

DIE NATURLICHEN PFLANZENFAMILIEN

NEBST IHREN GATTUNGEN
UND WICHTIGEREN ARTEN INSBESONDERE
DEN NUTZPFLANZEN

UNTER MITWIRKUNG ZAHLREICHER HERVORRAGENDER FACHGELEHRTEN
BEGRÜNDET VON

A. ENGLER UND K. PRANTL

ZWEITE STARK VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE

HERAUSGEGEBEN VON

A. ENGLER

BAND 14a

Angiospermae

Kurze Erläuterung der Blüten- und Fortpflanzungsverhältnisse
nebst Anhang:

Prinzipien der systematischen Anordnung
redigiert und bearbeitet von **A. Engler**

Mit 125 Figuren im Text



LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1926

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten.
Copyright 1926 by Wilhelm Engelmann, Leipzig.**

R 1102.

Druck von E. Haberland, Leipzig.

Inhalt.

Embryophyta siphonogama.

Unterabteilung Angiospermae.

(Bedecktsamige Siphonogamen.)

Kurze Erläuterung der Blüten- und Fortpflanzungsverhältnisse bei den Angiospermen.

I. Begriff der Blüte bei den Angiospermen.	1
II. Die Blütenhülle als Ganzes.	3
III. Die Blütenachse.	6
IV. Stellungenverhältnisse der Blätter in der Blüte.	9
V. Der Kelch (Calyx).	12
VI. Die Blumenkrone (Corolla).	13
VII. Die Staubblätter (Stamina, Mikrosporophylle) und das Androeum.	14
VIII. Die Fruchtblätter (Megasporophylle, Makrosporophylle) und das Gynoeum	38
Die Fruchtblätter.	38
Bau der Samenanlagen.	49
Entwicklungsgeschichte der Samenanlage zum Samen.	51
IX. Blütenstände und Ansehl der Blüte an die Vorblätter.	58
X. Bestäubung „	63
XI. Die Befruchtung der Angiospermen.	78
XII. Entwicklung des Embryos und des Nährgewebes, sowie der Samenschale als Folge der Befruchtung.	87
XIII. Bastarde, Xenien.	104
XIV. Samenerzeugung auf ungeschlechtlichem Wege. Apogamie, Aposporie und adventive Embryobildung einschl. Nucellarembryonie.	107
XV. Die Früchte.	114
Fruchtformen	114
Verbreitungsmittel der Früchte (und Samen).	117
Hygrochasia, Xerochasia	120
Parthenokarpie.	121
Reizwirkungen von Fremdkörpern auf Fruchtknoten.	122
Geokarpie, Amphikarpie, Heterokarpie.	122
XVI. Keimung.	127
A. Keimung der Samen nach ihrem oder der Früchte Abfall von der Mutterpflanze	127
B. Bioteknose (Keimung von Samen an der Mutterpflanze).	129
C. Viviparie.	130
XVII. Ober Versuche, die Angiospermen von älteren Abteilungen des Pflanzenreiches abzuleiten, hierzu.	130
Obersicht über die Merkmale der Psilophyten, Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen, welche für die phylogenetischen Hypothesen zur Herkunft der Angiospermen in Betracht kommen.	140

Anhang.

Prinzipien der systematischen Anordnung der Pflanzenfamilien mit besonderer Berücksichtigung der Angiospermen.

1. Ober Verwandtschaft.	146
2. Fluktuerendo Variationen und Mutationen. Außerlich verschiedene Phasen derselben Pflanze. Außerlich Uhnliche Organismen in verschiedenen Klassen und Abteilungen. Systematischer Rang. Wichtigkeit der Entwicklungsgeschichte (Ontogenese). Parallelsippen	146
3. Familien mit sehr gleichförmigen und solche mit ineinander übergehenden Merkmalen	149
4. Monophyletische und polyphyletische Entwicklung. Große Verschiedenheiten des Umfangs der einzelnen Familien.	149
5. Ältere und jüngere Sippen der Verwandtschaftskreise.	151
6. Zusammenfassung der Familien zu Untorreihen, Reihen, Klassen.	151

7. Wesentliche und unwesentliche Merkmale.	151
8. Wertschätzung morphologischer, anatomischer und bei der Fortpflanzung auftretender Merkmale. Serodiagnostik.	152
9. Streben nach Darstellung der wahrscheinlichen genetischen Entwicklung oder wenigstens Berücksichtigung der morphologischen Stufenfolge.	152
10. Die möglichst zu berücksichtigende Paläobotanik gibt nur eine lückenhafte Grundlage	152
11. Vorzugsweise Berücksichtigung des anatomischen Baues und der flüßeren Gliederung der Pflanzen.	153
12. Was ist bei der Ermittlung der Stufenfolge zu beachten?.	153
13. Schwierigkeiten bei der Beurteilung einfacher Formen, ob sie auf Ursprünglichkeit oder Reduktion beruhen	153
14. Auf gleicher Progressionsstufe befindliche Formen sind nicht ohne weiteres als nächstverwandt anzusehen (sogenannte Convergenzen. ^ Berücksichtigung anatomischer Verhältnisse, welche nicht zu den äußeren Lebensverhältnissen in näherer Beziehung stehen, und Berücksichtigung der geographischen Verbreitung sind von hohem Wert für die Systematik	154
15. Progressionen im anatomischen Bau.	154
16. Progression in der Entwicklung der Sprosse. Sprosse mit alternierender und quirlständiger Blattstellung.	155
17. Progression in der Entwicklung der Blütenstände. Komplizierte, einer Zwitterblüte entsprechende Blütenstände.	155
18. Progression bei den Organen der geschlechtlichen Fortpflanzung. Haploide Gametophyten, diploide Sporophyten. Veraltete Unterscheidung von Kryptogamen und Phanerogamen. Blüten (Komplexe von Sporophyllen) auch bei mehreren Pteridophyten. Samenpflanzen nicht nur bei Gymnospermen und Angiospermen. Asiphonogame und siphonogame Embryophyten.	155
19. Blütenbau.	157
20. Progression von der Spiralstellung der Blütenphyllome zur Quirlstellung.	157
21. Progression in der Zahl der Glieder der einzelnen Formationen der Blüte. Blüentypen mit nicht fzierter und mit fzierter Quirlzahl.	157
22. Ableitung zygomorpher Blüten.	158
23. Progression in der Beschaffenheit der Blütenhülle, Achlamydie, Apetalie, Apopetalie, Apochlamydie.	158
24. Progression der Zwitterblüten zu eingeschlechtlichen Blüten.	159
25. Progression in der Entwicklung der Antheren. Periplasmodium. Progression vom zweikernigen zum dreikernigen Pollen. Sukzedane und simultane Tetradenbildung der Pollenmutterzellen.	159
26. Progression in der Ausbildung des Androzeums.	160
27. Wesentliche Progression der Angiospermen gegenüber den Gymnospermen in der Ausbildung einer Narbe.	160
28. Progression in der Entwicklung des Gynäzeums von der Apokarpie zur Synkarpie. Gynäzeum mit ursprünglich einer Samenanlage. Progression der Gynftzeen mit mehreren Samenanlagen zu solchen mit einer.	161
29. Wert der Beschaffenheit der Samenanlage für die Systematik. Progression von eusporangiaten Samenanlagen zu leptosporangiaten; von orthotropen zu anatropen, kamptotropen und kampylotropen. Embryosföcke, welche dem Pollenschlauch entgegenwachsen	161
30. Die > Haploidgeneration der Gymnospermen und Angiospermen im Gegensatz zu der der heterosporen Pteridophyten. Gegensatz zwischen der > Haploidgeneration der Gymnospermen und der der Angiospermen. Progression vom vielzelligen Archespor zum einzelligen. Abweichungen vom typischen 8kernigen Embryosack zwar für einzelne Gattungen und Familien charakteristisch, aber nicht zur Charakterisierung von Familiengruppen geeignet. Progression durch Vermehrung der Antipodenzellen.	162
31. Progression in der Entwicklung des Endosperms und der Suspensorhaustorien.	164
32. Progression in der Fruchtbildung nur selten zur Charakterisierung großer Gruppen geeignet.	165
33. Arillarbildung eine Progression.	165
34. Progression von der Dikotyledonie zur Nothomonokotyledonie und Akotyledonie	165
35. Verschiedene Kombinationen von Progressionen erschweren die systematische Anordnung	166
36. Die lineare Anordnung entspricht nur teilweise der Entwicklung eines Typus. Die in Unterreihen zusammengefaßten Familien stehen meist zueinander in einem wahrscheinlich natürlichen (genetischen) Verwandtschaftsverhältnis; die Zusammenfassung zu Reihen dient mehr dem Zweck der Übersichtlichkeit.	166
37. Sympetalie vereinzelt auch bei Archichlamydeen. Eusympetalen zum großen Teil mit monochlamydeen Samenanlagen.	166



ANGIOSPERMAE.

Bedecktsamige Siphonogamen.

Kurze Erläuterung der Blüten- und Fortpflanzungsverhältnisse
bei den Angiospermen.

Von

A. Engler.

Während bei den Gymnospermen die Fortpflanzungserscheinungen bei den einzelnen Familien behandelt werden müßten, lassen die Blüten- und Fortpflanzungsverhältnisse der Angiospermen eine gemeinsame Besprechung zu. Es ist aber durchaus nicht unsere Absicht, hier eine-vollständige Darstellung der Blütenmorphologie zu geben, sondern es handelt sich nur darum, durch Vorführung charakteristischer Typen in zahlreichen Abbildungen den weniger vorgebildeten Leser mit den Verhältnissen vertraut zu machen, deren Kenntnis zum Verständnis der bei den Angiospermen vorkommenden Blüten- und Fortpflanzungsverhältnisse unerlässlich ist.

Im wesentlichen geht unsere Darstellung vom Standpunkt der vergleichenden Morphologie aus. Es sei hier kurz darauf hingewiesen, daß die komplizierten Sprosse der Blüten in viel höherem Grade als die einfachen Laubsprosse zu verschiedenartigen Auffassungen Veranlassung geben. Schon bei dem Versuche, die tatsächlichen Verhältnisse in den Blüten richtig zu beschreiben, stößt man auf mehrfache Schwierigkeiten, welche durch die stark[©] Zueammendrangung der einzelnen Blütenteile und die zahlreichen Obergangsstufen in der Ausbildung derselben veranlaßt werden. Man hat daher verschiedene Wege eingeschlagen, welche zu der richtigen »Deutung« der einzelnen Blütenteile führen sollten, den vergleichend morphologischen und den entwicklungsgeschichtlichen. Auf beiden Wegen ist man nicht selten in die Irre geraten. Einerseits haben die vergleichenden Morphologen oft durch allzustarkes Festhalten an gewissen vorgefaßten Meinungen und durch die Anwendung der für einen Teil der Eprmen eines Verwandtschaftskreises richtigen schematischen Darstellungen auf andere Formen der selben Sippe gefehlt, andererseits haben die Anhänger der Entwicklungsgeschichte nicht immer berücksichtigt, daß im Individuum größtenteils nur solche Anlagen zur Entfaltung kommen, welche durch Erbschaft von den Vorfahren erhalten wurden, und dann haben sie namentlich sehr häufig die aus der Entwicklungsgeschichte einer Form sich ergebenden Resultate auf ganze Verwandtschaftskreise angewendet. Zufriedenstellende Resultate können in zweifelhaften Fällen bisweilen dadurch erreicht werden, daß bei den verschiedenen Typen eines Verwandtschaftskreises die Entwicklungsgeschichte verfolgt wird, d. h. also es darf die vergleichende Morphologie nicht immer bloß die fertigen Zustände in Betracht ziehen, sondern es muß diese Methode auch auf die jüngeren Stadien ausgedehnt werden. Leider ist dies praktisch nicht immer ausführbar, weil häufig nur ein sehr geringer Bruchteil der verschiedenen Blütentypen einer Familie in einem für die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung geeigneten Zustande zugänglich ist. Andererseits stehen auch viele Pflanzenformen so isoliert, daß man ihre Blüten nicht mit anderen unmittelbar vergleichen kann.

I. Begriff der Blüte bei den Angiospermen.

Wie bei den gymnospermen Siphonogamen und wie bei den Equisetaceen, Lycopodiaceen, Selaginellaceen usw. versteht man auch hier unter Blüte den Teil eines Sprosses, welcher die an der geschlechtlichen Fortpflanzung beteiligten Blattgebilde trägt

Blütensprosse, welche nur diese der Fortpflanzung dienenden Organe tragen, werden nackte (achlamydeische) Blüten genannt.

Den Gyranobpermen gegentber ftulen wir bei deu Augiospermen zimSchst den Unlerschlied. »I a Q c i n o < i e r e i n i g a V r n o h t b \l i \ t v r (C a r p e l l e , D * t p i d f l) » zuzumincn einen gesthlossenen KORper, den Stempel (oder da^ P i s t i l l) , \l i k \l o n , weldier die **Ramenanlagm** ^ i u s o l i t i e f i t ; doch i k t z u b e n i e r k i - i) , d a i l **einersefta bed der** (Jymnof- { i e r m e *Jtnniperus* die **Pmehtb.** ebenfalls zn eioem OehUuse zusainmenschlieCen, u i i d d a J J bei der Angiotspenne *Reseda* der Stempel oben offen ist, so da6 almo {lieses Yerhilltnis aJleiu

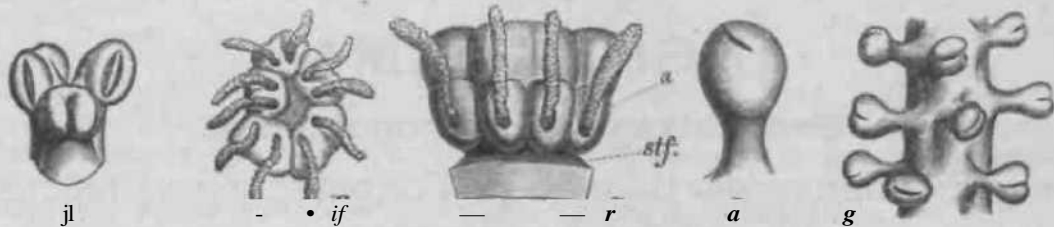


Fig. 1. Beispiele einfachster. Mflkta¹ liillniil. I. (") Jiilltoti. Ivt'tetae nor nits S t m i l i t I K 11 > • r n b o s t t h e n ; ääntlich von Araceen. i *Draacmhui pmigurt* Sohott — 5 ilomy>qp*4fftmlh *vaticus* (K(oxbJ Kimib. — 0 *Dieffenbachia picta* Schott. *stf.* Der sogen. Staubladen, *a* die Anthere der einzelnen Staubh. — *D Arisarum vulgare* Targ. TIII//. deuea J BI0< nnr «u« i swuhb, iMataht E Btfiek UIMM ^ BI0temtaads derselben Pflanze. (Original.)

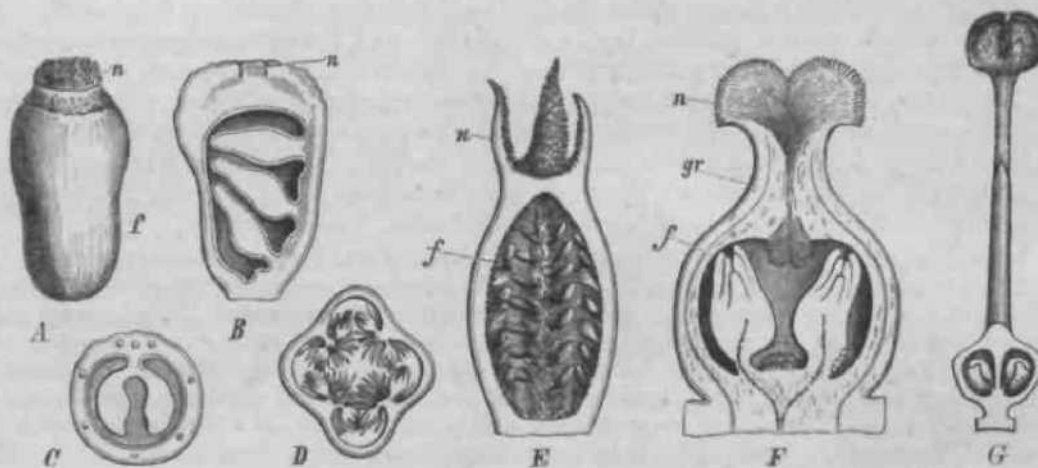


Fig. 2. BedflpUjeebiiiUibster, ucktei wuMiMiJi iil<ten.»*Ifhr nur»its IruchtliUtii-m bwrtehen; situ tlich von Xraeucn. II—f¹ irm *ObMoridi* siliili. 1 ^ UIBr. iui riftrm i'rucht. (fdilldet; *It* LtitiJo- idnUtt AatMilbon, C (^aorachiiEtt dor-elben, beide an der Site, wo «irii ilir KKIMIIT dns Frutrlub. V.T- einigen, die l'u; ntiü I U. Hi. 11 **TOO** Snuu'll tm^ixi, voti **drMb** jr rime Bride einem **dot** KikWium'ri- schließenden listnili-r il*:s Fruolitl). iifiirrh^i • y*Arivpti** *fulata*. On ham. t . UKU; cut 4 Ptooth. geb. Idet, w^lcho mlt Ihn-u *u Ftocwmon w< denden «audt-ri. **tuukinin**' anschließen; ein **Fhucbib** ist weg- gesetmlten, unt tlai In:bre des Iruditkiiilfiiiü m ; eigen. *D* Querschnitt • ir- li tint TIII-IIR Q **BIBte**. — r i. l. i. i. i. *nueicular* U. **Koeli** el Poaclife, LKu^x-hlnt Hmr] eine Q ülte, deren l'racht). eb«n(kIU zn flncm Sto mpf I (H f *x llll mit i-ljidl'heriKi-tii Fniflitbuoti-n wi^aTimMiiM'iliti'Ui'n. Ilirr S,ntn iunlnr'i'i nber am liruulo trnuon. — *G* *Amorpkuithall** *eMIMBMiffMi Dhinc, Llini^nlrititt dnrh fine Q HIQH. dor fit Knu-htb. zu *etvm* **IHoherig**<B rriifhtkiioteii **KuunmetischlleleD**; di* **Waad tfnn** Fnche* Ist weg- geschnitten. — rii<ntll f Friil-litkiDipii, jr lirlTi'l, n **Narbft**. (Original.)

die beiden genannten Uiterabtoiluni:cii nicht utiterschidct, Durch^rcifend-iiiL aber {ab- geseben von dem apitor zu besprecheulon inneren Bau da Samenanlage) der **Untencaied**, diifi die **Fntoht. to QynaiOipermen** Keino Narbei befiitzen und daber **ueh Astigmaticae** pctiantt. worden, w.ihrend den ir^<_inj J oder fir<üill **ELUBT** eine Narbe zukommt und somit fflr die Aiipi(tMpt*rinfm rnnh die Bezeichnung *Stigmaticae* berechtigt ist.

