *Pinus* die höchste Stufe der Entwicklung vorliegt, erscheint mehr naturgemäß. Penhallow weist darauf hin, daß neben den Harzgängen nach Verwundung Harzcysten einfacherer Natur (vgl. oben) bei einer Art von *Tsuga* und *Sequoia* und mehreren *Abies*-Arten als konstante Merkmale in regelmäßigen Intervallen vorkommen.

Von lysigener Bildung sind nach Tschirch die Harzgallen im Holz der Abietineen. Sie werden bei Verwundung im Cambium angelegt; es entsteht ein Wundparenchym und dann ein Tracheidalparenchym. Im Inneren der Zellen wird Harz gebildet, das die Zellen schließlich ganz ausfüllt. Dann lösen sich die Zellwände auf und in der Mitte der Harzgalle liegt ein großer Harzklumpen.

Mit Ausnahme der Harzgallen entstehen die Harze, wie wir sahen, in schizogenen Sekretbehältern; eine wichtige Frage ist nun die nach dem Sitz der Sekretbildung. Wo entsteht das Harz und wie kommt es in den Kanal? Sanio beobachtete, daß das Harz zuerst im Gauge auftritt. Auch Mayr bemerkt, daß er die Interzellulargänge auch bei geringstem Durchmesser nie ohne Harz gesehen hat und daß er dabei in jungen Stadien kein Harz in den Epithelzellen finden konnte; wenn der Gang fertig gebildet ist, treten sichtbare Harze auch in den Kanalzellen auf. Er meint, daß die Zellwandung nur so lange permeabel für Harz ist, als sie im Wachstumsprozeß begriffen ist, daß also eine Ausscheidung von Harz in die Kanäle nur im Jahre der Bildung des den Kanal führenden Jahresringes möglich ist; später geben die Harzgangzellen kein Harz mehr ab. Weiterhin beschäftigte sich Tschirch intensiv mit der Frage. Er ging von der Ansicht aus, daß wasserhaltige Zellwände für Harz nicht permeabel sind. Den Sitz der Harzbildung sieht er in der »resinogenen Schicht«, die den Harzbehälter innen auskleidet und von schleimiger Beschaffenheit ist, im Wasser quellbar und mit Alkohol kontrahierbar. Sie ist also ein Schleimbelag auf den nach dem Kanal zu gerichteten Wänden der umgebenden Zellen. Die Schicht muß als zur Membran gehörig betrachtet werden »und ist vielleicht als die gegen den Interzellularkanal gerichtete verschleimte Membranpartie der Sezernierungszellen anzusehen, der die Fähigkeit zukommt, Balsam zu bilden, die resinogen geworden ist.« Damit ist nicht gesagt, daß das Harz aus der Membran entsteht. Die resinogene Schicht ist vielmehr das Laboratorium der Harzerzeugung. In ihr, nicht aus ihr, wird der Harzbalsam gebildet, und zwar aus den ihr von den sezernierenden Zellen zugeführten resinogenen Substanzen; deren Bildung erfolgt jedenfalls in den sezernierenden Zellen. Gegen diese Theorie hat sich neuerdings eine wohl berechtigte Kritik gerichtet. Nachdem schon Frau Schwabach nachzuweisen versucht hatte, daß das Harz in den Epithelzellen der Coniferen-Nadeln gebildet und von ihnen aus in den Kanal ausgeschieden wird, untersuchten neuerdings wieder E. Hannig die Harzbildung in Coniferen-Nadeln und Annfried Franck die Harzbildung in Holz und Rinde; sie kommen dabei zur Ablehnung der Theorie von Tschirch, dessen Annahme von der Undurchlässigkeit wasserdurchtränkter Membranen für die mit Wasser nicht mischbaren Harze und Fette unrichtig ist. Die wichtigsten Ergebnisse der Studien sind folgende: Eine resinogene Schicht findet sich auch in den jüngsten Stadien der Harzkanäle weder im Holz noch in der Rinde. Das Harz wird in den Zellen gebildet; im Inneren von Epithelzellen treten Trüpfchen auf, die die gleiche chemische Natur wie das Harz in den Gängen besitzen. In alien Fällen sind diese Harztröpfchen schon in den Epithelzellen der jüngsten Harzkanäle vorhanden, im Gegensatz zu den Angaben von Mayr. Im Holz von *Pinus* sind sie sogar schon vor dem Auseinanderweichen der Epithelzellen nachweisbar. Im Stadium der Streckung der Kanäle sind nur wenig Harztröpfchen in den Zellen vorhanden, später ist in ausgewachsenen Rinden- und Holzgängen ihre Zahl wieder groß. Das zeigt, daß zuerst Harz in den Zellen

gebildet und dann in den Kanal abgegeben wird; später wird wieder Harz angesammelt als Reserve für eine Neuffüllung des Kanals bei einer Verwundung. Die Harztröpfchen liegen in den Zellen auf einem Sekretfeld zwischen dem Protoplasten und der Membran; sie sind in lebenden Zellen nicht zu erkennen, solange der Protoplast an die Zellwand angepreßt ist, an plasmolysierten Zellen lassen sie sich mit Sudan auf dem Sekretfeld nachweisen.

3. Rinde. Bei vielen Arten sind die jungen Triebe $\pm$ stark behaart, ein Merkmal, das auch von systematischer Bedeutung ist. Die Behaarung kann dicht, bis filzig sein (z. B. *P. cembra*); die Haare sind mehrzellig, mit zugespitzter Endzelle; oft stehen die Haare auch mehr vereinzelt und können $\pm$ verdickte Wände aufweisen. Bei *Picea*- und *Pinus*-Arten kommen auch Drüsenhaare mit einzelligem Köpfchen vor. Die Epidermiszellen haben öfters stark verdickte Wände, so sind sie bei *Pinus*-Arten, wie *P. heterophylla*, bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt. Vielfach folgt auf die Epidermis ein Hypoderm sklerenchymatischer Zellen, das geschlossen oder unterbrochen sein kann; bei *Abies* fehlt ein solches Hypoderm, bei *Picea* folgen auf die Epidermis 1 bis mehrere Reihen (besonders gruppenweise in den Furchen der Internodien) dickwandiger, langgestreckter Zellen, dann mehrere Reihen dünnwandiger eigenartiger parenchymatischer Hypodermiszellen, ehe die eigentliche primäre Rinde beginnt. Die Peridermbildung erfolgt unmittelbar unter der Epidermis, bzw. dem Hypoderm, wenn dieses vorhanden ist. Bei *Pinus* bildet das Periderm nach außen Lagen von großen Steinzellen, die durchaus den Charakter von Hypoderm haben; auch in späteren, tiefer in der Rinde entstehenden Peridermschichten werden die äußeren Lagen zu solchem Steinkork; das gleiche gilt für *Larix*; bei *Picea* werden die Korkschichten teilweise sklerotisch und die Steinzellen sind an vielen Stellen gehaut; bei *Abies* bleiben die Korkschichten dünnwandig.

Es dauert im allgemeinen lange, bis innere Korkschichten gebildet werden und bis es dann zur Abstoßung von Korkschuppen kommt. Bei der Fichte und Lärche beginnt die Korkbildung etwa im zwanzigsten Jahr, oft auch so spät bei den *Picea*-Arten. Besonders auffallend ist die lange Dauer des ersten Periderms bei *Abies*, wo bei 50jährigen Stämmen dieses noch vorhanden sein kann und damit eine glatte, schuppenlose Rinde.

Die Borke wird meist allmählich sehr dick und oft in großen Schuppen abgestoßen (*Pinus*); die Korkbildung greift tief in die Rinde ein, so daß nur eine schmale lebende Rinde übrig bleibt; bei *Pinus laricio* z. B. ist diese nur etwa 3 mm dick und wird von einer mehrere Zentimeter mächtigen, geschichteten Borke bedeckt.

In der primären Rinde kommen bei *Larix* und *Picea* einzelne, bei *Abies* oft zu Gruppen verbundene große Steinzellen vor, die von ganz unregelmäßigem Umriss und vielfach verastet sind; sie fehlen bei *Pinus*. Kalkoxalat wird in den Parenchymzellen oft in Einzelkristallen ausgeschieden.

Der sekundären Rinde fehlen eigentliche Bastzellen; bei *Larix* und bei einzelnen *Abies*-Arten kommen Steinzellen vor, die etwas gestreckt in der Form sich Bastzellen annähern können. Die Elemente der sekundären Rinde sind deutlich geschichtet, mehrere tangentielle Reihen von Siebröhren wechseln mit einzelnen oder wenigen Reihen von Parenchymzellen ab. Die parenchymatischen Markstrahlen sind einreihig. Vertikale Reihen von Parenchymzellen können zu Kristallschläuchen werden, in denen meist mehrere Kristalle von derselben Form wie in der primären Rinde vorkommen.

Harzgänge sind meist in größerer Zahl in der primären Rinde vorhanden und entstehen schon im ersten Jahre. Bei der Fichte durchziehen 8—25 Harzgänge den Trieb und treten mit den aus dem Blatt kommenden beiden Harzgangen in Verbindung. Die Harzgänge eines jeden Jahrestriebes enden mit ihm, das ganze Sekretionssystem kommuniziert nicht mit dem des vorigen und nächsten Jahrestriebes. Das gleiche gilt für *Abies*. Bei *Pinus* dagegen setzen sich die Rindengänge auch in die Winterknospe fort, so daß beim Austreiben derselben freie Kommunikation zwischen den Rindengängen des neuen und des vorausgehenden Triebes besteht. Bei *Larix* sind selbständige größere Harzgänge nicht vorhanden, es finden sich nur zwei kurze Kanäle in den Nadelkissen, die eine kurze Strecke abwärts bis zur Insertion der nächsten tieferstehenden Nadel verlaufen.

Bei *Abies*, *Tsuga* und *Pseudotsuga* kommt es oft zur Bildung größerer Harzbläschen (Harzbeulen; bei *Abies canadensis* Kanada-Balsam liefernd, bei *A. alba* Straßburger Terpentin). Die Bildung dieser Erweiterungen der normalen Harzgänge setzt damit ein, daß die Epithelzellen Thyllen bilden, die stellenweise den Harzkanal ausfüllen; dadurch wird

das Harz an den anderen Stellen zusammengedrängt, es findet Ausdehnung des Ganges statt, die von starker Teilung der Epithelzellen begleitet wird. Die Bildung der Harzbeulen wird wohl besonders durch die Störungen infolge des Dickenwachstums veranlaßt, sie kann aber auch schon früh einsetzen; es handelt sich um Erweiterung des schizogen entstandenen Ganges, nicht um Auflösung von Zellen (also lysigene Bildung wie gelegentlich im Holz). Früher oder später (sehr spät bei *Abies*) werden die Harzgänge von der Borke abgeschnitten, in der sekundären Rinde findet keine Neubildung statt.

Die Blattspur, die als einfacher Strang durch den Holzring hindurchging, wird meist beim Eintritt in die Rinde doppelt.

4. Wurzel. Auf die morphologische Verschiedenheit der Bereicherungswurzeln (Langwurzeln) und der Ernährungswurzeln (Kurzwurzeln) wurde schon oben hingewiesen. Die charakteristischen Eigentümlichkeiten im anatomischen Bau bei den verschiedenen Gattungen treten nur bei den Langwurzeln klar hervor.

Die junge Wurzel bei den Pinaceen, wie bei den Coniferen überhaupt, zeigt innen den Pleromzyklus, aus dem sich dann der Zentralzylinder herausbildet; sein Scheitel wird von einer kleinen Gruppe von Zellen eingenommen; das Plerom wird von dem die Rinde erzeugenden Periblem umgeben; ein besonderes Dermatogen ist nicht vorhanden, die Wurzelhaube wird vom Periblem, das sich kappig um die Spitze des Pleroms herumzieht, gebildet. Die inneren Reihen des Periblems laufen kontinuierlich um den Pleromscheitel herum, die äußeren sind am Scheitel aufgerissen, dann folgen Reihen, deren Zellen sich lockern, aufquellen und die Wurzelhaube erzeugen: Die Wurzelhaube entsteht durch schiefwärtige geordnete Spaltung der Periblemschichten (Reinke). Gemäß dieser Entwicklungsgeschichte fehlt bei den Coniferen eine echte Epidermis, die Außenfläche der Wurzel wird nicht von einer kontinuierlichen, sondern von einer aus einzelnen Stücken zusammengesetzten Haut bekleidet. Diese Stücke repräsentieren die Schenkel von Parabeln, deren Scheitel als Wurzelhaube abgeworfen sind; sie greifen treppenförmig übereinander (Strasburger). Da die Außenfläche also aus absterbenden Zellen besteht, bilden sich die Wurzelhaare, wo solche vorhanden sind (besonders bei Langwurzeln), durch Ausstülpung der zweiten oder dritten Schicht turgeszenter Rindenzellen (Endotrichien nach Noelle); sie durchbrechen die über ihnen gelegenen Schichten. Bei beginnendem Dickenwachstum zerreißen die Elemente der primären Rinde und lösen sich in Fetzen ab. Die Wurzel ist bei den Pinaceen meist diarch; im Cambiumzylinder werden 2 Gefäßteile angelegt, die sich dann zu einer zentralen Gefäßplatte vereinigen, vor der beiderseits Phloem liegt, dann folgt ein mehrschichtiges Pericambium und die einschichtige Endodermis; aus dem Pericambium entstehen die Nebenwurzeln, die vor den Gefäßplatten angelegt werden. Bei den meisten Pinaceen-Arten (außer *P. sUvestris*, deren Wurzeln diarch sind) sind mehrere Holzteile (häufig 3) vorhanden, die im Inneren nicht zusammenstoßen, sondern eine parenchymatische Zellgruppe übriglassen.

Bei den kleinen verpilzten Ernährungswurzeln kann die Bildung getrennter Holzteile unterbleiben (z. B. *Picea*, *Pinus sUvestris*); bei diesen Mykorrhizen liegt dann im Zentralzylinder ein kleines Bündel von primären Gefäßen, die nicht von zwei gegenüberliegenden aus entstanden sind (monarche Wurzel); das Phloem ist nur einseitig.

Von besonderen Bildungen im Zentralzylinder sind Gerbstoffschläuche oder -zellen und Harzgänge zu erwähnen, auch kristallführende Zellen sind häufig. Gerbstoffzellen fehlen z. B. bei *Abies*, bei *Picea* treten sie vereinzelt im Pericambium auf, bei *Cedrus* und *Tsuga* innerhalb und außerhalb vom primären Phloem. Bemerkenswerter ist die Anordnung der Harzgänge. Bei *Abies*, *Cedrus*, *Tsuga*, *Keteleeria*, *Pseudolarix* ist ein zentraler Harzgang vorhanden; die zwischen den beiden Holzanfängen zentral gelegenen Zellen bleiben unverholzt, eine Zellschicht bildet durch Auseinanderweichen den Kanal, der dann auch durch allmähliche Destruktion dieser Schicht vergrößert werden kann; die den Harzgang zunächst umgebenden Zellen unterscheiden sich nicht als Epithel von denen des angrenzenden Gewebes, dieser ist also weniger differenziert als im Blatt oder in der Rinde. Bei *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga* liegt vor den beiden Kanten der primären Xylemplatte je ein schizogen entstandener Harzkanal. Bei *Pinus* werden die primären Harzkanäle von den Protoxylemstrangen hufeisenförmig umfaßt.

Im sekundären Stadium (das von den Ernährungswurzeln nicht erreicht wird) ist der Bau des Wurzelholzes von dem des Stammholzes wenig verschieden. Die Tracheiden

sind z. B. bei der Kiefer länger und besitzen etwas größeren Durchmesser, die Jahresringe sind von geringerem Durchmesser als beim Stamm. Eine äußere Rindenschicht bildet einen kontinuierlichen Phellogen-Mantel, von dem aus in abwechselnder Reihenfolge Schichten von Korkzellen und von Sklerenchymzellen erzeugt werden. Vielfach finden sich in der sekundären Rinde verkorkte Zellen mit Kristallen und Sklerenchymzellen, die meist in Gruppen angeordnet sind, bei *Larix* aber einzeln im Gewebe liegen und dort stark verdickt und langgestreckt sind; bei *Pinus* fehlen der Rinde sklerenchymatische Elemente.

Eine besondere Erwähnung verdient noch die Mykorrhiza-Bildung, die in ähnlicher Weise auch bei den Laubbäumen stattfindet. Die Mykorrhizen, Pilzwurzeln, sind kurze Saugwurzeln, die von einem Mantel von Pilzhypen eingehüllt sind. Sie zeigen bei den Coniferen verschiedene Typen. Bei der Kiefer verzweigen sie sich mehrfach rein dichotomisch (Gabel-Mykorrhiza); die einzelnen Zweige können deutlich getrennt bleiben oder auch miteinander zu knolligen Gebilden von Erbsengröße verschmelzen, die perl schnurartig gereiht sind. Die Mykorrhiza der Fichte, Tanne und Lärche ist dagegen monopodial verzweigt. Der Pilzhypen-Mantel um die Wurzel variiert bei den verschiedenen Typen stark in Dicke; er kann pseudoparenchymatisch dicht sein und sich nach außen allmählich in Hypen auflösen oder von dem Mantel aus können dicht die Hypen allseitig ausstrahlen, so daß er mit bloßem Auge betrachtet weißwollig erscheint. Früher wurde angenommen, daß die Mykorrhiza nur ektotroph sei, daß also die Hypen nicht in die Zellen der Wurzel eindringen. In der Tat sind die Hypen reichlich interzellulär entwickelt und bilden ein Netzwerk um die Rindenzellen, doch haben neuere Untersuchungen gezeigt, daß sie auch ± reichlich in die Rindenzellen eindringen und innerhalb der Zellen verdaut werden.

Von vornherein ist die Annahme wahrscheinlich, daß das die Pilzwurzeln umgebende Mycel zu früheren im Waldboden lebenden Pilzen (Basidiomyceten) gehört, da eine Anzahl von Arten nur im Zusammenhang mit Bäumen vorkommt. Experimentell festgestellt wurde dieser Zusammenhang für *Boletus-Arten*; so ist *Boletus elegans*, der überall nur unter Lärchen vorkommt, der Pilz, der die Mykorrhiza-Bildung verschiedener *Larix-Arten* hervorruft. Bei guter Entwicklung der Mykorrhiza haben beide Komponenten Vorteile von dem Zusammenleben; die Pilze vermitteln jedenfalls die Stickstoff-Aufnahme durch die Bäume; ihre in das Innere der Zellen eindringenden Hypen werden verdaut; doch zieht auch der Pilz, wie seine ± an das Zusammenleben gebundene Entwicklung zeigt, Vorteile aus ihm, es spielen sich Stoffwechselvorgänge zwischen den Hypen im Rinden-netz und den durch dieses voneinander isolierten Zellen ab. Zwischen Pilz und Baum besteht also eine mutualistische Symbiose; ein Doppelorganismus wird gebildet, der für den Existenzkampf unter gewissen Bedingungen besser gerüstet ist als die beiden Komponenten für sich. Diese halten sich das Gleichgewicht; wird einer von ihnen schwächer, so geht die Entwicklung in Parasitismus über.

5. Allgemeine Ökologie. Es ist bemerkenswert, daß die Pinaceen, wie überhaupt die Coniferen, in ihrem äußeren Bau und in ihrer Anatomie durchschnittlich Charaktere aufweisen, wie wir sie bei typischen Xerophyten anzutreffen gewohnt sind*). Schimper weist darauf hin, daß die xerophile Struktur eine erbliche Eigentümlichkeit ist, die den gegenwärtigen Existenzbedingungen nicht immer zu entsprechen scheint, z.B. in den Tropen. In Gegenden mit kalten Wintern muß aber der Baum in seinen perennierenden Teilen gegen stärkeren Wasserverlust geschützt sein, da eine Wasseraufnahme längere Zeit nicht möglich ist; bei laubwerfenden Bäumen ist dieser Schutz nur für die Knospen nötig. So nützt sich die laubwerfende Lärche auch mehr in ihrer Blattstruktur dem Typus sommerlicher Laubbäume. Nach Groom gehören die Coniferen (wenigstens der nördlichen Hemisphäre) zu dem Typus von Xerophyten, deren Struktur im wesentlichen nicht von edaphischen oder klimatischen Bedingungen, sondern von der Organisation der Pflanze selbst abhängig ist, indem bei erheblicher Gesamtoberfläche die Fähigkeit zur Wasseraufnahme geringer als bei anderen Bäumen ist. Die Struktur ermöglicht es den Coniferen, in Gegenden mit Jahreszeiten physiologischer Trockenheit und an Standorten zu leben, die von dünnen bis zu feuchten Wäldern wechseln. Die tracheidale Struktur des

*) Vgl. Percy Groom, Remarks on the Oecology of *Coniferae*, in Ann. of Bot. XXIV (1910) 241—269; dort auch weitere Literaturangaben.

Holzes steht gut im Einklang mit ihren xerophytischen immergrünen Blättern; ein fhnlicher Holz-Typus (mit Reduktion der Gefäße und der Gefäß-Weite) kommt auch bei Dicotylen temperierter Gegenden mit immergrünen Blättern vor (amerikanische *Quercus*-Arten, *Trochodendron*, *Drimys* usw.). An sich ist eine solche Holzstruktur kein Hindernis für den phylogenetischen Fortschritt und für den Übergang zum Abwerfen des Laubes, wie die Lärche zeigt, bei der der Transpirationsstrom schnell ist und die Blätter stark verdunsten. Diese physiologische Einstellung von *Larix* ist auch nach Groom der Hypothese von Miss Stopes nicht günstig, nach der die Coniferen Xerophyten sind, weil der tracheidale Aufbau des Holzes keinen schnellen Wasserstrom gestattet.

Blütenverhältnisse. Die Blüten der *P.* entbehren einer typischen Blütenhülle; sie sind monözisch*), entweder in getrennten Regionen des Baumes (*Abies*) oder an denselben Zweigen (*Larix*) entwickelt; sie gehen meist einzeln aus beschuppten Knospen nach einer Ruheperiode hervor, entsprechen also einem Zweige, oder sie entstehen an diesjährigen Langtrieben (*Pinus*), selten bilden sie sich zu mehreren aus einer Knospe (§ Blüten von *Keteleeria* und *Pseudolarix*, vgl. unten). Die § Blüten haben die Form länglicher oder rundlicher Kätzchen und sind meist gelb, selten rötlich gefärbt; die Stam. sind spiralg um die Achse gestellt und tragen unterseits zwei Sporangien (Pollensäcke); die Blüten fallen nach der Bestäubung ab. Die § Blüten sind grün oder rötlich bis purpurrot und bestehen aus meist zahlreichen spiralg gestellten Fruchtblättern, die deutlich in Deckschuppe und Fruchtschuppe gegliedert sind; sie entwickeln sich bei der Reife zu holzigen Zapfen, die oft bedeutende Länge erreichen.

§ Blüte n. Die Blüten sind meist am Grunde von einer Hülle rundlicher Schuppen umgeben; die einzelnen Stam. sind kurz gestielt und gehen in eine breite Anthere aus, die unterseits zwei große, der Fläche völlig angewachsene Sporangien trägt; das Ende des Sporophylls wird von einer meist kleinen freien und aufgerichteten Endschuppe (Antherenkamm) von sehr verschiedener Gestalt gebildet. Bei Ausbildung von zahlreichen Stam. können die § Blüten ziemlich beträchtliche Längen erreichen, z. B. bei *Abies alba* 20—27 mm, bei *Cedrus* bis 40 mm, kürzer sind sie bei *Larix* und *Tsuga*.

Bei *Abies* treten die § Blüten dichtgestellt in den Achseln der Blätter auf der Unterseite und an den Flanken vorjähriger Zweige hervor; sie sind ± abwärts gerichtet. Ebenso ist die Stellung bei *Picea* und *Pseudotsuga*, doch können sie bei *Picea* auch aus den Endknospen von Seitenzweigen hervorgehen; bei *Picea* kriecht sich beim Aufblühen die Blütenachse aufwärts. Bei *Larix* bildet sich sowohl die § wie die 2 Blüte aus der Terminalknospe eines Kurzweiges; da die Kurzweige keine Seitenknospen erzeugen, sterben sie nach der Blütenbildung ab. Der £ Kurzweig trägt Laubblätter und Blüte, der § im Blütejahr nur Knospenschuppen und die Blüte. Gelegentlich kann ein § Kurzweig schon im ersten Jahre mit einer Blüte abschließen, meist werden die Kurzweige erst im zweiten oder den folgenden Jahren fertil. Die § Blüten sind aufwärts gerichtet, die § kehren ihre Spitze abwärts. *Cedrus* verhält sich ähnlich wie *Larix*, nur daß hier auch am Grunde der § Blüten ein Blattbüschel steht. Bei *Pinus* stehen die § Blüten zahlreich schirmförmig gedrängt an Stelle von Kurzweigen am Grunde junger Langtriebe in den Achseln hinterer Deckblätter am Langtrieb; sie sind schief aufwärts gerichtet und tragen am Grunde Schuppenblätter; ihre Entwicklung entspricht also der der antizipierten Kurzweige (vgl. oben); die Zahl der Schuppen variiert nach den Arten von 3—16 (3—4 z. B. bei *P. silvestris*, 4—6 bei *P. pinea* und *P. halepensis*, 6—8 bei *P. strobus*, 14—16 bei *P. Lambertiana*); die innersten Schuppen stellen flüchtige Übergangsgebilde zu den Stam. dar. Bei vielen *Pinus*-Arten (besonders der *Diploxylon-Gruppe*) sind in den Winterknospen die Anlagen der Kurzweige und der § Blüten schon weit fortgeschritten. Bei *Keteleeria* (vgl. Pirolla in Bull. R. Soc. Toscana di Orticoltura XII [1887] 3—8) gehen mehrere Blüten aus einer Knospe hervor; diese ist entweder axillär oder an einem vorjährigen Zweige terminal. Die Knospen öffnen sich im Frühjahr; sie sind von zahlreichen Schuppen bedeckt, die dann die Blütengruppen zu Beginn der Blütezeit wie ein Involukrum umgeben und schließlich abfallen. Jede Infloreszenz hat einen sehr kurzen Pedunculus, der kleine Schuppenblätter trägt und am oberen Ende verbreitert ist; die Blüten sind auf dieser Verbreiterung inseriert, und zwar besonders wirtelartig am Rande, nur 1—2 Blüten stehen in der Mitte. Die Zahl der ca. 1 cm langen Blüten beträgt 9—10;

*) Über gelegentlich auftretende zweigeschlechtliche Zapfen vgl. weiter unten.

sie haben einen nackten Stiel. Ähnlich stehen auch die σ Blüten von *pseudotsuga* in größerer Zahl gebüschelt am Ende von Kurzweigen, von gemeinsamer Schuppenhülle umgeben.

Die Öffnung¹ der reifen Sporangien erfolgt durch große Spalte, durch die der Pollen austritt; die Richtung dieser Spalten steht im Zusammenhang mit der Stellung der (J) Blüten zur möglichst bequemen Ausschüttung der Pollenkörner (Naheres vgl. bei Goebel, in Flora 91 [1902]). Bei *Pinus* ist die Spalte längsgerichtet, bei *Picea* schief, bei *Abies* fast quer (vgl. bei den Gattungen). Die Pollenkörner sind gelblichgelblich und (mit Ausnahme von *Pseudotsuga*) mit zwei ungefähr halb kugeligen, großen Luftblasen versehen, die sich durch Hervorwölbung der Exine bilden. Die Bestäubung erfolgt durch den Wind; die Luftblasen sind also von Vorteil, da sie das spezifische Gewicht des Pollenkorns vermindern und seine Oberfläche vergrößern. Bei dem Reichtum an σ Blüten und der großen Zahl der Pollenkörner in den Sporangien wird der Pollen in Massen ausgebildet; er staubt in Form gelblicher Wolken aus und wird gelegentlich weit vom Winde fortgeführt und an der Oberfläche von Pfützen oder Seen als sogenannter Schwefelregen oder Seeblutte in dichter Menge niedergeschlagen.

2) Blüte. Die Stellung der σ Blüten bei *Larix* wurde schon erwähnt. Bei *Abies* und *Picea* entspricht sie der der σ Blüten; bei *Abies* sind die σ Blüten axillär, aufrecht an der Oberseite von Langzweigen der Gipfelregion des Baumes; sie besitzen einen kurzen, schuppentragenden Stiel; ähnlich verhält sich *Pseudotsuga*; bei *Picea* stehen die Blüten auf kurzem, schuppentragenden Stiel aufrecht an der Spitze vorjähriger Triebe, bilden also deren Fortsetzung aus einer Terminalknospe; dasselbe gilt für *Tsuga*. Bei *Pinus* sind die Blüten nahe der Spitze junger Langtriebe einzeln oder zu mehreren fast wirtelig inseriert (bei mehrgliedrigem Jahreszuwachs, vgl. oben, können sie auch seitlich stehen); da der Langtrieb nur unter Ausbildung der schon vorhandenen Organe sich veriangert, bleiben die Blüten und jungen Zapfen im ersten Jahre subterminal; die Blüten entspringen aus den obersten Schuppenblattachsen des Jahrestriebes, entsprechen also ihrer Stellung nach Langzweigen; die Seitenachse (der Stiel der Blüte) ist dicht beschuppt, kürzer oder länger, aufwärts gerichtet; die Schuppen umgeben auch den Grund der σ Blüte.