Der normal- **Btempd** 7.eigt allomal:

L **einea** Kruchtknoten (Ovariutn), weldier die Samenanlagen rSamcnknospn odp r **E i c h e n** mler Ovula) einschlieBt; d a h e r d o r N a m e An g i o s p e r (i) e » , B e d o c k t s a m i g e ;

2. eine **N • r h e C ? t i p m a** , **wdebe**, nijt f>»iifn I'if>jllen bescut. dio Pollenzellen »f- nimmt und durch **IIIPL tad** ihr «n*ge»chideo«i Sift **nan** Austricben des PoUenschlauchi vemaBt.

Außerdem ist häufig am Stempel ± deutlich zu unterscheiden:

A. ein Griffel (Stylus oder Stilus), ein zwischen Fruchtknoten und Narbe befindlicher, häufig viel dünnerer Teil, dessen ebenfalls mit Papillen besetzte Rinne von den auf der Narbe ausgetretenen Pollenschläuchen durchlaufen wird; er wird daher auch Staubweg genannt.

Ausführlicheres über diese Gebilde weiter unten. Während unter den jetzt lebenden Gymnospermen nur die Gattung *Welwitschia* (*Tumboa*) in ihren Blüten Staub- und Fruchtbl. zeigt, finden wir bei den Angiospermen so häufig Staub- und Fruchtbl. in einer Blüte vereinigt, daß man geneigt ist, da, wo nur eine Art von Geschlechtsblättern auftritt, Abort, d. h. Verkümmern der bei den Vorfahren vorhandenen anderen Art von Geschlechtsblättern anzunehmen. In den meisten Fällen läßt sich auch noch nachweisen, daß die Staubblattblüten oder ♀ Blüten infolge von Verkümmern der Stempelanlagen, die Steinpelblüten oder ♂ Blüten infolge von Verkümmern der Staubblattanlagen entstanden sind.

Blüten, welche Staub- und Stempel enthalten, heißen Zwitterblüten (hermaphrodite, seltener monoklinische Blüten), im Gegensatz zu den eingeschlechtlichen oder diklinischen Blüten.

Pflanzen, welche diklinische Blüten beiderlei Geschlechts auf demselben Stock tragen, heißen monözische oder einhäusige, dagegen solche, bei denen ♀ und ♂ Blüten auf verschiedenen Stücken vorkommen, diözische oder zweihäusige. Diese Begriffe kommen tribigener nicht nur hier, sondern auch in den niedriger stehenden Abteilungen des Pflanzenreiches zur Anwendung. Dagegen finden sich unter den Angiospermen noch sehr häufig polygamische (viehhügelige) Pflanzen, bei denen an einem und demselben oder an verschiedenen Stücken außer Zwitterblüten (^) auch eingeschlechtliche Blüten vorkommen. In der Regel finden sich auf einem Stock neben den ♀ entweder nur noch ♂ oder nur noch ♀ Blüten. Ausführlicheres über diese Verhältnisse siehe unter dem Abschnitt Bestäubung.

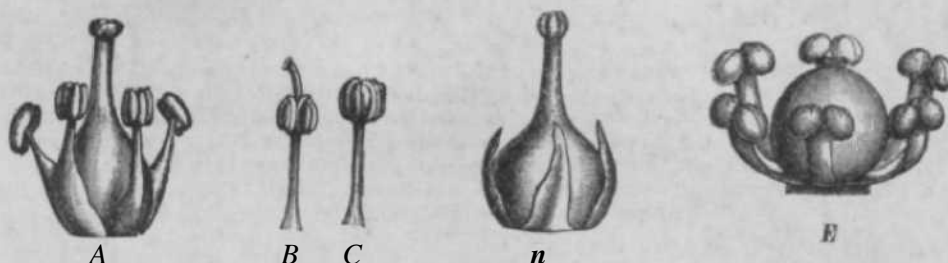


Fig. 4. Beipiele von Zwitterblüten, teilweise von *AmetM*. A—D sind von *Adiantum* (Orl.) Encl. A zeigt die Blüte, in der die Stempelblüten mit dem Fruchtknoten vereinigt sind; B zeigt die Stempelblüte, die sich aus der Blüte entwickelt; C zeigt die Staubblüte, die sich aus der Blüte entwickelt; D zeigt zwei Blüten von *taxBelben Blüthenstande**, bei welcher (He Stautili, keine Tiere beibehalten, doornail steril und zu Stamnodien geworden sind. — E Zwitterblüte von *Calla palustris* L. (Orl.)

II. Die Blütenhülle als Ganzes*).

In den meisten Fällen bedürfen die Geschlechtsblätter (Gymnospermen, Wexualblätter, Kporophylle) während der ersten Stadien ihrer Entwicklung eines Schutzes gegen äußere Angriffe. Dieser wird ihnen in verschiedener Weise zuteil. Entweder wird der Schutz durch ein großes Blattgebilde, eine Spatha, welches sämtliche Blüten eines Blütenstandes einschließt, wie bei alien Araceen und den Palmen, oder von den Tragbl. der einzelnen Blüten, d. h. den Blättern, in deren Achseln die Blüten stehen, oder endlich von den dazwischenliegenden Hochbl. des Sprosses.

Bis zu einem gewissen Grade ist das letztere auch schon bei Coniferen und anderen Gymnospermen der Fall. (Vgl. lid. XIII, B. 2. 4 und S. 1(X), Taxaceen, Blütenverhältnisse.)

Wenn sich die schützenden Hochblattgebilde eng an die Sexualb. desselben Sprosses anschließen und mit diesen zusammen einen scharf gesonderten Sprossteil ausmachen, bezeichnet man sie als Blütenhülle (*Prianthium*). Nicht selten ist

*} Vgl. hierüber auch Engelm. in *Bot Jthrb.* V C(84), 8. 160.

zwischen den Blättern dieser Blütenhülle und den vorausgehenden Hoelbl. keine scharfe Grenze zu ziehen, aber andererseits führt nicht selten die Blütenhülle am Blütenstiel bis zu einer Stelle herunter, an welcher die Vorblätter stehen oder eine leichte Einschnürung vorhanden ist; man spricht dann von Artikulation der Blütenhülle, doch gehört eigentlich der oberhalb der Artikulation betriebl. Teil des Stiels zur Blüttenhülle, während der Blütenstiel strenggenommen nur bis zur Artikulation reicht. Da die Blätter der Blütenhülle neben ihrer ursprünglichen Hauptfunktion des Schutzes auch noch Nebenfunktionen übernehmen können und sie sich diesen Nebenfunktionen entsprechend umgestalten, so besitzen die Blätter der Blütenhülle eine sehr verschiedenartige Ausbildung.

Wir unterscheiden zunächst nach der Ausbildung der Blätter in der Blütenhülle folgende Art:

A. Sämtliche Blätter der Blütenhülle gleichartig. — Homöochlaraydeische Blütenhülle (auch als Periost bezeichnet, während die einzelnen



Fig. 1. Beispiele von Blüten mit Keilcharakter der Blüttenhülle. A. *Antirrhinum* L. mit hochentwickelter, jenseits der Blüte, in der Blütenhülle; B. *Antirrhinum* L. mit Blätter der Blütenhülle; C. *Antirrhinum* L. mit Blätter der Blütenhülle; D. *Antirrhinum* L. mit Blätter der Blütenhülle; E. *Antirrhinum* L. mit Blätter der Blütenhülle.

Blattgebilde als Tepala bezeichnet werden). Nicht zu verwechseln mit B. c: petaloblaste Blütenhülle,

a. Sämtliche Blätter der Blütenhülle hochblattartig (propylloid). In solchen Fällen haben die Blätter die Funktion eines Schutzes,

b. Sämtliche Blätter der Blütenhülle blumenblattartig oder corollinisch (petaloid). Dieselben haben neben der Funktion des Schutzes auch noch die Funktion eines Schließapparates, d. h. sie lockern die Blätter zum Besuch der Blüte und dienen dadurch der Erleichterung von Insekten bewerkstelligten, für eine erfolgreiche Befruchtung wichtigen Übertragung des Pollens aus der einen Blüte in die andere.

B. Die Blätter der Blütenhülle sind ungleichartig. — Heteroclamme Blütenhülle.

In diesem Falle wird der äußere Kreis oder die äußere Gruppe in ihrer Gesamtheit als Kelch (Calycis) bezeichnet, der inneren Kreis als Blumenkrone (Corolla). Die einzelnen Blätter der äußeren Blütenhülle heißen Kelchblätter (Sepala, Sdp.), die inneren Blütenhülle Blütenblätter oder Kronblätter (auch Kronb., Petala, Pet). Bei der Blütenhülle ist die äußere Blüte oft schon bei den Vorläufern der betreffenden Pflanzgattung am Hochblatt, benützlich, sondern es ist in sehr vielen Fällen wahrnehmbar, daß sie aus Staubblättern hervorgegangen sind*).

*) Vgl. Nageleisen. Mechanistische-physiologische Theorie der Abstammungslehre, 8. 149, und Engler in Bot. Jahrb. V. S. 163—165.

- a. Die Blätter der inneren Blütenhülle sind getrennt, — Choripetale Blüten. (Bisweilen werden solche Blütenhüllen auch eulentropetal oder polypetal genannt.)
- b. Die Blätter der inneren Blütenhülle sind vereinigt. — Sympetale Blüten.
- c. Die Blätter der inneren Blütenhülle sind verwachsen, — Apetal oder unvollständige Blüten. Dieser Fall ist überhaupt oft zu unter-



Fig. 5. Beispiele von Blütenhüllen mit verschiedenen Bauarten. A *Arabis alpina* L. — B *Rosa odora* L. — C *Thalictrum flavum* L. — D *Acattmra mapttu* L. — E *Trifolium pallescens* L. — F *Galeopsis tritaenifolia* L. B, D, E alle getrenntblüttrige Dicotyledonen — chortpetal. C, F mit vereinigtblüttriger innerer Blütenhülle. J. y. in - ft M. 1. 1. (D: in III; 3; ge oder nktinomorpe Blütenhülle. S, > zweifelhafte oder xysonorirtt EHBtillle. Bd) Fig. D ist auch noch eine andere Art von Millial V > < Klab ft) bezeichnet wird, ist die Blütenhülle, dagegen k<*>iti dto out i- by/ek'bm'teu Blüthenblätter HPIUIIIII Toltan. Otafa lici tn, Müller.)

-ilicilii \oi \ a. Auch die Entwicklungsgeschichte (siehe oben) ist aufzuklären darüber, ob eine zweite Hüllblätterreihe vorhanden ist oder nicht; man ist in solchen Fällen lediglich mit Hilfe von Blütenschnitten angewiesen.

An der Spitze kommen immer die Stempel vor, die die Symmetrieverhältnisse in der Blüte weiter unten für die Blüte im Ganzen betreffen werden können. Xanthophyll hat darauf achtet, ob die Blätter der Blütenhülle spiralig (zyklisch) oder in einer Ebene angeordnet sind, ob die Blütenhülle durch mindestens 2 Ebenen in gleiche Hälften eingeteilt werden kann (aktinomorpe Blütenhülle) oder ob sie durch eine Ebene in 2 gleiche Hälften eingeteilt wird (zygomorph).

III. Die Blütenachse.

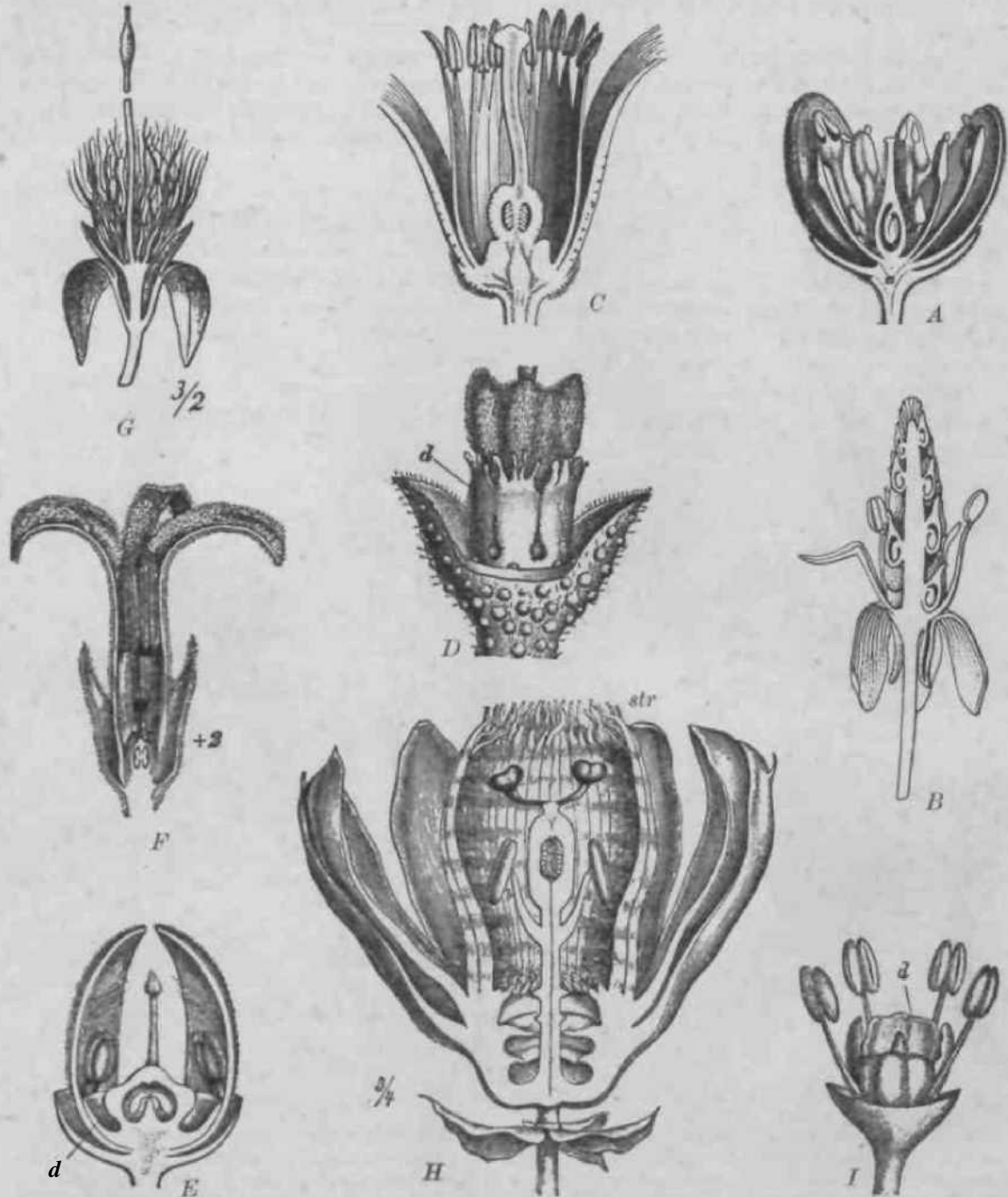


Fig. 6. Verschiedenartige Endothelien der Hypogynialen Insertion, d. h. bei Ausgliederung der Kelchblätter, Liliaceen, umgeben von den Staubblättern (den Gynaeceen). — A *Trifolium filiforme* L. *il. auriculatum*. — B *Urtica dioica* L. — C *Urtica dioica* L. — D *Urtica dioica* L. — E *Urtica dioica* L. — F *Urtica dioica* L. — G *Urtica dioica* L. — H *Urtica dioica* L. — I *Urtica dioica* L.

Die Gestalt der Blüte ist in hohem Grade abhängig von der Form, welche die Blütenachse verkörpert und kaum stärker als der Blütenstiel, häufig ist sie jedoch ablenkungsartig, polsterförmig, bisweilen auch gestreckt und walzenförmig. Wie überall in den meisten Fällen die Blätter der Blüten dicht aufeinander folgen, oder die Internodien zwischen denselben gestaut sind, sind doch häufig auch zwischen den einzelnen Fortsetzungen der Blütenkrone, Staubblattformation oder Androeum, Fruchtblattformation oder Gynaeum, auch Gynaeum) größere Zwischenräume vorhanden, namentlich zwischen den Stämmentern und dem Stempel, so daß letzterer von dem verlängerten Achsengliede, dem **Gynophor**, über die anderen Teile der Blüte ± emporgehoben wird. Häufig kommt auch die Achse zwischen den »Einfügungstellen« der Blüthen- und Staubblätter, sowie auch dieser und des Stempels in Form eines ± hervortretenden Wulstes (Diskus) zum Vorschein, welcher meist von ausgesondertem Honig stark glänzend erscheint, als Nektarium fungiert und deshalb von Insekten aufgesucht wird; derselbe ist röhrenförmig, polsterförmig, schüsselförmig, krugförmig usw. Nicht selten dringt er auch in alle Zwischenräume zwischen den Staubblättern und ist dann gekerbt oder gefurcht; oder er wuchert auch zu fadenförmigen oder kopfförmigen, mit den

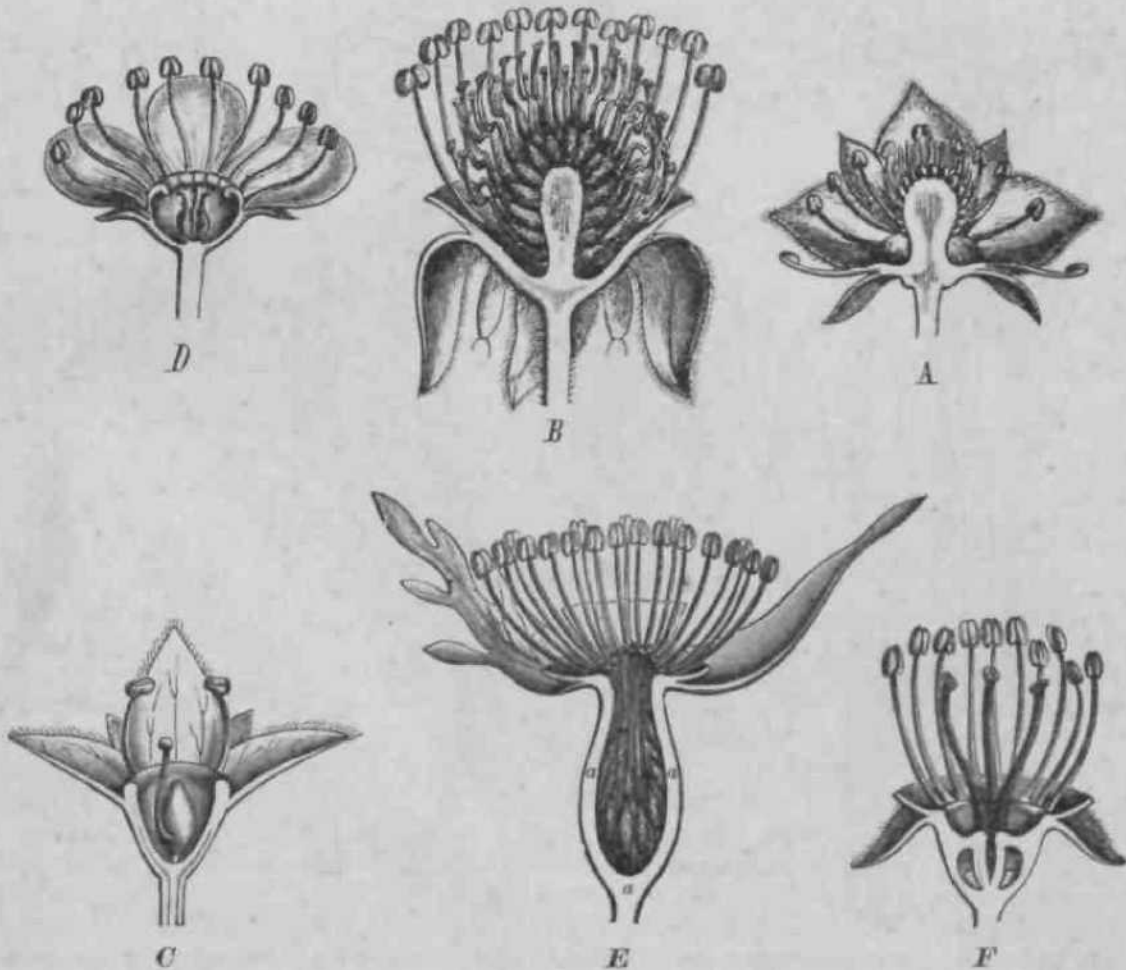


Fig. 7. Beispiele von perigynischer Imwrtlon. **Bowie OIMfgKligt** von der hy... der perigynischen und von der perigynischen zu der epigynischen, sämtlich von Rosaceen. — A *Vunuartfi fialuttr** L... Hltt tiot'h winltf ViTllifhr Arti-i- **CTrtoeB** d*m AndroZdun uml **QfDXMBRI**. — fl *Gmn urltiHitib* L^A uil: vip)k>ii'im-n jirrl;yii^'her In^erllim. — (! *Atehimilia aptlm* L. (ilivnw. — /> *Sj.ir,nn ilteuntbtm* kitih, eboni*); Hit: ItHttfii«che.c Ist liler rtttdt untprhnlb <lr **BtMftb**. Itwae vergPwlljL — A' /'ssa canina L., iio tt«f itt«itvbr>hlte **BtBtenachse** s•liUclt uin iliv <><>n Totk ilcr (irfiTd **ftlobt** »UAamri> n. — *F PInu mrtN** L.; dU> Onrpelle siinl rnl *lur q^tai **Hnlfwlgl radaadsn** Ailiac **rereInlgt**; aus tier perigynischen luitertloii MI «plgyni*chn ui-wi>nt'.n.

•Staubb. abwechaelnden Gebilden aus, die man ale Drflaen bezeichnet; aueh **erscheinen** diese Effigurationcn als Schlippchen, als Strahlen usw., in vielen Fallen sind **flie** dann auch verkilmerten Suuubb. (Staminodieo) ilhnlich, n&mentlich wenn dieselben auch zu Honig ausecheidenden Organen, zu Nektarien werden. Bei all dieeen Gestaltungen der BlttenachBe kOnnen die Ubrigen **Tdffe** der Blfite unterlia.il des Stempels Oder der Stempel stehen; man spricht dann von hyp n ^yn n i s t h e r Insertion.

Andererscite ist die Blumenaclise haufig ausgefthlt octer bft r b e r f 6 r m i g; di« Folg'e davon ist dafi die Aclisenspttze am Grunde liejt, wfihrend die Teile iler Achse, welehe sich bei iioriiiiialBr ^treckung derselben unter der Spitze befinden wfirden, Bich jem liber die Adisenspitze erheben, wie man sich leicht voretellen kanij wenn man sich einen mit Xadeln besetzten Handschulfinper, welcher eine mit Bljittern besetzte Achse vorfitellen sdll, eingcfittllpt denkt Demzufol^e mtiseen aucii die fast immer am Ende Btehenden Frnchtb. in die Tiefe der HSHlung, dagegen die Staubb., die Kroncti. *uu>* \ Kelchb. mehr an den Rand der Hohlung- *m* steliien kommeiu Hierbei kann nun die Wand i|<r **tnugehfibteo** Achsc VOD den Fruchtb. durch einen Zwiscliciraum petrennt, st'in, und dann ist die Insertion der Staubb. usw. peri^yniscli. Ist aber die Wand Oer aim-

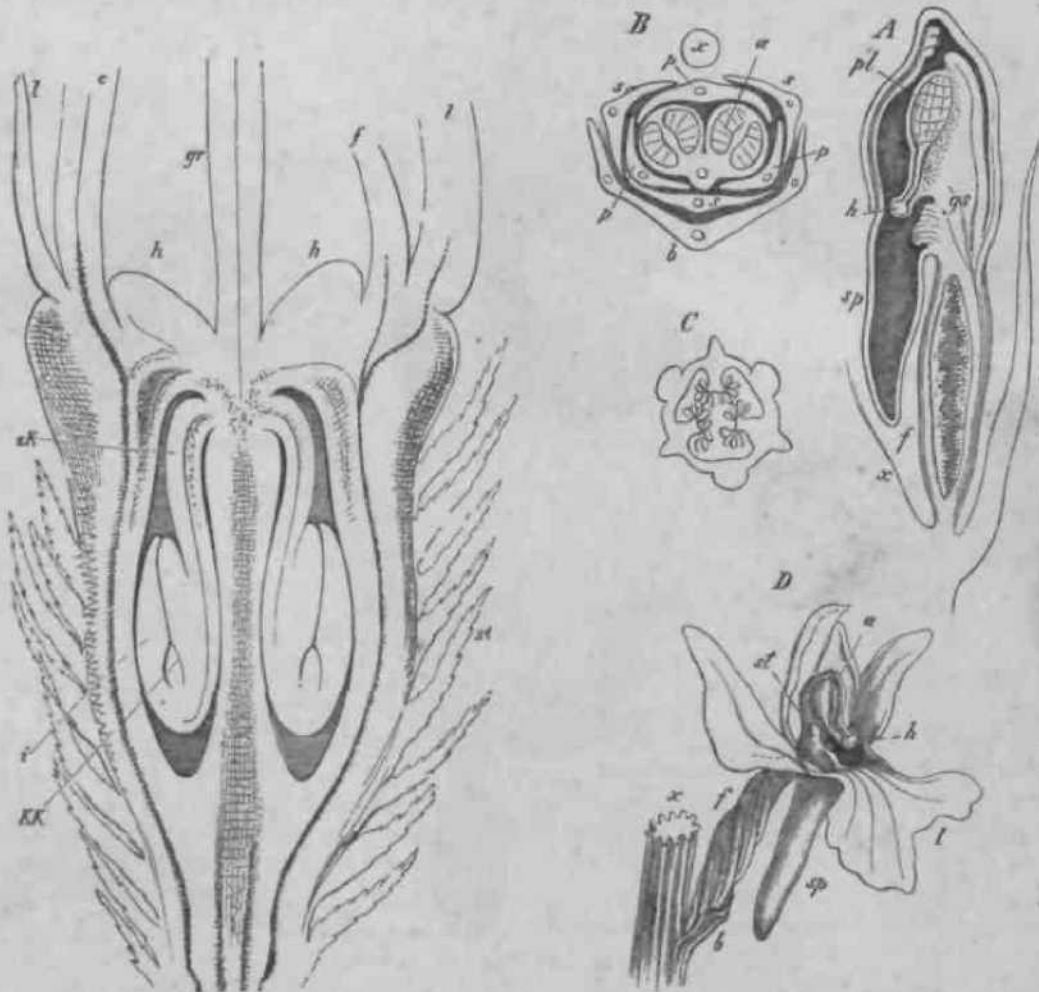


Fig. 8. Boisplele YolUunmm-ii «JJKVDteller InKerUvn. - Links: LJiinsduroseliililt thur<h die Hi (Ho va¹¹ Kryngittm e<injur<trr L.: I Ki'lrhli.. r Kruii<nt>_ f SUuhfiidi'ii. gr (Iriffel. A Dtnku*. U- Nücellim d<r Sflin.ii-unlmp, i Cinfthc5 lilic('H7iii-nl deruttMO. CKwdl S(H'lis.l — Hewitt*: Orehi* min/qfa L.: A Utn.-<— >|i|j|tlarcli lil't' KIO!>|c. — /) dig ((Ktr' Hllltf nidfa KlltferillldK PICICP Ulaltr* dW itlUti-tillllte. Allrlil Dli<r lit ilin Hllllriinl)*t~ bulil Uul mit tiffin Frretitktiol^il von AifariR an vcrJulut In dll Mflh* KCWftulaffli. ilu pine rruil'itlmri: SUUIJII. and die HUIttuililllle stehcti nuf ilm-rn BMldft — B Qacrttittitt rluroh tlie Knoepe. — C Qnenahltt durtci iJm Pruchtkuoten. — m IlaniiTju'lim; AVK DIUUtbitCniules; h Dpeck(il>tt; • S<8or<. Hlmt<r. p Unuvre HJJUrr der BKlt^nliflliv, divan dan vine ' <h>n fttW'li. Labellutti mJt den Spom »ji; a ill<! Anihure dot pJinU'fi frinhtl.nrrn BtMkbK; jji d>a By nont t'litlum, Vrrcrlnfnuiff vctti CirftM und Staubfaden; >l IVtllliitrlum: k KirMclPibe; f d<r titit;n(Kn<iuii< KrnchtkuotAn. (Nucli S<eh*.>

gelttbtteii Actase mit dem Stempel veremigt, dann erscheinen die Staubb., Kronenb. und Kvlclib. gewissermaflen dem Frtichtknoten aufgesetzt and man bezeichnet fhre Insertion nls epigyntach.

IV. Steilliingsvcrhältnisse der Blätter In der Blüte.

Um sich in der Blüte zu orientieren, unfl man sich folgende tedmiscie Auadrilcke merken:

Mediane ist bti Soitenbltatea (solche sind meistens vorhanden) die Ehcne, weiche wir uns durcii die Abstaminungsaclice und die Bldtenachse gelegt denkeiL

Transversale ist die darauf senkrecht stehende, durch die HHtenactise gelegte Ebene.

Oben oder Inten beiBt, was der Abstainniuiigsa^hBe zugekehrt, ist. Inten oder vorn, was von ihr abgecbrrt ist.

Symmetrisolie BJüten, beiBen diejenigert, welche sich dun-h mindestens eiue Kbene in gleiche HUlften lerlegen la—in; • F*—ii Ktchm die sel- tengeren asymmetrischen Blitten gegenfiber. Die eymmetrischen Blitten sind:

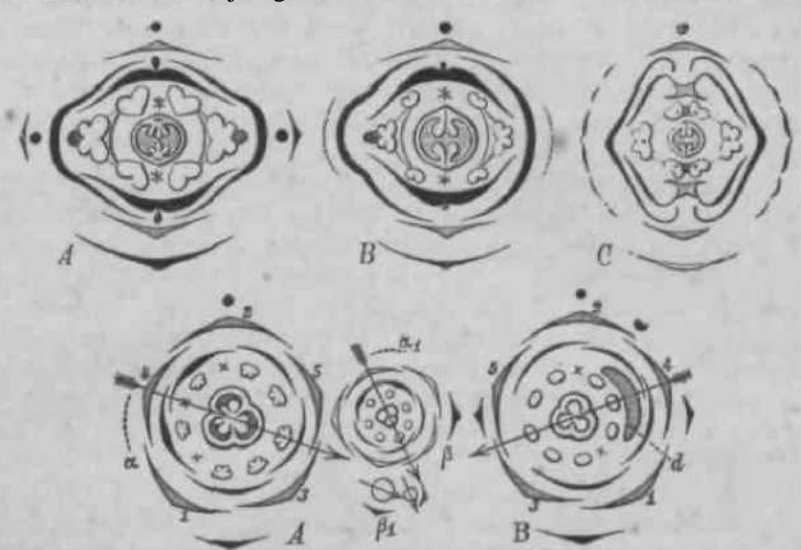
a. aktinoniorpli, s i r a h | i g, inehrsuitig-symmetrisoh, wenn sit* dorcfca iniinh-sti-iis zwei Kl't-nen in 2 gleiche Hälften zerlegt wenlen;

b. zygomorpi, zweiseitig-symmetrisch, wean 8ie dweb einf Ebesi in 2 gleiche Hälften lerlr-^t werden. Fiilt diese Teilungsebene mit der Medianebene zusammen, uaiin Ist ihe nnto median-zygomorjih', der am htufigsten

Fall, ^^!^l dagegra die Teflungsbeie mit (!•

Transversulebenc zusiuiimenfiillU so ist die Blüte l r a n » v r i • ? : i l - l y g o m o r] > ii. Kommt endlich die Teilungsebene twiidm die leidcn glnMnitfn Bbmea at liegen, dnim iflt 8ie fi ch r & g- z y g o m o r p i. Eine vollsUTidigo Unikehmg der ULile :me ihrer ursprUnglftien Strlnit: In flit' entfregengesetetCT wie aie Imi den Orchidaceen, Lobelia und

Ruilrrt'ii Campanulaceae-Lobelioiffi'ue vorkommt. wird ids Kesupinati<n beuehrt. Allo Rolclie StellmigsverhitltnigSB lasson ^ich JLIH einladisten durrh I>i a g r a i n i n * : • kl:ir niachen. welche die i-inzt lutit Teile der Bltttea mit gBUter Wiedergabe ilirer Stellung Kiittiaiaider auf pine Ebene projixieno. QitereeJinitte dutch jungf K»>pcn am Ende der Blitten&clise ergeben oft oline weiteres ein Bolches Diagramm. Wenn jtdoch die BJQteo-achs! nichf geslauchl ist. d'la Insertion perigynisch oder epigynisch. ilunn sind aaf einem Quersclmiu nicht iinnticr alle Teile <-UM:T Bltite eichthiu- und man mull in dem Diagramm gewiasennaBen nifthere Quprschnitte kombinieren. Kin Diiigramm, vvekheB die Stollungsverhaltnissc d'r Blattfrtbilde in der BIUte tinverftndort wiedergibt, heifil ein c m p i r i - s r t i e s D i a g r a m m ; wenn man dagegen in dem Diagramm gewisse. nicht unmitlelbar liervortretende Verhaltfisse, wie *. B. die Ztisaimenetzung einer sympetalen Blumenkronen an* 5 Kronenb. klarzumachpn suchb, dimD let dttdMDw >in t lie o r e t i * c l i e p D i a r a m m. Zu einem volUufndigen Diagramm grUnn Bneh immcr die Angabe der Ab-



^K- '.*. B<i>)> von DUGNATMEN aktinoniorjitiit nod womorplwc Bin- ten. — In ilor »berii>ii Kfflip nincl A (Dicerca formata [Andr.] DC.) mit C (H y i ^ o m f i i p r o t m m b e n * L J B e k p l < < f i i r f t k l i o i i i n p l i i ' B) i t t > i i. d t e n d i e B l i t t e n w o r r i j t i g o w c i l l f l u r e l i d i * . H I H - I t j i c M f i i - d w T r i t u t t . s e t t n * d e n d o H M U U I b e n e , w * d t t r a b t l l o U t i m u f w s n t o M d i t w U r t H t i d e T n i i H r r t m u L l i b e n e I n t ^ < - I L > I H - H H i f i i t i t i - r l r t t . — h ; L ; ^ . i i | - i | ; * < o r y d a l l i e r a n (L .) S i i i W i i ^ . i ' (K ' H ' I ' J d i *) I H i i - T ' i n t i M t ' f i n i T r a n s v e r s & t ' l . V B Q I D o r | - I I M I H i d t e . — l i i i h - r i w e l t e m R < O w s i n d . I i . i . - < . , / * M p p o n t t a m | . v a s A t W T n i i U a s p e c j D b t g r a m D i B v o o » r l i r / i v a n y u m u i t t b e n B i f l t o n . (N ' m l i K i r i i i n .)

stammungsachse, des Tragblattes der Blüte (Bractea) und ihrer Vorblätter (Prophylla), sofern solche vorhanden sind.