Das Fruchtblatt ist stets deutlich in die äußere Deckschuppe und die innere Fruchtschuppe unterschieden, die beide nur am Grunde verwachsen sind; letztere tritt auf der Oberseite nach dem Grunde zu zunächst mit der Mikropyle nach unten zu gekehrte Samenanlagen mit einem dicken Integument mit zweilappiger Mikropyle. Der Nucellus ist nur in den ersten Jugendstadien vom Integument ganz frei; durch das beschriebene Wachstum in der basalen Region ist dann nur noch die Spitze frei, erst sind Integument und Nucellus vereint. Die Zahl der Fruchtblätter ist sehr verschieden, am geringsten bei *Tsuga* und Larfar-Arten, am größten bei *Abies* und *Picea*. In der Form von Deckschuppe und Fruchtschuppe und im Größenverhältnis beider zur Blütezeit lassen sich mehrere Typen unterscheiden. Bei *Abies*, *Larix*, *Pseudotsuga* ist die Fruchtschuppe bedeutend kürzer als die Deckschuppe. Die Deckschuppe der *Abies*-Arten (deren Blüte bis ca. 6 cm Länge erreichen kann) ist breit, rundlich oder umgekehrt herzförmig, oft auch etwas eingeschnitten am oberen Rande und trägt einen längeren, $\pm$ abgesetzten, schmalen, horizontal absteigenden Fortsatz; die Fruchtschuppe ist zur Blütezeit bedeutend kürzer, nierenförmig gebogen; beide sind am Grunde gemeinsam kurz stielartig verschmälert; die bei den Samenanlagen ragen mit ihrer Spitze über den unteren Rand der Fruchtschuppe neben dem Stiel frei hervor. Von gleichem Typus ist *Pseudotsuga*, bei welcher Gattung die Deckschuppe zweilappig eingeschnitten ist und zwischen den Lappen einen längeren pfriemlichen Fortsatz trägt, und *Larix*; bei beiden Gattungen ragen die Samenanlagen nicht frei hervor. Wesentlich anders ist das Verhältnis bei *Picea*. Bei dieser Gattung

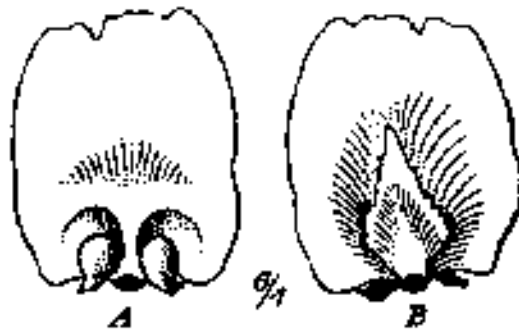


Fig. 157. Deckschuppe und Fruchtschuppe der *Picea*. A Fruchtschuppe von der Ober- (Innen-) seite mit den beiden Samenanlagen. B Dieselbe von der unter- (Außen-) seite mit der kinnerten Deckschuppe. (Nach Kirchner.)

ist die Deckschuppe um V2—V3 so lang als die Fruchtschuppe, oval, gezähnt; letztere ist breit rundlich, am oberen Rande gerundet, abgestutzt oder ausgerandet. Auch bei *Tsuga* ist die Deckschuppe etwas kürzer als die breite Fruchtschuppe. Bei *Pinus* ist das Längenverhältnis beider wechselnd, doch tritt immer die fleischige Fruchtschuppe stärker in der Blüte hervor als die häutige Deckschuppe; bei *P. silvestris* (deren Blüte ca. 1 h cm lang ist) erreicht letztere ungefähr die Hälfte der innerseits in der Mitte gekielten, aus dem Kiel stumpf vorgezogenen, breit eiförmigen Fruchtschuppe; bei anderen Arten kann die Mutige Deckschuppe ebenso lang als die Fruchtschuppe werden; die Kielbildung der Fruchtschuppe ist bei den Arten verschieden stark ausgeprägt, deutlich z. B. bei *P. montana*.

Die Anlage der \$ Blüten*) erfolgt gewöhnlich im Herbst des der Blüte vorangehenden Jahres, doch ist meist nur ein kleiner ovaler Körper sichtbar, an dem die Deckschuppen- und Fruchtschuppenanlage noch nicht unterscheidbar ist; letzteres ist aber z. B. bei *Tsuga canadensis* der Fall. Die ersten Stadien in der Ausbildung der Fruchtschuppe sind überall ähnlich: sie erscheint als Anschwellung und dann als starkerer Querswulst an der Basis der Deckschuppe. Bei *Pinus silvestris* u. a. kann man dann zwei seitliche Höcker und den mittleren Teil unterscheiden. (Letzterer schwillt dann an und bildet den bei den verschiedenen Arten ± ausgeprägten Kiel.) Aus der Spitze der seitlichen Höcker gehen die Samenanlagen hervor. Das Wachstum der unteren Seite der Fruchtschuppe ist intensiver, wodurch die Samenanlagen auf ihre Oberseite verschoben und umgewendet werden, also ihre Mikropyle nach der Basis der Fruchtschuppe zu richten. Bei *Abies* geschieht das schon sehr früh. Nach dieser Orientierung der Samenanlagen wächst die Fruchtschuppe auf der Ober- und Unterseite gleichmäßig. Auch bei den Gattungen, die keinen deutlichen Kiel ausbilden (*Abies* usw.), entsteht im unteren Teil der Fruchtschuppe zwischen den Samenanlagen eine kleine Anschwellung.

Als häufige Anomalien werden bei verschiedenen Pinaceen-Gattungen androgyne Blütenzapfen beschrieben (vgl. Strasburger, Die Coniferen und die Gnetaceen [1872] 171—172; Penzig, Pflanzen-Teratologie 2. Aufl. III [1922]; K. G o e b e l, Organographie der Pflanzen 2. Aufl. III [1923] 1497, 1518). Meist sind die zweigeschlechtlichen Blütenzapfen unten \$ und oben \$, doch wird auch für mehrere Gattungen der umgekehrte Fall angegeben, daß die Blüten oben \$ sind. Die anomale Entwicklung der Blüten zeigt sich in dem Übergang zwischen Stam. und Deckschuppen in der mittleren Zone. So beschreibt Strasburger für *Pinus laricio*, daß unten normale Stam. vorhanden sind, dann schwinden allmählich die Antheren und zugleich erfolgt ein entsprechend abgestuftes Auftreten der Fruchtschuppen, zunächst ohne, dann mit Samenanlagen. Die Stam. gehen in Deckschuppen in allmählicher Annäherung der Form über. Oben sind normale Deckschuppen und Fruchtschuppen vorhanden. Richard erwähnt Ähnliches für *Abies*, H. v. Mohl für *Pinus alba* (*Picea alba*) usw. G o e b e l beschreibt 2 Blütenzapfen von *Picea alba*, die oben \$ wurden. Die Fruchtschuppe tritt nach oben zu am Zapfen mehr und mehr zurück und verschwindet ganz. Die Deckschuppen werden dann zu Stam. mit Sporangien an der Unterseite; diese Schuppen können an der Basis noch verkümmerte Samenanlagen, die an der Integumentbildung kenntlich sind, tragen.

Über die Anomalie der Durchwachsung des Zapfens ist die allgemeine Einleitung bei den Coniferen zu vergleichen.

Frucht. Die Blüten entwickeln sich zu holzigen, trocknen Zapfen, an deren Aufbau wesentlich die die Samen tragenden Fruchtschuppen beteiligt sind. Die Zapfen mit ihren meist zahlreichen, spiralig angeordneten Fruchtblättern können in vielen Fällen bedeutende Länge erreichen, so bei *Abies alba* über 20 cm, bei *Pinus Coulteri* bis 35 cm, bei *P. Lambertiana* 30—50 cm; bei der ersteren *Pinus-Art* sind dabei die Zapfen mit ihren dicken, stark verholzten Schuppen sehr schwer, während sie bei der letzteren mehr dünn-schuppig und leicht sind; andererseits haben viele *Pinus*-Arten kleinere, meist nur wenige cm lange Zapfen (z. B. *P. montana*). Die kleinsten Zapfen finden sich bei *Tsuga* und

*) Vgl. neben der allgemeinen Literatur u. a. A. Kramer, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte und des anatomischen Baues der Fruchtblätter der Cupressineen und der Placenten der Abietineen, in Flora LXV (1885) 519—528, 544—568, T. IX; E. Strasburger, Die Coniferen und die Gnetaceen. Jena 1872; K. G o e b e l, Organographie der Pflanzen, 2. Aufl. (1923) 1516 ff. Vgl. auch S. 140 der allgemeinen Einleitung.

Larix: so sind sie bei *Tsuga americana* (*T. canadensis*) nur 1,5—2 cm lang, mit nur 15 bis 20 Schuppen, bei *Larix decidua* 2—4 cm, bei *L. laricina* nur 1,5 cm mit 20 Schuppen.

Von den wesentlichsten Unterschieden in der Ausbildung des Zapfens seien folgende zunächst kurz hervorgehoben. Der Zapfen zerfällt bei der Reife, indem die Spindel stehenbleibt und die Schuppen sich einzeln von ihr loslösen und abfallen (*Abies*, *Cedrus*, *Pseudolarix*) oder die Schuppen bleiben bei der Reife an der Spindel haften und der Zapfen fällt im ganzen nach kürzerer oder längerer Zeit ab (die übrigen Gattungen). Die Deckschuppen können im Wachstum ganz zurückbleiben und verkümmern, so daß sie bei der Reife nur als kleine vertrocknete Schuppen am Grunde der stark vergrößerten Fruchtschuppe stehen (*Pinus*, *Picea*), oder sie können sich mit der Fruchtschuppe, wenn auch stets schmaler wie diese, weiterentwickeln und am reifen Zapfen die Länge der Fruchtschuppe erreichen oder sogar übertreffen (*Abies*, *Pseudotsuga*). Die Fruchtschuppen schließen am reifen geschlossenen Zapfen mit ihren verdickten Endflächen (Apophysen) schildförmig aneinander (die meisten *Pinus-Aiten*) oder die Fruchtschuppen sind flach und greifen dachig übereinander. In beiden Fällen schließen die Schuppen am reifenden Zapfen fest zusammen und schützen die sich entwickelnden Samen; erst bei der Reife sperren die Schuppen auseinander, so daß die Samen herausfallen können.

Im folgenden soll auf die verschiedenen Typen noch etwas näher eingegangen werden.

Betrachtet man den gelb bis braun gefärbten noch geschlossenen Zapfen der *Pinus*-Arten der Untergattung *Diploxylon* von außen, so erscheint seine Oberfläche zusammengesetzt aus polygonalen, eng aneinanderschließenden Schildern; am getöfneten Zapfen, an dem die Schuppen sperrig auseinanderweichen, ist zu ersehen, daß diese Schilder von den stark verdickten Enden der Fruchtschuppen gebildet werden, die dann flach und dünner werdend, aber auch immer noch kräftig verholzt, von der Breite der Schilder aus sich etwas keilförmig verjüngend nach der Zapfenachse hin erstrecken. Die Deckschuppe ist am Grunde der Fruchtschuppe verkümmert. Der am geschlossenen Zapfen sichtbare Schild wird als Apophyse bezeichnet; diese kann ± flach oder mäßig gewölbt sein oder stark pyramidal vorspringen; zentral oder seitlich verschoben zeichnet sich der Nabel (Umbo) ab, der öfters in eine scharfe Spitze (Mucro) ausläuft. Bei den Sektionen *Cembra* und *Strobus* sind die Fruchtschuppen flacher, so daß sie am Zapfen mehr dachig deckend als schildförmig erscheinen; der Nabel ist dann hier nicht zentral, sondern endständig. Der Zapfen ist bei *Pinus* fast sitzend oder an einem längeren, holzigen, abwärts gekrümmten Stiel befestigt. In der Ausbildung des Zapfens sind innerhalb der Gattung verschiedene Richtungen des Fortschrittes bemerkbar. Einmal der schon erwähnte Übergang vom Typus der *Pinus-Cembra* zum Typus mit schildförmiger Apophyse. Dann kann der Zapfen schief werden. Bei den meisten Arten ist der Zapfen ungefähr symmetrisch, die Apophysen sind an seiner Innenseite und Außenseite gleichgebildet. Bei einzelnen Arten gelegentlich, bei anderen konstant (z. B. *P. Banksiana*) sind nun die Apophysen auf der (nach dem Zweig gerichteten) Innenseite flacher, auf der Außenseite springen sie viel stärker vor; zugleich ist der ganze Zapfen gekrümmt und gegen den Zweig gedrückt. Ferner kann als Fortschritt die Tatsache angesehen werden, daß die Zapfen bei einer Reihe von Arten ± lange Zeit am Zweig nach der Reife sitzenbleiben; damit hängt auch oft zusammen, daß die Zapfen sich nicht nach Reifung öffnen, sondern längere Zeit geschlossen bleiben. Bei einzelnen Arten erfolgt die Öffnung des Zapfens unregelmäßig und in Zwischenräumen, bei anderen ist das Geschlossenbleiben des Zapfens ein konstantes Merkmal (vgl. den systematischen Teil). Am extremsten verhalten sich hierin *P. attenuata* von Kalifornien und Verwandte. Von *P. attenuata* wird angegeben, daß die sitzenbleibenden Zapfen oft vollständig in die Borke alter Bäume eingebettet sind und sich gewöhnlich erst beim Tode des Baumes alle zusammen öffnen und ihre Samen austreuen; nur vereinzelt öffnen sich die ältesten Zapfen noch bei Lebzeiten des Baumes. Es ist hierin ein Schutzmittel gegen die Ausrottung durch die öfters an den trockenen Standorten wütenden Feuer gegeben. Wenn der Baum durch Feuer abgetötet ist, werden alle Samen abgeworfen und keimen schnell aus.

Im allgemeinen dauert die Zapfenreife 2—3 Jahr. Die Entwicklung des Zapfens und die Reifung wird von K i r c h n e r (in Kirchner, Loew, Schröter, Lebensgesch. Blütenpfl. Mitteleur. I. 1. p. 200, z. T. nach Kramerl. c.) für *P. silvestris* wie folgt beschrieben: »Als bald nach dem Eintritt der Bestäubung neigen sich die 2 Blüten durch

Krümmung ihres Stieles abwärts, die Fruchtschuppen setzen ihr Längen- und Dickenwachstum ungefähr gleichmäßig fort und durch letzteres wird die Bildung der Apophyse veranlaßt. Dabei wird der anhänglich auf der Innenseite der Schuppe stehende Kiel durch starkes Wachstum der Innenseite nach außen gerückt und bildet zuletzt den Nabel auf der Mitte der Apophyse. Deren Epidermis zeigt im Gegensatz zur Ober- und Unterseite der Fruchtschuppe stark ausgebildete Kutikularschichten, unter ihr liegt ein großzelliges Gewebe, aus welchem sich im Sommer 2 oder mehr Lagen sklerenchymatischer Zellen ausbilden, deren dicke Wandungen bräunlich gefärbt sind, und darunter befindet sich nun ein aus 6—8 Schichten bestehendes engzelliges Korkgewebe. Deshalb zeigt im August der junge Zapfen eine graubraune Färbung, die Fruchtschuppen haben sich jetzt dicht zusammengelegt, später greifen Haarbildungen auf ihren Berührungsfächen so ineinander, daß ein vollständiger Verschluss der Zapfen zum Schutz der Samen erreicht wird, und die Apophysen stoßen trotz der Streckung des ganzen Zapfens lückenlos aneinander. Das Wachstum der Deckschuppen ist inzwischen ganz stehen geblieben. Im Herbst ist der junge Zapfen 7 mm lang und 4 mm dick, sein Stiel hat eine Länge von ca. 9 mm; in diesem Zustand verharrt er bis zum kommenden Frühjahr, in welchem er, auf seinem Stiele herabgebogen bleibend, ein lebhaftes Wachstum zeigt. Die Fruchtschuppen wachsen vorzugsweise in die Länge, aber auch in die Breite und Dicke; da sie sich auf der Ober- und Unterseite gleichmäßig strecken, so trägt die Apophyse im 2. Jahre den Kiel auf ihrer Mitte, und rings um ihre vorjährige braune, zentral bleibende Endfläche bildet sich eine peripherische Zone von lebhaft grüner Färbung; später erfahren deren Gewebe dieselbe Veränderung und Braunfärbung, wie vorher der zentrale Teil. Das anfänglich parenchymatische übrige Grundgewebe der Fruchtschuppe mit Ausnahme einiger Zell-Lagen an der Oberseite der Gefäßbündel bildet sich, zuerst an der Unterseite und von der Basis nach der Spitze fortschreitend, in ein sklerotisches Prosenchym um, wodurch die Schuppen eine bedeutende Festigkeit erlangen und den eingeschlossenen Samen einen hinreichenden Schutz gegen äußere atmosphärische Einflüsse bieten können. Auch jetzt noch bleiben sie so fest geschlossen, daß die Apophysen eine durch keinerlei Ritze unterbrochene Außenfläche des Zapfens bilden. Im folgenden Frühjahr erlangt derselbe seine vollkommene Reife; er bleibt nach unten gewendet, ist von einer ei- oder kegelförmigen Gestalt, am Grunde schief ausgebildet, $2\frac{1}{2}$ bis 7 cm lang, in Größe, Stellung der Schuppen, Form und Farbe der Apophysen sehr variierend. Im zeitigen Frühjahr öffnet sich der Zapfen, indem sich seine Schuppen, von oben beginnend, beim Austrocknen infolge des Vertrocknens und Einschrumpfens des in der Nähe der Gefäßbündel übrig gebliebenen Parenchyms voneinander lösen und sich mit einem deutlich vernehmbaren knackenden Geräusch so weit auseinander spreizen, daß die Samen zwischen ihnen herausfallen können.«

Bei den übrigen Gattungen decken sich die flachen Fruchtschuppen dachziegelig und schließen die reifenden Samen ein; meist sind auch noch an den Schuppen ineinandergreifende Haare entwickelt. Bei *Picea* erfolgt die Reifung des herabhängenden Zapfens im Blütejahr; die Samen fallen aber bei *P. excelsa* erst im nächsten Frühjahr aus; der Zapfen fällt dann im ganzen ab. Die Deckschuppe bleibt sehr klein, die Fruchtschuppe ist verhältnismäßig dünn, lederig. Von gleichem Typus wie bei *Picea* ist der kleine Zapfen von *Tsuga*; die Deckschuppe erreicht hier Va bis fast $\frac{1}{2}$ der Fruchtschuppe. Wesentlich anders ist die Ausbildung des Zapfens bei *Abies*; hier bleibt der Zapfen dauernd aufrecht, er reift im Blütejahr und die Schuppen (Deckschuppe und Fruchtschuppen zusammen) lösen sich dann im Winter von der noch lange stehenbleibenden starken Spindel einzeln ab; mit ihnen bleiben die Samen verbunden oder sie trennen sich schon bald von der Fruchtschuppe. Diese ist holzig, oben breit gerundet und am Grunde kürzer oder länger genagelt; dieser stielartige Teil ist der Frucht- und Deckschuppe gemeinsam, welche letztere mit ihrer Basis dem Nagel entspricht. Die Deckschuppe geht nach oben zu in eine verschieden geförmte Fläche aus, sie ist viel schmäler als die Fruchtschuppe, kann aber deren Länge erreichen oder übertreffen; sie hat meist eine abgesetzte Spitze, die bei *A. venusta* (*A. bracteata*) grannenartig verlängert 4 cm lang werden kann, so daß aus dem Zapfen die Grannen nach allen Seiten weit herausragen. Wie bei *Abies* zerfällt auch der Zapfen bei *Cedrus*, doch dauert hier die Reife länger, die Fruchtschuppen sind außerordentlich breitflächig entwickelt, doch bleibt die Deckschuppe sehr klein. In der Form der breiten Fruchtschuppen ist auch der große aufrechte Zapfen

von *Keteleeria* dem von *Abies* ähnlich, doch zerfällt er nicht. Bei *Pseudotsuga* wiederum hängt der Zapfen und fällt im ganzen ab wie bei *Picea*, doch ist die Deckschuppe am Zapfen länger als die Fruchtschuppe; die Deckschuppe ist zweispaltig und die kräftige Mittelrippe ist in eine grannenartige Spitze ausgezogen. Beim Lanrc-Zapfen ist die Deckschuppe kürzer oder länger als die Fruchtschuppe, der durchschnittlich kleine Zapfen reift im Blütejahr, fällt aber erst im ganzen nach längerer Zeit ab.

Die starke Entwicklung der Fruchtschuppe bedingt eine ausreichende Gefäßbündelversorgung; die Gefäßbündelzweige erstrecken sich auch zur Basis der Samenanlagen (vgl. u. a. Strasburger l. c, M. Radais, Contrib. à l'étude de l'anatomie comparée du fruit des Conifères, in Ann. Sc. Nat. 7. sér. XIX (1894) 165—368, T. 1—15; Hannah C. Aase, Vascular anatomy of the megasporophylls of Conifers, in Bot. Gaz. LX (1915) 277—313). Im allgemeinen ist zu sagen, daß das Gefäßbündelsystem der Fruchtschuppe von dem der Deckschuppe unabhängig ist, daß also beide getrennt von der Stele der Zapfenrhachis ihren Ursprung nehmen. Ein unteres Gefäßbündel durchzieht die Deckschuppe; die Lage seiner Teile ist normal, das Xylem ist nach oben, das Phloem nach unten gewandt. Für die Fruchtschuppe gehen von der Achse zwei Bündel aus (bei *Cedrus* nur eins, bei *Pinus* auch drei), die schon innerhalb der Rhachis meist einen Zweig abgeben. In der Fruchtschuppe findet nun eine starke Verzweigung statt, so daß eine ganze Reihe von Bündeln in ihr nebeneinanderliegt, von denen schwache Seitenzweige die Samenanlagen versorgen; für diese Bündel ist es charakteristisch, daß sie eine dem Deckschuppen-Bündel entgegengesetzte Orientierung haben, d. h., sie kehren ihr Xylem dem Xylem des Deckschuppenbündels zu.

Die beiden Samen (vgl. R. Hickel, Graines et plantules des Conifères, in Bull. Soc. Dendrol. de France [1911] 13—115, 134—204) liegen der Oberseite der Fruchtschuppe auf, derselben mit einer $\pm$ großen Fläche angewachsen (vgl. auch weiter unten bei der Beschreibung des Flügels); sie sind meist mit einem einseitigen, großen häutigen Flügel versehen, der sich von der Oberfläche der Fruchtschuppe ablöst. Ihre Form ist spitz eiförmig, mit der Spitze nach der Basis der Fruchtschuppe zu, oder mehr dreieckig-bis keilförmig-eiförmig; die Farbe schwankt von gelb bis schwärzlich. Meist sind die Samen (ohne Flügel) relativ klein, so daß sie flugfähig sind (*Abies alba* 7—9 mm, *Picea excelsa* 4—5 mm, bei einzelnen *Picea*-Arten nur 2—3 mm, *Larix decidua* 3—4 mm, *Pinus silvestris* 3—5 mm, *P. excelsa* 8—9 mm). Einzelne Pinus-Arten haben besonders dicke, große und schwere Samen, bei denen dann die Flügel $\pm$ verkümmert sind, da ein Transport durch den Wind nicht möglich ist; so betragt die Länge des Samens bei *P. cembra* 9—14 mm, bei *P. pinea* und bei *P. sabiniana* bis 20 mm. Die lederige bis holzige Samenschale enthält Harzlücken (*Abies*, *Cedrus*) oder ist harzfrei (*Larix*, *Pseudotsuga*). Der Zellinhalt des Nahrungsgewebes besteht aus in fettes Öl eingebettetem Aleuron; die Aleuronkörner sind von 5—15 μ groß; bei *Pseudolarix* ist auch Stärke vorhanden. Der inmitten des Nahrungsgewebes gelegene Embryo ist gerade oder (meist bei *Abies* und *Cedrus*) gekrümmt, mattweiß von der Farbe des Endosperms, oder auch schon $\pm$ gelb bis grün (vgl. bei Keimung). Die zylindrische Achse ist ziemlich langgestreckt, mit dem Wurzelende der Basis des Samens (dem Mikropylen-Ende) zugekehrt; die Zahl der Kotyledonen schwankt von 4—10 (vgl. bei Keimung); sie umgeben die kleine, kegelförmige Stammknospe. Wie erwähnt, sind die Samen der Pinaceen allermeist mit einem einseitigen, von der Samenbasis ausgehenden, langen häutigen Flügel versehen (vgl. die Figuren bei den Gattungen), der mit der Fruchtschuppe verwachsen ist und sich erst bei der Reife von ihr ablöst; der Flügel bedeckt auch als eine Hautschicht, die man wohl als Flughaut des Samens bezeichnen kann, den Samen oben (außen) und kann bei manchen Gattungen weit auf die Unterseite (Innenseite) des Samens herumgreifen. Nur bei manchen *Pinus*-Arten ist der Flügel wie erwähnt, rudimentär oder gänzlich unentwickelt, und es bleibt nur die den Samen bedeckende Flughaut übrig.

Nach von Tubeuf (Beitrag zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Entwicklung des Samenflügels bei den Abietineen, in XII. Ber. Botan. Ver. Landshut [1892] 153—196, 3. T., 15 Abb. im Text) ist die oft wiederholte Darstellung falsch, nach der der Flügel einfach eine oberflächliche Schicht der Fruchtschuppe ist und sich von dieser ablöst. Danach müßte, da der Flügel auch die Samenanlage außen deckt, diese im Gewebe der Fruchtschuppe wie in einer Tasche stecken. Der Flügel ist, von der Fruchtschuppe deutlich verschieden, schon im jungen Zustande der Blüte nachweisbar und wird gleich-

und Sizilien, hier das südlichste Vorkommen*); die regionale Verbreitung liegt in den Pyrenäen bei 1360—1950 m, in den Apenninen bei 800—1800 m, in der Schweiz bei 1600—1800 m, im Schwarzwald bis 1300 m; geschlossene größere Bestände kommen vor in den Pyrenäen, in Südost-Frankreich, im Jura, Schwarzwald und den Vogesen; die Tanne bleibt bis zur Höhengrenze hochwüchsig, Krüppelformen werden nicht ausgebildet; Baum mit geradem Stamm, bis 55 m (ausnahmsweise auch bis 65 m) hoch, mit pyramidalen Krone und horizontal abstehenden Ästen; Rinde weißgrau; junge Zweige bräunlich behaart, Knospen nicht harzig; Blätter ± gescheitelt, linealisch, oberseits gefurcht, glänzend dunkelgrün, unterseits mit zwei bläulich-weißen Streifen (je 5—8 Spaltöffnungsreihen neben dem Kiel), an der Spitze meist ausgerandet, in der Wipfelregion auch spitzlich, 12—28 mm lang, bis 3 mm breit, kurz gestielt, Stiel am Grunde schildförmig verbreitert; ♀ Blüten dichtgestellt axillär, 20—27 mm lang, Anthere keulenförmig, fast sitzend, Spitzchen breit und stumpf, dicke Fächer durch Querriff geöffnet, ♂ Blüten axillär, bis 6 cm lang, hellgrün, aufrecht, Deckschuppe in einen lang zugespitzten Fortsatz ausgehend; Zapfen walzenförmig, stumpf, 8—17 cm (manchmal auch bis 30 cm) lang, Fruchtschuppen breit flach gerundet, kurz gestielt, Deckschuppen linealisch-spatelig, lang gespitzt, hervorragend, Samen mit festem, verlängert dreieckigem Flügel 8—13 mm lang. Die Tanne liefert gutes Bauholz und Werkholz für Drechslerwaren, Streichholzer, Resonanzböden für Musikinstrumente usw.; das Rindenharz ist als Straßburger Terpentin bekannt. — *A. Nordmanniana* (Steven) Spach, im westlichen Kaukasus und den angrenzenden Gebirgen Kleasiens, bestandbildend; der vorigen Art nahe verwandt, aber noch voller und kräftiger, von dichtem Wuchs, mit tief herabreichender Krone; Blätter an jüngeren Zweigen dicht und mehrreihig, aufwärts gerichtet, an älteren unregelmäßig zweizeilig; Zapfen 12—15 cm lang, Deckschuppe nach außen zu quadratisch-eiförmig verbreitert und mit dem herausragenden, gespitzten Ende zurückgeschlagen; beliebter Parkbaum (Fig. 169). —

B. Harzgänge der Blätter nichtblühender Zweige im Parenchym gelegen (Sect. *Centrales* Patschke). — Ba. Deckschuppe am Zapfen herausragend. — Baa. Fruchtschuppe sehr breitgezogen nierenförmig bis fast mondförmig, viel breiter als lang, genagelt. *A. Veitchii* Lindl. (*A. Eichleri* Lauche), in höheren Regionen Zentral-Japans; bis 25 m hoch; Blätter nach oben gerichtet, 15 bis fast 30 mm lang, nicht gescheitelt, ausgerandet oder stumpf, unterseits mit auffallend weißen Streifen; Zapfen vor der Reife schwarzbraun bis dunkelblau, zylindrisch, am Ende verschmälert, 6—7 cm lang; Deckschuppe oben abgestumpft, mit kurzer abgesetzter Spitze. — *A. sachalinensis* Masters, auf Yezo, Sachalin, den Kurilen; bis 40 m hoch; Blätter nicht gescheitelt, schmal linealisch, 13—35 mm lang, stumpf oder ausgerandet, oberseits glänzend grün, Zapfen vor der Reife dunkelolivgrün, zylindrisch, am Ende wenig verschmälert, bis 10 cm lang; Deckschuppe obovat, zugespitzt, nach oben bis zu 1 cm breit, die hervorragende Spitze zurückgeschlagen; die var. *nemorensis* Mayr hat kürzere, nicht hervorragende Deckschuppen; ferner in West-China *A. sutchuenensis* Rehder et Wilson (*A. Fargesii* var. *sutchuenensis* Franch.) und auf Gebirgen Koreas *A. koreana* Wilson. — **Ba/?**. Fruchtschuppe kaum breiter als lang, oben breit gerundet oder fast abgeschnitten, nach der Basis verschmälert. *A. firma* Sieb. et Zucc. (Momi, Sagamomi), im südlichen Japan, Süd-Hondo, Shikoku, Kjusiu; Blätter 15—35 mm lang, bis 3,5 mm breit, an den sterilen Zweigen scharf zweispitzig; Zapfen vor der Reife grün, eiförmig-oval, oben abgestutzt, bis 15 cm lang; Deckschuppen aufrecht, schmal, mit schmal dreieckigem, spitzem Ende hervorstehend. — *Abies Fraseri* (Pursh) Poir., in hohen Lagen des Alleghany-Gebirges, im südöstlichen Virginia, westlichen Nord-Karolina und Tennessee, oft waldbildend; 13—20 m hoch; Knospen dicht mit Harz bedeckt; Blätter an der Oberseite der Zweige gedrängt, oberseits dunkelgrün glänzend, 10—25 mm lang; Zapfen vor der Reife blauschwarz, 6 cm lang, Deckschuppen oval, breitlich, am Ende gerundet oder gestutzt, abgesetzt gespitzt, zurückgebogen, beträchtlich länger als die breiten Fruchtschuppen. — *A. squamata* Mast., in West-China; bis 40 m hoch; Borke sich in dünnen orangefarbenen Schuppen ablosend; junge Zweige schwärzlich behaart; Blätter dichtgedrängt, 16—20 mm lang, 2 mm breit, stumpf oder spitzlich, gekrümmt; Zapfen 5—6 cm lang, breit oval, violett, Deckschuppe wenig hervorragend, unten linealisch, oben breit eiförmig, gezahnt, mit breit abfalliger, zurückgebogener Spitze; ferner in West-China *A. Fargesii* Franch. — Bb. Deckschuppe kurz, nicht herausragend. — **Bba**. Blattkissen etwas hervortretend, Zweige zwischen den Blattkissen mit scharfen Furchen. *A. homolepis* Sieb. et Zucc. (*A. brachyphylla* Maxim., Takemomi, Nikkomomi), verbreitet in Zentral-Japan von 800—2000 m; junge Zweige kahl, glänzend; Blätter dicht, am Zweig so gerichtet, daß eine Mittellinie freibleibt, bis 35 mm lang; Zapfen bis 9 cm lang, zylindrisch, vor der Reife purpurviolett, schließlich braunpurpurfarben, Deckschuppe halb so lang als Fruchtschuppe, oben gerundet; var. *umbellata* (Mayr) Wilson [*A. umbellata* (Mayr)] mit vor der Reife grüngelben Zapfen. — Bb $\frac{1}{2}$. Junge Zweige ungefurcht. — **Bb/?l**. Fruchtschuppe sehr breitgezogen nierenförmig, viel breiter als

*) Die Form von den Nebrodi in Sizilien beschreibt Mattei als eigene Art, *A. nebrodensis* Mattei (*A. pectinata* var. *nebrodensis* Lojaccono); junge Zweige kahl; Knospen harzig; Blätter 10 mm lang, starr, stumpf, nicht deutlich gescheitelt; Zapfen klein, Fruchtschuppe nach dem Rand zu braunrot behaart, Deckschuppe spatelig, langgespitzt. Die Beschreibung erfolgte wesentlich nach Herbarexemplaren, die Art ist in Sizilien fast völlig ausgerottet, nur ein Exemplar wurde noch aufgefunden.

Staaten bis Nord-Arizona; 25—30 in, gelegentlich bis 50 m hoch; Blätter blaugrün, auch auf der Oberseite oberhalb der Mitte mit Spaltöffnungen, stumpflich und etwas ausgerandet, 25—40 mm lang, an fertilen Zweigen dicklich und spitz, nur 13 mm lang; Zapfen oval-zylindrisch, 7—10 cm lang, Deckschuppe obovat-keilförmig, oben gerundet, gezähnt, viel kürzer als Fruchtschuppe; verwandt *A. arizonica* Merriam in den Gebirgen von Arizona und New Mexiko.

Fossile Arten (R. Kräusel): Die Zapfen von *Abies* sind kaum erhaltungsfähig, fossil daher nur selten zu erwarten. Die im Pliozän von Frankfurt a. M. gefundenen stehen *Abies alba* nahe. Die Zugehörigkeit ^fo'es-ähnlicher, in der Unterkreide häufig gefundener Nadeln ist in den meisten Fällen unklar. ?>*Abietites*« Linki Römer aus dem Wealden Westdeutschlands z. B. hat mit *A.* nichts zu tun (Kräusel, Senckenbergiana 5 [1923] 89).

2. *Keteleeria* Carrière, in Rev. Hortic. (1866) 449; Traité Génér. des Conif. II. éd. (1867) 260; R. Pirota, Sul genere *Keteleeria* di Carrière (*Abies Fortunei* Murr.), in Bull. R. Soc. Toscana di Orticultura XII (1887) 3—8; A. H. Hutchinson, Morphology of *Keteleeria Fortunei*, in Bot. Gaz. LXIII (1917) 124—134, T. 7—8. — § Blüten in Gruppen am verbreiterten Ende eines kurzen gemeinsamen Stiels; die Gruppen aus einer befruchteten Knospe entwickelt, axillär oder an vorjährigen Zweigen terminal; Sporangien mit schiefer Querriff geöffnet, Pollen mit Flugblasen. £ Blüten an kurzen beblätterten Seitenzweigen terminal, aufrecht; dieses Zweiglein später einen starken Zapfenstiel bildend; Zapfen aufrecht, groß, ähnlich wie bei *Abies*, aber mit nicht abfalligen, bleibenden Fruchtschuppen; Deckschuppe ungefähr halb so lang als Fruchtschuppe; Same mit Harzliicken, groß, lang geflügelt, Flügel glänzend, derb, festsitzend, um den Samen nach innen herumgreifend, so lang als Fruchtschuppe, bei der Reife etwas über deren Rand hervorstehend. — Bäume mit unregelmäßiger Verästelung. Blätter locker gestellt, Harzgänge zwei, an der Epidermis der Unterseite fast unmittelbar in den Blattecken, Blattnarben wie bei *Abies* kreisförmig. — Name nach Jean-Baptiste Keteleer, einem belgischen Züchter, geboren zu Bodeghem 1813. — Typische Art *K. Fortunei* (Murr.) Carr. —

3—4 Arten in China.

A. Fruchtschuppe nach oben zu verschmälert, rundlich-eiförmig, ungefähr so breit als lang, ganz kurz-genagelt, ganz kurz behaart, auf der Rückseite gestreift. *K. Davidiana* (Bertr.) Beissn. (*K. sacra* [David] Beissn., *Podocarpus sutchuenensis* Franch.), weit verbreitet in Zentral-, West- und Südwest-China bei 800—1500 m, teilweise waldbildend; 25—40 m hoch; junge Zweige kahl oder behaart; Blätter 2—5 cm lang, stumpf, ausgerandet oder spitzlich, beiderseits mit Spaltöffnungen, beiderseits glänzend dunkelgrün oder unterseits etwas glauk, beiderseits gekielt; Zapfen aufrecht, oblong, 6—15 (—20) cm lang, vor der Reife grün, dann braun; Deckschuppe schmal obovat, mit kurzer Spitze; Same mit Flügel bis 3,5 cm lang; var. *formosana* Hayata auf Formosa, Deckschuppe über der Mitte plötzlich rundlich verbreitert. Nahe verwandt, vielleicht mit *K. Davidiana* zu vereinigen, *K. Esquirolii* Leveillé, in Kwei-tschou. Ferner nahe verwandt *K. Evelyniana* Masters, in Yunnan; Blätter 4—5 cm lang, spitz; Zapfen eiförmig-zylindrisch, 5—6 cm lang, Fruchtschuppe eiförmig-oval, zurückgekrümmt, Deckschuppe aus breiter Basis langsam verschmälert.

B. Fruchtschuppe nierenförmig-gerundet, kahl, länger genagelt. *K. Fortunei* (Murr.) Carr. in Hongkong und Fokien; hoher Baum; junge Zweige behaart; Blätter 25—30 mm lang, ± gescheitelt oder allseitig locker gestellt, oberseits glänzend grün, unterseits blaugrün, an unteren Zweigen spitz, an oberen stumpf; Zapfen eiförmig-zylindrisch, 8—12 cm lang; Deckschuppe linealisch, oben gerundet, kurz abgesetzt gespitzt. — Zu *Keteleeria* gehört auch *Podocarpus Mairei* Lane'e et Lev. aus Yunnan.

Fossile Arten (R. Kräusel): *K. Löhri* Engelhardt et Kinkel (Abh. Senckenb. Ges. 29 [1908] 216) aus dem Pliozän von Frankfurt a. M. ist mit *K. Davidiana* verglichen worden.

3. *Pseudotsuga* Carrière, Traité Gén. Conif. ed. 2 (1867) 256 (*Abietia* Kent in Veitch's Manual Conif. New Ed. [1900] 474 z. Th. [incl. *Keteleeria*]; *Tsuga* Sect. *Pseudotsuga* Eichl. in E. P. Nat. Pfl. Fam. 1. Aufl. II. 1 [1887] 80; *Abies* Sect. *Peucoides* Spach Hist. Nat. Veg. XI [1842] 423).

Wichtigste spezielle Literatur: F. Graf von Schwerin, Die Douglasfichte, in Mitt. Deutsch. Dendr. Ges. (1922) 53—67. — A. Henry and Margaret G. Flood, The Douglas Firs, in Proc. Roy. Irish Acad. XXXV Sect. B no. 5 (1920) 67—92, T. 12—14.

Monözisch; § und § Blüten in den Achseln vorjähriger Blätter. § Blüten länglich, zylindrisch, am Grunde von zahlreichen ansehnlichen, rundlichen Knospenschuppen umgeben; Stain, zahlreich, Antheren mit kurzem, spornartigem Spitzchen, Sporangien mit schiefer Spalte geöffnet, Pollenkörner eiförmig-kugelig. § Blüten mit stark entwickelter Schuppenhülle; Zapfen im ersten Jahr reifend, hängend, nicht zerfallend; Deckschuppe viel schmäler als Fruchtschuppe, länger als diese, zwispaltig, die kräftige Mittelrippe in

5. *Picea* A. Dietrich, Flora der Gegend um Berlin (1824) 794 [*Pence* L. C. Rich. p. p.; *Abies* D. Don, in Loud. Arbor. Brit. IV [1838] 2293; *Veitchia* Lindl., in Gard. Chron. [1861] 265 [*V. japonica* Lindl. = *P. bicolor*]; *Pinus* Sectio *Picea* Endl. Syn. [1847] 112). — Bltten axillär an vorjährigen Zweigen, am Grunde von häutigen Schuppen umgeben; Antheren mit aufrechtem, breitem Spitzchen, Sporangien mit schiefer Längsriß aufspringend, Pollenkflügel mit Flugblasen. 2 Bltten einzeln an der Spitze vorjähriger Triebe, aufrecht; Zapfen meist hängend, im ersten Jahr reifend, dann im ganzen abfallend; Deckschuppen klein und schmal, zwischen den Fruchtschuppen versteckt; diese breit, nach dem Grunde meist keilförmig verschmalert, nach oben zu seltener deutlich verschmalert, meist breit gerundet, öfters am Ende ausgerandet, gezähnt oder ganzrandig; Same geflügelt, Flügel leicht ablösbar, den Samen selbst nur oberseits köpfartig deckend; Kottyledonen 5—10, gebogen aufwärts gerichtet. — Bäume, oft von beträchtlicher Höhe; unter der Endknospe quirlig gestellte Knospen, aus denen sich ein Astquirl am Stamm entwickelt; weitere Verzweigung mehr gegenständig und seitlich; Blattkissen am Zweig durch scharfe Furchen getrennt, mit stark vorspringendem Fortsatz, der nach Abfall des Blattes stehen bleibt, daher entblätterte Zweige stark hülckerig; Blätter mehrjährig ausdauernd (beim Trocknen der Zweige abfallend), mit 2 seitlichen Harzgangen, rings um den Zweig stehend oder unvollkommen gescheitelt, meist vierkantig (Querschnitt rhombisch) und mit Spaltöffnungsreihen auf allen vier Seiten, seltener ± flachgedrückt und nur auf der morphologischen Oberseite mit Spaltöffnungen, weißstreifige Oberseite oft durch Drehung nach unten gewendet (Bauchseite), die grüne Unterseite dann Rückenseite. — *Picea* bei Plinius Name eines Nadelholzes. — Typische Art: *P. excelsa* (Lam.) Link. —

Ungefähr 40 Arten, die größte Zahl in Ost-Asien (China und Japan), dann in Nordamerika, Nord- und Zentral-Asien (stidlich bis zum Himalaya), Europa (vgl. Verbreitung von *P. excelsa*). Über die Einteilung der Gattung vgl.: M. Willkomm, Forstl. Flora 2. Aufl. (1887) 67. — H. Mayr, Monogr. Abiet. Jap. Reich. (1890) 44. — Pardé, in Bull. Soc. Dendr. France (1911) 7—10. — Patschke, in Engl. Bot. Jahrb. XLVIII (1912) 733—736. Eine den Verwandtschaftsverhältnissen entsprechende Gruppierung aller Fichten-Arten ist bisher nicht gegeben worden; auch die Einteilung in drei Sektionen nach Mayr (*Morinda*, *Casicta* und *Omorica*) ist kaum natürlich.

Sekt. I. *Eupicea* Willkomm. Blätter mit vier Flächen und vier Kanten, auf allen Flächen mit Spaltöffnungsreihen, Querschnitt rhombisch; Zapfen hängend. Europa, Vorderasien, Nordasien: *Picea excelsa* (Lam.) Link 1841 (*Pinus Abies* L. 1753, *Abies Picea* Mill. 1768, *Pinus Picea* Du Roi 1771, *Pinus excelsa* Lam. 1778, *Picea rubra* Dietr. 1824, *Picea Abies* Karsten [1880 bis 1883], Fichte, Rottanne, Pechtanne).

Spezielle Literatur London, Arbor. Brit. IV (1838) 2293—2310. — Willkomm, Forstl. Flora 2. Aufl. (1887) 67—93. — C. Schroeter, Die Vielgestaltigkeit der Fichte, in Vierteljahrsschr. N. G. Zurich XLIII Heft 2, 3 (1898). — Schroeter und Kirchner, in Kirchner, Loew, Schroeter, Lebensgesch. Blütenpfl. Mitteleuropa I (1904) 99—155. — Ascherson-Graebner, Syn. Mitteleur. Fl. 2. Aufl. I (1913) 300—308. — V. B. Willrock, De *Picea excelsa* (Lam.) Lk. Praesertim de formis suecicis hujus arboris (Meddelanden om Gramen). In Act. Hort. Berg. V no 1 (1914) 91 S., 23 T. — P. Graebner fil., Beirträge zur Flora des Urwaldes von Bialowies, Beitr. zur Naturdenkmalpflege X, 3 (1925) 209—211.

Die Fichte hat eine weite Verbreitung in Europa und Nordasien (hier die var. *obovata*, die von Nordost-Skandinavien durch das nördliche Rußland und Nordasien bis nach Kamtschatka und den Kurilen reicht und besonders in Dahurien und im Altai große Wilder bildet); sie fehlt auf der Iberischen Halbinsel, in Italien, Griechenland, West-Frankreich, Belgien, Holland und Großbritannien, ebenso ist sie in Nordwest-Deutschland und großen Teilen des norddeutschen Flachlandes nicht ursprünglich; ihre Stidgrenze folgt den Stid-Alpen, dann tritt sie im nördlichen Balkan auf, in den Karpathen, im mittleren und nördlichen Rußland; in Finnmarken liegt ihre Nordgrenze bei 69° 30', in Norwegen bei 67°; in vielen Gegenden ihres Gebietes bildet sie große reine Bestände, so im Baltikum, im Harz, im Iser- und Riesengebirge, sonst in Deutschland auch mit der Tanne gemischt; die Höhengrenze liegt im Harz bei 1000 m, in den Sudeten im Mittel bei 1170 (bis 1250) m, in den Earpathen bei 1510 m, in den Bayrischen Alpen bei 1798 m, im Jura bei 1400 m, im Berner Oberland bei 1880—1980 (bis 2100) m, im Wallis bei 2000 (bis 2210) m; die Fichte stellt geringere Ansprüche an den Boden als die Tanne, sie liebt besonders kalkreichen Boden; Bewurzelung flach, weit ausstreichend, ohne tiefdringende Hauptwurzel; Stamm bis 50 (bis 60) m hoch, bis 2 m im Durchmesser, Krone spitz pyramidal, tief herabreichend, Borke hell- bis rotbraun, kleinschuppig, Rinde schwach, untere abwärts geneigt; junge Triebe kahl oder spärlich kurzhaarig; Blätter dicht ± allseitswendig absehend, 15—25 (bis 35) mm lang (langnadelig sind die Wipfeltriebe und einige Spielarten wie die Schlangenfichte), 1 mm breit, zusammengedrückt vierkantig mit 2 Längsfurchen (Querschnitt rhombisch mit abgerundeten Ecken, fast quadratisch bis mehr flachgedrückt), all-

tung wie die Strauch- oder Schneebruch-Fichte, deren Form auf Schneebelastung, Frost und Windwirkung zurückzuführen ist sowie auf Erschwerung der Wasserzufuhr im lange gefrorenen Boden. Der Stamm bleibt kurz und trägt tief hinab Aste, die Krone wird vielwipelig durch Abbruch des Hauptgipfels; strauchartige dichte Formen können oben wie geschoren aussehen, entsprechend der Höhe der schützenden Schneedecke, über die hinaus die Zweige absterben; ist hier noch ein kurzer Stamm vorhanden, so kommt in der Tundra schließlich eine niedrige Form vor, die nur kriechende, dem Boden anliegende Aste ausbildet. Bei höheren Formen können die dem Boden aufliegenden Aste Wurzeln schlagen, sich mit ihren Spitzen aufrichten und zu neuen Stämmen werden, die mit dem Mutterstamm verbunden sind (Senkerfichte). Freistehende Wetterfichten der Alpen bilden öfters eine umfangreiche Krone mit Seitengipfeln aus, ohne den Hauptgipfel zu verlieren. Bemerkenswert ist die f. *virgata* (*Abies excelsa* var. *virgata* Jacques, Schlangenfichte), Hauptäste ± einzeln, schwach verzweigt, veriangert, oft gewunden, Nadeln dicker und spitzer; vereinzelt im ganzen Gebiet. Ferner f. *viminalis* (*Pinus viminalis* Sparrman), von der vorigen dadurch verschieden, daß die Aste zahlreich quirlig angeordnet sind, während die Seitenäste sehr lang und dünn sind und ± herabhängen. Nach der Farbe der jungen Zapfen unterschied *Purkyně* var. *erythrocarpa* (junge Zapfen dunkelviolet) und var. *chlorocarpa* (junge Zapfen grün); beide im ganzen Gebiet. Wichtiger sind folgende Varietäten: Var. *acuminata* Beck, Fruchtschuppe in eine längere, ungezähnelte Spitze plötzlich verschmälert; im Gebiet der Fichte weit verbreitet. Var. *alpestris* (*P. alpestris* Stein); Rinde weißgrau; Triebe kurz dichthaarig; Blätter dick, bläulich bereift, Zapfen kleiner, Fruchtschuppen breit abgerundet, derb; in den mittleren und östlichen Schweizer Alpen. Var. *fennica* (*Pinus Abies* var. *fennica* Regel, *Pinus Abies* var. *medioxima* Nylander); Blätter auf der Oberseite der Zweige sehr dicht stehend, glanzend dunkelgrün; Zapfen bis 8 cm lang, weniger hängend, Fruchtschuppen stumpf; im nördlichen Skandinavien, im nördlichen Rußland, selten in der Schweiz. Var. *obovata* (Ledeb.) K. Koch (*P. obovata* Ledebour, vielfach als eigene Art angeführt); Triebe kahl oder schwach behaart; Blätter im Querschnitt fast quadratisch, bläulich-grün, meist scharf stechend; Zapfen nur 6 cm lang, Fruchtschuppen abgerundet, gestutzt oder schwach ausgerandet, meist weich und biegsam; Verbreitung siehe oben. Die Fichte liefert in ihrem Verbreitungsgebiet das am stärksten verwendete Bau- und Werkholz, ferner die wichtigste und billigste Gerbrinde (vgl. über letztere v. Höhnelt, Gerbrinden [1880] und ders., in Wiesner, Rohstoffe 3. Aufl. II [1918] 203 ff.). — *P. orientalis* (L.) Link, Sapindus-Fichte; Gebirge Kleinasien (Mysien, Phrygien, Taurus, Antitaurus), Armeniens, Transkaukasiens, oft geschlossene Wälder bildend; hoher, tief beästeter Baum; junge Zweige behaart; Blätter gerade, sehr kurz und dick, dunkelgrün, stumpf, 5–11 mm lang; Zapfen eiförmig, 5–8 cm lang, Fruchtschuppen fast kreisrund, Samen schwarzlich, mit kurzem, breitem Flügel.

Nordamerika: A. Fruchtschuppen nach oben breit gerundet. *P. canadensis* (L.) Britton, Sterns et Poggenburg (*Abies canadensis* Mill. 1768, *Pinus alba* Aiton 1789, *Picea alba* Link 1831, Schimmelfichte, White Spruce); im nördlichen Nordamerika weit, aber nicht allgemein verbreitet, Labrador, dann westlich der Hudson-Bay von Kap Churchill durch Britisch-Nordamerika bis zur nördlichen Waldgrenze, an der Behring-Strasse bis 66° 44', nordöstliche Vereinigte Staaten, an der pazifischen Seite in den Rocky Mountains südlich bis zum nördlichen Montana; meist mit 20–25 m, selten bis 40 m hoch; junge Zweige kahl; Blätter von quadratischem Querschnitt, gebogen, spitz, blaugrün; Zapfen schmal, 3–6 cm lang, Fruchtschuppen dünn und biegsam, fast kreisrund, oben etwas ausgerandet, hellbraun. Das Holz ist leicht und weich, wird besonders zur Herstellung von Papiermasse benutzt. — *P. Mariana* (Miller) Britton, Sterns et Poggenburg (*Abies Mariana* Miller 1768, *Pinus nigra* Aiton 1789, *Picea nigra* Link 1831); Britisch-Nordamerika, Labrador, dann Nordgrenze von der Mündung des Nelson-River nordwestlich nach dem Mackenzietal bei 65°, nordöstliche Ver. Staaten, langs der Alleghanies bis zum nördlichen Virginia; besonders im Norden auf sumpfigem Gelände und in Niederungen; junge Zweige kurzhaarig, steif; Blätter 6–18 mm lang, bis 1,5 mm breit, blaugrün glanzend; Zapfen 2–3,5 cm lang, eiförmig, reif mattbraun, lange festsitzend; Fruchtschuppen starr, gerundet, oben gezähnt. Holz wie bei voriger Art; durch Kochen der Zweige wird Spruce beer bereitet. — Nahe verwandt *P. australis* Small, in trocknen Berggegenden von Virginia und Nordkarolina; junge Zweige dünn, kahl; Blätter kaum 1 mm breit; Zapfen bald abfallig, meist unter 2,5 cm; ferner *P. albertiana* S. Brown in Britisch-Kolumbien, Alberta; kleinerer Baum; junge Zweige unbehaart; Blattkissen mehr als 1 mm vom Zweig abstehend, stark zurückgekrümmt; Blätter blaugrün 1,5–2,5 cm lang; Zapfen eiförmig, 2,5–3,5 cm lang, bald abfallig, Fruchtschuppen breit gerundet, ganzrandig. — *P. rubra* (Lambert) Link (*P. rubens* Sargent, Red Spruce); vom Tal des St. Lorenz und der Prince Edwardinsel nach den nordöstlichen Küstentaaten, ferner New England, New York und durch die Alleghanies bis Nordkarolina; Blätter dunkelgrün glanzend; Zapfen eiförmig-oval, 3–5 cm lang, hell rotbraun glanzend, Fruchtschuppen gerundet, ungezähnt. Die Art ist jetzt der wichtigste Holzlieferant für die Nordoststaaten, das Holz ist aber wenig dauerhaft.

B. Fruchtschuppen oval oder rhombisch; Blätter blaugrün. *P. Engelmannii* (Parry) Engelman (*P. columbiana* Lemmon); in den Rocky Mountains von Alberta südwärts bis zum nördlichen New Mexiko und Arizona, dann in Washington, Oregon, Idaho, waldbildend in hSheren Gebirgslagen; hochwüchsiger Baum oder in hohen Lagen niedrig; junge Zweige behaart; Blätter

Zapfen 10—15 cm lang, Fruchtschuppen verkehrt-eiförmig, abgerundet, ganzrandig. — *P. Schrenkiana* Fisch. et Mey., in Zentralasien (Alatau, Tianschan, Nanschan, Alaschan); Blätter 20—40 mm lang, mattgrün, schmal; Zapfen 7—9 cm lang, Fruchtschuppen ganzrandig. Verwandt *P. tianschanica* Rupr. in Turkestan, mit längsgestreiften, am Rande verdickten Schuppen, und *P. crassifolia* Komarov in Nordchina, südlich vom See Kuku-nor, mit dünnen, am eingebogenen Rande unregelmäßig ausgebissenen Schuppen.

Sekt. II. *Omorika* Willk. Blätter zusammengedrückt, ± abgeflacht, beiderseits gekielt, nur auf der morphologischen Oberseite mit Spaltöffnungsreihen; die Blätter sind an horizontalen Zweigen meist so gedreht, daß die morphologische Oberseite nach unten gewandt ist (Bauchseite); Unterseite (bei Drehung Rückenseite) glänzend grün; Zapfen alle hängend oder die oberen abstehend. — 10 Arten, davon eine in Europa, zwei im westlichen Nordamerika, die anderen in Ostasien. *P. omorika* (Pančić) Willk. (meist *P. omorica* geschrieben, *Pinus Omorika* Pančić 1876; *Omorika-Fichte*); die Art wurde von Pančić 1875 bei Zaovina in Südwestserbien entdeckt, später auch im angrenzenden Bosnien und Montenegro aufgefunden; wahrscheinlich war der Baum früher von weiterer Verbreitung und hat sich nur in spärlichen Resten, besonders in feuchten, schattigen Felschluchten des Gebietes, sonst auch einzeln oder* in Gruppen in den Mischwald eingesprenkt erhalten; bis ca. 40 m hoch, Stamm verhältnismäßig dünn, hoch hinauf astfrei, mit schmaler Krone; Borke graubraun, sich leicht schuppig ablösend; Blätter älterer Zweige ± gescheitelt, 8—17 mm lang, kurz gespitzt, beiderseits stumpf gekielt, die weißstreifige Oberseite nach unten kehrend; Zapfen rotbraun, hängend; Fruchtschuppen anliegend, rundlich, Deckschuppe sehr klein, Samen schwarzbraun, mit verkehrt-eiförmigem, bis 10 mm langem Flügel (vgl. R. v. Weinstein, die *Omorika-Fichte*, *Picea Omorica* (Panč.), in Sitz. Ber. Akad. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Classe XCIX. I, 1890 [1891,] wo auch die ältere Literatur zusammengestellt). — In Nordamerika: *P. sitchensis* (Bong.) Carr. (*P. Menziesii* [Dougl.] Carr.), westliches Nordamerika von Kodiakinsel durch die Küstenregion von Alaska, Britisch-Kolumbia, Washington und Oregon bis Mendocino County in Kalifornien, besonders auf sandigen und sumpfigen Standorten; meist 30 m hoch, selten bis 60 m hoch; Zweige kahl; Blätter dünn, rings um den Zweig gestellt, 15—20 mm lang, 1—1,5 (bis 2) mm breit, scharf gespitzt, beiderseits gekielt, zusammengedrückt, unterseits dunkelgrün, oberseits mit bläulich-weißen Streifen; Zapfen 5—8 cm lang; Fruchtschuppe dünn, oval, im reifen Zustande abstehend, gezahnt, Deckschuppe $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ der Fruchtschuppe erreichend. — *P. Breweriana* Wats., in trockenen Bergregionen in Nordkalifornien und Oregon; Blätter abgeflacht; Zapfen oval; Fruchtschuppe umgekehrt eiförmig, dünn, abspreizend. — In Ostasien: *P. jezoensis* (Sieb. et Zucc.) Carr. (*P. ajanensis* Fisch., *P. hondoensis* Mayr), Amurgebiet, Mandschurei, Sachalin, Yesso, Hondo 1600—2700 m; Zweige kahl; Blätter 0,8—3 cm lang, 2 mm breit; Zapfen locker gebaut, 3—8 cm lang; Fruchtschuppen rhombisch-oval. — *P. brachytyla* (Franch.) Pritzl in Zentralchina, Blätter 12—15 mm lang; Zapfen 7—9 cm lang; Fruchtschuppen breiter als lang, im oberen Teil breit gerundet. — *P. complanata* Mast, in Zentralchina; Blätter 15—22 mm lang, 1 mm breit; Zapfen 11—14 cm lang; Fruchtschuppen oben breit abgeschnitten-gerundet, nach der Basis verschmälert; ferner in Zentralchina *P. pachyclada* Patschke, *P. ascendens* Patschke, *P. Sargentiana* Render et Wilson. — Im Himalaya (Sikkim, Bhootan) *P. spinulosa* (Griff.) Henry (*P. morindoides* Render); Zweige hängend; Blätter 25—35 mm lang, mit starrer Spitze, etwas abgeflacht, deutlich gekielt, kantig; Zapfen 8 cm lang.