Die umfangreichste und beste Sammlung von Diagrammen findet sich in dem Werke von A. W. Eichler, *Blütendiagramme*, Leipzig¹ 1875 und/ 1878. Es ist jedoch zu beachten, daß gewisse Diagramme in ganz verschiedenen Verwandtschaftskreisen vollständig übereinstimmend zustande kommen können.

In der Blütenknospe haben die jungen Blattgebilde zueinander eine bestimmte, oft für große Gruppen charakteristische Lage, die man *Knospendeckung* oder *Knospenlage* (*Aestivatio*, *Praefloratio*) nennt; dieselbe ist *reitend* (*equitativa*), wenn sich die Blätter vollständig decken; *klappig* (*valvata*), wenn sie sich gegenseitig berühren; *eingefaltet* (*induplicativa*), wenn die sich berührenden Ränder nach innen gebogen sind; *dachig*, *dachziegelartig* (*imbri-oata*), wenn bei Spiralstellung die Ränder der Blätter übereinander greifen, und zwar — *gedreht* (*contorta*), wenn immer der rechte Rand des einen Blattes den linken des benachbarten deckt (rechts gedreht) oder umgekehrt (links gedreht), — *fiinfschichtig* (*quincuncial*), wenn 5 Blätter einer Blüte genau der $\frac{2}{5}$ -Blattstellung entsprechend sich decken, — *cochlear*, wenn ein Blatt ganz außen, eines ganz innen liegt, die 3 anderen halb außen, halb innen liegen; hierbei wird die Knospenlage *aufsteigend* genannt, wenn sich die Teile von unten nach oben, *absteigend*, wenn sie sich von oben nach unten decken.

Dieselben Stellungsverhältnisse finden sich auch z. T. in Laubblattknospen. Ebenso hat man in den Blütenknospen wie bei den Laubblattknospen auf die *Vernation*, d. h. auf die Faltung des einzelnen Blattes zu achten; wir nennen dieselbe:

flachgefaltet (*duplicativa*), wenn das Blatt an der Mittelrippe zusammengefaltet ist; *mehrfach gefaltet* (*plicata*), wenn es in zahlreiche Längsfalten gelegt ist; *zerknittert* (*corrugativa*), wenn es nach allen Richtungen hin gefaltet ist; *engerollt* (*involutiva*), wenn die Seitenränder nach der Oberseite zuengerollt sind; *zurückgerollt* (*revolutiva*), wenn das Gegenteil stattfindet; *zusammengerollt* (*convolutiva*), wenn das ganze Blatt in einer Richtung *engerollt* ist.

In manchen Fällen verhält sich der Blütenprofil wie ein Laubspieß mit spiralförmiger Blattstellung, d. h. sämtliche Blattgebilde der Blüten folgen aufeinander in kontinuierlicher Spirale; so unter den Angiospermen bei den Galycanthaceen. Solche Blüten heißen *azyklisch*. Häufiger finden wir einen Teil der Blattgebilde in spiralförmiger Anordnung, und entweder die unteren oder die oberen in Quirlen, deren Glieder in die Lücken eines Teiles der spiralförmig angeordneten Blätter zu stehen kommen. Solche *hemizyklische* Blüten finden sich namentlich bei den *Ranunculaceen, Magnoliaceen, Nymphaeaceen, einem Teil der Guttiferen (Clusioiden). Die meisten Blüten zeigen dagegen sowohl bei ihrer Entwicklung als im ausgebildeten Zustande *Quirle*, deren Glieder miteinander alternieren; nur der Kelch, namentlich der 5zählige, kann häufig ebensogut als spiralförmig, wie als aus 2 Quirlen, einem 2gliederigen und einem 3gliederigen, gebildet angesehen werden. Diese am häufigsten vorkommenden Blüten nennen wir *zyklische* Blüten, wobei es freisteht, die Quirle sich als zusammengezogene Spiralen zu denken.

Die Zahl der Quirle in den zyklischen Blüten ist eine sehr verschiedene, sie schwankt zwischen 1 und 16. Am häufigsten stimmen die Kelchb. und Kronenb. in der Zahl überein, während die Staubb. aus 1 oder 2 gleichzähligen Quirlen bestehen, die Fruchtb. aber in gleicher oder geringerer Zahl vorhanden sind. Solche 4quirlige und 5quirlige (*tetrazyklische* und *pentazyklische*) Blüten sind sehr verbreitet und kommen in verschiedenen Verwandtschaftskreisen vor; man darf sich durch diagrammatische Übereinstimmung nicht ohne weiteres zur Annahme naher Verwandtschaft verleiten lassen. Es gibt aber auch Blüten mit Kelchen, welche aus vielen Quirlen (8 bei der Berberidacee *Nandina*) bestehen, und andere, bei denen die Staubblattformation viele Quirle zählt (*Lauraceae*, *Rosaceae*). Die Zahl der Glieder innerhalb eines einzelnen Blütenquirles variiert von 2—30, abgesehen von den durch Spaltung entstandenen Vermehrungen; so gibt es 9—30zählige Quirle bei einzelnen *Crassulaceae*, namentlich *Sempervivum*. Zyklische Blüten mit gleichzähligen oder isomeren Quirlen heißen *euzyklisch*, mit ungleichzähligen Quirlen *heterozyklisch* oder *heteromer*. Diese Heteromerie kann entweder durch nachträgliche Veränderungen

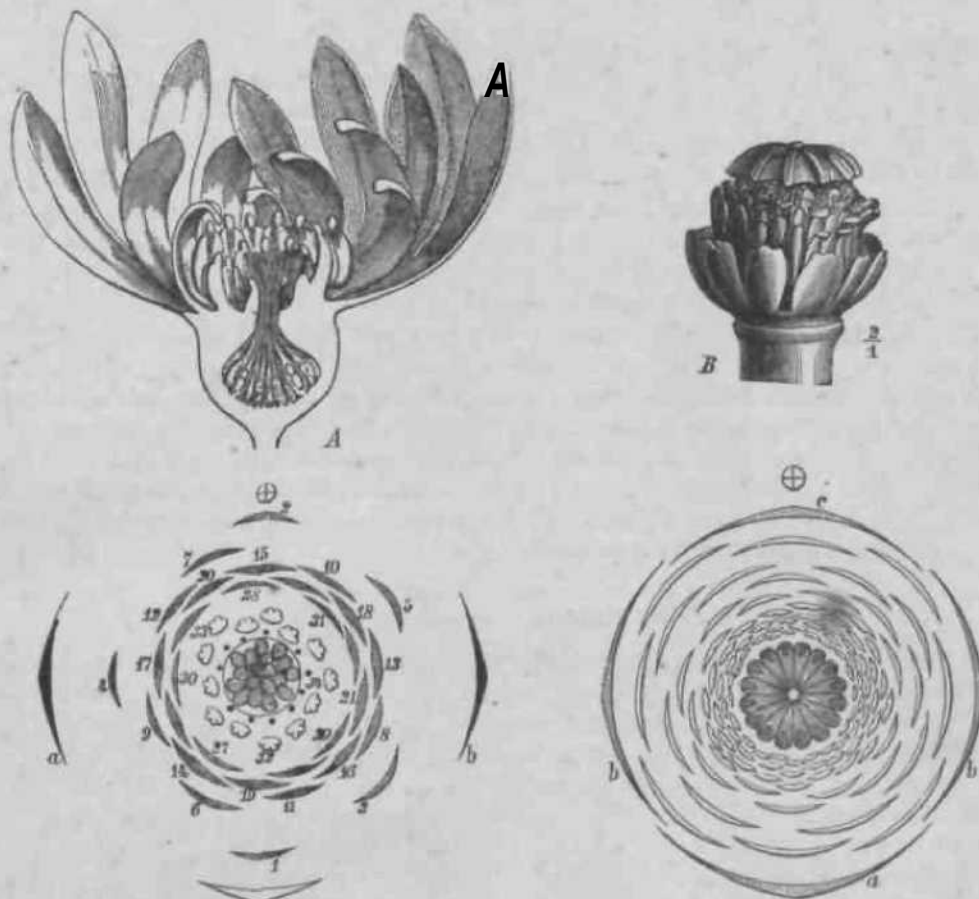
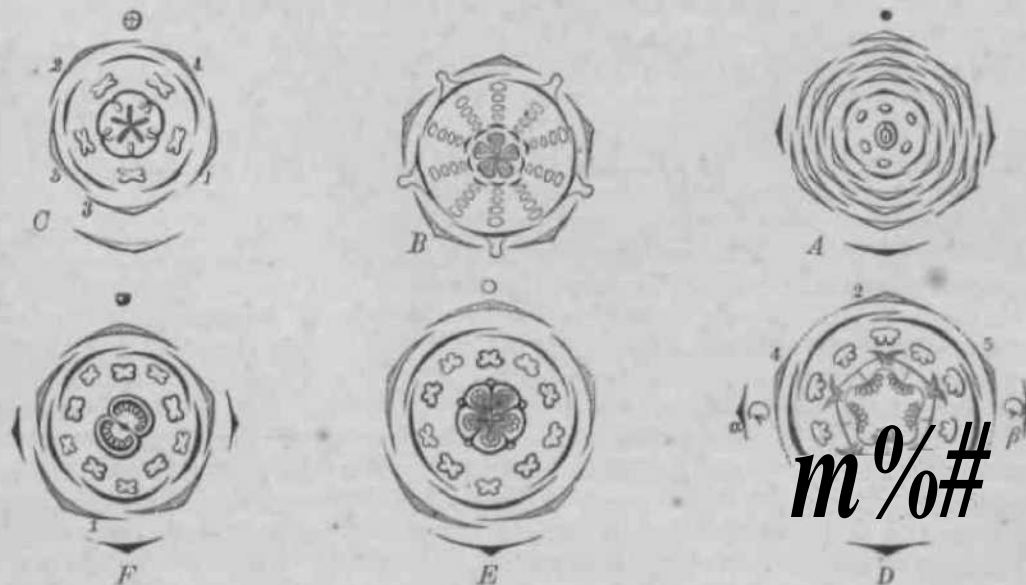


Fig. UX lit<i>U>u von nr.ykll.toh'i! uml tn'tnlzylhclien MHttcn. — A CalycaMku* (litridu* L.. BltUe Im Labags=<iriUi (nacli Bn.II Ton), tAriinter Bba Diarramm tntich Btoillsr), in wolrhem <i A Ufe InublKen opponInten Vorli., tlo ZfflVnt dlo HIQti'iuolU- imcti Iliriir BotttobntigsPltga li(!)M>Ichnon. — JJ K<i>l>fir pumiUtm SnL iinch Bnttennog def Ketelib. (nach C*Bit<fyi; ilnruntor Dinprnimm (tar inut<i> ron A*phar luteum L. tuiifli Blotaler> wo rtl« Carpcle elnen Zyklju biWcn.



m%#

Fig. 11. Belsielele von t Hrykl I at IIPH Util Iti>lorozyk I Inv llB II ItHIL'ii. — A .Xamlitt) JñHUIHct L. (Berberidaem'. Inrvrn?yk|tii'h tnl uMircmroiri Kruclitkiujtett, 7 dnlgMedttrlge K. K'ht.Uttitullrlf, S Quirt, vim Krouonh., 9 (Jnrlr. vnn sinnt)t. — / (AtytUfia vmtgart* L. cuzj'tliscli, SgUedoio. 1 (jDiri Kcli-lih, 1 (Jnrlr KrAlioiih., Ill <jüirl> Sinutib^ 3 Qutrle Sbmfuodjait, 1 (Jiirl T' I iii-liil.. Q .hlrveinutiit vmlmltm L., fiivtykUi'h, hftploatunon, Sjdledorlii. — H Varien papaya L. (ortceae), oiievWineli, diploatlmon, SgllcJerlg. — > /;rola rotus JifaVa L. ensyUttoh, obdtplosMmon, PgHwtoly. — ? S&eifraga grm>mlac L... hct'rnwyKH>i'tb, nilt oliKomercm Oynlsoom. ob4Ip1o>tmou.

(Vereinigung, Verdoppelung oder *Dédoublement*, auch unregelmäßige Vermehrung, Verkuimmerung oder Abort) veranlaßt, oder ursprünglich, *typisch* sein. Sehr viele große Pflanzenfamilien halten an ihren typischen Zahlen der Blütenteile fest, wie z. B. die Cruciferen, Umbelliferen, Compositen, während andere darin sehr variieren, wie z. B. die Crassulaceen.

Die Glieder der aufeinanderfolgenden gleichzähligen Quirle der Blüten wechseln in der Regel ab, in manchen Fällen aber kommen die Glieder des einen Quirls vor diejenigen des vorangehenden zu stehen, sie sind denselben superponiert, während sie mit denen des nächstfolgenden abwechseln.

Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse bezeichnet man von den zyklischen Blüten als: *haplostemon* solche, bei denen typisch nur ein Kreis von Staubbl. vorhanden ist, welcher dem der inneren Blütenhülle gleichzählig ist; *diplostemon* solche, welche so viel Staubbl. enthalten als beide Kreise der Blütenhülle, wobei jedoch die äußeren Staubbl. vor den Kelchbl. (*episepal*), die inneren Staubbl. vor den Kronenbl. (*epipetal*) stehen; *obdiplostemon* solche, welche so viel Staubbl. enthalten als beide Kreise der Blütenhülle, wobei jedoch die äußeren Staubbl. vor den Kronenbl. stehen und die folgenden Quirle sich an diesen Quirl abwechselnd anschließen.