Fossile Arten (R. Kräusel): Reste, die mit einiger Sicherheit zu *Picea* gestellt werden können, finden sich schon in der Unteren Kreide Belgiens, andere sind aus Oberer Kreide (*P. protopicea* Velenovsky in Böhmen) und Eozän bekannt. Im späteren Tertiär sind Nadeln und Zapfen häufiger. Ein Teil davon steht *P. excelsa* u. a. nahe, so *P. excelsa* var. *alpestris* Glöckl aus dem Pliozän Süddeutschlands. *P. excelsa* selbst ist mehrfach für präglaziale und glaziale Schichten angegeben worden (Holland, England, Nordamerika). Erwähnt sei noch die Bernsteinfichte, *P. Engleri* Conw., die *P. ajanensis* nahesteht, sowie *P. omorikoides* Weber aus sächsischem Präglazial, der *P. omorika* sehr ähnlich. Über fossile zu *P.* zu stellende Hölzer siehe S. 406.

6. *Pseudolarix* Gordon, The Pinetum (1858) 292; Hemsley, in Bot. Mag. T. 8176 (1908) (*Laricopsis* Kent in Veitch's Man. Conif. New Ed. (1900) 403, Fig. 105 u. 106.) — § Blüten am Ende blattloser Kurzzweige zahlreich gebüschelt (bis 30), gestielt, die Blüten von dünnen Schuppen umhüllt, die fast so lang als die Stiele sind; Stam. mit fast kugeligen, quergeöffneten Sporangien, Schuppe über die Sporangien hinaus kaum veriangert oder mit kleinem oder an den oberen Blüten längerem 2—3zähligen Spitzchen; Pollen mit Flugblasen. 2 Blüten kugelig, am Ende eines Kurzzweiges, am Grunde von einer Anzahl Blätter umgeben. Zapfen eiförmig-oval, aufrecht, mit abfälligen Schuppen; Deckschuppen viel kürzer als Fruchtschuppe, eiförmig-lanzettlich, ganzrandig oder schwach gezahnt; Fruchtschuppen eiförmig, stumpf oder zweispitzig, ledrig, am Grunde holzig, locker gestellt, abspreizend, mit den reifen Samen abfällig; Samen geflügelt, Flügel so lang als Fruchtschuppe, der Hälfte der Fruchtschuppe im Umriß entsprechend, derb, fest angewachsen, die Samenoberseite vollständig deckend, nur wenig herumgreifend und das Mikro-

rangien längs aufspringend, Pollen ohne Flugblasen. \$ BlÜten an beblätterten Kurz-
zweigen, am Grunde von Knospenschuppen umgeben, fast kugelig; Deckschuppe länger
als die gerundete Fruchtschuppe, Mittelnerv in eine Spitze auslaufend. Zapfen eiförmig
bis fast kugelig, durchschnittlich klein, am Ende des Blütejahres reifend, nicht zerfallend,
2—3 Jahre am Zweig haftend, dann abfallend; Fruchtschuppen lederig-holzig, fast kreis-
rund, oder oval bis obovat, locker oder dichter deckend; Same ohne Harzlücken, geflügelt,
der Flügel mit der Samen-Oberseite fest verwachsen und am Mikropylar-Ende schmal
kappenförmig herumgreifend; Kotyledonen ca. 6. — Bäume mit meist kegelförmiger Krone
und rissiger Borke; Äste oft hängend, relativ schwach, nicht regelmäßig quirlig gestellt, in-
dem auch von der Rinde überwachsene Kurzzweige wieder auswachsen können und
»Stammsprosse« entwickeln; Kurzzweig© wenigjährig, vertrocknet als Höcker an den Lang-
zweigen stehenbleibend; Blätter einjährig (sommergrün), zerstreut an den Langzweigen,
gebüschelt an den Kurzzweigen, schmal, selten 4kantig, meist oberseits gerundet, unter-
seits gekielt und mit Spaltöffnungsreihen; Harzkanäle zwei seitlich nahe der Epidermis.—
Larix Name der Lärche bei römischen Schriftstellern. — Typische Art *L. decidua* Mill.
(*Pinus Larix* L.).

10 Arten in Gebirgen sowie in subarktischen Gebieten der nördlichen Hemisphäre.

A. Zapfen verhältnismäßig groß, mit zahlreichen Reihen von Fruchtschuppen übereinander;
Deckschuppe mit ihrer Spitze die Fruchtschuppe überragend (Sect. *Multiseriales* Patschke). —
Aa. Herausragende Spitze der Deckschuppe stark zurückgekrümmt. — Aaa. Zapfen bis 7 cm lang,
purpurbraun, Deckschuppe deutlich ausgerandet, mit abgesetzter Spitze. *L. Griffithii* Hook. f. im
Himalaya, Bhutan (2000—3200 m), Nepal, Sikkim (2700—4000 m); bis 20 m hoch, Äste lang, Zweige
dünn, hängend, sehr bald kahl; junge Zweige grünlichgelb oder hellbraun; Blätter spitzlich, 25 bis
35 mm lang; Fruchtschuppe breit obovat. — Aa/?. Zapfen 3—4 cm lang, braun, Deckschuppe lang-
sam in die Spitze ausgehend. *L. Mastersiana* Rehder et Wilson in China, West-Setschuan; 10—20 m
hoch, Zweige gelbbraun, bald kahl; Blätter 20—30 mm lang, leicht papillo; Fruchtschuppe nieren-
förmig-kreisförmig. — Ab. Herausragende Spitze der Deckschuppe ± aufrecht. — Aba. Deck-
schuppe langsam in die Spitze ausgehend. *L. Potaninii* Batalin (*L. thibetica* Franch., *L. chinensis*
Beissn.), in China, West-Setschuan, Kansu, Schensi, Yunnan, in West-Setschuan von 2500 m bis zur
Baumgrenze, in der alpinen Region bestandbildend; in günstiger Lage bis 25—30 m hoch; Zweige
hängend, orangebraun oder purpurbraun; Zapfen 3—4,5 cm lang, reif violett-purpurfarben. —
Ab/?. Deckschuppe ausgerandet, mit abgesetzter Spitze. *L. occidentalis* Nutt., im westlichen Nord-
amerika, 700—2300 m ii. M., besonders im Gebiet des oberen Columbia-River, Nord-Montana, Oregon,
Nord-Idaho; die hochwüchsigste Lärchenart, in bester Lage bis 80 m hoch, sonst bis 30—40 m;
Blätter steif, spitz, hellgrün, 25—35 mm lang, unterseits stark gekielt; Zapfen 25—40 mm lang;
Fruchtschuppe fast kreisförmig, unterseits unterhalb der Mitte behaart. Holz hellrot, hart und
schwer, bestes Coniferenholz Nordamerikas.—*L. Lyallii* Parl., im westlichen Nordamerika, Britisch-
Kolumbien, Nord-Washington; bis 25 m hoch; junge Zweige filzig behaart; Blätter vierkantig, starr,
kurzspitzig, hell-blaugrün, 25—40 mm lang; Zapfen 25—50 mm lang, Fruchtschuppe obovat, am
Rand weißlich behaart.

B. Zapfen klein, mit 5—12 Reihen von Fruchtschuppen übereinander; Deckschuppe kürzer als
Fruchtschuppe (Sect. *Pauciseriales* Patschke). — Ba. Fruchtschuppe am Rande dttm, am oberen
Ende zurückgekrümmt. *L. Kaempferi* (Lamb.) Sargent (*L. leptolepis* [Sieb. et Zucc] Gord.), in
Japan, Zentral-Hondo verbreitet, von 500—2300 m; bis 30 m hoch, mit schmaler Krone; Blätter blä-
ugrün, unterseits stark gekielt, beiderseits mit Spaltöffnungen; Zapfen breit eiförmig, 1,5—3 cm lang.
— Bb. Fruchtschuppe derb, nicht zurückgekrümmt, ± konkav. — Bba. Fruchtschuppen oben ab-
geschnitten oder ausgerandet. *L. Gmelini* (Rupr.) Ledeb. (*L. dahurica* Turcz. ex Trautv.), weit-
verbreitet in Ostsibirien, in der Mandschurei, im Amurgebiet, im mittleren Kamtschatka; niedriger
Baum oder im arktischen Gebiet niederliegend strauichig; junge Zweige kahl oder fast kahl, selten
kurz weichbehaart, bläugeln; Blätter vierkantig, bis 30 mm lang; Zapfen 15—25 mm lang, Deck-
schuppe y* so lang als Fruchtschuppe, eiförmig bis lanzettlich; var. *Principis Rupprechtii* (Mayr),
in Nord-China, Schensi; Zapfen bis 4 cm lang, Übergänge zur Normalform in der Mandschurei und
in Korea; var. *japonica* Maxim. (*L. kurilensis* Mayr, *L. kamtschatica* [Rupr.] Carr.), auf Sachalin
und den Kurilen; junge Zweige rötlich, ± behaart oder selten kahl; Zapfen 1,5—2,5 cm lang; ver-
wandt *L. olgensis* Henry, von Ussuri, Olga-Bay. — J Bbjs. Fruchtschuppen oben gerundet. *L. laricina*
(Du Roi) K. Koch (*L. americana* Michx., *L. microcarpa* [Lamb.] Desf., *L. pendula* [Ait.] Du Mont
de Courset [auch als Hybride zwischen *L. decidua* und *L. laricina* angesehen], *L. alaskensis* Wight),
subarktisches Nordamerika (im Westen bis über 65°, an der Labrador-Küste bis 58°), Kanada, nörd-
liche Vereinigte Staaten, besonders in sumpfigen Gebieten; bis 20 m hoch, an der Nordgrenze des
Verbreitungsgebietes viel niedriger; Zweige kahl; Blätter dreikantig, unterseits stark gekielt, 20 bis
30 mm lang; Zapfen oval, stumpf, ca. 1,5 cm lang, aus ca. 20 Schuppen zusammengesetzt. — *L. si-
birica* Ledeb. (*L. intermedia* [Fisch.] Turcz.), von weitester Verbreitung, große Waldungen bildend,
Östliche Karpathen (?), Nordost-Rußland (bis 66°—67° an der Küste des Weißen Meeres), Mittel-

lichen und siebenbürgischen Karpathen, im Hiigelland Stidpolens. (Die polnische Form wird auch als eigene Art betrachtet [*Larix caducifolia* Gilib. pr. p., *L. polonica* Racib., vgl. Z. Woycicki, Vegetationsbilder aus dem KOnigreich Polen, 1912].) Die Lsrche ist vorzugsweise ein Hochgebirgsbaum, der die Baumgrenze bildet; in der Dauphine" liegt die H6hengrenze bei 2500 m, in den Zentralalpen bei 2000—2400 m, in den Karpathen bei 1580 m, im Gesenke bei 870 m; die untere Grenze liegt in der Schweiz bei 420—1000 m, im Gesenke bei 357 m; auflerhalb ihres natrlichen Verbreitungsgebietes wird die Lsrche in Mitteleuropa, England usw. viel angepflanzt. Der Baum wird bis ca. 30 m hoch, er entwickelt keine starke Pfahlwurzel, die meisten Seitenwurzeln biegen aber bald abwärts und bilden einen Kranz kr&ftiger Wurzeln. Aste ziemlich schwach, Zweige hangend, Benadelung licht; junge Zweige kahl, hell-grnlichgelb; Blätter 10—30 mm lang, 30—40 am Kurztrieb, Stumpffich, hellgrn; £ Blttte purpurrot; Zapfen lnglich-eifrmig, 2—4 cm lang, hellbraun, Fruchtschuppen eifrmig-rundlich, am Ricken gefurcht-gestreift, kahl, Deckschuppen zweizahnig mit abgesetzter Spitze, $\frac{2}{3}$ so lang als Fruchtschuppen, untere mit den Spitzen zwischen den Fruchtschuppen sichtbar. Das Holz der Lsrche ist iiberaus dauerhaft, namentlich unter Wasser, der Splint i&st gelblichweil, das Kernholz r6tlich; besonders die Baume von grOfieren H6hen in den Alpen besitzen ein sehr dauerhaftes, rotes Holz.

Fossile Arten (R. Kräusel): *L. fossilis* Lauby ist ein Zapfen aus dem Tertiär Frankreichs, *L. decidua* wird für pliozäne Schichten angegeben. Auch durch Holzfunde ist das Auftreten der Gattung im Tertiär belegt. (Vgl. S. 406).

8. **Cedrus** [Trew] Link, Handb. zur Erk. der Gewächse II (1831) 479, Linnaea XV (1841) 537; Loudon, Arbor. Brit. IV (1838) 2042 (*Larix* spec. aut., *Finns* Sect. *Cedrus* Endl. Syn. [1847] 135). — Bltten einzeln an Kurzzweigen an Stelle der Endknospe. \$ Bliiten am Grunde von einem Blattbüschel umgeben, aufrecht, grofi; Stam. zahlreich, Endschuppe ansehnlich, halbelliptisch bis eif6rmig, gezähnt, Sporangien der Länge nach aufspringend; Pollen mit Flugblasen. 2 Bltten einzeln aufrecht, am Grunde von einem Blattbüschel umgeben. Zapfen im zweiten oder dritten Jahr reifend, auf dickem Stiel, aufrecht, aus dicht iibereinanderfallenden, fest zusammenschließenden Schuppen zusammengesetzt, schlieflich zerfallend; Deckschuppe zwischen den Fruchtschuppen versteckt, sehr klein; Fruchtschuppe holzig, grofi, breiter als lang; Same mit Harzlücken, geflügelt, Flügel den Samen aufien deckend, nicht auf die Unterseite herumgreifend, sehr grofi, bleibend; Embryo mit 8—10 Kotyledonen. — Grofie, immergrüne, unregelmäßig verStete Bäume mit dicker, rauher, kleinschuppiger Borke; Knospen klein, eif6rmig, wenigschuppig; Langzweige mit spiralig zerstreuten Blättern, in deren Achseln Kurzzweige mit Blattbüscheln entstehen, Kurzzweige oft stärker verlängert als bei *Larix*, mehrjährig, 6*ters zu Langzweigen auswachsend, Blattbüschel mit zahlreichen mehrjährigen Blättern. Blätter stair, spitz, zusammengedrückt, 3—4kantig, auf alien Seiten mit Spalt(5ffnungen; HarzgSnge zwei randständig. — *xedgos* war ein Name für verschiedene Coniferen im Altertum (*Cedrus*, *Juniperus*). — Typische Art: *C. libanitica* Trew (*C. libanotica* Link).

4 Arten im Mediterrangtiet und im West-Himalaya; diese sind sehr nahe miteinander verwandt und können ebenso gut als Variet&ten oder Subspecies einer Art betrachtet werden. Alle Bind Bergbewohner, und ihre Areale sind durch weite Gebiete voneinander getrennt. *Cedrus libanitica* Trew (1757)*) (*Pinus Cedrus* L. 1753, *Larix patula* Salisb. 1807, *Abies Cedrus* Poir., *Cedrus libanotica* Link 1831, *Cedrus Libani* Barr. ex Loudon 1838 et aut., *Cedrus patula* [Salisb.] K. Koch 1873), auf dem Taurus und Antitaurus bei 1300—2000 m, teilweise waldbildend mit *Abies cilicica* und *Juniperus foetidissima*, ferner auf dem Libanon. Das letztere Vorkommen ist das bekannteste des seit alten Zeiten hochberühmten Baumes, dessen Holz zum Bau des Tempels Salomons gedient haben soil. Nach vielen Berichten älterer und neuerer Reisender (vgl. z. B. Bull. Soc. Dendr. France 1911) ist auf dem Libanon nur noch ein Geh&lz von Zedern bei der Ortschaft Bscherre vorhanden; unter den Bitumen sind nur wenige stattliche Exemplare, deren Alter fraglich ist; ihr Umfang erreicht 5,60—6,90 m, andere weit h&here Angaben sind iibertrieben. Baum bis 40 m hoch, in der Jugend von breit pyramidalem Wuchs, spater weitausspreizend mit starken Asten und breiter, flacher Krone, Zweige nicht iiberhangend; Blätter zu 30—40 gebtischelt, steif, spitz, stumpf zusammengedrückt 4kantig, 15—35 mm lang, dunkelgrün (oder in der auch wild vorkommenden f. *glauca* hell blaugrün); Zapfen harzig, eif6rmig, abgestutzt, 6,5—12 cm lang, reif graubraun; Deckschuppe nur ca. 4 mm lang, lanzettlich; Fruchtschuppe grofi, auf dem Ricken rostrot kurzfilzig, im

*) Ch. J. Trew, *Cedrorum Libani Historia earumque character botanicus cum illo Laridis, Abietis Pinique comparatus*. Nttrnberg 1757. Der Autor gibt 2 Tafeln mit Habitusbild und Analysen und bemerkt p. 4: Tab. prior *Cedri Libaniticae* totus habitus . . . delineatus. Da die Figuren-Erklärung genau gegeben wird, ist kein Zweifel, daß der Name *Cedrus libanitica* gtiltig ist. Der Name *libaniticus* ist wahrscheinlich von dem griechischen Adjektiv *heaving*, *iSog* gebildet.

Manche der oben genannten Zapfen aus Kreide und Alttertiär können als Mittelformen von *Cedrus* und *Pinus* angesehen werden. Dies gilt auch von

Apterostrobos Gothan et Nagel (a. a. 0. [1920] 121) Zapfen länglich-gestreckt, Zapfenschuppen mit *Cedrus* übereinstimmend, Samen zu je zwei auf jeder Fruchtschuppe, von der Größe und Form einer Erbse, ungeflügelt, Deckschuppen fehlend oder kaum ausgebildet.

A. cedroides Goth, et Nag. im Unter-Eozän bei Greifswald.

9. **Pinus** L. Spec. PL (1753) 1000 (hier in weiterem Sinne, incl. *Cedrus*, *Larix*, *Picea*, *Abies*; *Pinus* Necker, Clem. III [1791] 269; *Cembra* Opiz, Seznam [1852] 27; *Strobilus* Opiz, in Lotos IV [1854] 94; *Caryopitys* Small, FL Southeast. Un. St. [1903] 29 [Typus: *C. edulis* (Engelm.) Small = *P. edulis* Engelm.]).

Wichtigste spezielle Literatur: A. B. Lambert, Description of the genus *Pinus*, Folio 1803, 1824, 1837, 8° 1832. — Parlatores, *Pinus* Subgen. *Pinus*, in DC. Prodr. XVI. 2 (1864) 378—407. — Engelmann, Revision of the genus *Pinus*, in Trans. St. Louis Acad. Sc. IV (1880) 161—185. — E. Koehne, Deutsche Dendrologie (1893) 28—40 — Ch. Mohr, The Timber Pines of the Southern Un. St., Bull. 13 U. S. Dep. Agric. Div. Forestry (1896). — Ch. Sprague Sargent, The Silva of North America XI (1897). — H. Mayr, Die Waldungen von Nordamerika (1890) 425—428; Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa (1906) 340—390. — M. T. Masters, A general view of the genus *Pinus*, in Journ. Linn. Soc. XXXV (1904) 560—659, T. 20—23. — W. Zang, Die Anatomie der Kiefernadel und ihre Verwendung zur systematischen Gliederung der Gattung *Pinus*. Diss. Gießen (1904), 48 S., 5 T. — Kirchner, Loew, Schröder, Lebensgesch. BIUtenpfl. Mitteleurop. I. 1 (1906) 175—280. — G. Russell Shaw, The Pines of Mexico, Publ. of the Arnold Arb., no. 1 (1909), 29 S., 22 T.; The Genus *Pinus*, ebenda no. 5 (1914) 96 S., 39 T.; Notes on the Genus *Pinus*, in Journ. Arn. Arbor. V (1924) 225—227. — J. W. Bailey, Anatomical characters in the evolution of *Pinus*, in Americ. Natur. XLIV (1910) 284—293. — P. Ascherison u. P. Gräebner, Synopsis Mitteleur. Flora 2. Aufl. I. (1913) 316—355. — W. Schneider, Vergleichend-morphologische Untersuchung über die Kurztriebe einiger Arten von *Pinus*, in Flora CV (1913) 385—446, T. 15. — R. B. Thomson, The spur shoot of the Pines, in Bot. Gaz. LVII (1914) 362—385, T. 20—23. — H. Teuscher, Bestimmungstabelle für die in Deutschlands Klima kultivierbaren *Pinus*-Arten, in Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. (1921) 68—114. — M. J. Laurent, Contribution à l'étude du *Pinus monophylla*, in Rev. Génér. de Bot. XXXVII (1925) 5—21, T. 1-4.

§ Blüten zahlreich schraubig gedrängt an Stelle von Kurztrieben am Grunde junger Langtriebe, in der Achsel von häutigen Deckblättern; Stam. zahlreich, Anthere mit verschieden geformter, oft breiter Endschuppe, Sporangien längs aufspringend, Pollenkörner mit Flugblasen. § Blüten an Stelle von Seitenzweigen nahe der Spitze junger Langtriebe, scheinbar endständig (subterminal) oder seitenständig (lateral, vgl. unten), einzeln oder zu mehreren, sitzend oder gestielt, am Grunde von häutigen Schuppenblättern umgeben; Deckschuppe häutig, kürzer als die Fruchtschuppe, später verkümmert; Fruchtschuppen breit, abgerundet. Zapfen gerade oder ± gekrümmt, von sehr verschiedener Größe bei den Arten, zuletzt meist im ganzen abfällig oder am Zweig persistierend; Samenreife 2—3jährig; Fruchtschuppen holzig, keilförmig prismatisch oder abgeflacht, gegen das Ende hin ± verdickt, der am geschlossenen Zapfen äußerlich sichtbare schildförmige Endteil (Apophyse) entweder ± pyramidal mit erhabenem zentralen oder nach einer Seite verschobenen Gipfel (Umbo), der öfters in eine Spitze (Mucro) ausläuft, oder (Section *Cembra* und *Strobilus*) mit endständigem Umbo (die Apophyse im Vergleich zur vorigen gleichsam halbiert); Fruchtschuppen bis zur Samenreife fest zusammenschließend, dann beim Aufspringen nach außen gekrümmt, selten Zapfen nicht aufspringend, zerfallend; Samen selten ungeflügelt, meist mit reitendem, auch außen den Samen nur unvollkommen deckendem, fest angewachsenem oder leichter ablosbarem Flügel; Kotyledonen 4—15. — Gesellig wachsende, lichtliebende Bäume mit Langzweigen und Kurztrieben; nur im ersten bis höchstens zum dritten Jahre folgen an den Langtrieben Nadelblätter auf die Kotyledonen, sonst an den Langtrieben nur trockenhäutige Schuppenblätter, in deren Achseln ganz kurze beblätterte Kurztriebe entstehen; Kurztriebe mit häutigen Niederblättern und meist 2—5 (selten 1 oder bis 8), 3—6 Jahre bleibenden Nadelblättern, zwischen denen die nicht weiter entwickelte Terminalknospe steht; der Jahreszuwachs aus der Winterknospe aus einem Stockwerk oder aus mehreren bestehend, wobei dann jedes Stockwerk durch die blattlose Basis und eventuell die subterminalen Knospen (resp. § Blüten) charakterisiert ist; Krone ursprünglich pyramidal, später dadurch, daß die Äste stärkeres Längenwachstum als der Stamm zeigen, abgeflacht bis zu flacher Schirmkronenform; Wurzel-

Sibirien*); sie ist, bis zur Höhengrenze hochwüchsig, in den Alpen und Karpathen ein Charakterbaum des oberen Waldgürtels (in der Zentralschweiz bis ca. 2500 m, in kräftigen Exemplaren selten über 2300 m), aber überall im Rückgang begriffen, besonders in den Karpathen, wo sie, früher weitverbreitet, heute im allgemeinen ein seltener Baum ist (vgl. Pax, Karpathen, in Veget. der Erde); in Rußland liegt ihre Westgrenze etwa im Gebiet der unteren Dwina, die Nordgrenze bei 65°, in Westsibirien bei 66—68°, nach Osten zu tiefer, im Amurgebiet kommt sie südlich des Jablonoi- und Stanowoi-Gebirges vor. Baum, in der Jugend von pyramidalem Wuchs, später meist mit unregelmäßiger, an exponierten Stellen zerrissener Krone, langsam wachsend, im Alter meist mehrgipfelig, dicht benadelt; junge Zweige kurz samtig rotgelb filzig-behaart; Blätter 5—9 cm lang, steiflich, spitz[am Rande fein gesägt, im Querschnitt ungefähr gleichseitig-dreieckig; Zapfen fast kugelig bis eiförmig, 5—8 cm lang, im Frühjahr des dritten Jahres mit den Samen abfallend, reif hell zimtbraun; Fruchtschuppe breit, die Apophyse bis 2 cm breit, schwach konvex, mit stumpfem Umbo, oberseits und unterseits mit Höhlungen zur Aufnahme der Samen; Samen (Zirbelnüsse) groß und schwer, bis 12 mm lang, außen nur von einem schmalen, dünnen Flügelhaut-Rest zangenförmig umschlossen, mit viel fettem Öl und Stärke, wohlschmeckend, von Tieren (Eichhörnchen usw.) begehrt, die die größte Menge der Samen vernichten, sie aber auch verschleppen; das harzreiche Holz ist durch Zähigkeit und Dauerhaftigkeit ausgezeichnet, im Kern anfangs hellgelblich, dann bis braunrot nachdunkelnd. — Nahe verwandt, oft auch als Varietät der vorigen Art bezeichnet, *P. pumila* Regel (*P. cembra* B. *pumila* Pallas, Legarve), im östlichen Sibirien bis 68° 30', Kamtschatka, Sachalin, südlich durch das Amur-Gebiet bis zur Mandschurei und Nord-Korea, in Japan in Hondo auf höheren Gebirgen, in Yesso bis auf 1000 m herabgehend; kriechend, Dickichte bildend, buschig, bis 2—3 m hoch, ohne Hauptstamm, die Hauptäste öfters bis 15 m lang kriechend, niederliegend und wurzelnd, die Seitenäste ansteigend; junge Zweige rotbraun behaart; Blätter 4—7 cm lang; Zapfen eiförmig, 3—4,5 cm lang, bald vergehend, zerbrechlich. — *P. koraiensis* Sieb. et Zucc, in Japan, Hondo, zerstreut bei 700 bis 1600 m, im Amur-Gebiet südlich bis Korea, westlich bis zur Mandschurei; bis 30 m hoch, mit lockerer, ± pyramidalen Krone; junge Zweige rotbraun behaart; Blätter starr, dreikantig, scharf gezähnt, 6—10 cm lang, nur an der Bauchseite mit Spaltöffnungen; Zapfen eiförmig-zylindrisch, 9—14 cm lang, nicht aufspringend; die Fruchtschuppen trocknen zusammen und legen die Samen bloß, die nur durch Zerfallen des abgefallenen Zapfens frei werden; Fruchtschuppen breit rhombisch-keilförmig, an der Spitze zurückgebogen, runzelig, bis 3 cm lang; Samen bis 14 mm lang, außen von der ganz erhalten gebliebenen Flügelhaut völlig bedeckt. — *P. albicaulis* Engelm. (*P. shasta* Carr.), Gebirgsart des westlichen Nordamerika, oft die Baumgrenze bildend, von Süd-Britisch-Kolumbien bis Kalifornien und an den Rocky Mountains bis Nord-Wyoming; niedriger Baum mit weißlicher Rinde; Blätter 3,5—5,5 cm, starr, dick, ganzrandig; Zapfen 5—7 cm lang, oval oder fast kugelig, Apophyse sehr dick, mit vorspringendem, oft spitzem Umbo.

B. Zapfen aufspringend. *P. Armandi* Franch. (*P. scipioniformis* Masters, *P. Mastersiana* Hayata, *P. levis* Lemée et Leveillé), in Zentral-, Süd- und West-China, auf Formosa; mittelhoher Baum; junge Zweige kahl; Blätter 8—15 cm lang, fein gesägt, Spaltöffnungen nur an der Bauchseite; Zapfen 6—20 cm lang, lang gestielt, Apophyse runzelig, gerundet oder nach dem Ende spitzlich verschmalert, manchmal etwas verlängert und zurückgebogen, Umbo nicht hervortretend; Samen außen von der Flügelhaut bedeckt, die in eine kleine Spitze vorgezogen ist. — *P. flexilis* James, Gebirgsart im westlichen Nordamerika, selten unter 1300 m, durch die Rocky Mountains von Alberta bis West-Texas, dann in Kalifornien; junge Zweige weichhaarig; Blätter 3—9 cm lang; Zapfen 6—25 cm lang, eiförmig oder fast zylindrisch; Fruchtschuppen breit, Apophyse dick, kantig, oft verlängert und ± zurückgebogen.