V. Der Kelch (Calyx). - Fig. 12.

Die Kelchbl. (*Sepala*) sind meistens grün, manchmal noch deutlich laubblattartig; kommen aber auch gefärbt vor und sind dann blumenblattartig (*petaloid* oder *corollinisch*), wie bei vielen Ranunculaceen. Bisweilen sind die Kelchbl. nur wenig entwickelt (*obsoleta*), namentlich sind sie häufig in epigynischen Blüten (s. oben unter HI.) nur wenig aus der Blütenachse ausgegliedert, so bei den meisten Umbelliferen, Valerianaceen, Kubiaceen. Wenn die Kelchbl. ± miteinander vereinigt bleiben, so ist der Kelch vereintblättrig (*gamosepalus*), doch ist dieses Verhältnis nicht von solcher Bedeutung für die Systematik, wie die Vereinigung der Kronenbl.; auch ist es nicht immer leicht zu entscheiden, ob die Kelchabschnitte (*Laciniae*) am Kande einer ausgehöhlten Achse stehende, freie Kelchbl. oder die Enden mehrerer miteinander vereinigter Kelchbl. sind. Bisweilen bleiben auch die Kelchbl. von Anfang an ganz untereinander vereinigt, so daß der Kelch die übrigen Teile der Blüte in Form eines Sackes umschließt; erst wenn die Kronenbl. sich entfalten, spaltet sich der Kelch oder es löst sich sein oberer Teil in Form einer Kappe oder Mütze ab. Der Form nach ist der unterhalb der Kelchabschnitte befindliche Teil, die Kelchröhre (*Tubus*) schüsselförmig (*pelviformis*), glockenförmig (*campanulatus*), röhrenförmig (*tubiformis*), bauchig (*ventricosus*), trichterförmig (*infundibuliformis*), krugförmig (*urceolatus*) usw.; dagegen achtet man beim Kelchsaum (*Limbus*) darauf, ob derselbe gezähnt, gespalten, geteilt, aktinomorph oder zygomorph ist. Nicht gerade selten sind einzelne Kelchbl. am Grunde sackig (*saccatus*) oder gespornt (*calcaratus*), wie bei *Aconitum* und *Delphinium*. Wie andere Blattgebilde der Blüte, so können auch die Kelchblätter Nebenblätter entwickeln; diese treten namentlich bei den *Rosaceae-Potentilleae*, z. B. bei der Erdbeere und dem Fünffingerkraut auf. Wo die nebeneinander entstehenden Nebenblattbildungen zweier benachbarten Kelchbl. vereinigt bleiben, entstehen außerhalb der eigentlichen Kelchbl. vor den zwischen ihnen befindlichen Lücken neue Blattgebilde, welche zusammen als *Aufienkelch* bezeichnet werden. Es gibt aber auch Außenkelche (z. B. bei Malvaceen, *Dianthus*), welche aus dicht an den Kelch herangertickten Hochbl. bestehen. Seiner Dauer nach ist der Kelch schon beim Aufblühen *hinfällig* (*caducus*), später *abfallend* (*deciduus*) oder *bleibend* (*persistens*). Letzterer wächst bisweilen weiter, **wie bei der Olacacee *Heisteria*, bei den *Dipterocarpaceae*, bei vielen *Anacardiaceae*, und bildet sich so zu einem Flugapparat aus; auch kann er wie bei *Trapa*, der Wassermufi, verholzen und an der Fruchtbildung teilnehmen. Recht eigenartig ist der Kelch der großen Blüten von *Dillenia indica*, dessen Sepalen sich zu dicken fleischigen, die eigentliche Frucht einschließenden Hüllen entwickeln. Nachträglich entwickelt sich auch aus dem Saume des Kelches, z. B. bei den Valerianaceen und Compositen, ein sogenannter *Federkelch* (*Federkränchen*, *Pappus*); er ist entweder sitzend oder durch die Verlängerung des oberen Kelchteil es gestielt. Übrigens können sich aber auch solche als**

Flugapparate und Verbreitungsmittel dienende Haare an der Blütenadwe entwickeln, wie z. B. bei *Typha*. — Wie alle Teile der Blüten können auch die Kelchblätter zu Trägern von Honig absondernden Organen, von Nektarien, werden; dies ist besonders in hohem Grade in der Familie der *Matpighiaceae* der Fall, wo außen an den Kelchbl. entweder sitzende oder gestielte Honigdrüsen entwickelt werden (Ftg. IS G).

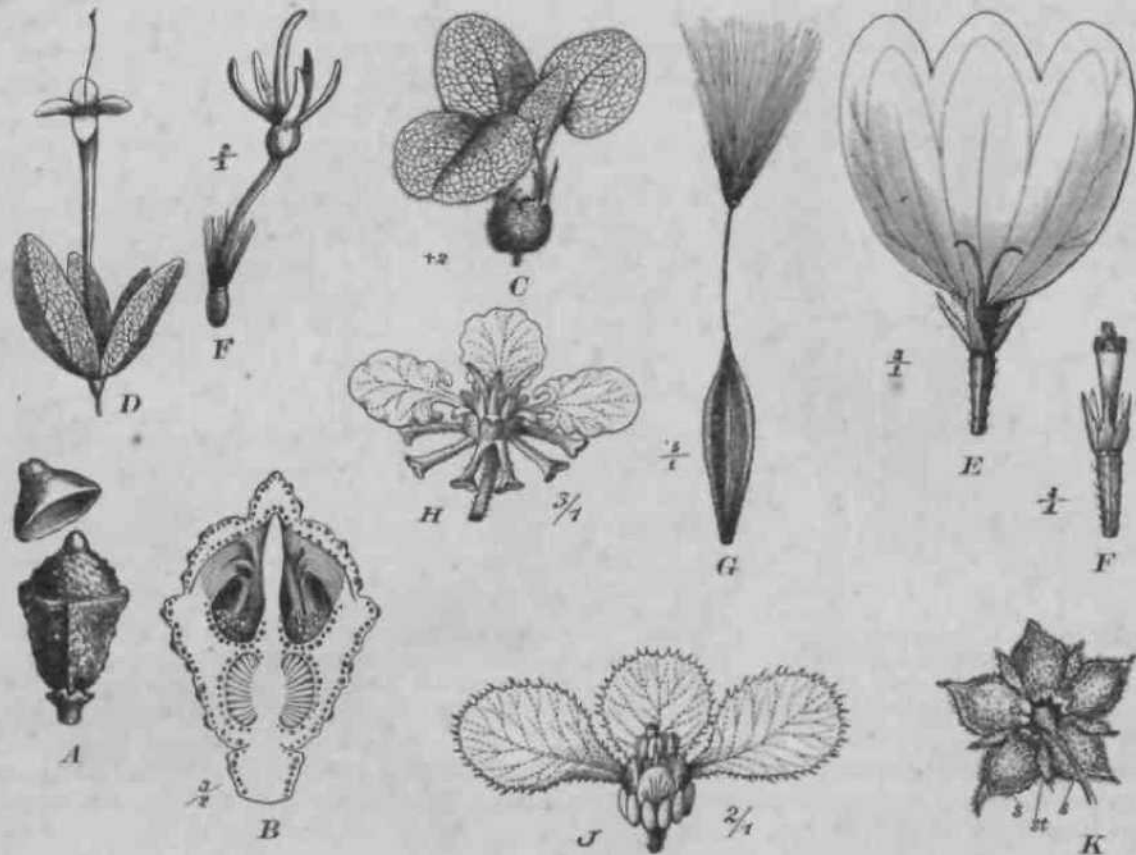


Fig. IX. Hier sind die verschiedenen Arten der Kelchblätter dargestellt. — A. *H. utris* (Liliaceae). — B. Querschnitt einer Blüte. — C. Blüte mit Staubblättern. — D. Blüte mit langer Stempel. — E. Blüte mit langer Stempel und Stigma. — F. Vergrößerte Blüte. — G. Vergrößertes Stigma. — H. Blüte mit Staubblättern. — J. Blüte mit gezackten Blütenblättern. — K. Blüte mit Staubblättern.

VI. Die Blütenkrone (Corolla).

In tier liegeln sind die Krottenblätter zarter als die Kelchblätter, meist mit papillösem Epithel überzogen und ohne Stützfunktionen; sie sind entweder farblos (weiß) oder bunt, meist 5- oder 4-zählig, die gelbe oder weiße Blütenblätter sind in der Regel durch die Anwesenheit von Chlorophyll bedingt, während die roten oder blauen Blütenblätter durch den Zellsaft (Antocyanin) gefärbt sind, welcher saure Beaktion der Zellsäfte rot, bei alkalischer Reaktion blau färbt. Wie von den Voreingängen der Kelchblätter gilt, gilt auch von den Kronenblättern. Auf die Symmetrie, die in der Antherose, der Actinomie, der Attinomie, der Zygomorphie ist schon in dem Abschnitt II. hingewiesen worden. In Obripen können die Kronenblätter sich noch mannigfaltiger gestalten als die Kelchblätter, so daß man illose Kronenblätter für sich allein als Studium der einzelnen Familien kennen. Nur darnach hingewiesen, ist die Kronenblätter nicht selten in einen unteren schmaleren Teil, den Nagel (in der Botanik), und in einen

oberen Teil, die Platte (lamina), gliedern. Am Grunde der Platte finden sich bisweilen Ligulargebilde, wie bei der Art *Nebenkronen* (paracorolla) zugeordnet (Fig. 1f)). Die größte Umgestaltung erfahren die Blumentheile, wenn sie die Funktion von Xylem übernehmen. Vom kleinsten Honigtrichter am Grunde des Kronen bis

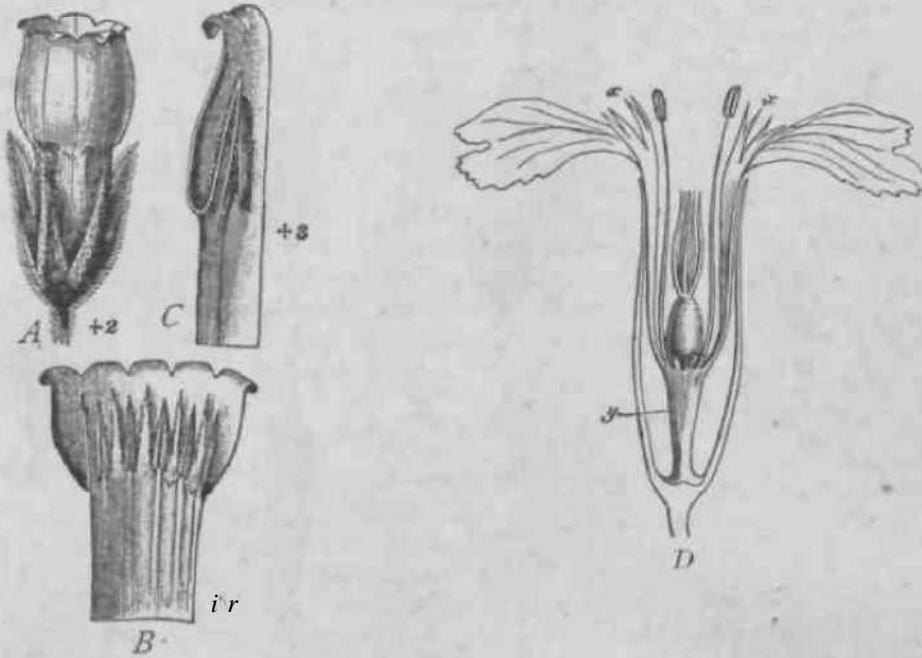


Fig. 13. A—C *Symphitum officinale* L. A Blüte; Xylemteil im Längsschnitt; die Hohlspalten im Längsschnitt (Ritt Antfu'it'it Kilgcsd; 0 clue Hohlspalten) in **Lingei&boitt** (Xm-b Glduk-j — D *Ulma* nchnltt iter Blüte von *Li/chuU flotJovU* (L.) Di'br.; i; verUtir'rti'« Auluwngled nrlsdua Ki-lrh utnl 'r-rolle; x — Uu iteil f; il'r Kronen'itilHtter vor iter Plrttljt. rNntlj Sc 15.)

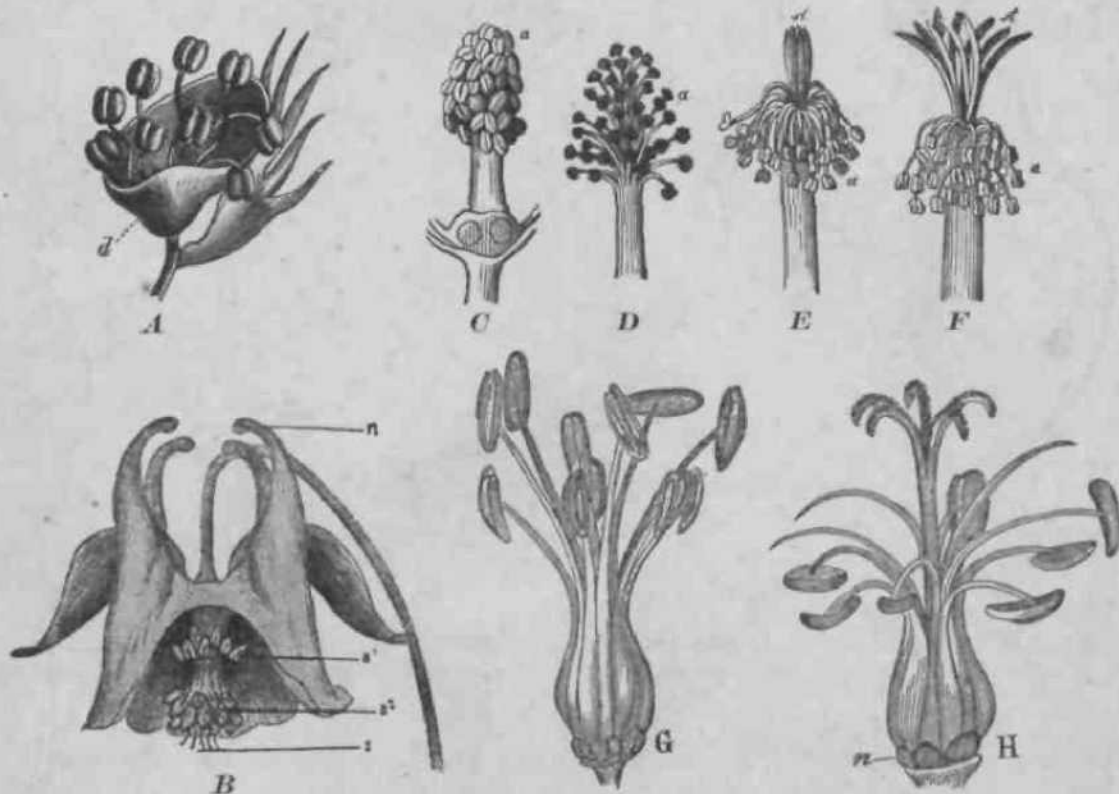
zur etüpfen AUSAACKUNG und bis zur langen Spornbildung finden sich alle GEBIRGJITGE in verschiedenen Familien. Besonders lehrreich sind in dieser Beziehung die Ranunculaceen (e. daselbst).

VII. Die Staubblätter (Stamina, Mikrosporophylle) und das Androeum.

Die Gestalt der Staubblätter einer Pflanze wird **Androeum** genannt.

Bei den meisten Staubblättern können wir, bevor sie sich öffnen, 4 hervortretende Wülste wahrnehmen, welche sich zu behüllten männlichen Keimzellen, zu **Pollenkörnern** (*Lovuli*) entwickeln; den Teil des Staubblattes, welcher die **Willste** (Antheren) enthält, den darunter befindlichen, bilden die **Staubfäden** (Filamente). Zwei der Fäden sind entweder in der Jugend oder auch noch später die vorderen, während die hinteren; je ein vorderes und ein hinteres bilden eine Anterenhälfte (Thecae). In der Mitte zwischen den beiden Hälften liegt der Teil, heißt das **Microgametophyt**; durch die Verbindung der beiden Hälften wird eine sehr bedeutende Ausdehnung erlangt. Hiedurch wird die **Staubbeutel** in vorstichendem Sinne gebildet, bald auf die ganze Länge, bald auf die einzelnen Fächer der Theca angewendet. Bisweilen kommt es vor, daß die beiden Fächer einer Theca miteinander verachmolzen (z. B. bei Orchidaceen, Kaulisaceen usw.), so daß scheinbar nur 2 Fächer vorhanden sind; in einzelnen Fällen verschwinden auch die Grenzen zwischen den beiden Theken. In manchen Fällen sind die Fächer **einfächerig** (*Arisarum*, einzelne Arten von *Clusia*). An dem Stamme *wettim* mit manchen Pflanzen sind die Anteren quer geteilt, und so entstehen vielfächerige Antheren (z. B. bei der *Mitrosotis* *Parkin*, bei *Rhizophora*, *Myrciaria* *Aeffietru* und bei vielen *Imbricaceen*). Während gewöhnlich die Fächer nach außen gekehrt sind, erfolgt bisweilen eine solche Ausdehnung der Rückseite, daß beide Antherenhälften mit ihren Fächern nach innen gebogen werden (Antheren introrsaei, wie bei den *Orchidaceen*: *mngkghrt* worden die Antheren, z. B. die der *Iridaceen* und mancher *Liliaceen*, durch starke Ausdehnung der Vorderseite zu »An-

therae extrorsae*, Wiibrend die Tbecae der incisten Antheren mit einer Laiip'apaJU! aufspringen, Sffnen sieli ciuzdne (lurch **Qunpaftefl**, vi.li >lurch LOcher an der Spitze (**Anifae-rae biporowH**-, **MMh uidera** durch Kisppen. W» die Form der Aotheren beirtflt. so **gotten** fiir (ti*^pll*n im allgein*inen die uimliehen B?z<?ichnii»2'.-a. wie fiir audere **BhUtgcblfde**; auffiiilHfro k>>bilde s'nd die fofrnaiintfii zweihfirnijtm Atittirn>n rait 2 horDfnrmi^en **Port-Hktzen** i7. EL t^i vielen Ericaceent. die IabyrinJifi'tnuij;*-ii Antheren der Cucurbitac««n. mit Rctilaiii.'l'nf'iraup freftnindfii^n **Tbeeu** u. a. Wiclitip int 'lie soirenaiinte »Anln'(tung« der **Aathera** an dem ^Uinbfaden, **vid vid^gir** die **Abglie**ding d*-r Antijere von **danielbed**; sic heiBt aufliegend (i n c u m h e n s), **W8BB** rf« sehcnicir mit **sitter** >+ite dem Ende



Hv. II. Beispiele tier AnarOaotll elulger Blütten. — (*Paptlu* trrmnln* I. Tr»Kt'l*H mil BlttailiUlif (welche frllhrr ali **becbtrfOradser**]H-slu- **msHahei**) **witdej nsd JkndrOwmn**. — *it AqiuUgiu vutgari** I. Blüte imrh Kntfenitnit drcft-r **Kelcbb**. **Dad t&nm** Kronoilu ilffil **AndrOxpüin** **IKend. — *i:—F Malm silvestris* L. **OJangM indrOMum** in **dw KIK**, >]H-, /' nn> **LodrOieam xnc** Zi-it (ifr i'all«nr<ir«. jf, y D»»- selbe tjwili der VurntAulimiK In dor znlvtxt woltlicti **gewordanm**]JUtr. — <, // **AndrOxeui** der flicli<»- gamen BIUte von **Uero»i*nn \$tvaHc*m** |... r, im **mamUriura Stadtmn An** Hinic /f im woibllchca Sudluti derselben. (it—if **nub Btrm**, **Mu iler**.)

des TrUgers horizontal aufliegt wie bei einem **schfldfBrmigan** Blatt. die **Bbreite** dem **ilhiti**- stiel »aufaiizt«; die **Anthem** licillt b e w e g l i c h (v e r s a t i l), weni sie mit fa;a nur einetn I'tiukte ihrer Mittu d^r Spitze des Sta.ub/adeus aufsitzt; sie heifit **angewachsen** iadu.11), wenn sie **WbfttftbtT** mit einer Seite der Emlflftche dee Staubfaden» an^ewa^ieeu ist **Sitzend** wird die Aithere genaimi. wetin die .SUubbeutel **VOB** der Basis des **SL&ubb**. nusglicn und k<in deutlifliea Kilament **voxfuoiden** i*t; aucli kOnucn dio Hfembb. nach unten fiber ihro Insertion hinauft verliln^ert sein tind sind datiu **geapornt** (*Viola*, l*ig> 15L).

Wie the Laubb., Hochb. und Kelchb. sich veraweigen, so kann diofi audj bei Staubb. eintreten. Zuniiclist kaim ein Staubb. sich olien in **t** Schenkel cpalten, von denen jeder eint-AntherenhUftG trJlgt, 7..B. bei *Betitla*, ferner kAnn<in ani **Ornde** circa Stauhh. nebenblati-alinlieho ltiMnngen entstelten (so z.B. bei *Attium* und nitmeitlidi d<«i *Lauracetiv*. Fig. 15V). E» kfinneii aber aucti die **Spsltmagto** der Staubb. viel wpiter **gdien**; dioselben **lcOonen** nmli handffirmig und fied^rig **v<nw<igt** soin: **as** kynnen ferner die AutMweigungen entweder in einer Ebene **liegan odor**)ni^in'lf<»nnit' itnc-ordimt sein, 80 daB ca scleint, ois seien mehrere **Stavbb. nlteink&dei** vprbiinden, Hiorbei kOnticn die Ain-^weigungen d<r **Staubb.**

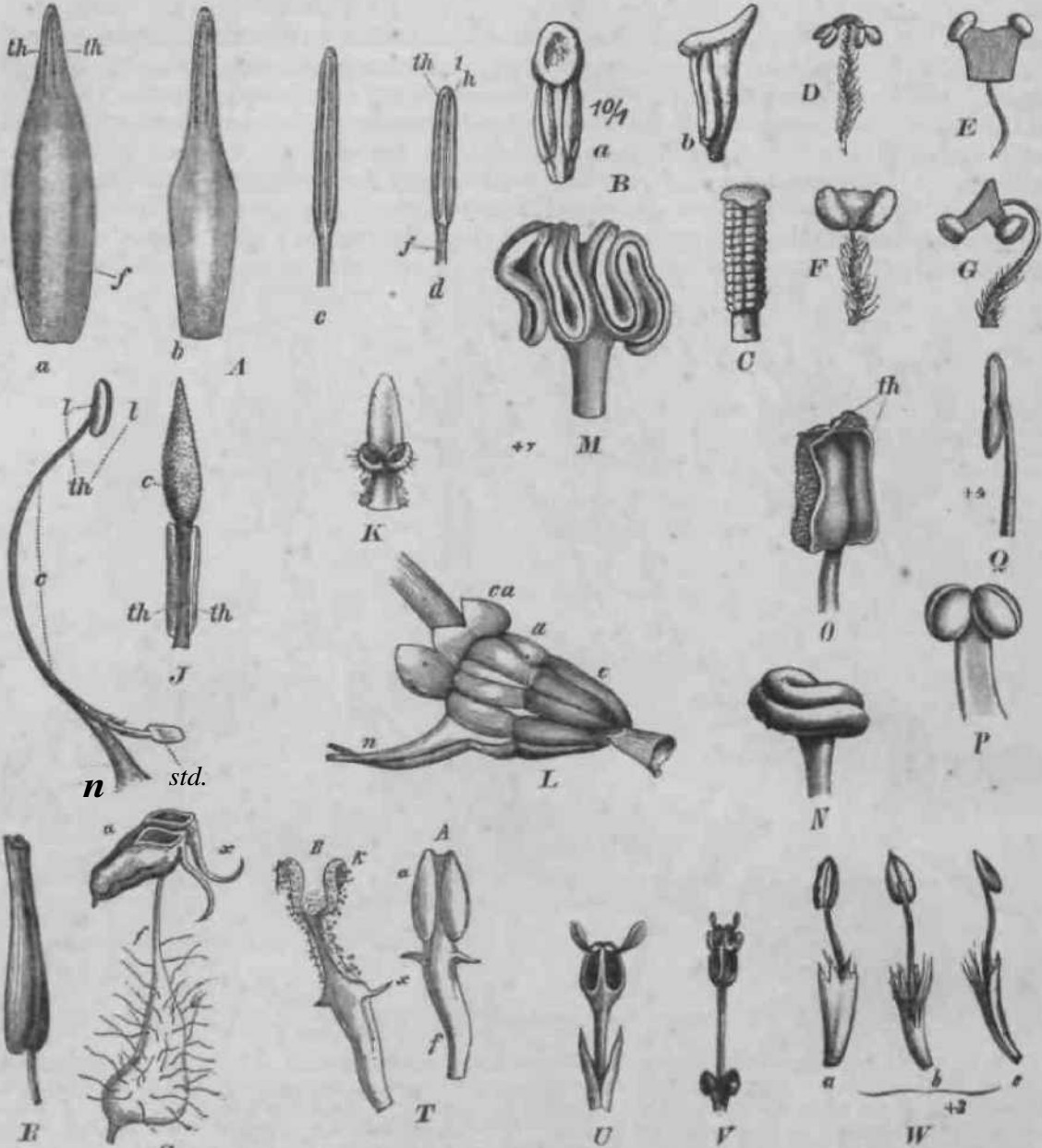
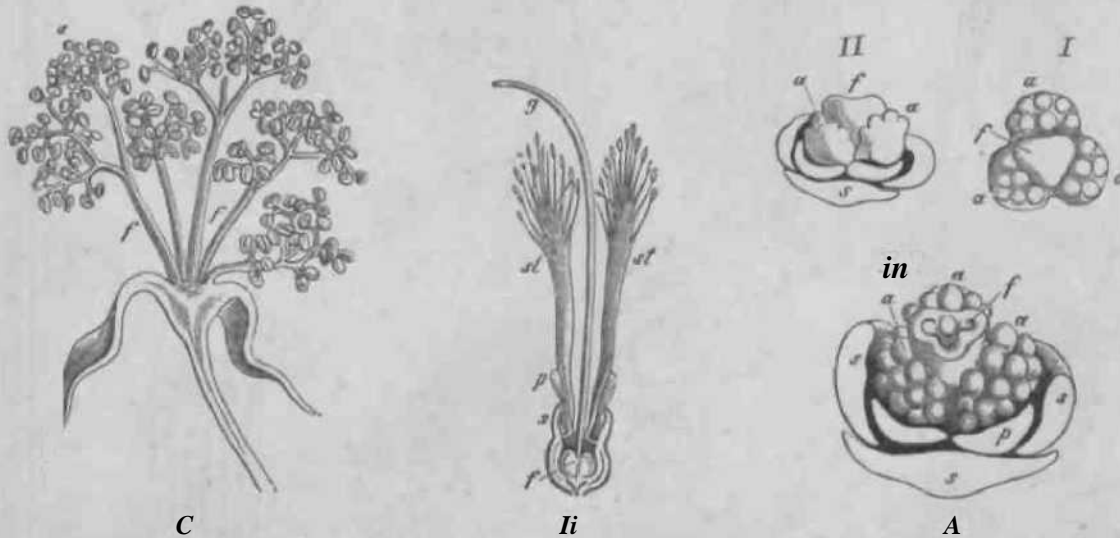


Fig. is. Illustration der KnLwlefcHunfr dis Staubfadens, des Oonuctivi, (IIT Antbren untl ihre« Aufj] ringens. — ni)t'r»ll f - S(«iiWnilen. tt — Th**» oder Antherenhälfte, l = Fmli, c = Connectiv. — A [*Kumpfiata Amazonum* Karl el Zn-i . sitinlili nu» derwilljel] Hülte In n»t 'r. zeigen d» nil Übergang vltin lome Eigen Staub. zu solchen mit schmalere» Slant',aden und Uacrr. n Antheren. Mit der Vergrößerung des der For»(«tUiiini dienenden Teiles K»ht Mer il» VrrkOmiri. rung des vegetativen Teiles Hand in Hand. — B *Usana Millenii* Engl. et Diels halb seitlich stehenden Thecis, a von hinten, b von der Seite. — C *Xylopia aethiopic*: Rich. Stuuült. nll extrorsor Anibrf» und quergegliederten LocuI — l> *Trmdf* *Cantia pulchella* Hi:f. ! (itijil. e t Kunth. f. *mrm** ftii^T^mt L.; r *T+mimmmtm* H M M M L; G *CasijvJu* :<w«*la tlumb. h.nj.1. at KUÜlll. alles St.illtil. Tun < •inmrtliuire**! Xlt Hkr f*ftt*ItOtMP Coowi'ltv fwlrhrri U*P li*i«Iro Ttlepl*, - // *Saleia fo* *itumia* Brutunt- Kit Hf«M«U> MMJltftalf OpMH •tiv; außerdem ist hier nur eine Theca entwickelt, die andere Theca ist abortiert, staminodial geworden. — J *Usana odorata*, mit bedeutender Verlängerung •if Connectiv» über •• vitllrh ntetunt«i Tbcocic hlnvea. — K ; f» im tmiwamifrrn Abl., Anthere mlt kunrr. Thrrri. umi i itlliguli i Connectiv. — L Das out A«*dr**F«cani ran I *ola pinnata* L_ < < rliurtitvd SUhh. mli iwch l'hen (vorn) gew •drCrtt Thscw; «dW •iibctiil, nit obarctu Connectivankuc. t mil StKirnaahavc. — JT *t'atmmuHia* nMonjn Bulf «t P»v.. ml rrrnrnrtrara Tin i [a unJ tirtit'O) •• i ••M-UV. mil *'hr knnen SUaUtalen. — N *Arisar* r*m rmlfun I .rg.Toa- mlt qom nr-laufenden un *Aquilegia vulgar* i zeigt die V. rllalcnk <tr beiden (li-brr Jc*T Thecai il** CooiMvltT Ut nor «w-hwmh mtwi-k^ll. — l' <i'i»i jr«l««M» L- Th it kuci'lip« Tbrx-k iwldTBWT** .tnthrrvp mud TrrkltmuwtiUa *Cm»ec*Uv. — u JInanfa jktmlm* L. in It verkÜii. Connectiv. — K >>Jit'i»». dl« Wttvti Thrtaa n(l Pofrti ulrti gUVinnl. — S ; ftwftui o»-drachnoides Link; Anthere ber ••:»:thrii. Th^pc nit t'orc» aafiprlu und gespornt. — T *Berberis folium* L., jede Theca mit einer K »|i'f* deb fliftwrnt. — U *Atherosp«raut*, Staubfadenii mit Xrlmililattbildung unil jrtlr Tin MM inlt eliar Klajijja uur*ljr'tiKi>iid. — V *Sassafras vari<folium* iSallilt.l 0. Ktjf.. Staubfaden mil x. i.riii.litttijihijjingen; jede Theca mit ; Kuppen aufspringend. — »' Huintiüt StAckrn-dantzii HleroD. *ZygophyUif* M> mib. N.1-)|l'itL(lill(iinnt<; ll von vorn, von hütttin uii'i von Uur Melle. — U n»vh C'ti*pary; 8, T tinch Sachs. !>-< nach ScaSnlaml.)

entweder einzelne Thecae (z. B. bei *Althaea* und anderen Mtdvaceen) Oder vollständige Antheren mit 2 Thecis traged. Die Enbscheidung darliber, ob man es mit geteilten Staubb. odor mit Vereinigungen von Staubb. zu tun bat, Ist abur nicht immer nüt Stcherheit zu fillen. Bei *Hypericum perforatum* L. (Fig. 1(5A) zeigt die EntwicklungEgefliche, dati in dem jung-en Andnixeim 3 sogenannte Primordiallytfcker vorbanden Bind, welche sidi spilter rekhlich verzweigen, NUD gtbtes aber andre Artea von *Hypericum* mit vollkominen getrvnnton Staufob.; Oasseibe Ist auch bei *Ascyrum* der Fall; e& koinmen femer bei den derselben Familio der *Gtittiferae* zugebarigen Ualtungen *Ochrocarpus* und *Gardnia* ganz aweifellose Yereinigtngen von Staubb. vor, welche den »venweigten Staubb.« eehr jilui-Hch sehen; wenn dalier auch dnr AugenseliGin (Jer Entwicklungagoschrchte dafttr spricht, daB bei *Hypericum* einfaclic Stauhhlattanlagen sich verzweigen, so iat es trotzdem inelir nis wahrscheinJich^ daB bei den Vorfiihren dieser **Pfisznen** an ?telle jedes **einzelnenHöckers**



Fl(j, IS. Bii-i-o' t'on L. (^iilitiiton uml von Ver«folgangn von Ktaibli. — A *Uytricum perforation* L., K«tiv[i-k"liiii(! der Stiilitiitt.bliiKlo]. / Mlttcfi'r Tt-1) HUH elner Julian Knoupe; f An Inge dp* Stctniicl*; o dtf H Kutulthnirhiliuli:] tnl Illrcil MH HOek«r KOftKtaiden StKnbbt*tt«nlAg«a. II Xtinhcho.a Stndliitit < 1 «t Bntwielodnng »ic in A ntier von der Ssita gesehen. g Stadium mit Teltaa dor K.ii.-ui). < titui der Kronenti. p. — l> Oaiiothatatnu sp*& (Jr^Warert*!), L Aianm-Indu etnez Blüte, s Kelchb., p Krotifnb., tt StHbblett&Dndd. lun-li btnrellsn «d+ suuM.. mit fitnleriger V«rsw«lseng aufgefaßt, r tVueliiku..t. ii, j; lir. — 0 Hii'ini* cammuni 14. (J Klin.- [m Iiltglltcimltt, ^-i.-l rt-!. d rtfnretgt« Staubb.; / die St«tibrBili-ii. « nt««tM Thcon. (Stall Sactis.)

zafilreicic **Stsobb.** fintstanden, **weldw** f«(i Mi'-ini^FTi nnd bei den Bpilteren Ocnrationsen auch inuiiT mebr vereinigt aus der EUtautdiM h^rvru-tralen. In **wie** tuaimyfiicher Wttise die Vereinigung von **Stanbb.** vor »ich goliPit kann. ist aus Fig. 17 ersichtlioh. Entweder die •Staubfiiden Oder die Antheren odor auch did gaiizen Staubb. **kOnttes** sitli untcreinand»r vereinigen; die Vcreiniguiifcn der **Staubfudea** **werdefi** als Adetplichn bezeichnet. Je nachdtitn die Staubfaden mehrere, 2 oder 1 **B&ndd** bililen, ij*ZBt das Andriizeum p o l y a - d e l p h i s c h , d i f t d e l p h i e o h , m o n a d o l p) i i s c h , w e t s h e V e r h S l t n I B B i > L i n H i j bei der Aufsti'Umigciniprr **SJuseo Beinsi kfnstlichen Systems** iWIII. XVII und XVI) **rtrwertete**. Andenseila kōnen die Stauhfadim **frei** bloil>cn. aber die Antheren sines Andri- zeums sich untereinander vercinigen; ein solcbeB **synantheres** AndrOzftum koiiiiit **bekanntlich** den Compositen fast **dorfagebeaida** ?u und ist d;ts .Mtrknu] der XIX. **KIiw** des Lin n 6 sclien Systems. Sodann kfrui^!) **abet** auch die gaiucn Staubb. kouxiiert oder 'Orcinigt sich entwickeln; bei *Cucurbita* (Fig. 17//) nnd anderen Kfirbisgewili-h«^n T«- **etnigen Bieh je 2 Btaobb.** miteinaitt-ler. Ee kōnnen abi-r .iitch sāmliche Sit-in f)h. eines An- **SrOzenma** sicli uutfirainander **vertlaigen** (Fig. 17./, **K, Lr**, das dadnrch cw **stehende Ge-** bilde wird **Synandrinm** {rcnannt Hierbei kōunen entwedpr die Thecae df-r **einrdnea** Aiithcrrii **gebronat bleiben Oder** fit> ki^Vnnen atich untereinander vsreituift, cein, wie bei derCocurbiti **tee** & *teUmtherOi dorm Symmdriitin* {fig. IT./¹ dean ms 8 StaubWattern mit. **horizontalem Bpalt** ^U8»inmeitg<!set7.tcn von *Phyllanthiis ct/clantfiera Simlkh* ist, aber 8 **ringfōrmige**, zuiczt zuBiunnotiflieCendo Pollrnf.ichcr b t f t