Sekt. 2. *Strobus* Sweet ex Spach, Hist. Nat. Veg. Phaner. XI (1842) 394; Endl. Syn. Conif. (1847) 145 (*Pinus* § *Strobi* Loudon, Arbor. Britann. IV [1838] 2280; *Pinus* Sekt. *Haploxylon* Subsekt *Cembra* Gruppe *Strobus* Koehne 1. c. 30; *Pinus* A. *Haploxylon* a. *Cembra* III. *Strobi* Shaw 1. c. 30). — Zapfen dünn-schuppig, lang; Apophyse mit endständigem Umbo; Samen mit fest angewachsenem Flügel, der den Samen außen völlig bedeckt; Blätter am Kurzweig 5; Scheiden ganz abfallig.

A. Zapfen sehr lang, über 25 cm. *P. Lambertiana* Douglas (Sugar-Pine, Zucker-Kiefer), im westlichen Nordamerika, Kalifornien und Oregon, hoher Baum mit ausgedehnter Krone; junge Zweige schwach weichhaarig; Blätter 7—10 cm lang, gesägt, starr; Zapfen 30—50 cm lang, hangend,

*) Rikli 1. c. 382 unterscheidet die Baumarve und die Legarve (*P. pumila*, vgl. unten) als Unterarten von *Pinus cembra*: *P. cembra* subsp. *typica* Rikli, Baumarve und subsp. *pumila* (Regel) Palla, Legarve. Die erstere Unterart zerfällt weiter in zwei biologische Rassen: a) *subarctica* Rikli (*P. cembra sibirica* Hort.), die nordeuropäisch-sibirische Form, und b) *alpina* Rikli, die Form der Alpen und Karpathen. Die erstere ist schon von Mayr als *P. sibirica* unterschieden worden. Es handelt sich bei den beiden Rassen wesentlich nur um biologische Unterschiede, die nordische keimt rascher und ist lebenskräftiger, schneller im Entwicklungsprozeß, ferner ist bei ihr die Samenschale dünner. Ferner ist noch beschrieben worden *P. coronans* Litw., welche Art als hochwüchsiger Baum in Transbaikalien und dem Sajan-Gebirge bei 1000—1800 m große Wälder bildet; sie soll sich unterscheiden durch kleinere, breit-eiförmige Zapfen, am Rande dickere Schuppen, deren Apophyse kaum kenntlich ist, sowie durch kürzere Blätter.

fast zylindrisch, nach oben zu verschmälert; Fruchtschuppen obovat-oval, Apophyse breit und dick, gerundet oder in ein stumpfes, etwas zurückgebogenes Ende verschmälert; Same groß, mit breitem kurzem Flügel; Holz wertvoll, hellrotbraun; bei Verwundung wird eine zuckerähnliche Masse ausgeschwitzt. — *P. ayacahuite* Ehrenberg, in Gebirgen durch ganz Mexiko, in Guatemala, oft bestandsbildend; variiert in bezug auf die Länge des Samenflügels; bis über 30 m hoch; Blätter 10–20 cm lang, gesägt; Zapfen 25–45 cm lang, fast zylindrisch; Fruchtschuppen elliptisch-oval, Apophyse ± verlängert und am Ende zurückgebogen bis zurückgerollt.

B. Zapfen kleiner. — Ba. Junge Zweige dicht filzig, hellbraun. *P. monticola* Douglas, Western White Pine, im westlichen Nordamerika von Vancouver Island und Süd-Britisch-Kolumbien bis Kalifornien; Blätter dicklich, starr, 4–10 cm lang; Zapfen bis 20 cm lang. — Bb. Junge Zweige kahl oder schwach behaart. — Bba. Fruchtschuppen verhältnismäßig dünn, in ihrer Form der Zapfenoberfläche entsprechend. *P. strobus* L., Weymouths-Kiefer, White Pine oder Pumpkin Pine, von weiter Verbreitung im östlichen Nordamerika, Nordgrenze von Neufundland nach Manitoba, Kanada, nördl. Ver. Staaten und entlang den Alleghanies bis Ost-Kentucky, Tennessee, Nord-Georgia, besonders in Neufundland und Ost-Kanada, oft in reinen Beständen, im südlichen Gebiet kleinwüchsiger und weniger verbreitet; bis 30–40 m hoch, Rinde dick, grau, mit plattenförmigen Schuppen; Winterknospen eiförmig, spitz, 1 cm lang; Blätter weich, dünn, blaugrün, 6–14 cm lang; Zapfen zylindrisch, schmal, 8–20 cm lang; Fruchtschuppen bald spreizend, obovat-oval, dünnrandig, Apophyse glatt, gerundet, mit kleinem, stumpflichem Umbo; Same lang geflügelt; Holz wertvoll. — Bb/?. Fruchtschuppen starker konvex. *P. excelsa* Wallich, im temperierten Himalaya weitverbreitet, bis Ost-Afghanistan, fehlend in Sikkim und Zentral- und Nordwestkumaon; bis 50 m hoher Baum mit breit pyramidalen Krone, Rinde aschgrau, lange glatt bleibend; Winterknospen zylindrisch, spitzlich; Blätter 10–18 cm lang, schlaff, fein gesägt; Zapfen 15–25 cm lang, schmal zylindrisch; Fruchtschuppen bis 4,5–5,5 cm lang, stark konvex, Apophyse ca. breit rhombisch (am oberen Rand mehr gerundet), Umbo stumpf, etwas hervorragend; Same lang geflügelt; Holz wertvoll. — Nahe verwandt *P. peuce* Griseb. (*P. vermicularis* Janka), in den mittleren Balkanländern von Ostmontenegro bis Mazedonien und Ostrumelien; niedriger bis mittlerer Baum, an der Höhengrenze auch buschig; Winterknospen fast kugelig, mit aufgesetzter Spitze; Blätter aufrecht, steif; Spitzchen der Anthere schmal (bei *P. excelsa* breit). — *P. parviflora* Sieb. et Zucc. (*P. pentaphylla* Mayr), in Gebirgen von Hondo, Japan, selten über 20 m hoch, mit schmaler Krone; Blätter gekrimmt, 3–8 (meist 4–6) cm lang, fein gesägt; Zapfen fast sitzend, eiförmig bis fast zylindrisch, 4–10 cm lang; Apophyse nach der Spitze zu plötzlich konvex, eingebogen. — Nahe verwandt *P. formosana* Hayata (*P. morrisonicola* Hayata) von Formosa; Zapfen eiförmig-elliptisch, Fruchtschuppen leicht zurückgekrümmt, ferner *P. Vymatsui* Hayata von Formosa, Zapfen bis 10 cm lang, zylindrisch. —

Sekt. 3. *Paracembra* Koehne 1. c. (1893) 32 (*Pinus* A. *Eaploxylon* b. *Paracembra* Shaw 1. c. 36). — Apophyse der Fruchtschuppe dick mit zentralem Umbo (vom Typus der Untergattung *Diploxylori*); Tiipfel der Markstrahlzellen klein; Blätter in wechselnder Zahl am Kurzweig, 1–5; Kurzweigscheiden abfallig oder sich in zurückgerollte Schuppen auflösend (Ausnahme *P. Nelsonii*); Same ungeflügelt oder geflügelt.

Untersekt. 1. *Gerardianae* (*Pinus* Sect. III *Ternatae* § VIII *Gerardianae* und § XI *Llaveanae* Loudon, Arbor. Brit. IV [1838] 2254 und 2267; *Pinus* Sect. II. *Pinaster Cembroides* und *Gerardianae* Engelm. 1. c. [1880] 176; *Pinus* IV. *Cembroides* und V. *Gerardianae* Shaw 1. c. 38; *Pinus* Section *Parrya* a Mayr 1. c. [1890] 427, 1. c. [1906] 371; *Pinus Eaploxylon Paracembra* Gruppe 2. *Parrya* a Koehne 1. c. 32). — Same fast oder ganz flügellos.

A. Same mit ganz kurzem, leicht ablösbarem Flügel; Kurzweigscheiden abfallig; Blätter zu drei. *P. Bungeana* Zucc., in China, Hupeh, selten wild gefunden, öfters an Tempeln in China kultiviert; bis 25 m hoch, mit milchweisser Rinde; junge Zweige kahl; Blätter 6–10 cm lang, fein gesägt; Zapfen kurz eiförmig, 5–7 cm lang; Apophyse vierseitig, Umbo mit kurzem Stachel; Same 9 mm lang, Flügel kurz, stumpf, Flügelhaut als Rand und auch in Fetzen auf der Außenseite des Samens erhalten. — *P. Gerardiana* Wall., im Nordwesthimalaya und Nordafghanistan, an trocknen Standorten; niedriger Baum, selten bis 20 m hoch, Rinde grau, Borke in breiten Stücken sich lösend; junge Zweige kahl; Blätter steif, 6–10 cm lang, fein gesägt; Zapfen eiförmig oder oval, 9–15 cm lang; Apophyse sehr dick, oft am Ende zurückgekrümmt, Umbo gespitzt; Same 2 cm lang, schmal, drehrund. Der eiförmige Same ist ein wertvolles Nahrungsmittel.

B. Same ganz flügellos ausfallend, auch der Rand der Flügelhaut bleibt an der Fruchtschuppe sitzen; Blätter zu 1–4 (ausnahmsweise 5); Kurztriebscheiden bald zurückgerollt, dann ganz abfallig (Ausnahme *P. Nelsonii*). — Ba. Scheiden zurückgerollt. — Baa. Zapfen ungefähr kugelig, klein, unregelmäßig breit geöffnet, Nut-Pines. *P. cembroides* Zuccar. (*P. Llaveana* Schiede, *P. osteosperma* Engelm.), in Stidarizona, Niederkalifornien und Nordmexiko; buschig wachsender Baum; Blätter zu 2–3, ziemlich dünn, ganzrandig, 2,5–5 cm lang; Zapfen bis fast 5 cm breit; nur die mittleren Fruchtschuppen fertil, konkav, Apophyse groß und dick, vierkantig, Umbo mit kurzer, zurückgebogener Spitze; Same dick, bis 1 $\frac{1}{8}$ cm lang. — *Pinus edulis* Engelm. (*Caryopitys edulis* Small, auch als Varietät von *P. cembroides* Zucc. angesehen), in Kolorado bis zur Ostgrenze von Utah und Südwestwyoming, New Mexiko, Westtexas, Arizona, N. Mexiko; Blätter meist zu 2, seltener 3, starr, gespitzt, 2–3,5 cm lang; Zapfen klein. — *P. monophylla* Torrey, in Utah, Arizona, Südost- und

Paracembra Gruppe 1. *Balfouria* Koehne 1. c. 32; *Pinus* VI. *Balfouriana* Shaw 1. c. 42). — Same geflügelt; Blätter meist zu 5 am Kurzweig.

A. Blätter zu 2 am Kurzweig, flach, 2 mm breit, 3—4 cm lang; Zapfen breit eiförmig, 4—5 cm lang; Zapfenschuppen 1,5—2 cm lang, mit dicker Apophyse. *P. Krempfii* Lecomte, in Annam bei 1350 m.

B. Blätter zu 5 am Kurztrieb. — Ba. Scheiden der Kurzweige zurückgerollt. Flügel leicht ablösbar; Umbo mit langer scharfer Spitze. *P. aristata* Engelm., an der Baumgrenze von Colorado bis Nevada, Nordarizona und Südwestkalifornien; buschartiger Baum; am Samen bleibt von der Flügelhaut nur der zangenförmige Rand übrig, der sich leicht mit dem Flügel abtst. — Bb. Scheiden der Kurzweige abfallig; Flügel fest angewachsen; Umbo mit kurzer zurückgebogener Spitze. *P. Balfouriana* Murray, Foxtail-Pine, alpine Art in Kalifornien; Blätter 2—4 cm lang, ganzrandig, lange persistierend; Zapfen 7—12 cm lang; Apophyse dick, quer gekielt.

Untergattung H. *Diploxylon* Koehne 1. c. 30 als Sektion; Shaw 1. c. 25; *Divisio Crassisquamae* Masters 1. c. 570 zum größten Teil. — Blätter mit doppeltem Gefäßbündel im Zentralstrang; Basis der Kurzweigbrakteen herablaufend; Flügelhaut den Samen fast immer nur zangenförmig umgebend, der Flügel leicht ablösbar (Ausnahme *P. longifolia* und *P. canariensis*); Scheiden der Kurzweige fast immer persistierend (Ausnahme bei einigen Arten von Sekt. *Pseudostrobus*, bei denen die Scheiden ganz abfallen); Apophyse ± vorgewölbt, oft pyramidal, mit zentralem, oft mit Stachelspitze versehenem Umbo. —

Übersicht über die Sektionen.

A. Samenflügelhaut dem Samen angewachsen. Sektion 4. **Sula**.

B. Samenflügel den Samen nur zangenförmig umgreifend, leicht abtstbar.

a. Blätter am Kurzweig zu 2 (gelegentlich auch 2—3).

a. Samenflügel vollkommen.

I. Jahreszuwachs eingliedrig, Zapfen klein, geöffnet. Sekt. 5. **Eupitys**.

II. Jahreszuwachs mehrgliedrig, Zapfen oft persistierend, ± spät geöffnet Sekt. 6. **Banksia**.

ft. Samenflügel unvollkommen, Same groß. Sekt. 7. **Pinea**.

b. Blätter am Kurzweig zu 3—5.

a. Harzgänge des Blattes an der Endodermis gelegen. Sekt. 8. **Australiae**.

/? Harzgänge des Blattes im Parenchym oder dem Hautgewebe anliegend.

I. Harzgänge dem Hautgewebe anliegend. Sekt. 9. **Ehasia**.

U. Harzgänge im Parenchym.

1. Zapfen meist symmetrisch, abfallend, geöffnet; Jahreszuwachs allermeist Igliedrig> Blätter meist zu 5. Sekt. 10. **Pseudostrobus**.

2. Zapfen oft schief, meist spät geöffnet, meist persistierend; Jahreszuwachs mehrgliedrig, Blätter zu 3. Sekt. 11. **Taeda**.

Sekt. 4. *Sula* Mayr, Waldungen Nordam. (1890) 428 (*Pinus* § *Canarienses* Loudon, Arbor. Britann. IV [1838] 2261 z. Th.; *Pinus* VIII. *Longifoliae* Shaw 1. c. 25). — Samenflügelhaut dem Samen angewachsen; Scheiden persistierend; Blätter zu 3; Jahreszuwachs Igliedrig; Zapfen symmetrisch, spät geöffnet, mittelgroß; Harzgänge dem Hautgewebe anliegend. *P. longifolia* Roxb., im Himalaya, von Bhootan bis Afghanistan, meist von 500—2000 m; bis 30 m hoch, oft niedriger; Blätter 20—30 cm lang, dünn, zuletzt hängend; Zapfen 10—17 cm lang, eiförmig-konisch, Apophyse glänzend braun oder rotbraun, stark vorspringend, quergekielt, nach oben zu verschmälert und breit stumpf schnabelförmig zurückgebogen. — *P. canariensis* Smith, auf den Kanaren; hoher Baum mit ausgebreiteter Krone; Knospenschuppen am Rande lang fein gewimpert; Blätter hellgrün glänzend, 20—30 cm lang, dünn; Zapfen kurz gestielt, 10—17 cm lang, eiförmig-konisch, Apophyse nufibraun, ± glänzend, ± pyramidal-erhaben, scharf quergekielt; Samenflügel lang, dunkelgrau.

Sekt. 5. *Eupitys* Spach, Hist. Nat. Végét. XI (1842) 374 emend. (*Pinus* Sekt. *Pinaster* Endl. Syn. [1847] 166 z. Th.; *Pinus* X. *Laricoides* Shaw 1. c. 25). — Harzgänge dem Hautgewebe anliegend oder im Parenchym. —

A. Zapfen groß, persistierend, Cfers nicht geöffnet. *P. maritima* Lam. (1778; *P. pinaster* Solander 1789; *P. syrtica* Thore; Pin noir, Pin maritime; da der älteste Name *P. maritima* Miller ganz zweifelhaft ist, wird der Name für die Lamarck'sche Art beibehalten), Küstenländer und Inseln des westlichen Mittelmeergebietes; bis 30 m hoch; Pfahlwurzel tiefgehend; Krone kegelförmig, Rinde rötlichgrau bis braunrot; Jahreszuwachs manchmal mehrgliedrig; Winterknospe harzfrei, Schuppen groß, weißrandig; Blätter 12—20 cm lang, glänzendgrün, fast stechend; Zapfen kurz gestielt, langlich kegelförmig, oft etwas gekrümmt, ungleichseitig, Apophyse glänzend braun, bis 15 mm breit, quergekielt, Umbo spitz, oft hakig abwärts gekrümmt; Same schwarz, 7—8 mm lang, Flügel 3—4mal so lang als Same.

B. Zapfen kleiner, geöffnet. — Ba. Harzgänge des Blattes dem Hautgewebe anliegend. — Baa. Harzgänge besonders groß, vom Hautgewebe oft bis an die Endodermis reichend. *P. tropicalis* Morelet (*P. terthrocampa* Shaw), Westkuba und Pinos; Blätter 15—30 cm lang, starr, dicklich; Zapfen 5—8 cm lang, konisch-eiförmig, symmetrisch, Apophyse klein, flach, gelbbraun, deutlich quergekielt, mit kleinem Umbo. — Ba/? Harzgänge typisch am Hautgewebe. — Ba&L Blätter dünn

und $\pm$ lang. *P. rcsinosa* Aiton, Red Pino, Neu-Schottland, Kanada westlich bis Winnipeg, nord-östliche Ver. Staaten, an trocknen sandigen oder felsigen Standorten, meist bis 20—25 m hoch; Knospen harzig; Blätter diinn, beweglich, fein gesägt, 12—15 cm lang; Zapfen konisch-eiförmig, symmetrisch, 4—6 cm lang, Apophyse gelblich-braun, quergekielt, schwach verdickt, Umbo stumpf. — *P. Massoniana* Lambert, in ebenen Gebieten des südlicheren China verbreitet und angepflanzt; 25—30 m hoch; Blätter 12—20 cm lang, diinn; Zapfen konisch-eiförmig, symmetrisch, 4—7 cm lang, Apophyse nußbraun, flach oder etwas erhaben, Umbo meist stumpf. — *P. densiflora* Sieb. et Zucc. (Aka-matsu, Japan. Rotkiefer), in den Bergwäldern Zentral Japans; bis 30—35 m hoch; Blätter 7—12 cm lang, diinn, fein gesägt; Zapfen öfters einige Jahre bleibend, symmetrisch, 3—5 cm lang, Apophyse gelbbraun, flach oder schwach erhaben, Umbo hervortretend. — **Ba^{II}**. Blätter meist kürzer, derb und starr. *P. sinensis* Lambert (nach Shaw hierher: *P. tabulaeformis* Carr., *P. leucosperma* Maxim., *P. funebris* Komarow, *P. Henryi* Masters, *P. prominens* Masters, *P. Wilsoni* Shaw, wahrscheinlich auch: $\wedge$ *Argyi* Lemée et Léveillé, *P. nana* Faurie et Lemée, *P. Cavaleriei* Lemée et Léveillé), in Zentral- und Westchina bergbewohnend, im nördlichen China und Korea in tieferen Lagen, weit verbreitet, nach den Standorten variabel, im nördlichen China niedrig, flachkronig, weiter südlich mittelhoher Baum; Blätter 10—15 cm lang; Zapfen eiförmig, symmetrisch oder schief, 4—9 cm lang, Apophyse glänzend, schließlich dunkel nußbraun, vorspringend. Shaw unterscheidet in dem Formenkreis der Art zwei Varietäten, var. *yunnanensis* (*P. yunnanensis* Franch.), zu der die Formen mit den längsten Blättern und größten Zapfen gehören und var. *densata* (*P. densata* Masters, *P. praminens* Masters), bei der die schiefe Zapfenform mit vortretenden Apophysen am meisten ausgebildet ist — *P. silvestris* L. (Kiefer, Föhre). Literatur: Kirchner, in Kirchner, Lorw, Schröter, Lebensgesch. Blütenpfl. Mitteleuropas I 1 (1906) 175—202; Aschers. Graebn., Syn. Mitteleur. Flora 2. Aufl. I (1913) 337—345; Willkomm, Forstl. Flora 2. Aufl. (1887); A. Dengler, Die Horizontilverbreitung der Kiefer (*Pinus silvestris* L.), Mitt. aus dem forstl. Versuchswesen Preußens 1904. Die Kiefer ist über ein ausgedehntes Verbreitungsgebiet in fast ganz Europa und in einem großen Teil Nordasiens unregelmäßig verteilt; sie erreicht in Nordwestnorwegen bei 70° ihre Nordgrenze, die dann nach dem Petschoragebiet auf 67° absteigt, um dann mehr südlich zu verlaufen; in Sibirien geht die Nordgrenze fast bis zum Polarkreis; der östlichste Punkt liegt am Südschloß der Werchojanskischen Gebirge bei etwa 150° ö. L., dann verläuft die Ostgrenze zum Stanowogebirge, zum oberen Amur, Dahurien, Baikalien, Altai; die Südgrenze geht durch Südrußland bei ca. 50°, durch die Siebenbürgischen Karpathen, Norditalien, die Seealpen, Südfrankreich, die Pyrenäen, die Sierra Nevada (südlichster Punkt 37°). Ein isoliertes Gebiet umfaßt dann noch die Gebirge der Krim und Teile von Kaukasien, Kleinasien und Persien (*P. pontica* Koch, *P. armena* Koch). In Deutschland bildet die Kiefer besonders im östlichen Teile des nördlichen Flachlandes große Bestände (auf Sandboden oft reine Bestände mit xerophiler Bodenvegetation). Gewöhnlich bis 30 m hoch, selten bis 40 m; die Hauptwurzel wird im Sandboden zu einer tiefgehenden Pfahlwurzel; die Verzweigung ist in der Jugend regelmäßig, später wird die Krone kuppelförmig oder unregelmäßig schirmförmig, leicht (die Kiefer hat großes Lichtbedürfnis); die Borke ist anfangs gelblich, abblätternd, später rissig, graubraun; Winterknospen harzfrei; Blätter meist 4—5, selten bis 7—8 cm lang, gerade, steif, spitz; Zapfen eiförmig bis kegelförmig, gestielt, 2,5—7 cm lang, graubraun, Apophyse flach oder pyramidal erhaben, am oberen Ende flach oder etwas konkav, Umbo klein, glatt, glänzend; Same 3—4 mm lang, schwärzlich oder grau, Flügel 3mal so lang. Von den beschriebenen Formen der Kiefer seien folgende erwähnt: f. *turfosa* (Moorkiefer), meist zwischen *Sphagnum* wachsend, von krippelhaftem Wuchs und dünner, kurzer Benadelung, Zapfen klein; f. *monticola* Schröter, ausgezeichnet durch die regelmäßige und reichliche Entwicklung der Blüten, so daß die Jahreslangtriebe aus einem unteren unbeblätterten und einem oberen kurzen, höchst beblätterten Teil bestehen, die Blätter mitunter bis 9 Jahre andauernd. Erheblicher verschieden vom Typus ist var. *evgadinensis* Heer: Knospen harzig; Blätter nicht über 4 cm lang, dick und starr, bis 2 mm breit; Zapfen, besonders aufgesprungen, glänzend; Umbo groß, stumpf, oft mit schwirlichem Ring; niedriger Baum im Engadin; nahestehend die aus dem nördlichen Skandinavien beschriebene *P. Frieseana* Wichura (*P. lapponica* Mayr). — *P. montana* Miller (Bergkiefer); Literatur vgl. bei *P. silvestris*; subalpine Region der mittel- und südeuropäischen Gebirge, auch auf Mooren der Vorgebirge und nördlich bis zum Lausitzer Flachland, oft große Bestände bildend; Bewurzelung flach, auf Torfmoorboden ohne Pfahlwurzel; Wuchsform verschieden: entweder Baum bis 25 m Höhe oder niedriger, mit kurzem Stamm und pyramidalen Krone oder mit mehreren ungefähr gleichartigen Hauptstämmen oder (Legföhre, Knieholz) ohne Hauptstamm mit nach allen Seiten gerichteten niederliegenden und dann mit knieförmiger Biegung nach oben gerichteten Ästen; Winterknospen harzig; Holz dicht und schwer; Blätter 2—5 cm lang, stumpflich, beiderseits lebhaft grün; Zapfen oft quirlig, 2—5 cm lang, glänzend, Apophyse verschieden gestaltet, immer in den meist großen Nadeln mit schwirlichem Ring. Nach der Zapfenform werden 3 Unterarten unterschieden: 1. subsp. *inclinata* (Antoine); Apophyse auf der freien Seite des Zapfens stärker hervorragend, als auf der dem Zweig zugewandten, bis pyramidenförmig und nach dem Grunde des Zapfens zurückgekrümmt, Umbo daher exzentrisch; dabei die beiden Varietäten: var. *rostrata* a mit stark hakigen Apophysen und var. *rotundata* mit schwach ausgebildeten Haken; baumförmig oder strauchig, selten als Knieholzform, im Gesamtgebiete der Art. 2. subsp. *pumilio* (Haenke), Knieholz,

Krummholz, Latsche; Zapfen ringsum gleichmüßig ausgebildet, eiförmig bis fast kugelig, bis zur Reife deutlich bereift, Umbo eingedrückt; Knieholzform, bestandbildend in der subalpinen Region der Alpen, des Jura, des Schwarzwaldes, im Riesen- und Isergebirge, Böhmisches-Bayrisches Wald, Karpathen, auch auf Mooren. 3. subsp. *mugus* (Scop.); Zapfen ähnlich wie bei voriger, aber niemals bereift, Apophyse quergekielt, mit zentralem, eine Stachelspitze tragendem Umbo; Knieholzform, in den Alpen (besonders Ostalpen) und den Balkanländern. — Bb. Harzgänge im Parenchym. — Bba. Zapfen ± zylindrisch. *P. Merkusii* Jungh. et De Vriese (*P. sumatrana* Jungh.), Philippinen, Java, Sumatra, Borneo, in Unterburmah und Cochinchina; Blätter dünn, 15–25 cm lang; Zapfen einzeln, zylindrisch, schmal, 5–8 cm lang, Apophyse rotbraun mit hervorragendem Querkel, Umbo etwas eingedrückt. — Bb/? Zapfen ± oval-eiförmig. *P. Thunbergii* Parl. (Schwarzkiefer, Kuro-matsu), Japan, südliches Kiushiu bis Nord-Hondo, Küstenart, auch auf Quelpaert (Korea), viel gepflanzt; mit dunkelbelaubter Krone; Winterknospen weiß, ansehnlich; Blätter 6–11 cm lang, hart, steif, spitzig; Zapfen 4–6 cm lang, eiförmig bis eiförmig-konisch, symmetrisch, Apophyse nußbraun, flach oder konvex, Umbo hervortretend, Stachel ± persistent. Verwandt *P. lutchensis* Mayr auf Liukiu, mit später Borkebildung, daher oberer Teil des Stammes mit glatter Rinde, Blätter 12–16 cm lang. — *P. nigra* Arnold*) (*P. maritima* Mill., *P. laricio* Poir.), vom südlichen Spanien bis zum sizilischen Taurus, Verbreitung in nord-südlicher Richtung vom Wiener Wald bis Sizilien und Kreta; Baum mit dunkelschwarzgrauer, rissiger Rinde, junge Zweige mit schuppig abblätternden Blattkissen; Winterknospen harzig; Blätter 8–15 cm lang, starr, spitz, fein gesägt; junger Zapfen sehr kurz gestielt, ausgewachsener fast sitzend, 4–9 cm lang, symmetrisch, Apophyse gelbbraun, glänzend, Same mit Flügel bis 25 mm lang. Die Art zerfällt in 3 Varietäten: 1. var. *austriaca* (*P. laricio* f. *austriaca* Antoine, *P. austriaca* Höss, *P. nigra* Arnold, *P. nigricans* Host, Schwarzföhre), in den Ostalpen, Karpathen, n. Balkan, Galizien; bis 35 m hoch, Krone breit eiförmig, junge Zweige graubräunlich; Blätter dunkelgrün, glänzend; Kiel der mittleren und oberen Apophysen scharf. 2. var. *Poiretiana* (*P. laricio* a. *Poiretiana* Antoine, *P. laricio* Poiret, in Spanien, Unteritalien, Korsika, Sizilien, Griechenland, Kreta; bis 45 m hoch; junge Zweige lichtbraun; Blätter mehr graugrün; Apophyse mit stumpfem Querkel. 3. var. *Pallasiana* (*P. laricio* y. *Pallasiana* Antoine, *P. Pallasiana* Lamb.), in Kleinasien, in der Krim; junge Zweige fahlgelb; Blätter sehr starr, dunkelgrün; Zapfen etwas größer, Apophyse mit stumpfem Kiel. — Nahe verwandt *P. leucodermis* Antoine (*P. Heldreichii* Christ?, *P. pindica* Formanek), im nördlichen Balkan; jüngere Zweige schuppig gefeldert, weißgrau; Knospen harzfrei.