Wie unter sich, kftnnen (lie Staubb. auch mit den BIHUm der Bliltenliiulle Oder mit dem Stempel vereinigt sich aus der Aclise ausgliedeni und nur ein FreieB Antierenende bt> sitzen; namentlteh das erstere ist sehr haaig der Fall; die Entwicklung'sgeschiclit! liift hier- W'i lifufig gar nicht erkennen, dafl die Antheren und der beuachbarte Absctmitl der Blilten- hUe verechiedenen Bliittern an^htiren, sle erscheineii \ielmehr als Teile ei n es BJattes. ^taminodien. **Sehr** wesentliche Umgestaltungen werden hllufig in dem Andril- zeum dadurth herbeigeftUirl. daB dit Blattgebilde. in **wdtohen** nrspringlich i*exuaheUen

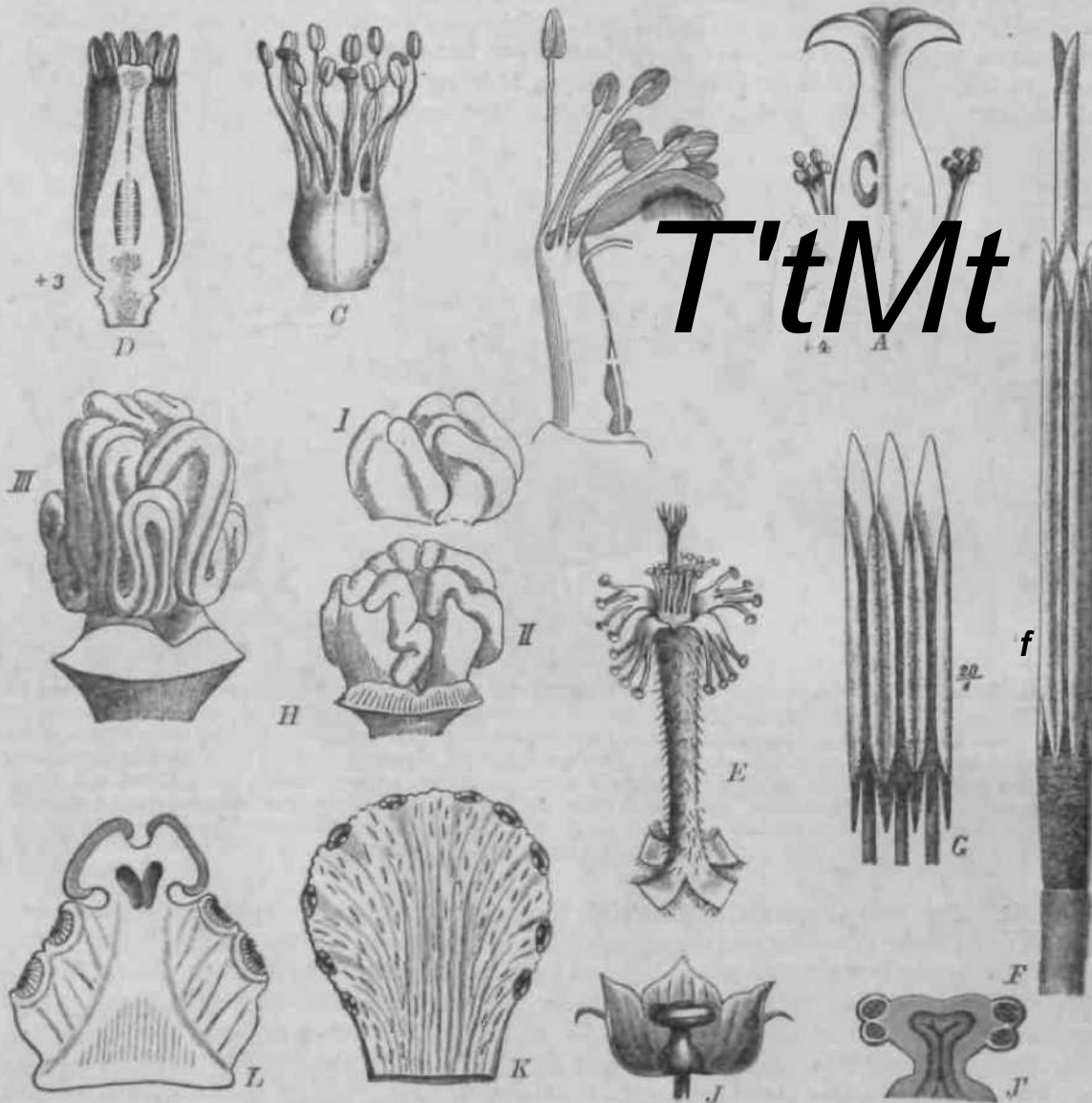


Fig. 17. Belcpflta von Toateicongm von SUubli. in A-E Veratnlisns «m StatHtlWcn, In y. n \.sr- I'iillRuiip iler AitlnT^D, In //—fi Vciliit'jiiitji der yautm Swuhli. — A finrriniu PBcmfOM P(i«rr» (Guttifloro*); bel ancli-reii Artan der Oattung iinrcititi kntnirH rlfiffi um dm BtaiBP*] VtlteOU frelo SUTalib. vor, OdKrenaltn MKIL V«r*lnfpiiiif(ro iierselben wo liUiilcln; r> kniui Ili dloMto VnlW, vijtt ver- iwo.ltrtel BtUlbb. I'cht die Rede sein, selbst wenn an den den einzelnen UUlclrn rut#jirt-^hi:iiiij. H ... !: in lift! Aiilniri'i) far die <Inn-lurn -flanl•b. sich erst spater ieijs i nttten: Brl*^flf ftr i'i.lv>.l. j).hl.v — JS Piam sativum L., Bel>i.|fl fUr JUIjrl.)t!->ches AndH^otu; • I>I>HW>. \prcltltnt. dai |« frtL — C. /i, A* Beispiele rur mf,i>>df|jhi.,-h. Btit,l,I - C XryCfarytnfl n r a L - f CAatrufa lifmlturu Jn». iMrlt ac.) — E Sidalca candida A. Gr. — F .v^Vwte jtf.rn.niHM 1L j <.>rtn. - fr ftuHua odvrmta V*a* — H fmnriri M/.,-> L., zu Yrt 3 BUfrtiaiid<T'olgende [-UiUru Art Votwickelung; < f StauM'. Iwhrn tleb BStrelcnaJMkr vt>r- •Ijilt, — J, J' Cy*ImaO*rm prrSai.i Srhnul; <le Staubb. is viurtn dJr Aetuw abadilielaHIMI •cdlnn- Wrilill&-i' K5'per vereinigt. — IT ri«>a rm^miomdt* PUait. i I IJmlfS — 1 •lucia r.wnj-Anfirmt r3O<.l.; ill*. LiOfBi ehnitte direlj tlii*c b>den And-a*Min <!«• Sjrmdrien zeigen die vollstAndige Vereint-unu'. H.-j A' *iri'i* e illecae einer ABthar* mtiereliHnder verstatgt end i#«U Anthero 5>net sich am Bobettol mit elner kn!i*flri)LJKCi S|wlti*; <i:i- t'unitr.ctlv hlelbi all MitirI-SnU-lii-it *urllk. Hcl t j-i illt Aitllera durch zahlreiche BattfltlallungQii rfdOcherig k-rMrordoii, <iv. i. uavii Planehon uml Trlnia.)



Kit, is. Bdaplelc (Hi- VerkBnmMininiflHi von SLUIIMI. odnr fur pnnmindung dersolben in stanloillen.
 — A IViM'' lifrwfu L. fJnyrrhtiiH Jc Blot«, ioi^ eines der vord... *n*w bildeten MuuV>., ilhrnuf
 folct'ji i klrnere Staubb. nach' illo' > »»< P'letzt ein Staminodlum (std). — B Cassia leiand i' Boatfa.
 xelgt, vvlc il' > >nteren Staubb. in ihrer Entwicklung gegen die vorderen mrocktrotea. — r Di:ijtrunmi
 vcm >assia bac' illtr* I. SL. Cftire die Verteilung von 7 Staubb. und 3 KUDIIIIHUI n In r|or Hllltc. — I)
 Itllttf von U IM1kMfc>ittfir/>nM.1- In wrleher .II. S lillll. r<n SMUMi. in SUKIilKirloilo gOITOTDttj <(inl.
 — E, F Androzœum von Cochlostema odoratissimum L. are (Cousmelinaceae), mit dem Gynœceum; ti'i
 E sind die 3 ^utmitM>; en (std) noch nicht e>> bilcb klrlitPt >t> die) wvn ^ u u l t b, : kit F dagegen haben
 sich rl< y - .-uli.ilen Staubb. erhellt I vergrößer. Indent -U-h 4fai SUuMXtl^ n >> lillcll Ober d< > Jetst
 gewundenen Antht-Tfn hliuiut UDj; iUrU »t-rUrnrrr>-n -- G Lopez <> fotiunrit Anlr. (Onagraceae): >MI
 MUitib. 1st In L> li*ff'l'(' milges blumeniUtUfDeri XAtnliKMtlum '**/ Hi: gewandelt; gr der < rffel; i \ ik
 tarhnii mi ulnui Krinen. — H Stûck eines Blütenstandes von s Aj.n.af. >. >ta rupestris Zoll. et Moritzl
 (Araceae); ualcnrlta : BIOien mit 1-3 Staminodien, in de>>itte rudimentäre Blüten mit 1-4 Staminodien,
 oben £ UiMr tnlft ft-Tjehll
 S Bint*,¹ oil) Syumirlrlum, rechts eine ♀ Blüte, beste nrtul <t> einem Pistill und * <i ilsMclb* umgebenden
 M>lui)ij<hl. — A' Hllt'e von Pilea lucens Wedd. (Urticaceae) mit 3 bl' iuirnt>Ull>Ttfira Staminodien. —
 L Clusia tmfgaU .Mitrt. * BM< ; zabl... > Starbb. sind mit ih>n Staubbiden untereinander ver-
 tintgt; lilt ininlrvii jelluli sind zu S. >IUIIIHI geworden sind z. einem zugelligen, reich lhrh Harz ent-
 imUititii CORpsr vi-r<'>blrt. — t; Chute nemorosa >. i'. w. llayer; Mimti von stumfirriirn uni tl<<
 liyiidfitini d<r ♀ iititi', die lufenn StunJnodlen wdnMI ma) ipttc, die bmerao > tany an ujioreln-
 iimi.r recinlKt — ft OlmstUa rtgtnt* Pl*ndi, <t TrUu*. 9 Billtc; dl* sumiuodlri) ion un< >rlrlnt il ohe,
 iititi-reliiniKtr m rlucm Msutrl tmtstgt, bcl n <je m Hun ftaMcaeldenden Orfa? en umgewandelten
 Anlagen (i-r ABthfsNn. — > f' l' * i < * mix or L.; ♀ EUQU; volkjtlo<tlf<V<r<fiilgin)i drr RUMim<dien zu einem
 M>u(-I rtn iliin hb> r ttod .In i).>li S|mrin |U-r Tbefl* < nfrti-t<ii.

angelegt wurden, bei den Nachkommen der&elben Pflanze steril werden. Solche steril gewordene Staubb. heißen *Staminodien*. Sehr oft unterscheiden sie sich nur wenig von normalen Staubb., manchmal nur dadurch, daß die männlichen Keimzellen (der Pollen) nicht keimfähig werden; in anderen Fällen kommt es gar nicht erst zur Anlage von Pollenfächern, in noch anderen wird die Staubblattanlage zu einem Kronenb., oder sie übernimmt die Funktion eines Nektariums und erfährt eine dieser Funktion entsprechende Umgestaltung (*Parnassia*). Dabei können diese Staminodien sowie die fertilen Staubb. teils unter sich, teils mit anderen Blattgebilden der Blüten Vereinigungen eingehen. So wie die Staubb. Synandrien bilden, so bilden die Staminodien auch *Synandrodien* (besonders auffallend bei den *Araceae* - *Aroideae* - *Asterostigmatae* und *Colocasioideae*). Aus der Enwicklungsgeschichte der Staminodien kann man nur in den verhältnismäßig seltenen Fällen, in denen es noch zur Anlage von Antheren kommt, darauf schließen, daß sie bei den Vorfahren derselben Pflanze durch fruchtbare Staubb. vertreten waren; sie entwickeln sich eben in manchen Fällen genau wie Kronenb., in anderen wie Wucherungen der Blütenachse. Dagegen geben die Stellungsverhältnisse und der Vergleich mit den der Stellung nach entsprechenden Gebilden bei verwandten Pflanzenformen häufig zuverlässige Hilfsmittel zur Erkenntnis der ursprünglichen Natur dieser Blattgebilde, d. h. zur Erkenntnis ihrer Abstammung (bildlich gesprochen) von Staubb. Auf eine ausführlichere Darstellung der Staminodialbildungen soll hier verzichtet werden, da dieselben besser bei den einzelnen Familien der Angiospermen besprochen werden. Allgemein zusammenfassende Darstellungen findet man in folgenden Sehriften: *Warming*, Untersuchungen über Pollenbildende Phyllome und Kaulome, in *Hansteins Botanische Abhandlungen*, II. Bd. 2. Heft, Bonn 1873. — *J. F. Müller*, Biogenetische Untersuchungen über verkiümmerte und umgebildete Sexualorgane, *Flora* 82. Bd., 1896. — *C. Schwarze*, Vergleichende entwicklungsgeschichtliche und histologische Untersuchungen reduzierter Staubb., in *Pringsheims Jahrbücher f. wiss. Bot.* LIV (1914) 189—242. Letzterer teilt die reduzierten Stamina in 3 Gruppen wie folgt: 1. In der jungen Anlage treten überhaupt keine Zellteilungen oder nur wenige auf (Beispiel *Gratiola officinalis*). 2. Das reduzierte Staubb. enthält ein Leitbündel und zeigt in der oberen Hälfte der Organanlage eine regellose Zellteilung, die zur Entstehung eines keuligen Gebildes führt (Beispiel *Linaria cymbalaria*, *Antirrhinum majus*). 3. Es kommt zur äußeren Ausbildung einer Anthere mit subepidermalen Elementen, wie Endothecium, doch fehlen Archespor und Tapetum (Beispiel *Skizantkus*, *Maurandia*, *Melandryum*, *Salpiglottis*). Diese Staminodien »stellen die inneren Merkmale langsamer innerer Veränderungsvorgänge im Plasma dar, und zwar vererbbarer Veränderungen des Plasma der Elemente des Blütenbodens und der Staubblatthöcker in bezug auf ihre Fähigkeit, diese Organe in normaler Weise zur Ausbildung zu bringen. Durch stete Zunahme dieses Unvermögens endet alsdann diese Erscheinung, wenn man von den etwa im Laufe dieses Vorganges eintretenden Umbildungen absieht, mit dem Abortus, mit dem völligen Verschwinden des Organs aus dem Staubblattkreise. Welche Ursachen jedoch diese Veränderungen des Plasma herbeiführen, vermögen wir nicht zu sagen.« Im Gegensatz zu diesen reduzierten Staminodien stehen die durch stärkere Flächenentwicklung und ± korollinische Ausbildung ausgezeichneten *petaloiden Staminodien*. Wir finden solche normal in den Familien der *Zingiberaceae* und *Maranlaceae*. Aber auch ein großer Teil der sogenannten gefüllten Blüten entsteht durch Umwandlung der Staubb. in Kronenb., wiewohl dieselben auch anderweitig (durch Spaltung von Kronenb. durch Vermehrung von Kronenb. usw.) zustande kommen. In den gefüllten Blüten erster Art findet man auch sehr häufig aus Staubblattanlagen hervorgegangene Blattgebilde mit 4flügeligen Blattspreiten. Diese metamorphosierten Bildungen haben *A. Braun* (Die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen, in *Monatsschrift der Kön. Ak. d. Wiss. zu Berlin*, 1876 p. 344, 345) zu der Annahme veranlaßt, daß die 4 Pollensäcke einer Anthere nicht einer einfachen, sondern einer durch Emergenz verdoppelten und dadurch 4flügeligen Blattspreite angehören, die 2 vorderen den Emergenzflügeln, die 2 hinteren den Blattflügeln; es sollen dabei die vorderen (mittleren) Pollensäcke auf der unteren Fläche der Emergenzflügel (welche ihre Bauchfläche ist) liegen, beide Pollensäcke einer Hälfte also gegeneinander gekehrt sein. Fig. 19 zeigt, wie leicht eine solche Auffassung entstehen kann.