S e k t. 6. *Banksia* Mayr, Wald. Nordam. (1890) 426 (Sect. *Murraya* Mayr, Fremdl. Wald- und Parkb. [1906] 351). — Zapfen durchschnittlich klein; Harzgänge des Blattes im Parenchym; Markstrahlzellen dünnwandig, Kreuzungsfeldttipfel ziemlich zahlreich und klein, Quertracheiden mit zackigen Verdickungen.

A. Umbo mit starkem, persistierendem, dornartigem Fortsatz. *P. pungens* Lambert, im östlichen Nordamerika von Pennsylvania bis Nord-Karolina und Ost-Tennessee, öfters in großen reinen Beständen; niedriger Baum; Blätter starr, fein gesägt, dunkelblaugrün, 3–7 cm lang; Zapfen symmetrisch oder etwas schief, persistierend, bei der Reife geöffnet oder noch 2–3 Jahre geschlossen, meist zu 3–4, 5–9 cm lang, Apophyse rotbraun, erhaben, quergekielt, Umbo mit sehr starker eingebogener oder im unteren Teil des Zapfens zurückgekrümmter Dornspitze. — *P. muricata* D. Don, in Kalifornien, Baum meist 12–15 m, manchmal bis 30 m hoch; Blätter starr, gesägt, dunkelgelbgrün, 10–15 cm lang; Zapfen ungleichseitig entwickelt, eiförmig-oblong, persistierend, spät geöffnet, meist zu 3–4, 5–9 cm lang, Apophyse konisch-erhaben, dick, quergekielt, Umbo mit starkem Dorn von wechselnder Größe.

B. Umbo mit kurzem Stachel oder ohne Stachel. — Ba. Blätter sehr kurz. *P. Banksiana* Lambert (*P. divaricata* Du Mont de Courset?, *P. Hudsonia* Poir., Banks-Kiefer, Gray Pine, Jack Pine), die nördlichste amerikanische Art, im Mackenzie-Tal bis 65°, südöstlich bis Zentral-Minnesota und südlich. Ufer des Michigan-Sees, östlich durch Kanada und bis Nord-Vermont, Süd-Maine und Nova Scotia, im nördlichen Teil des Gebietes reicher entwickelt, besonders auf Sandboden; bis 25 m hoch, oft niedriger, bis strauchig; Borke dünn, dunkelbraun, in kleine Schuppen zerspaltend; Winterknospe eiförmig, harzig; Zweige dünn, mit lockerer Benadelung; Blätter dunkelgrün, fein gesägt, 2–4 cm lang; Zapfen konisch-oval, schief, Schuppen oft unregelmäßig entwickelt, persistierend (bis 12–15 Jahre), unregelmäßig sich öffnend, gewöhnlich mehrere Jahre geschlossen, 3–5 cm lang, Apophyse gelbbraun glänzend, flach, Umbo klein, konkav. — *P. contorta* Douglas (Λ *Bolanderi* Parl., *P. tamnoides* Murray, *P. tenuis* Lemmon, Scrub-Pine), von Alaska bis Kalifornien, in Britisch-Kolumbien, Oregon, Washington, auf sumpfigem Gelände und Sanddünen; an der Küste ein kleiner, dichtwuchsiger Baum, im Inneren höher (var. *Murrayana*)\ Blätter spitz, dunkelgrün, 3–5 cm lang; Zapfen meist schief, persistierend, spät geöffnet, 2–5 cm lang, Apophyse ± erhaben, quergekielt, Umbo mit dünner, ± zurückgekrümmter Stachelspitze. — Bb. Blätter länger. — Bba. Umbo mit persistierendem Stachel. *P. clausa* Vasey, Küsten von Alabama und Florida; kleiner Baum; Blätter biegsam, gesägt, 5–9 cm lang; Zapfen symmetrisch, konisch-eiförmig, zurückgebogen, fast sitzend

*) Über eine Einteilung der Gesamtart *P. nigra* nach anatomischen Merkmalen vgl. K. Ronniger in Verh. Zool. Bot. Ges. Wien LXXIII, 1923 (1924) (127).

Oder kurz gestielt, gewöhnlich zu mehreren, persistierend, oft spät geöffnet, 5—8 cm lang, Apophyse pyramidal erhaben, quergekielt, mit vorspringendem Umbo mit scharfem, kurzem Stachel. — *P. virginiana* Miller (*P. inops* Solander, Jersey-Pine, Scrub Pine), im östlichen Nordamerika von New York bis Georgia und nordöstl. Alabama, dann durch Tennessee und Kentucky bis südöstl. Indiana, in den atlantischen Staaten niedrigerwüchsig (10—13 m), westlich der Alleghanies höher (bis 30 m); Zweige dünn, jung bereift, dann graubraun, Borkenbildung spät; Benadelung locker; Blätter weich und biegsam, gesägt, dunkelgraugrün, 4—8 cm lang; Zapfen symmetrisch, eiförmig, persistierend, geöffnet, 4—6 cm lang, Apophyse flach, deutlich quergekielt, Umbo dunkel, erhaben mit dünnem, scharf zurückgekrümmtem Stachel. — *P. echinata* Miller (*P. mitis* Michx., *P. variabilis* Lambert, *P. squarrosa* Walt., Yellow Pine, Spruce Pine, Pitch Pine [in Missouri], von weiter Verbreitung im östlichen Nordamerika, östlich bis Illinois, Missouri, östl. Texas, wertvollstes Holz, nur von *P. palustris* übertroffen; Aste verhältnismäßig dünn, Borkenbildung früh; Blätter öfters zu 3, weich und biegsam, gesägt, dunkelblaugrün, 7—12 cm lang; Zapfen symmetrisch, eiförmig-konisch, oft persistierend, geöffnet, 4—6 cm lang, Apophyse hell-nußbraun, nur schwach verdickt, Umbo erhaben mit ± persistentem kleinen Stachel. — Bchff. Umbo später meist ohne Stachel. *P. glabra* Walter, in Süd-Karolina, Florida, Ostlich. Louisiana; bis 30 m hoch, mit später Borkenbildung; Blätter biegsam, dunkelgrün, 9—12 cm lang; Zapfen symmetrisch, eiförmig-oval bis fast kugelig, geöffnet, abfallend oder persistierend, 4—7 cm lang, Apophyse schwach verdickt, ± deutlich quergekielt, Umbo flach mit kleinem, abfalligem Stachel. — *P. halepensis* Miller (Aleppo-Kiefer, Strandkiefer), im Mittelmeergebiet weitverbreitet (östlich bis Ostküste des Schwarzen Meeres), in der unteren Region, besonders in der Nähe des Meeres; Krone anfangs pyramidal, im Alter schirmförmig, Rinde aschgrau, glatt, später rotbraun, rissig, Winterknospen harzlos, oval; Benadelung licht, Blätter oft am Ende der Zweige gedrängt, dünn, schlaff, 4—9 cm lang, hell-, oft graugrün; Zapfen hängend, länglich-kegelförmig, persistierend, oft spät geöffnet, 6—10 cm lang, Apophyse hell- bis rotbraun, abgeflacht, quergekielt, Umbo mittelgroß oder klein, grau, öfters stachelspitzig. Verwandt oder mit *P. halepensis* zu vereinigen *P. pithusa* Stev. und *P. eldarica* Medw. vom Kaukasus; gleichfalls nahe verwandt *P. brutia* Tenore (*P. pyrenaica* Lapeyrouse, *P. paroliniana* Webb), im Mittelmeergebiet, Kalabrien; Zweige dicker, Blätter langer, dunkelgrün; Apophyse strahlig runzelig oder furchig, mit undeutlichem Querkiehl, Nabel groß, flach.

S e k t. 7. *Pinus* Endl. Syn. (1847) 182 pr. p. (*Pinus* IX. *Pineae* Shaw 1. c. 25). — Jahreszuwachs eingliedrig; Harzgänge dem Hautgewebe anliegend. Einzige Art: *P. pinea* L. (*P. sativa* Garsault, Pinie), in der unteren Region des Mittelmeergebietes von Portugal bis Kleinasien und Syrien, nördlich bis Südfrankreich und Norditalien, Südgrenze in Algier (dort heimisch?); gewöhnlich 15—20 m hoch, auch gelegentlich höher, Krone im Alter breit schirmförmig, flach gewölbt; junge Zweige gelbgrün; Winterknospe harzlos, obere Schuppen locker; Blätter hellgrün, 10—20 cm lang, steif, spitz; Zapfen einzeln, eiförmig-kugelig, sehr harzreich, 8—15 cm lang, Apophyse hellgelbbraun, glanzend, mit 5—6 radialen Kielen, von denen zwei die wenig entwickelten Querkiele darstellen; Umbo groß, grauweiß, stumpf; Same groß, dick- und hartschalig, bis 2 cm lang, mit schmalem, abfalligem Flügel; Samen wohlgeschmeckend.

S e k t. 8. *Australes* {*Pinus* Sect. II. *Ternatae* § IX. *Australes* Loudon, Arbor. Brit. IV [1838] 2255; *Pinus* Sect. II. *Pinaster* § 8. *Australes* Engelmann 1. c. 177; *Pinus* XL *Australes* Shaw 1. c. pr. p.; *Pinus* Sect. 8. *Cubenses* Mast. 1. c. 570). — Blätter zu 3 oder auch zu 2—5; Zuwachs pinbis mehrgliedrig; Zapfen klein bis groß, meist symmetrisch, abfallend, geöffnet.

A. Terminate Winterknospe sehr lang, mit gefransten Schuppen. *P. palustris* Miller (*P. australis* Michx., Pitch Pine, Southern Pine, Longleaved Pine), in den südöstlichen Vereinigten Staaten auf Sandebenen am Atlantischen Ozean und Golf von Mexiko, von s. Virginia bis 6. Texas, nördlich bis an die Vorberge des Appalach.-Gebirges, einer der wertvollsten Nutzholzbäume Nordamerikas mit hartem, schwerem, dauerhaftem Holz, auch wichtig als Terpentin-Baum; bis über 30 m hoch; Winterknospe bis 6 cm lang, weiß, Schuppen am Rand lang gewimpert; Blätter zu drei, biegsam, dunkelgrün, 20—45 cm lang; Zapfen zylindrisch oder konisch-oval, stumpf, 15—20 cm lang, abfallend (beim Abfallen bleiben einige Schuppen sitzen), Apophyse stumpf braun, wenig oder stärker erhaben, stark quergekielt, Umbo hervortretend, in einen kurzen, zurückgebogenen Stachel ausgehend. — *P. caribaea* Morelet (*P. bahamensis* Grisebach, *P. Elliottii* Engelm., *P. heterophylla* Sudworth, Slash Pine, Swamp Pine), Küstengebiet im Südosten der Vereinigten Staaten, Bahamas, Pinos; Holz so gut wie bei voriger Art; 30—35 m hoch; Blätter zu 2—3, dunkelgrün, starr, 20—25 cm lang; Zapfen eiförmig oder konisch, 8—15 cm lang, Apophyse glänzend braun, ziemlich flach, Umbo mit kleinem Stachel. — *P. occidentalis* Sw. (*P. cubensis* Grisebach), auf Haiti und Kuba; Baum bis 66 m hoch; Blätter zu 2—5, aufrecht, 15—22 cm lang; Zapfen 5—8 cm lang.

B. Winterknospe kürzer. — Ba. Blätter graugrün. *P. Lawsonii* Roehl, subtrop. zentr. und westl. Mexiko; 20—25 m hoch; Blätter zu 3, oft auch zu 4—5, bis 24 cm lang; Zapfen meist unsymmetrisch, zurückgekrümmt, gestielt, 5—6 cm lang, Apophyse stumpf gelbbraun, entweder nur am Rande verdickt, im ganzen konvex, schwach gekielt oder pyramidal vorspringend, mit großem Umbo. — Bb. Blätter grün. *P. oocarpa* Schiede, von Guatemala bis Nord-Mexiko; Blätter zu 3, 4 oder 5, aufrecht, schmal, 15—30 cm lang; Zapfen symmetrisch oder manchmal schief, persistierend, langgestielt, breit eiförmig bis eiförmig-konisch, 4—10 cm lang, Apophyse glänzend graugelb oder

griingelb, ziemlich ilach oder stärker konvex, mit mehreren radialen schwachen Kielen, Umbo oft etwas eingedriickt, mit kleinem, bei Reife meist abfälligem Stachel. — *P. Pringlei* Shaw, in West-Mexiko; Blätter zu 3, aufrecht, steif, 15—25 cm lang; Zapfen persistent, öfters schief, eiförmig-ellipsoidisch, 5—10 cm lang, Apophyse schwach konvex, quergekielt, Umbo etwas konkav, in der Mitte mit kleinem Stachel oder ohne solchen.

S e k t. 9. *Khasia* Mayr, Wald. Nordam. (1890) 426 (*Pinus* Sect. II. *Pinaster* § 4 *Sylvestres-Indicae* Engelm. 1. c. 176; *Pinus* Sect. 5 *Indicae* Masters 1. c. 570 pr. p.). — Blätter zu 3; Jahreszuwachs eingliedrig; Zapfen geöffnet, ± persistierend. *P. insularis* Endl., auf den Philippinen und Timor; 10—25 m hoch; Blätter lang, diinn, biegsam, 18—20 cm lang; Zapfen zu 2—3, von schmal zylindrisch-konisch bis breit eiförmig-konisch variierend, 5—10 cm lang, Apophyse dick, Umbo elliptisch, klein. — *P. khasya* Royle (*P. khasyanus* Griff.), Khasia, Burma, Siam; kleiner Baum; Blätter diinn, ca. 20 cm lang; Zapfen zu mehreren, eiförmig, 6—7 cm lang, Apophyse dick, scharf gekielt.

S e k t. 10. *Pseudostrobus* Endl. Syn. (1847) 151 (*Pinus* Sect. 7. *Filifoliae* Masters l.e. 570 pr.p.). — Kurzzweigscheiden persistierend oder bei einigen Arten ganz abfällig; Blätter zu 3—5 oder noch zahlreicher.

A. Scheiden der Kurzzweige abfällig. — Aa. Blätter lang, hängend. *P. Limiholtzii* Robins, et Fern., in Gebirgen des westlichen und nordwestlichen Mexiko; Blätter 20—30 cm lang, fein gesägt; Zapfen gestielt, hängend, konisch-eiförmig, 5 bis selten 7 cm lang, Apophyse stumpf hellbraun, flach, nur am Rande dicklich, Umbo grofi. — Ab. Blätter kürzer, aufrecht. *P. leiophylki* Schlecht., et (ham., im subtropischen östlichen, westlichen und südlichen Mexiko bis Oaxaca; von wechselnder Höhe; Blätter zu 5, 10—14 cm lang, diinn, aufrecht; Zapfen persistierend, zeitig oder spät geöffnet, eiförmig oder konisch-eiförmig, 4—6 cm lang, Apophyse stumpf braun, ± flach mit wenig hervortretendem Querkiel oder etwas hervorragend, Umbo flach mit kleinem, abfälligem Stachel. — Nahe verwandt *P. chihuahuana* Engelm., in Neu-Mexiko und Arizona, mit bleichgrünen, steifen, 6—12 cm langen Blättern, die zu 3 stehen.

B. Scheiden der Kurzzweige persistierend. — Ba. Zapfen klein. *P. teocote* Schlecht. et Cham., in Gebirgen von Mexiko; 20—30 m hoch; Blätter zu 3, gelegentlich zu 4—5, aufrecht, derb, 10—20 cm lang; Zapfen schmal eiförmig, bis 6—7 cm lang, Apophyse nufibraun, vorgewölbt, nicht pyramidal, meist schwach gekielt, Umbo grofi. — Bb. Zapfen größer. — Bba. Stachel der Apophyse schwach oder 0. *P. Montezumae* Lamb.*) (*P. Devoniana* Lindl., *P. Russelliana* Lindl., *P. macrophylla* Lindl., *P. filifolia* Lindl., *P. Grenvilleae* Gord., *P. Gordoniana* Hartweg, *P. Wincesteriana* Gordon), weitverbreitet von Nord-Mexiko bis Guatemala; 15—20 m hoch, Blätter zu 3—8, meist 5, 10—45 cm lang, steif; Zapfen konisch-eiförmig bis fast zylindrisch, 6—25 cm lang, Apophyse dick, quergekielt, oft etwas pyramidal oder verlängert und zurückgekrümmt; folgende Varietäten sind zu unterscheiden: var. *Lindleyi* Loudon (*P. Lindleyana* Gordon), Zapfen 10—15 cm lang, Apophyse flach oder etwas pyramidal, blafibraun mit dunklem Umbo, Blätter 15 bis 25 cm lang, oft diinn; junge Zapfen dunkelbraun oder fast schwarz; var. *rudis* Shaw (*P. rudis* Endl., *P. Ehrenbergii* Endl., *P. Hartwegii* Parl.), Zapfen 6—10 cm lang, stumpf, manchmal gliinzend braun, Blätter 10—15 cm lang, steif, junge Zapfen blau oder schwarzblau; var. *Hartwegii* Engelm. (*P. Hartwegii* Lindl., *P. Donnell-Smithii* Masters), Zapfen 6—12 cm lang, Apophyse flach, stumpf dunkelbraun oder fast schwarz, Blätter 7—15 cm lang, steif, junge Zapfen blau oder fast schwarz. — *P. pseudostrobus* Lindl. (*P. orizabae* Gord., *P. tenuifolia* Benth.), in Mexiko verbreitet, südlich bis Nikaragua; großer Baum mit hangenden Blättern, Zweige gewöhnlich deutlich bereift; Blätter zu 5, 15—30 cm lang, gewöhnlich diinn; Zapfen fast symmetrisch oder schief, eiförmig oder oval, 7—14 cm lang, Apophyse rotbraun, flach oder schwach pyramidal, Umbo flach oder vorspringend; var. *apulcensis* (Lindl.) Shaw (*P. apulcensis* Lindl.), unterschieden durch dicke, pyramidale Apophyse mit dickem Umbo. — "Bbp. Stachel der Apophyse starker. — Bb/ffl. Samenflügel kurz. *P. Torreyana* Parry, in Kalifornien, San-Diego-Küste und Santa-Rosa-Insel, kleiner Baum; Blätter zu 5, sehr starr, 15—25 cm lang; Zapfen an starkem Stiel, breit, eiförmig, 10—15 cm lang, etwas persistierend, Apophyse pyramidal, Umbo vorspringend, stark, mit kleinem Stachel; Samenflügel kurz, sehr dick, Samenrücken von den braunen Oberresten der Flügelhaut gesprenkelt. — Bb/?II. Samenflügel gut entwickelt. *P. ponderosa* Douglas (*P. Benthamiana* Hartweg, *P. peninsularis* Lemmon, Yellow Pine), an Berghängen und in trockenen Tälern in Nordamerika von Nordwest-Nebbraska und West-Texas bis zur Küste des Pazifischen Ozeans, vom südlichen Britisch-Kolumbia bis Nieder-Kalifornien und Nordost-Mexiko; wichtiges Nutzholz; unter günstigen Bedingungen bis 70 m hoch, auch oft niedriger; Blätter meist zu 3, steif, dunkelgelbgrün, 12—25 cm lang; Zapfen konisch-eiförmig, fast sitzend oder kurzgestielt, abfallend, geöffnet, 7—15 cm lang, Apophyse rotbraun gliinzend, quergekielt, wenig oder

*) Die mexikanischen Arten werden in der Umgrenzung von Shaw gebracht, der sie speziell bearbeitete; Shaw zieht eine größere Zahl von Arten ein. Nicht berücksichtigt werden konnten hier die 80 Roetzl'schen Arten von *Pinus* aus Mexiko, die unvollkommen bekannt sind und von späteren Autoren fast durchweg als Synonyme aufgeführt werden. Shaw behält nur *P. Lawsonsii* Roetzl als Art bei. Über die Geschichte dieser Arten ist zu vergleichen Shaw, The Pines of Mexico p. 2-3.

dafiir, dafi die Gattung schon in diesen Perioden existierte. Von den aus der Kreideperiode sicher nachgewiesenen Arten nennen wir *P. Peterseni* Heer aus dem Urgon Grönlands, *P. Quenstedti* Heer aus der Kreide von Grönland, Mähren und Böhmen, *P. longissima* Velenovsky und *P. sulcata* Velenovsky aus Böhmen, *P. Andraei* Coem. von Belgien. Schon in der Unteren Kreide lassen sich einige der heutigen Sektionen unterscheiden, so gehören *P. Fittoni* Ung. und *P. Sauvagei* Fliche et Zeill. zur Sekt. *Pinaster*, beide an *P. laricio* Poir. erinnernd, *P. Coemansi* Heer vielleicht zur Sekt. *Strobus*. Fiir die spätere Kreide lassen sich die Sekt. *Taeda*, *Strobus*, *Pinaster* nachweisen, daneben finden sich Übergangsformen wie *P. gibbosa* Coemans (Sekt. *Strobo-Cembra* Schimp.), oder *P. Heeri* Coemans (Sekt. *Cedro-Cembra* Schimp.). Massenhaft finden sich Pflanzreste in Tertiir, darunter 2-, 3- und 5-nadlige Kurztriebe. Fast alle heute auf Nordamerika und Ostasien beschränkten Sektionen lebten damals auch in Europa. So findet sich *P. Palaeostrobus* (Sekt. *Strobus*) von Südfrankreich bis zum Samland, *P. Hampeana* Unger (Sekt. *Pinaster*) in der Schweiz, Steiermark, Griechenland. Andere Arten sind im Miozän weniger verbreitet, so *P. Langiana* Heer und *P. taedaeformis* Heer, in der Schweiz, *P. Mettenii* Ung. (*Pseudostrobus*) und *P. pinastroides* Unger (Sekt. *Pinaster*) in der Wetterau, *P. transsylvanica* Pax in den Karpathen, *P. spinosa* Herbst bei Weimar und in Schlesien (Sekt. *Taeda*), *P. macrosperma* Heer in Spitzbergen. Eine neben anderen in der Braunkohle häufige Art ist *P. Thomasiana* Göpp. (Sekt. *Pinaster*). Aus dem Pliozän kennt man weniger Formen, so *P. Santiana* Gaud. (Sekt. *Pseudostrobus*) von Siena; namentlich treten aber im Pliozän schon *P. sylvestris* L. und *P. montana* Mill. var. *pumilio* auf. Auch *P. laricio* Poir. (*P. Salzmanni* Dunal) findet sich in quaternären Tuffen Südfrankreichs, desgl. die damit verwandte *P. pyrenaica* Lap. *P. Cembra* L. existierte während der Glazialperiode bei Ivrea in Oberitalien; *P. montana* Mill. findet sich sowohl in interglazialen Schichten von Nancy, wie in den Schieferkohlen der Schweiz, auch in den Torfmooren von Irland, während sie gegenwärtig dort nicht existiert, ebenso findet sich *P. montana* var. *uliginosa* in Torfmooren des sächsischen Erzgebirges. In Nordamerika sind fossile *Pinus* viel seltener als in Europa.

Prepinus statensis Hollick et Jeffrey (Kreide) besitzt Pflanzsähnliche Kurztriebe, aber abweichenden Holzbau.

Über fossile *Pinus* s. {*Pinuxylon* Gothan) vgl. S. 406.

Taxodiaceae

von

R. Pilger.

Mit 11 Figuren.

Taxodiaceae F. W. Neger, Die Nadelholzer (Koniferen) und übrigen Gymnospermen (1907) 24 und 127, Sammlung Götschen no. 355.

Wichtigste allgemeine Literatur: Vgl. bei der Einleitung zu den Coniferen. Endlicher, *Coniferae* Ordo I *Cupressineae* § 5 *Taxodineae* und Ordo II *Abietineae* § 3 *Cunninghamieae* (exkl. *Dammara*), Syn. Conif. (1847) 6 und 80. — Parlatore, Ordo *Coniferae* Tribus *Abietineae* Subtribus III *Taxodieae*, in DC. Prodr. XVI. 2 (1868) 365. — Bentham, *Coniferae* Tribus II *Taxodieae* (exkl. *Cephalotaxus*), in Benth. et Hook. f., Gen. Pl. III (1880) 422 und 428. — Eichler, *Coniferaceae-Pinoideae-Abietineae-Taxodiinae*, in E. P. I. Aufl. II. 1 (1887) 65 und 84. — Engler, *Araucariaceae* § *Taxodieae*, Syllab. der Vorles. (1892) 62; *Pinaceae* § *Taxodieae*, 9. Aufl. (1924) 122. — Ascherson u. Graebner, *Pinaceae-Abietoideae-Taxodieae*, Syn. Mitteleur. Fl. 2. Aufl. I (1913) 286 und 355.

Merkmale. § Blüten einzeln terminal oder axillär, oder kopfig gehäuft oder in rispenartigen Blütenständen (*Taxodium*); Stam. mit kurzem Filament und breiter Antherenschuppe, von deren unterem Rand 2—9 freie Sporangien herabhängen. 2 Blütensapfen einzeln terminal, mit ± zahlreichen, spiraligen, schuppenblattförmigen Carp. (Deckschuppen); Fruchtschuppe oder Schuppenwulst ± ausgebildet (bei *Taiwania* 0); Samenanlagen 2—9 aufrecht oder umgewendet. Fruchtsapfen holzig oder holzig lederig, rundlich, aufspringend, die Schuppen mit gezähneltem oder gekerbtem Fruchtschuppenrand oder ± starkem Wulst auf der Innenseite; Samen mit schmalem Flügelrand. — Hohe Bäume mit schuppenförmigen oder gröfieren nadelförmigen bis sichelförmigen (*Cunninghamia*) Blättern; bei *Taxodium* sympodialer Aufbau; meist kein ausgesprochener Gegensatz von Langzweigen und Kurzweigen, bei *Sciadopitys* Langzweige mit sehr kleinen Schuppenblättern und axilläre, nackte, wirtelartig gedringte Kurzweige von Nadelform.

Vegetationsorgane. Die *T.* sind alle baumförmig, von mittlerer Größe bis zu gewaltiger Höhe; so gehören die Arten von *Sequoia* zu den grbsten Riesen der Pflanzenwelt. Bemerkenswert ist der sympodiale Sproßaufbau bei *Taxodium*, das sich ferner durch

die jährlich abfalligen, zweizeilig beblätterten Kurzzweige auszeichnet (Näheres vgl. bei der Gattung). Bei *Sciadopitys* ist ein ausgesprochener Gegensatz vorhanden zwischen Langtrieben mit winzigen Schuppenblättern und wirtelig an ihrem oberen Ende gedrängten, axillären, nackten, lang nadelblattähnlichen Kurzzweigen (vgl. bei der Gattung). Die spiralig gestellten Blätter der anderen T.-Gattungen sind schuppenförmig, imbrikat (*Athrotaxis*) oder kurz nadelförmig, schmal, stark gekielt (*Cryptomeria*) oder auch größer, linealisch-sichelförmig (*Cunninghamia*); bei *Sequoia sempervirens* und *Taiwania* wechseln die Blätter von Schuppen- bis Nadelform. Bei *Taxodium* stehen an den Langzweigen Schuppenblätter, an den abfalligen Kurzzweigen, die den Habitus eines gefiederten Blattes besitzen, schmale Nadelblätter. Beschuppte Laubknospen sind vorhanden bei *Sequoia sempervirens*, *Taxodium*, *Sciadopitys*, sie fehlen bei *Sequoia gigantea*, *Cryptomeria*, *Athrotaxis*. Weitere Einzelheiten sind bei den Gattungsbeschreibungen zu vergleichen.

Anatomic der Vegetationsorgane.

Vgl. Literatur bei Pinaceae. Ferner: E. C. Jeffrey, The comparative anatomy and phylogeny of the Coniferales I. The Genus *Sequoia*, in *Memoirs Boston Soc. Nat. Hist.* V. (1903) 441—459, T. 68—71; Traumatic Ray-Tracheids in *Cunninghamia sinensis*, in *Ann. of Bot.* XXII (1908) 593—602, T. 31. —

Blatt. Die Epidermiszellen besitzen verdickte Außenwände; an sie schließt sich eine Schicht hypodermaler bastähnlicher Zellen, die nur an den Kanten verstärkt wird (*Sequoia*, *Cunninghamia*), oder es sind überhaupt nur an den Kanten Hypodermzellen vorhanden (*Cryptomeria*, *Taxodium*); die Spaltöffnungen liegen bei *Cryptomeria* und bei *Sequoia gigantea* in Streifen auf allen vier Seiten des Blattes, bei *Sequoia sempervirens* und *Cunninghamia* in Streifen auf der Ober- und Unterseite, bei *Taxodium* finden sich unterseits Längsreihen, oberseits sind die Spaltöffnungen regellos zu beiden Seiten der Kurve zerstreut. Eine deutliche Differenzierung des grünen Blattgewebes in Palissaden und Schwammgewebe ist durchschnittlich nicht vorhanden, am ehesten noch bei *Cunninghamia*. Bei *Sciadopitys* sind im Parenchym kurze, verzweigte, verholzte Sklerenchymzellen zerstreut. Mit Ausnahme von *Sciadopitys* besitzen die T. nur ein Mittelbündel im Blatt, das ohne Scheide ist und beiderseits von Transfusionsgewebe begleitet wird. In der Doppelnadel von *Sciadopitys* verlaufen zwei von einer verholzten Strangscheide umgebene Gefäßbündel parallel. Gewöhnlich findet sich unter dem Gefäßbündel ein Harzgang, der bei *Sequoia*, *Cryptomeria*, *Cunninghamia* dicht unter dem Bündel liegt und von der Epidermis durch Parenchym getrennt ist, während er bei *Taxodium* sich an die Epidermis anlegt; bei *Sequoia sempervirens* sind neben diesem wesentlichen Harzgang noch zwei schwächere seitliche vorhanden. *Sciadopitys* hat 4 Harzgänge über und unter den Gefäßbündeln. Nach Jeffrey kommt bei *Sequoia gigantea* an großen Blättern kriechtlicher Zweige auch im Gefäßbündel ein Harzgang vor.

Stamm. Die Tracheiden des Stammes entsprechen in ihrer Tipfelung denen der Pinaceen. Harzgänge kommen im Stamm nicht vor, dagegen sind parenchymatische Harzellen reichlich zerstreut. Einige Ausnahmen sind nach Jeffrey folgende: Bei *Sequoia gigantea* (nicht *S. sempervirens*) treten Harzgänge konstant auf in Holz des Stieles und der Achse des Zapfens, ferner häufig im ersten Jahresring kräftiger Zweige erwachsener Bäume. Im Zusammenhang mit Verletzungen (vgl. bei *Abies*) werden bei beiden Arten Harzgänge in tangentialen Reihen im Holzzylinder des Stammes und Zapfens gebildet. Die Markstrahlzellen sind ungetipfelt; im Kreuzungsfeld mit den Tracheiden sind an den letzteren mehrere Tipfel entwickelt, die gewöhnlich im Spätholz eine schwache runde Hofbegrenzung und einen schmalen, ± schief bis fast vertikal gerichteten Porus zeigen, im Frühholz ist der Porus etwas breiter und mehr horizontal, besonders bei *Taxodium*; bei *Cunninghamia* geht die Erweiterung bis zur Bildung von Eiporen. In bezug auf die Rinde herrscht große Übereinstimmung mit den *Cupressaceae*; wie dort ist die sekundäre Rinde regelmäßig geschichtet.

In der primären Rinde der Wurzel werden die Zellen durch ein Netz von Verdickungsleisten ausgesteift, das bisweilen nur den vier äußersten (*Taxodium*), meist aber nur den beiden äußersten verkorkten Zellschichten fehlt. Die Saugwurzelchen sind klein, meist nur diarch, die geraden und langen Bereicherungswurzeln sind meist polyarch (bei *Sequoia* tetrarch bis pentarch, bei *Taxodium* hexarch bis octarch). Wurzelhaare fehlen. Bei *Cunninghamia*, welche Gattung von den anderen im Wurzelbau ziemlich erheblich abweicht, verlaufen jederseits vom Protoxylemstrang 1—3 schizogene Harzkanäle; in der

mittleren Zone der sekundären Rinde liegen zahlreiche annähernd kugelige Harzbehälter, die durch kurze radiale Anastomosen in Verbindung stehen.

Blütenverhältnisse. § Blüte: Die Stain, stehen an der Blütenachse spiralig; sie besitzen ein dünnes Filament und eine breite Antherenschuppe, die an ihrem unteren Rande 2—9 freie, mit Längsriff geöfnete Sporangien trägt. In der Stellung der \$. Blüten sind bei den Gattungen erhebliche Unterschiede vorhanden. Bei *Athrotaxis* und auch z. T. bei *Sequoia* kommen an kurzen Zweiglein endständige Blüten vor. Die axillären Einzelblüten sind bei *Taiwania* und *Sciadopitys* wirtelig gedriingt, bei *Cryptomeria* sind sie ährenförmig angeordnet; bei *Taxodium* bilden sie oft terminate rispenartige Blütenstände. Bei *Cunninghamia* gehen die kopfig gehäufteten Blüten aus einer Knospe hervor, deren Schuppen die Brakteen der Einzelblüten darstellen. § Blüte, Frucht und Same: Die \$ Blüten stehen einzeln terminal, meist an verkürzten Zweigen, oder auch einige sub terminal; sie sind zapfenförmig, mit spiralig gestellten, flachen Schuppen. Es ist wie bei den Pinaceen (vgl. dort) zu unterscheiden zwischen Carp. (= Deckschuppe) und Fruchtschuppe oder Schuppenwulst; eine Ausnahme bildet die Gattung *Taiwania*, bei der ein einheitliches, ganz ungegliedertes Carp, vorhanden ist*). Eine völlige Trennung von Fruchtschuppe und Deckschuppe wie bei den Pinaceen ist nicht vorhanden; meist entwickelt sich erst nach Ausbildung des Carp, ein Schuppenwulst; der untere Teil der ganzen Schuppe streckt sich dann bei der Fruchtbildung kräftig in die Länge. Die Samenanlagen stehen aufrecht nahe der Carp.- oder Fruchtschuppenbasis oder sind etwas höher angewachsen und dann umgewendet, mit der Mikropyle nach der Basis der Schuppe gerichtet; die völlige Umdrehung kann auch erst im Laufe der Entwicklung erfolgen. Sie sind der Schuppe nur am Grunde angeheftet, sonst frei, so daß sich nach Abfall der Samen nur ein kleiner umschriebener Fleck auf der Schuppe zeigt; ihre Zahl beträgt bei *Taxodium* und *Taiwania* 2, sonst 3—6 oder bei *Sciadopitys* und *Sequoia* auch bis 9. Über die Bestäubung von *Sciadopitys* berichtet L a w s o n folgendes: Zur Bestäubungszeit erhebt sich das Integument nur wenig über die Oberfläche des Nucellus, so daß eine weitgeöfnete, flache Mikropyle vorhanden ist. Kurz vorher schon ist an der Spitze des Nucellus ein lockeres Gewebe, ein „Pollenkissen“ (als Ersatz einer Pollenkammer) gebildet worden, indem die Zellen sich vergrößern und Interzellularräume zwischen sich lassen; das Pollenkissen scheidet eine helle Flüssigkeit aus. Es bildet also nicht nur eine Art Narbenfläche zur Aufnahme der Pollenkörner, sondern ermöglicht auch den austreibenden Pollenschläuchen ein leichtes Eindringen in das Gewebe. Nach der Bestäubung verlängert sich dann das Integument und die Mikropyle schließt sich allmählich vollständig. Der Nucellus ist vom Integument frei.

Der Fruchtzapfen ist klein bis mittelgroß, trocken, mit lederigen bis holzigen Schuppen. Die Schuppen können ± dachig übereinandergreifen oder ihre Endteile können schildförmig verdickt sein, so daß sie an der jungen Frucht mit ihren Rändern fest aneinanderschließen und erst bei der Reife etwas klaffen (*Sequoia*, *Taxodium*). Bei *Sequoia* sind die Schilder gleichmäßig ausgebildet durch allseitiges Wachstum des Carp, und Schuppenwulstes, wobei die ursprüngliche Spitze des Carp, in der Schildmitte steht, bei *Taxodium* wird der Hauptteil des Schildes von dem gekrümmten breiten, einseitigen Wulst gebildet. Auch *Sciadopitys* hat einen starken zurückgekrümmten, halbkreisförmigen Schuppenwulst, der das dünne ursprüngliche Carp, überragt; bei *Athrotaxis* ist an der mehr flachen Carpellschuppe der Wulst oberseits aufliegend ± entwickelt. Bei *Cunninghamia* bildet die Fruchtschuppe einen schmalen gelappten Rand in der Mitte des Carp., bei *Cryptomeria* ist sie über das Carp, verlängert und zahnförmig eingeschnitten. Niedere Angaben finden sich bei der Beschreibung der einzelnen Gattungen.

*) O. S o r g e r (1925, vgl. bei der Gattungsbeschreibung), der die Verwandtschaft von *Taiwania* mit *Athrotaxis* hervorhebt, hält die Schuppe für das »Verwachungsprodukt«; von Deckschuppe und Fruchtschuppe. Meiner Ansicht nach liegt für eine solche Auffassung einer »Doppelnatur« der Schuppe kein zureichender Grund vor (vgl. auch in der allgemeinen Einleitung das Kapitel über die weibliche Coniferenblüte); wir haben keine Veranlassung, von ursprünglich freien Teilen auszugehen, die untereinander »verschmolzen« sind. Sondern ebenso wie bei den Cupressaceen ein einfaches Carp, vorkommt, so ist es auch hier bei *Taiwania*; bei anderen Gattungen der Cupressaceen und Taxodiaceen wird dann als Auswuchs des Carp, ein ± entwickelter Schuppenwulst hervorgebracht (bei den Arten von *Athrotaxis* ist z. B. seine Ausbildung sehr verschieden), oder die Taxodiaceen nähern sich in der Ausbildung einer ± freien Fruchtschuppe den Pinaceen.

Das Carp, wird (nach Radais und Aase, vgl. bei Pinaceen) bei *Cryptomeria*, *Taxodium*, *Sequoia* durch ein Gefäßbündel versorgt, das durchläuft. In die Fruchtschuppe laufen zwei selbständig vom Bündelzylinder der Achse ausgehende Bündel ein, die in der Schuppe durch Teilung einen elliptischen Ring bilden mit einwärts gewandtem Xylem der Bündel. Das Carpellbündel liegt dann im unteren Teil des Ringes. Der Ring ist schwach bei *Taxodium distichum*, stark entwickelt bei *Sequoia* und *Cryptomeria*. Bei letzterer treten je ein Bündel oder manchmal auch zwei in jeden Zahn der Fruchtschuppe ein. Bei *Athrotaxis* (vgl. Eames in Ann. of Bot. XXVII [1913] 26 ff.) zeigt sich, daß das Gefäßbündelsystem in seiner Stärke der Entwicklung des Schuppenwulstes entspricht (vgl. über diesen bei der Gattung); bei *A. cupressoides* dehnt der Komplex über die Basis der Samenanlage hinaus, bei den beiden anderen Arten hören die Gefäßbündel nach der Versorgung der Samenanlage auf. Bei *A. cupressoides* verläßt das Gefäßbündelsystem die Konus-Stele als ein Zylinder, der beim Eintritt in die Schuppe sich auflöst und zwei Bündelreihen mit opponiertem Xylem bildet, wobei die untere Reihe viel schwächer ist. Bei *A. selaginoides* geht von der Konusachse nur ein einzelnes normal orientiertes Bündel aus, das weiterhin in der Schuppe eine schwache obere Reihe abgibt. Eine auffallende Art des Bündelverlaufes in bezug auf die Basis der Samenanlage findet sich nach Radais bei *Sciadopitys*. Von der Basis der Samenanlage gehen in das Gewebe der Schuppe hinein zwei Bündel, die sich bald in eins vereinigen, das unter spitzem Winkel oberhalb der Insertion der Samenanlage in das Fruchtschuppenbündel eintritt; wenn sonst bei anderen Gattungen das Samenanlagenbündel gut entwickelt ist, vereinigt es sich unterhalb oder im Niveau der Insertion der Samenanlage mit dem Fruchtschuppenbündel.

Embryologie.

Literatur: W. R. Shaw, Contribution to the life-history of *Sequoia sempervirens*, in Bot. Gaz. XXI (1896) 332—339, T. 24. — W. Arnoldi, Beiträge zur Morphologie einiger Gymnospermen. I. Die Entwicklung des Endosperms bei *Sequoia sempervirens*, in Bull. Soc. Imper. Natur. Moscou N. S. XIII, 1899 (1900) 329—341, T. 7—8; Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte einiger Gymnospermen. II. Über die Corpuscula und Pollenschläuche bei *Sequoia sempervirens*, 1. c. 405—422, T. 9—10; Beiträge zur Morphologie einiger Gymnospermen. V. Weitere Untersuchungen der Embryogenie in der Familie der Sequoiaceen, 1. c. XIV, 1900 (1901) 449—476. T. 7—8. — W. C. Coker, On the gametophytes and embryo of *Taxodium*, in Bot. Gaz. XXXVI (1903) 1—27, 114—140, T. 1—11. — A. A. Lawson, The gametophytes, archegonia, fertilization, and embryo of *Sequoia sempervirens*, in Ann. of Bot. XVIII (1904) 1—28, T. 1—4; The gametophytes, fertilization, and embryo of *Cryptomeria japonica*, 1. c. 417—444, T. 27—30; The gametophytes and embryo of *Sciadopitys verticillata*, 1. c. XXIV (1910) 403—421, T. 29—31. — Kiichi Miyake, The development of the gametophytes and embryogeny in *Cunninghamia sinensis*, in Beih. Bot. Centralbl. XXVII (1911) 1—25, T. 1—5. —

Ober den Entwicklungsgang im allgemeinen ist das betreffende Kapitel bei den Pinaceen zu vergleichen.

In bezug auf den Gametophyten ist gegenüber den Pinaceen charakteristisch, daß bei keiner Gattung Prothalliumzellen im Pollenkorn abgeschnitten werden, daß hier also der Gametophyt noch weiter reduziert ist. Die erste Teilung im Pollenkorn bringt zur Zeit der Bestäubung die generative Zelle und die Schlauchzelle hervor. Im Pollenschlauch findet dann die Teilung der generativen Zelle in Stiel- und Körperzelle statt und kurz vor der Befruchtung die Teilung der letzteren in die beiden Zellen. Letztere haben beide die gleiche Größe und beide können auch in Funktion treten, da die Befruchtung in einem Komplex von Archegonien vor sich geht (vgl. unten). Eine Ausnahme macht *Sciadopitys*, bei der keine Zellen, sondern 2 Kerne vorhanden sind, die auch an Größe differieren; beide kommen in dasselbe Archegonium; hiernach steht im Zusammenhang, daß die Archegonien einzeln sind (vgl. unten).

Die Bestäubung und Befruchtung findet mit Ausnahme von *Sciadopitys* in derselben Vegetationsperiode statt; bei *Sciadopitys* (ebenso wie bei *Pinus*) erstreckt sich die Entwicklung über zwei Jahre; im ersten Jahre wächst der Pollenschlauch bis zum Juli nur wenig heran, und es wird die Körper- und Stielzelle gebildet; die weiteren Vorgänge spielen sich erst im nächsten Frühjahr ab.

Im Nucellus treten oft mehrere Megasporen-Mutterzellen hervor, bei *Taxodium* nur eine, bei *Cunninghamia* eine bis mehrere, bei *Cryptomeria* 3—4, bei *Sequoia* 4—6. Die Weiterentwicklung ist verschieden, alle Zellen können Tetraden bilden und von der Tetrade können auch mehrere Zellen die Eigenschaften junger Megasporen zeigen, doch kommt

schließlich nur eine Megaspore von alien zur vollen Entwicklung. Uei *Heyuaia* z. B. bleiben die meisten Megasporen klein, und es findet in ihnen nur eine eirunlige Kernteilung statt (also nur zweizelliges Prothallium), uur 2—3 Megasporen verlängern sich stark und nur eine bildet ein vollentwickeltes Prothallium mit befruchtungs-fähigen Archegonien aus.

Die Megasporen-Membran ist bei den *T.* diinner als bei den Pinaceen.

Die Bildung- des Prothalliums (Endosperms) geht im allgemeinen wie bei den Pinaceen durch Vermittlung von Alveolen (oder primären Prothalliumzellen nach Lawson) vor sich. Bei *Sequoia sempervirens* ist nach Arnoldi im Gegensatz zu *S. gigantea* die Prothallium-Entwicklung in den verschiedenen Teilen des Embryosackes ungleichartig. An beiden Enden des Embryosackes finden sich eine große Zahl von freien Kernen, während im Zentrum eine Vakuole bleibt. Nur hier wird das zellige Endosperm durch Vermittlung von Alveolen erzeugt, während oben und unten freie Zellbildung stattfindet; die Archegonien entstehen nur im Alveolenteil. Lawson stimmt mit der Darstellung Arnolds überein in bezug auf die Anhäufung- der freien Kerne am oberen und unteren Ende des Embryosackes; Alveolen werden aber nach ihm nicht gebildet, die Zellen können mir in der Nähe der mittleren Vakuole länger sein. Die letzte Teilung der Kerne vor der Wandbildung ist eine wimultane; also die Wandbildung findet überall zwischen freien Kernen statt und eine bestimmte generative Region ist nicht vorhanden.

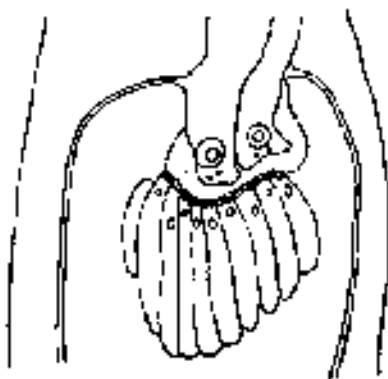


Fig. ITS, *Taxodium*, Gruppe von Archegonien und zwei Pollenschläuche, etwa achtstättet. (Nach Coker, in Bot. Gnu.XXXVI [1903].)

Die Zahl der Archegonien in einem Prothallium ist oft beträchtlich (4—6 bei *Sciadopitys*, 8—15 bei *Cryptomeria*, 10—35 bei *Taxodium*, 60 bei *Sequoia*). Meist gelien die Archegonien wie bei den Pinaceen aus einzelnen Oberflächenzellen des Prothalliums hervor; bei *Sequoia sempervirens* dagegen liegen die Initialen der Archegonien ziemlich tief in der oberen Hälfte des Prothalliums nach der Mikropyle zu; der Hals wird durch die sich vergrößernde Zentralzelle nach der Peripherie des Prothalliums zu geschoben, und zwar in Richtung auf die nächsten Poren-schliuche, die ihre Lage vor der Archegonienbildung eingenommen haben.

Die Zahl der Halazellen ist verschieden: *Sequoia* 2, gelegentlich 4, *Taxodium* 2—16, *Cryptomeria* und *Cunninghamia* 4, *Sciadopitys* 4—8. Bei keiner Taxodiacee ist eine Bauchkanalzelle festgestellt worden, doch wird überall

ein Bauchkanalkern abgeschnitten, der afterwards recht ephemere ist

Bei fast allen Gattungen liegen die Archegonien nicht einzeln, durch Lagen von Prothalliumzellen getrennt, sondern in Gruppen, die von einer gemeinsamen Ernährungsschicht umgeben sind und am Grunde einer gemeinsamen Einsenkung stehen, also eine gemeinsame Archegonienkammer haben. Diese Ausbildung ist nicht überall ganz regelmäßig; für *Taxodium* berichtet Arnoldi, daß die Archegonien auch locker stehen können, daß einige Prothalliumschichten zwischen sie treten können und keine geschlossenen Gruppen vorhanden sind; auch bei *Sequoia sempervirens* können die Archegonien einzeln zerstreut oder in Gruppen angeordnet sein. Typisch verschieden ist nur die Gattung *Sciadopitys* mit einzeln stehenden Archegonien, die einzeln von einer Deckschicht umgeben sind,

Mit Ausnahme von *Sequoia* erfolgt ebenso wie bei den Pinaceen die Wandbildung am Proembryo beim Übergang zum 8-Kern-Stadium. Im allgemeinen besteht der Proembryo nur aus 3 Zellschichten, die Rosettenschicht der Pinaceen fehlt. Für *Cryptomeria* z. B. berichtet Lawson, daß im 4-Kern-Stadium die Kerne an die Basis der Eizelle einken, wo sie eine Schicht bilden; es erfolgt eine Teilung und Anordnung der 8 Kerne in zwei Schichten, wobei dann Wände gebildet werden und zwar so, daß wie bei den Pinaceen die obere Schicht nach dem Prothallium zu wandlos ist. Die oberen Zellen teilen sich nochmals, es sind dann 2 Schichten geschlossener Zellen und eine Schicht offener Zellen vorhanden. Die obere Schicht der ersteren verlängert sich zu Suspensoren, die untere bildet einen oder mehrere Embryonen. Bei *Taxodium* sind die 8 Kerne am Grunde der Eizelle anders verteilt: die untere Schicht hat 2, die obere 6 Kerne; dann erfolgt Wandbildung. Eine Querteilung der oberen Schicht liefert Suspensorzellen und offene

Zellen; die beiden basalen Zellen teilen sich durch senkrechte Wände in eine Reihe von 4 Zellen. So sind schließlich also 6 offene Zellen, 6 Suspensorzellen und 4 primäre Embryozellen vorhanden. In der Bildung des eigentlichen Embryos zeigt sich dann mannigfache Variation; die Suspensorzellen können vereinigt bleiben, so daß ein Embryo entsteht, meist aber trennen sie sich. Da die Zahl der Suspensorzellen und der primären Embryozellen (Spitzenzellen) ungleich ist, bleiben dann die überzähligen Suspensoren in verschiedenen Stellungen zurück. Jede Spitzenzelle teilt sich dann unabhängig und die einzelnen Embryonen können verschiedene Entwicklungsstadien erreichen. Bei *Sciadopitys* sind im Proembryostadium 4 Zellschichten vorhanden, offene Zellen, Rosettenzellen, Suspensorzellen und primäre Embryozellen; letztere bilden aber eine lockere Zellgruppe, deren Terminalzellen Embryointialen sind und sich weiter teilen können, während die darüberliegenden Zellen sekundäre Suspensoren bilden. Auch die Rosettenzellen können sich teilen (vgl. bei *Pinaceae*).

Ganz eigenartig verhält sich *Sequoia*. Bei dieser Gattung findet überhaupt keine freie Kernteilung im Ei statt. Schon bei der ersten Teilung erfolgt Wandbildung, so daß zwei Zellen entstehen, die das Ei fast ausfüllen. Weitere Teilungen ergeben eine Reihe von 5 Zellen, deren unterste eine Embryointiale ist; die darüber stehende verlängert sich zum Suspensor. In das Prothallium vorgeschoben teilt sich die Embryointiale und bildet den eigentlichen Embryo.

Verbreitung. Die heute lebenden Gattungen der Taxodiaceen, die alle geringe Artenzahl haben, sind von relativ enger Verbreitung. Sie finden sich vorzugsweise in den Ländern zu beiden Seiten des stillen Ozeans, nur *Taxodium* bewohnt auch das atlantische Nordamerika und *Taiwania* dringt von Formosa bis Westchina vor. *Sequoia* ist auf Kalifornien beschränkt, *Taxodium* auf das südöstliche Nordamerika und Mexiko; *Cryptomeria* kommt in Japan und China vor, *Sciadopitys* in Japan, *Glyptostrobus* in China, *Cunninghamia* und *Taiwania* in China und auf Formosa, *Athrotaxis* auf Tasmanien. Nähere Einzelheiten sind im Kapitel über die Verbreitung der Coniferen und bei den Gattungen zu vergleichen.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Da die *T.* in ihrer heutigen Entwicklung nur Reste einer ehemals formenreicheren Gruppe darstellen, so weisen die Gattungen keine engen Zusammenhänge auf, doch ist wohl die Familie immerhin als natürlich zu bezeichnen, abgesehen vielleicht von *Sciadopitys*, die mit den anderen Gattungen kaum näher verwandt ist. In bezug auf die Entwicklung der Fruchtschuppe oder des Schuppenwulstes der Blüte nehmen die *T.* eine Mittelstellung zwischen den Pinaceen und Cupressaceen ein. Im übrigen ist die allgemeine Einleitung zu den Coniferen zu vergleichen.

Possibles Vorkommen (R. Krause 1): Die Mehrzahl der lebenden Gattungen ist für tertiäre Schichten der Nordhalbkugel nachgewiesen und besaß damals eine viel weitere Verbreitung als heute. *Taxodium* und *Sequoia* finden sich noch im Pliozän von Tegel*) und Frankfurt a. M., sind also erst durch die Eiszeit aus Europa verdrängt worden. Schon in der Kreide ist die Gruppe reich vertreten, zu den lebenden Gattungen treten heute ausgestorbene hinzu. Einige Gattungen wie *Sequoia* und *Sciadopitys* sind auch schon im Mesozoikum vorhanden, aus dem weiterhin noch zahlreiche Taxodiaceen ähnliche Reste zweifelhafter Stellung bekannt sind (vgl. S. 360).

Einteilung der Familie.

- A. Langtriebe mit kleinen Schuppenblättern; axilläre nadelblattartige, nackte Kurzweige wirtelartig gedrängt; Schuppen des Fruchtzapfens mit sehr starkem Schuppenwulst
Unterfam. I. *Sciadopityoideae*.
1. ***Sciadopitys*.**
- B. Kein ausgesprochener Gegensatz zwischen Langzweigen und Kurzweigen, oder Kurzweige beblättert, abfallig (*Taxodium*): Schuppenwulst 0 oder ± stark entwickelt oder ± freie Fruchtschuppe. Unterfam. II. ***Taxodioideae*.**
- a. Schuppen am Fruchtzapfen schildförmig aneinanderschließend; Kotyledonen 4—9.
«• § Blüten an kurzen Zweigen terminal oder axillär; Blätter ausdauernd; Samenanlagen 3—9. 2. ***Sequoia*.**
- /? § Blüten in rispenartigen Blütenständen; kleine beblätterte Seitenzweige im ganzen abfällig; Samenanlagen 2. 3. ***Taxodium*.**

*) Nach Stoll er u. a. sogar Interglazial!

Stimmen bis $\frac{1}{2}$ m). Die die Aste aufbauenden Haupttriebe sind steif, reich kurz verzweigt; Blätter allseitswendig, pfriemlich lanzettlich bis lanzettlich, spitz, dick, aufrecht und $\pm$ anliegend, herablaufend, am Rücken gerundet oder stumpf gekielt, beiderseits mit JSpaltoilnuigen versehen; das freie Ende ist ca. 2—6 mm lang. Die Bliiten, besonders die σ , werden, in großer Zahl produziert; die Antherenschuppe ist eiförmig, gezähnt. Die σ Blüten enthalten ca. 30 Schuppen; das Carp, ist allmählich lang gespitzt verschmälert. Der Zapfen ist ellipsoidisch oder eiförmig-ellipsoidisch; von außen sieht man die quergezogen rhombischen, bis ca. 2 cm breiten Schilde, die schwach quergekielt und runzelig sind, mit Vertiefung und kleinem Stachel im Zentrum; vor der Fläche gesehen sind die Schuppen, die nach der Basis zu allmählich dünner werden, ca. halbelliptisch und tragen in 2 Reihen im unteren Teil bis 9 Samen. Der Zapfen öffnet sich nur wenig und behält dabei seine Form. Das Holz des Stammes ist hellrot, leicht, aber dauerhaft im Boden. Die ersten näheren Nachrichten über den Riesen des kalifornischen Waldes gab der Reisende William Lobb (1650), der auch die *Sequoia* nach Europa einfuhrte. Auf seinem Material beruht die Beschreibung der *Wellingtonia gigantea* von Lindley. Die Art wird jetzt in Europa in Parks viel kultiviert.

B. Zapfen 2—2,5 cm lang; Blätter schuppenförmig und linealisch-lanzettlich, zweireihig ausgebrüht; am Ende der Zweige Laubknospen mit ledrigen, rundlichen Schuppen, die am Grunde der neuen Triebe persistieren. *S. sempervirens* (Lamb.) Endl. (Redwood, Palo Colorado). Dieser als Nutzholz wichtigste Baum Kaliforniens wächst in der feuchten Küstenregion, sein Gedeihen ist bedingt durch große Regenmenge und starken Nebel in der trockeneren Jahreszeit bei geringen Temperaturschwankungen; das nördlichste Vorkommen ist am Chetco-River in der Südwestecke von Oregon, die Verbreitung erstreckt sich dann bis Monterey (»Redwood-Belk«); hier wächst die Art von der Seenahe bis zu ca. 1000 m Höhe der Coast-Range nach der Seeseite zu an Abhängen und in Flußtalem; ihre stärkste Entwicklung findet sie in der Gegend des Smith-River und Eel-River; sie bildet oft reine Bestände oder tritt mit anderen Coniferen untermischt auf. *S. sempervirens* gibt der *S. gigantea* an Höhe nichts nach und übertrifft sie vielleicht noch; 80—90 m Höhe sind keine Seltenheit, einzelne Exemplare sollen 110—115 m erreichen; die Art ist schnellwüchsiger als ihre Verwandte, große Bäume sind 400—1300 Jahre alt. Charakteristisch ist die große Regenerationsfähigkeit, die ein Ausrotten verhindert; aus der mächtig verbreiterten Übergangszone von den flach streichenden Seitenwurzeln zum Stamm erheben sich Stockausschläge, so daß ein alter Baumstumpf von einem weiten Kreis von Stämmen der zweiten Generation umgeben sein kann. Der Stamm verjüngt sich nach oben zu wenig, er ist hoch hinauf astfrei, die Krone ist unregelmäßig, relativ schmal; Borke tiefrissig. Blätter an kleineren Seitenzweigen linealisch-lanzettlich, ledrig, spitz, bis über 2 cm lang, zweireihig spreizend, an Leittrieben und an den blütentragenden Zweigsystemen schuppenförmig, spreizend oder $\pm$ angedrückt, lanzettlich bis eiförmig-lanzettlich, unterseits gerundet; zwischen beiden Formen Übergänge. σ Bliiten am Ende kurzer Zweige, Carp, breit eiförmig, zugespitzt; Zapfen 2—2,5 cm lang, oval, Schuppen am reifen Zapfen stark klaffend, plötzlich am Ende in eine rhombische Platte verbreitert, nach unten zu keilförmig-stielartig zusammengezogen.

Fossile Arten (R. Kräusel): Die heute auf zwei Arten beschränkte Gattung ist in zahlreichen Arten aus der Kreide und dem Tertiär von Europa, Asien und Nordamerika bekannt; ähnliche Reste kommen auch schon im Jura vor, so *S. problematica* Fliche et Zeiller im Oberen Jura von Boulogne. *S. concinna* Heer, *S. Reichenbachii* (Geinitz) Heer, *S. minor* Velenovsky u. a. Arten sind für die Kreide von Spitzbergen, Böhmen usw. nachgewiesen. Im Tertiär, vom Eocän bis zum Pliocän reichend, sind *S. Couttsiae* Heer und *S. Langsdorfii* Brong. weit verbreitet, die den beiden lebenden Arten auBerst ähnlich sind. Das Holz der letztgenannten Art (*Taxodioxylon sequoianum* Gothan, vgl. S. 407) ist unter den Ligniten der mitteleuropäischen Braunkohle viel häufiger als früher angenommen wurde. [Vgl. Kräusel, Naturwissensch. (1925).]

3. **Taxodium** Richard, in Ann. Mus. XVI (1810) 298 (*Schubertia* Mirbel [1812]; *Cupressinnata* Senilis [1866]).

Wichtigste Literatur UP: Sargent, Silva N. Amer. X (1896) 149. — Harper, Bull. Torr. Bot. Cl. XXIX (1902) 383—399, XXXII (1905) 105—115. —

Blüten monözisch. σ Blüten kurz gestielt oder fast sitzend, in der Achsel schuppenförmiger Brakteen, in langen terminalen rispenartigen Blütenständen; Starn. wenig zahlreich, Filament dünn, plötzlich in die eiförmige Antherenschuppe verbreitert, die an der Innenseite am Grunde in zwei Reihen 5—9 fast kugelige, mit Längsriß sich öffnende Sporangien trägt. σ Blüten einzeln terminal an kurzen, mit Schuppenblättern versehenen Zweiglein, fast kugelig; Carp, zugespitzt, mit kurzem fleischigem Schuppenwulst, mit 2 aufrechten Samenanlagen*). Bliitenknospen im Herbst angelegt, mit vielen dünnen, breiten

*) In der Achsel des Carp, treten zuerst in der Knospe zwei kleine Anschwellungen hervor, die späteren Samenanlagen. Der Schuppenwulst erscheint als kleines Kissen einige Wochen vor der Bestäubung und wächst im Frühjahr zwischen Samenanlagen und Carp, heraus. Das weitere Wachstum beschränkt sich auf den basalen Teil, an dem Carp, und Schuppenwulst nicht unterscheid-

aus dem Wasser hervor, auf feuchtem, nicht vom Wasser bedecktem Boden sind sie niedriger, als dienen der Durchlüftung der Wurzeln. *T. distichum* erreicht eine Höhe von 50 m, der Stamm ist hoch hinauf astlos; die Borke ist leicht rissig. Die jährlich abfallenden horizontal spreizenden Zweige sind meist 5–10 cm lang, ihre leuchtend grünen, ca. 7–13 cm langen, hellgrünen Blätter sind gescheitelt. Die Blüten stehen in 10–18 cm langen Zweigen gedrängt, entweder einzeln in der Achsel oder in Gruppen an Seitenzweigen, so daß sie einen schmalen Blütenstand bilden; solche Zweige treten oft in nussartigen Blütenständen zusammen. Die kugeligen oder umgekehrt eiförmigen Früchte sind 20–30 mm im Durchmesser. — Nahe verwandt ist *T. ascendens* (Nutt.) Harper*), welche Art innerhalb des Verbreitungsgebietes von *T. distichum* auf sumpfigem, sandigem Boden mehr an abflusslosen Gewässern, auch an kleinen Flüssen vorkommt; meist kleiner als *T. distichum*, Borke dick, stark gefurcht; Blätter der abfallenden Zweige pfriemlich, gebogen, dem Zweig angedrückt, 5–10 mm lang. Die dritte Art *T. mexicanum* Carr kommt weit verbreitet auf dem mexikanischen Tafelland bei 1400–2300 m an Flußläufen und Gebirgsbächen vor; auch diese Art ist mit *T. distichum* verwandt und an Herbarexemplaren kaum unterscheidbar; die Äste sind bogenförmig genetzt und die dünnen Zweige weit herabhängen; die Kurzweige mit gescheitelten Blättern werden erst im letzten Jahre abgeworfen; die Blüten sind größer als bei *T. distichum*; einzelne riesige Exemplare der Art von hohem Alter haben eine gewisse Berühmtheit erlangt, so der arbol de la noche in dem Orte Popatela bei Mexiko, in dessen Schatten Cortez nach dem Rückzug von Mexiko die Reste seiner Truppen vorbeiziehen ließ.

Fossile Arten (R. Krause): Zweige von *T.* sind in alien tertiären Ablagerungen von Eozän bis Pliozän häufig in Nordamerika, Asien und Europa zu finden, in Nordamerika auch noch quartär. Sie lassen sich von der lebenden Sumpfyzypse kaum unterscheiden, werden daher meist als *T. distichum miocenicum* Heer u. ä. bezeichnet. T. -Stämme sind an der Zusammensetzung der Braunkohle beteiligt, allerdings sind sie bei weitem nicht so häufig, als man früher angenommen hat (vgl. S. 407).

4. Glyptostrobus Endl., Syn. Conif. (1847) 69; K. Koch, Dendrol. II, 2 (1873) 191. Masters in Journ. of Bot. XXXVIII (1900) 37–40 (*Taxodium* spec. aut.) — Blüten monözisch. § Blüten an kurzen Zweiglein endständig, zahlreich gedrängt; Stam. mit kurzem Filament, Antherenschuppe breit, am Grunde mit 3–4 Sporangien. § Blüten an Seitenzweigen endständig, ähnlich denen von *Taxodium*; Samenanlagen 2 aufrecht. Zapfen schmal verkehrt-eiförmig, Schuppenwulst über das Carpellende hinaus stark verlanfend, der bogige obere Rand gekerbt; Schuppen länger gestreckt als bei *Taxodium*, nicht schildförmig, sondern mehr dachig übereinanderfallend; Samen eckig, schmal geflügelt. — Kleiner Baum oder Strauch mit steifen Zweigen, die ausdauernden Zweige mit schuppenförmigen, angedrückten oder etwas abstehenden kleinen Blättern, die kurzen abfallenden Zweige mit allseitig gerichteten nadelförmigen, kantigen, seitlich zusammengedrückten Blättern oder auch nach oben zu mit Schuppenblättern. — Der Name von *ylvuxog* (eingegraben, eingezichnet) und *axgopog* (für *atgodog* Zapfen), wegen der Kerbung der Fruchtschuppen.

1 Art in Südostchina, dort häufig angepflanzt, *G. pensilis* (Stout.) K. Koch (*G. heterophyllum* [Brong.] Endl., *Thuia lineata* Poir?); Zapfen 15–20 mm lang.

Die Gattung *G.* ist wenig bekannt und ist oft mit *Taxodium* vermischt worden. Über die Abhängigkeit der Kurzweige mit den oft nadelförmigen (bis 1 cm langen) Blättern finden sich in der Literatur widersprechende Angaben.

Fossile Arten (R. Kriiusel): Von Eozän bis zum Pliozän finden sich auf der Nordhalbkugel bis zur Arktis die Laub-, Zapfen- und Holzreste von *G. europaeus* Heer, der vielleicht von baumartigem Wuchs war. Möglicherweise ist die Gattung schon in der Unteren Kreide von Grönland vorhanden.

5. Cryptomeria D. Don, in Trans. Linn. Soc. XVIII (1839) 166 T. 13 Fig. 1– Hook Icon. T. 668 (1844); Siebold et Zuccarini, Fl. Japon. II (1842) 41–54, T. 124, 124b; Shirasawa, Icon. Ess. Forest. I (1900) T. 9 Fig. 25–42; Wilson, Conif. and Taxads of Japan (1916) 66–71 T. 48–49. — Blüten monözisch. § Blüten axillär, an jungen Zweigen ährenförmig gedrängt, sitzend, am Grunde mit wenigen Schuppeiblätern; Stam. spiralig,

*) Die Art wurde 1833 von Brongniart kurz als *T. ascendens* beschrieben, Nutt. 1818 keinen Artnamen, sondern bezeichnete die Form als *Cupressus disticha* ? *imbricaria*, welche Name von Harper l. c. als Artnamen aufgenommen wurde. Harper tritt auf Grund eingehender Erörterung der morphologischen und pflanzengeographischen Verhältnisse dafür ein, daß *T. ascendens* eine selbständige Art und keine Standortform von *T. distichum* ist (vgl. auch Mitteil. Deutsch. Dendr. Ges. 1908).

- Cupressinnata Senilis 352
 *Cupressaceae 165, 361
 •Cupressinoxylon (G(Spp.) Gothan 407
 Cupressites 376, 393
 Cupressstellata Senilis 383
 *Cupressus L. 391
 *Cycadaceae 44
 Cycadella Ward. 95
 *Cycadeoidea Buckland 95
 •Cycadeomyelon Sap. 84
 Cycadeospermum Sap. 84
 *Cycadeostrobus Camith. 84
 •Cycadinocarpus Ren. 36, 84, 117
 *Cycadites Sternberg 87
 *Cycadocarpidium Nathorst 84, 87
 *Cycadocephalus Nathorst 96
 Cycadolepis Sap. 84
 •Cycadopteris Zigno 43
 •Cycadospadix Schimp. 83
 •Cycadoxylaceae 19.
 •Cycadoxylon Renault 19
 •Cycas L. 74
 •Cyclocarpon Fiedler 36
 •Cyclopitys Schmalhausen 405
 Cyclopteris Brongn. 29
 Cylindropodium 84, 95
 *Cyparissidium Heer 403
 *Czekanowskia Heer 110

 •Dacrydium Soland. 239
 Dadoxylon Endl. 113, 118, 265, 406
 Dammara Lam. 266
 Dammarites 266
 Dammarophyllum 266
 *Daubreeia Zeiller 30
 *Decagonocarpus Ren. 37
 Derbyella 31
 *Desmiophyllum Lesq. 120
 *Dichopteris Zigno 43
 *Dicranophyllum Grand'Eury 111
 •Dicroidium Gothan 42
 Dictyopteris Guthrie 30
 Dictyothalamus Goeppert 41
 •Dictyozamites Oldham 86
 Dictyoxylon 8, 12
 *Dioon Lindl. 76
 •Dioonites Miquel 86
 Dion 76
 *Diplopterostea Nathorst 37
 •Diplostesta Brongn. 36, 117
 •Diplothemema Stur 26
 •Dipsacozamia Lehm. 76
 *Discoostrobus Krasser 83, 109, 110
 *Diselxna J.D. Hooker 384
 *Dolerophyllum Saporta 40
 *Doliosstrobus Marion 266, 404
 Dombeya Lam. 263
 Dory-Cordaite 115
 Codaioxylon Schenk 113

 Echinostipes Pömel 95
 *Echinostrobus Schimper 360
 *Elatides Heer 265, 405
 *Elatocladus Halle 265, 405
 *Encephalartos Lehmann 78
 *Endoxylon (Kidston) Scott 21
 *Entomolepis Sap. 404
 Eolirion Schenk 120
 •Ephedra L. 418
 *Ephedraceae 409
 •Eretmophyllum Thomas 111
 Eremopteris Schimper 26
 •Eriotesta Brongn. 36
 Eugeinitzia Hollick et Jeffrey 360
 Eutacta Link 263
 Eutassa Salisbury 263

 Feildenia Heer 111
 Feistmantelia Zeiller 31
 Fittonia Carruth. 84, 95
 *Fitzroya J. D. Hooker 383
 *Fokienia A. Henry et H. H. Thomas 390
 Frenela Mirbel 378
 Frenelopsis Schenk 380

 *Gangamopteris McCoy. S2
 *Geinitzia Endlicher 560
 Gigantabies Senilis 349
 Gigantopteris Schenk 32
 Gingkyo Mayr 109
 •Ginkgo L. 109, 110
 •Ginkgoaceae 98
 •Ginkgodium Yokoyama 111
 Ginkgoites Seward 110
 Ginkgopsis 112
 *Glenopteris Sellards 44
 *Glossopteride 30
 •Glossopteris 31
 *Glossozamites Schimp. 86
 Glottophyllum 112
 Glyptolepidium Heer 404
 Glyptolepis Schimp. 404
 *Glyptostroboxylon Conwentz 407
 *Glyptostrobus Endl. 355
 Gnemon Rumph. 439
 •Gnetaceae 429
 Gnetopsis Renault 34
 •Gnetum L. 439
 •Gomphostrobus Marion 404
 Grithoropia 98
 •Guilelmites H. B. Geinitz 37

 •Haitingeria Krasser 83
 *Hapaloxyylon Renault 119
 Hesperopeuce Lemmon 320
 •Heterangium 12
 *Hexagonocarpus Ren. 37
 *Hexapterospermum Brongn. 35
 Heyderia K. Koch 389
 Hierogramma 19
 *Holcospermum Nathorst 37

 Ixostrobus Raciborski 110

 Jeanpaulia Unger 110
 Jordania Fiedler 37
 •Juniperoxylon (Houlbert) Kräusel 402, 407
 *Juniperusi L. 396

 Kaloxylon 9
 Kalymma 21
 *Keteleeria Carrière 318
 Kiltorkensia Johns. 111
 Kramera Velenovsk[^] 266
 Krannera Velenovsk^y 120

 *Lagenostoma Williamsoji 10, 33
 *Lagenostomeae 33
 Laricopsis Kent 325
 *Larix Miller 326
 Leichhardtia Sheperd 379
 *Lepidanthium Schimper 83
 *Lepidopteris Schimper 44
 Lepidothamnus Phil. 239.
 Lepidozamia Regel 80
 *Leptocaryon Brongn. 36
 *Leptostrobus Heer 404
 *Lesleya Lesquereux 32
 *Libocedrus Endl. 388
 *Linguifolium Arber 32
 *Linopteris Presl 30
 *Lomatopteris Schimp^{«r} 43
 *Lonchopteris Brongn. 28
 *Lunzia krasser 83
 *Lyginodendraceae 8
 •Lyginodendron 8
 Lyginopteris. H. Potonié 8
 Lyginorhachis 9

 *Macrobiota Komarov 402
 Macrotaeniopteris Krass. 83,85
 •Macrozamia Miq. 80
 *Malacotesta Will. 37
 Mantellia Brongn. 95
 *Mariopteris Zeiller 25
 *Medullosa 16
 •Medullosaceae 14
 *Megalopterides 32
 •Megalopteris Dawson 32
 Mégalospermum Arber 35, 37
 •Megaloxylaceae 20
 *Megaloxylon Seward 20
 Mesembryoxylon Seward 407
 *Mesopity[«] Zalesky 119
 *Mesoxylon Scott et Maslen 118
 *Mesoxylopsis Scott 119
 *Metacordaite Renault 119
 *Microcachrys Hook. f. 238
 •Microcycas A. DC. 82
 *Microlepidium Velenovsky 360
 Micropeuce Gord. 319
 Microspermum 37
 Microzamia 83
 *Mitrospermum Arber 36, 117

- Moreauia Pomel 405
 *Moriconia Debbey et Ettingshausen 403
 *Muscocarpus Brongn. 37
 Myelopteris Ren. 16
 Myeloxylon Brongn. 16

 Nageia Gord. 240, 245
 •Nageiopsis Fontaine 248
 Nephropsis 112
 *Neuropterides 29
 •Neuropteris Brongn. 30
 Neurospermum P. Bertrand 36, 37
 *Nilsonia Brongn. 97
 *Niissoniaceae 97
 *Noeggerathia Sternberg 39
 •Noeggerathiopsis Feistmantel 119
 Nummulospermum 31

 Ootoclinis F. Mnell. 379
 *Odontopterides 29
 Odontopteris Brongn. 29
 *Otozamites Fr. Braun 86
 Ottocaria Zeiller 31

 *Paarpitys Zalessky 119
 •Paläoweichsella H. Pot. und Gothan 28
 Pachylepis Brongn. 382
 Pachyphyllum Saporta 405
 Pachypteris Brongn. 42
 •Pachyteta Brongn. 35
 •Pagiophyllum Heer 265, 405
 *Palaeocladus Ettingsh. 249
 *Palaeocyparis Saporta 403
 Palaeophyllales Arber 109
 •Palaeovittaria 32
 Palaeoxyris Brongn. 83
 Palaeozamia Endl. 86
 Palma Filix Adans. 77
 •Palmatopteris H. Potonié 26
 Palmifolium (Trew) O. Ktze. 77
 •Palyssia Endl. 403
 Parolinia Endl. 382
 •*Pecopterides 26
 Pelourdea Seward 120
 *Pherosphaera Archer 238
 *Phoeniceps Heer 111
 •Phylladoderma Zalessky 118*
 •Phyllocladopsis Fontaine 249
 •Phyllocladoxylon Gothan 249, 407
 •Phyllocladua Rich. 249
 *Phyllostrobus Saporta 403
 Phyllotenia 120
 Physematopitys Gopp. 110
 •Physostoma Williamson 34
 •Picea A. Dietrich 312, 321
 *Piceoxylon Gothan 406
 *Pinaceae 165, 271
 PinoBtrobus Stopes 310
 •Pinus L. 331
 •Pinuxylon Gothan 406

 *Piroconites Gothan 96
 Pissadendron Endl. 120
 Pituites Seward 310
 Pitus Witham 120
 *Pityaceae 120
 Pityanthus Nathorst 310
 Pityites Seward 320
 Pityocladus 310
 Pityolepis Nath. 310
 Pityospermum Nath. 310
 Pityophyllum 310
 Pityosporites 310
 Pityostrobus Nath. 310
 Pityoxylon Kraus 406
 *Pitys Witham 120
 *Plagiozamites Zeiller 87
 Platycladus Spach 384
 Platylepis Sap. 84, 95
 *Platyspennae 36
 Platyspermum 37
 Platyzamia Zucc. 76
 *Plinthiotheca Zeiller 41
 *Plutonia Velenovskf 405
 Poa-Gordaites 114
 •Podocarpaceae 164, 211
 •Podocarpoxydon Gothan 248, 407
 *Podocarpus L'Hérit. 240, 249
 *Podozamites Fr. Braun 86
 Polyangium 13
 *Polylophospermum Brongn. 35
 Polypodiopsis Can. 245
 *Poroxylon Renault 119
 Potonié Zeiller 29
 *Pramelreuthia Krasser 83
 Protodammara 966
 *Protophyllocladus Berry 249
 Protopinaceae Kräusel 407
 *Protopityaceae 22
 •Protopitys Goeppert 22
 Prumnopitys Phil. 242
 *Pseudoaraucaria Fliche 266
 *Pseudecten Seward 85
 •Pseudocycas Nathorst 87
 Pseudogeinitzia Holl. et Jeffr. 360
 •Pseudolarix Gordon 325
 Pseudoptilophyllum 86
 *Pseudotsuga Carrière 318
 *Psychmophyllum Schimper 111
 *Pterispermofobus Stopes 40
 *Pterispermotherca Carpentier 40
 •Pterophyllum Brongn. 85
 Pterophyllum Nelson 109
 Pterospermum 38
 Ptilophyllum 86, 96
 *Ptilozamites Nathorst 85
 •Ptychotesta Brongn. 35
 *Ptychoxylon Renault 19
 Pycnophyllum Brongn. 118

 Quadrifaria Manetti 263

 *Radiospermae 33
 Radiospermum 37

 *Raritanian Hollick et Jeffrey 405
 Ratopitys Nels. 359
 Raumeria Goppert 95
 Raxopitys Senilis 359
 Retinispora Sieb. et Zucc. 393
 Retinosporites Holden 405
 *Rhabdocarpus Berger 36
 Rhabdospermum 36
 Rhachiopteris 9
 *Rhetinangiaceae 20
 *Rhetinangium 20
 •Rhexoxylon Bancroft 18
 *Rhipidopsis Schmalhausen 111
 •Rhizozamites Schmalhausen 118
 Rhizo - Cordaites Grand'Eury 114
 •Rhodea Presl 26
 *Rhynchogonium Heer 37

 Sabina Miller 399
 Sagenopteris 98
 SaUrburia Smith 109
 Salisburyia Link 109
 Samarospermum 37
 *Samaropsis Goeppert 36, 117
 *Saportea Fontaine et White 111
 *Saxegothaea Lindl. 239
 Saxe-Gotha Gay 239
 Saxegothaea Benth. 239
 Saxegothopsis 239
 Saxogothaea Dalla Torre et Harms 239
 Schizolepidella Halle 404
 •Schizolepis Fr. Braun 404
 Schizopodium Morière 95
 Schizospermum 37
 Schubertia Mirbel 352
 *Schtitzia Geinitz 41, 111
 *Sciadopitys Sieb. et Zucc. 348
 *Scleropteris Saporta 43
 •Sequoia Endl. 349
 •Sewardia Zeiller 87, 112
 Sparganium 21
 Sphaereda Lindl. et Hutt. 84
 Sphaerostoma 14, 34
 *Sphenolepidium Heer 405
 •Sphenopterides 24
 *Sphenopteridium Schimper. 23
 *Sphenopteris Brongn. 9, 13, 24
 •Sphenozamites Brongn. 87
 Stachycarpus Van Tieghem 242
 Stachyopitys 109, 110
 •Stachyotaxus Nathorst 240
 *Stangeria T. Moore 75
 Steinhauera Presl 349
 •Steloxylaceae 19
 •Steloxylon Solms-Laubach 19
 •Stenomyelaceae 22
 *Stenomyelon Eidston 22
 •Stenopteris Saporta 43
 Stenorachis Saporta 110
 Stenorrhachis 84
 Stenzelia Goeppert 16

- Stephanospennum Brongn. 35
- Sternbergia Artis 113
- Strobilites 20
- Strobilus Opiz 331
- *Sutcliffia Scott 18
- Swedenborgia 404
- Syncardia 19
- Taeniopterides 30
- *Taeniopteris Brongn. 30, 85
- Taiwania Hayata 357
- Taiwanites Hayata 357
- Taxaceae 164, 199
- Tazites G6pp. 406
- Taxodiaceae 165, 342
- Taxodioxylen (Hartig) Gothan 407
- *Taxodium Richard 352
- Taxospennum Brongn* 36
- Taxoxylon Kraus 406
- Taxus L. 208
- Telanganm 11
- Tetraclinis Masters 380
- Thalamia Sprengel 249
- Thinnfeldia Ettingshausen 42
- Thoa Aubl. 439
- Thuites 376
- Thuja L. 386
- Thujaecarpus Trautv. 397
- *Thujopsis Sieb. et Zucc 384
- *Thuya 386
- Thuyopsis 384
- Thya 386
- Thyia 386
- Thyiopsis 384
- *Thysanotesta Nathorst 87
- *Titanophyllum Renault 120
- Todda-Pana Adans 74
- *Torellia Heer 111
- Torreya Amott 211
- *Trichopitys Saporta 111
- Trigonocarpeae 35
- Trigonocarpus Brongn. 35
- Triphyllopteris Schimper 23
- Tripterospennum Brongn. 35
- *Tsuga Carrière 319
- Tumboaceae 419
- Ullmannia GOpp. 405
- Ulospennum Pomel 84
- Yeitchia Lindl. 321
- Verataxus Senilis 208
- Vertebraria Royle 81
- Vesquia C. E. Bertrand 211
- Vfilkelia Solms-Laubach 19
- *Voltzia Brongn. 404
- Voltziopsis 404
- *Walchia Sternberg 403
- Washingtonia Winslow 349
- Wellingtonia Lindl. 349
- Weltrichia Fr. Braun 97
- *Welwitschia Hook. 419
- Welwitschiaceae 419
- *Westersheimia Krasser 96
- *Whittleseyia Newbeny 112
- Widdringtonia Endl. 382
- Widdringtonites Endl. 376, 380, 405
- Wielandia Nathorst 96
- *Wielandiella Nathorst 96
- Williamsonia Carruthers 95
- Williamsoniella Thomas 96
- Withamia Sew. 87
- Xenoxylon Gothan 407
- Yatesia Carruth. 84
- Yuccites Schimp. 120
- *Zamia L. 77
- Zamiopsis Fontaine 43
- Zamiostrobus Endl. 84
- *Zamites Brongn. 86

Verzeichnls der Nutzpflanzen und der Vulgfirnamen.

- Aleppo-Kiefer 339
- Alerce 384
- Andys. 396
- Arbol de la noche triste 355
- Arbor vitae 386
- Arve 332
- Australian Kauri 266
- Bara Momi 824
- Banks-Kiefer 338
- Balsam-Tanne 317
- Bergkiefer 337
- Big Tree 350
- Black Kauri Pine 266
- Black Pine 245
- Bordeaux Terpentin 311
- Bull Pine 341
- Bunya-Bunya 262
- Burgunderpêch 311
- Caffer-bread 79
- California Nutmeg 211
- Cederboom 382
- Cddre de Goa 893
- Celery Pine 249
- Celery-topped Pine 249
- Clanwilliam cypress 882
- Curi265
- Cypresae 392
- Bakua Salu Salu 245
- Dammarr 263
- Dammarr-batu 263
- Deodar 330
- Devadara 330
- Digger Pine 341
- Dolores Palm 76
- Douglas-Fichte 319
- Douglasie 319
- Douglas-Tanne 319
- Dundathu Pine 266
- Edeltanne 315
- Eibe 208
- Pichte 821
- Fichtenharz 311
- FOhre 337
- FOhrenharz 311
- Foxtail Pine 336
- Gen^vriar 397
- Gin-ko 109
- Ginnan-no-ki 109
- Gloria Harz 311
- Goldlärche 326
- Gray Pine 838
- Hai-nezu 398
- Harz 311
- Hemlock Spruce 320
- Hemlockstanne 320
- Himalaya-Zeder 380
- Hin-ko 109
- Icho-no-ki 109
- Incense Cedar 389
- Inu-gava 270
- Inu Maki 248
- Iramomi 324
- Jack Pine 338
- Jersey Pine 339
- Kaffir-bread 79
- Kahikatea 245
- Kaja 211
- Kanada Balsam 310, 317
- Kauri-Fichte 262, 266
- Kauri Kopal 262
- Kiefer 337
- Kimerah 245
- Kiputri 245
- Kiu-ye-sung 826
- Kne-Sin 248
- Kniehholz 337
- Kolophonium 811
- Kome Tsuga 320
- Kopal 262

- Knunmholz 338
 Kuro Tsuga 320
 Kuro-matsu 338
 Kusamaki 248

 Latsche 338
 Lärche 328
 Lärchenterpentin 311
 Lebensbaum 386
 LegfOhre 337
 Lleuque 245
 Loblolly Pine 341
 Longleaved Pine 339

 Machandel 397
 Maidenhair tree 109
 Maki 248
 Mammuth-Baum 350
 Manila-Kopal 263
 Manio 247
 Manique 247
 Maniu 239
 Matai 237, 245
 Mirò 245
 Momi 316
 Moorkiefer 337
 Moreton-Bay Pine 265
 Muro 398
 Muze 245
 Myama-nezu 398
 Mze 245

 Nagi 245
 Nezu 398
 Nikkomomi 316
 Norfolk-Tanne 265
 Noyer du Japon 109

 Omorika-Fichte 325
 Outeniqua 247
 Outeniqua *yellow wood* 237
- Palo Colorado 352
 iPech 311
 Pechtanne 321
 Peh-k'o 109
 Pin colonnaire 265
 Pinheiro 265
 Pinhos 262
 Pinie 339
 Pin maritime 336
 Pin noir 336
 Pinones 262
 Pitch Pine 339
 Pumpkin Pine 334

 Queensland Kauri 266

 Bed Cedar 402
 Red Pine 337, 239
 Red Spruce 323
 Redwood 352
 Regte geelhout 237
 Resina Pini 311
 Resina Sandaraca 381
 Rimu 239
 Rottanne 321

 Sade-Baum 899
 Sagamomi 316
 Sandarakharz 379, 381
 Schierlingstanne 320
 Schimmelfichte 323
 Schirmtanne 349
 SchwarzfOhre 338
 Scrub-Pine 338, 339
 Sen Baku 248
 Senkerfichte 323
 Seven-Baum 399
 Slash Pine 339
 Sotetsu 74
 Southern Pine 339
 Spruce Pine 320, 339
- Stinkwacholder 399
 Strandkiefer 339
 Strafiburger Terpentin 310, 316
 Sugar Pine 333
 Sugi 356
 Swamp Pine 339

 Takemomi 316
 Tanekaha 249
 Tanne 315
 Teer 311
 Terpentin 310
 Terpentinfl 311
 Tio Tamal 76
 Trftnencypresse 393
 Toa-toa 249
 Torano-Momi 324
 True yellow wood 237
 Turpentine Pine 879

 Yenezianisches Terpentin 311

 Wacholder 397
 Wasserharz 311
 Weihrauchkiefer 341
 Weiflharz 311
 Weifltanne 315
 Western White Pine 334
 Weymouths Kiefer 334
 White Cedar 386
 White Pine 334
 White Spruce 323
 Wurzelpech 311

 Yellow Pine 339, 340
 Yellow-wood 247

 Zeder 329
 Zirbe 332
 Zirbelkiefer 332
 Zucker-Kiefer 333
-