Die so häufig vorkommende Umbildung der Staubb. in 4flügelige Blätter läßt sich auf folgende Weise leicht erklären. In den Staubb. beginnt die tangential Teilung der Zellen der ersten

Peribleuaschicht sehr früh, oft wenn die Staubbl. noch als kleine winnige Hficker vorhanden sind, an den 4 Kanten, es wird also von vornherein jedes Staubbl. 4flügelig; ist die Entwicklung die normale des Staubbl. zukunfend, d. h. findet die weiter unten in der Besprechung der Reduktionsteilung statt, so sind nicht 4 scharfkantige Flügel, sondern 4 Wirtel vorhanden. Wenn aber die anfangs eingeleitete normale Entwicklung gestört wird und anstatt eines gleichmäßigen Dickenwachstums der 4 Kanten des Staubbl. ein Flächenwachstum derselben eintritt, so müssen sich 4 blattartige Flügel entwickeln. Hieraus ist nun wohl auch zu erklären, daß die Staubblattmetamorphosen so verschiedenartig sind. Bei denjenigen, in welchen die Bildung der Pollenmutterzellen erst später beginnt, ist die Möglichkeit zur Metamorphose in eine einfache grüne oder petaloide Blattspreite vorhanden, als bei denjenigen Pflanzen, in deren Staubbl. die Pollenmutterzellen schon sehr früh gebildet werden; hier wird dann immer die Neigung zur Bildung von 4flügeligen

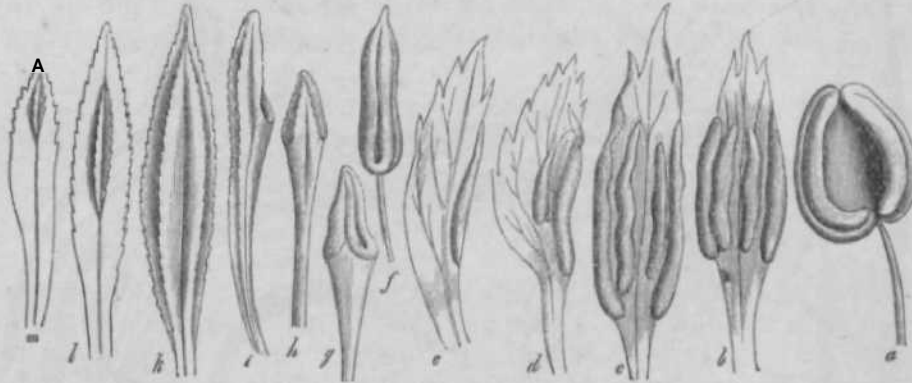


Fig. 19. Die Entwicklung der Staubbl. vor der Blüte. a-f—« *Rosa chinensis* L., f—« *Dietamm aJbn* I. (Nach Celakovský.)

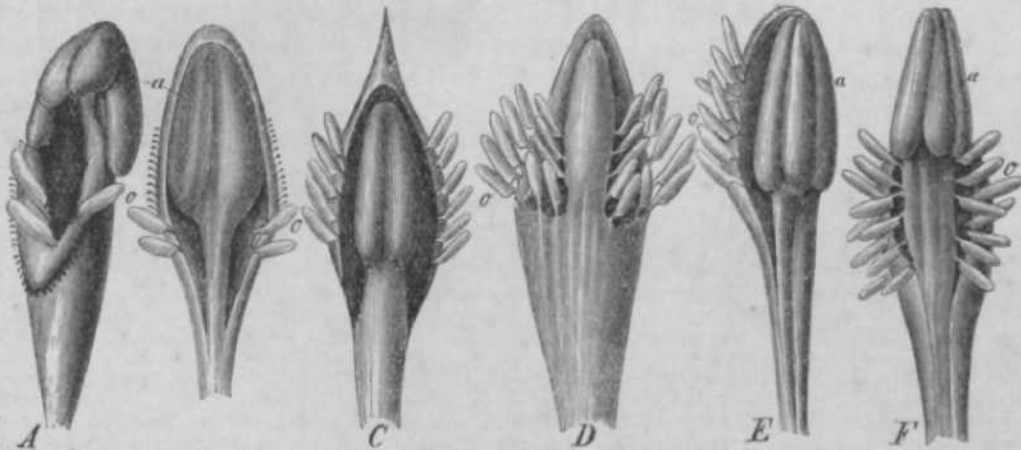


Fig. 20. Die Entwicklung der Staubbl. von *Opoglossum nigratum* L., mit Pollenröhren und Eizellenlagen. a Pollenröhren, o Samennutzel. (Q. I. L.)

Blättern. Durch die Winde, die gerade das Staubbl. schon in den allernächsten Zuständen durch die Treibe der Bildung der 4flügeligen an den Kanten einstellen. Trotz alledem bleibt es unbenommen, sich wie Celakovský* (Teratologische Beitr. B. nothol. Deutung der Spermogonien, in Fringsheime Jahrb. XI (1878), S. 124-174, Taf. V-VII) folgende phylogenetische Vorstellung zu machen, daß das Staubbl. der Angiospermen z. B. mit den doppelflügeligen Blüten der Pines *Opoglossum nigratum* zu vergleichen sei; daß aber beide Spreiten Fortpflanzungsorgane erzeugen, daß beide einander zugewendeten Spritzen miteinander verwachsen, daß diese Verwachsung erblich geworden sei und selbst an den jüngsten Staubbl. die beiden Spreiten nicht miteinander verbunden seien. Die Entwicklungsgeschichte bietet allerdings für die Spermogonien gar keine Unterstützung; die erste Mittelstufe darauf hin, daß die Pollensäcke den Sporangien entsprechen. Endlich gibt es auch andere *Opoglossa*, welche neben dem unteren Blatteil 2 bis vier Sporophyllen besitzen*.

Im Anschluß hieran sei auch noch auf das nicht gerade seltene Vorkommen von Staubbl. hingewiesen, welche sich entweder ganz oder teilweise in Fruchtbl. umwandeln. Indem sich Bienen erzeugen. Dies beobachtet man besonders schön bei *Scopelium tectum* L. an den Staubbl. der inneren Staubblattkreise, welche auch vollständig durch Fruchtbl. ersetzt sind. Ein BUCK an* Fi?. 20 gibt eine deutliche Veranschaulichung von diesen nreghelociliulfaai Spermoblasten. Sehr

oft finden sich an Stelle der 4 Pollenschächer 4 Flügler mit Samenanlagen, so daß die Annullie sehr nahe Jig-1, Qi Mi nreptnpioh tino Anlage von Arehosporellen 'rfol'u, die willkürlich aber iihnlJch, wie dies bei den *Mimosoidea* der Fall ist, isoliert worden und dann löst sich die Blütartoff auswachsende Teil <e> SGUIMI. die Sanif-nuilageii entwiclt, indem die Archcapuntellw «iuh nicht in zahlreich PollenmiiUerzellen tftilte, Noiidern zu etnir Embryosac)unutterKoll{i wurde. (Vgl. A. Engler, Beiträge zur Kenntnis der Anthembildung der MeUiapern, in Pringheftmu Jahrb. X (1877), 309, Taf. XXIV.)

Während die Staub, **doeneita** zu Blattgebilden mit aiederer Funktion, also zu Nähr- oder Latibby, jtu Lockh. oder Kronenlt., zu Huni^b. oder **Netetuien**, (inlich auch zu ♀ Ge-

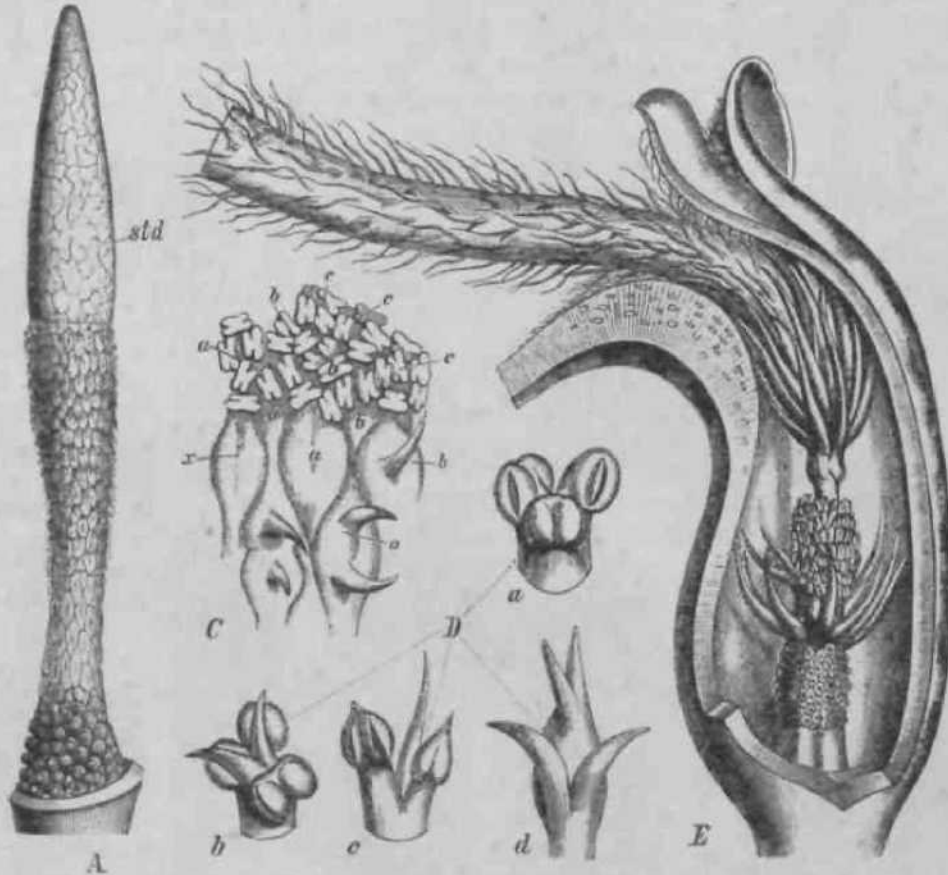


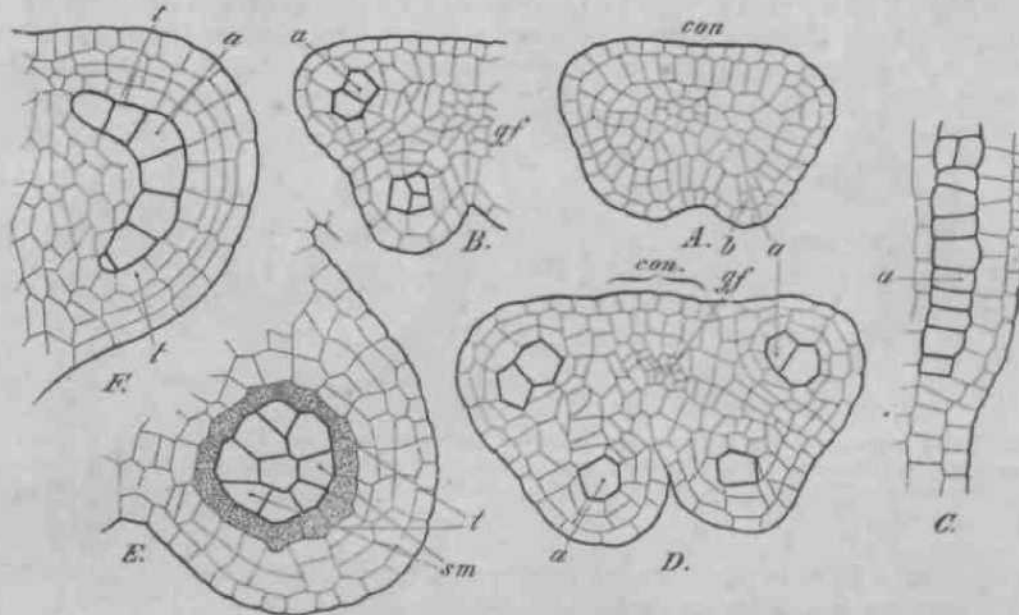
Fig. 21. Balsptda fdr Vakammerang (Abort) gnim-r Hlihi-numLitw^n. A *Alnrtuin macrorrMea* Schott. un Qmnd« des Ulot^iiKiniKI^ bfttn<1-n «d3 ndekte 2 BHUM, oiMrh«lli dermRwn Buti«cli« BIOTen-rudimente. (r«teb<! Antitr«i] m .• flitii'h mbpreoben, (tiinif folint niirlen-, wnlota Anlagen von ♂ Bitten eatapnwtw, UfUtol da UngMHM, nit trnohti»»ti -J BJUton be?(txt(- Stook uti< oberhalb dieses fill keKolfr.k'inlu'.Si Stllek, WtidtM mil nUt rmlirn-nJJl ri'ii Anlnr'ii von f HULTui, did vntirtii • wndtr inir wnnl g geson(ITI ulnd, tHwetxl Int. — O drwm maadatmn L.. BtBek *«> BJDtonxtUdes, oben mil firoefctbuyn g HKiton. darattter radfnwntlfQ BWtenimltgan, wrelob* 1—1 bvetatbara Sambbi. »«*- Beflit'lcrt linln-n. xu Dtttant tolnha, wnlidic nur stnml...hin trtitrn, — /' Draatnanim* tmtgarU Sdlott •tnige Bttttton MU te Sbera Sadon tint * ttiin* ii-utiilt-i. mir Donombmtlaii <tr BltmKhUct f>5-schreitenden Sedaktlocu — £ *Helicodicerus muscivorus* i...) tig]. Blnwnrtand mil viueu mi- iiMmmal-hängenden HIKiirt(tlilirtnt'i'L it(Ti)liiSlvJ> Kiiil'i, aiili:im; .In- Kint-IIU't, *!«selben felilt — 'H-«(DiM)

schlechtfr. umgewandelt werden können, können sie; andererseits auch ± m funktionslosen Gebilden red« si « rt **verdeo**. Fflr (ie*n« Verhailnisee bietot Fig. -n i\ I) sin leirreiches Beispiel.

Bei d'tter G«legenheit N«i darauf iitigwiescn, JnB die Kfdukiiou sioli iirilil bhili :uif «lnzel»e **BjattgebUdt** der BIQteu, **IODiem** auch auf gau?e itiiitenanla^en ursirwcken kan«. **Zonfichst** selien wir a«s **Zwitterblüten dura** Verktinimpm der \$ **SenudtiSttai** ^ BIOTen <ntstt' }cn: wftnn aber, wit> dif^ **tuuntltUeb** bei **Arsoea** sehr liititflp vnrkotnmt, die StoubV>. zwStsuntnodien worden oder dieStaubblattanlagen sieli nicht nonnl auspliedern,80 bleibeii schließlich nur BIUteirudimente bestehen. In gleicher Wctse gibt es auch Bin-tenrudimente, weklic au» AnUGen \$ BIQten herrorgegangen Bind. Die Araceen bieten in dieser Beziehung die iitirf?ssantesten Beispjcle: in Fig. 21 sind niir einige Fill?

dargestellt, welche zeigen, daß auch der sogenannte Kolbenanhang einzelner Araceen eine mit ± untereinander zusammenhängenden Bittdnrudimfinten besetzt* Ahrenachse darstellt.

Über die Entwicklung der Pollenzellen (Mikrosporen*) ist hier, wo es sich nicht um eine vollständige Diastelleinpe: der Entwicklungsgeschichte handelt, hauptsächlich Folgendes zu bemerken. In den allermeisten Fällen entstehen durch **Teilung** der unmittelbar **unter** der Oberhaut der jungen Staubbl. liegenden Zellschicht, der ersten Peritomeischicht, Anschwellungen, welche sich zu den Pollensiteken ausbilden; seltener werden auch tiefer liegende Zellen in diesen Entwicklungspunkten hineingezogen. Zunächst erfolgen die Zellteilungen hauptsächlich durch Auftreten von tangentialen Teilungswänden. Diese Teilungen gehen in der Regel an den 4 Längskanten der jungen Antheren parallel sich; es werden in der Regel aus der ersten Peritomeischicht 2 Schichten erzeugt, die inneren die Urmutterzellen der Pollenzellen enthält und auch als



W*. », Entwickelung der Pollenzellen. A—F *Doronicum macrophyllum* Fisch. A Querschnitt einer jungen Anthere; B Längsschnitt einer Zelle des Peritomeums, die sich in eine Schichtzelle b; C Längsschnitt einer älteren Anthere; die Schichtzellen b; D Querschnitt einer älteren Anthere; die Schichtzellen b; E Längsschnitt einer älteren Anthere; die Schichtzellen b; F Querschnitt einer älteren Anthere; die Schichtzellen b.

ArOae«poi bezeichnet werden kann (Fig. 22F), deren flache die Miterie für die Wjkiuiff des Pollenfaches liefert. In der groten Mclirzall tier **Filbe itt** das Arthespor **ii.i hannBONDfSrnjg** gckrlnimte ZeUschicht (Fig. ^2f), seltener eine einfache Zellreihe (Fig. 22 C), **Boch** seltener eine **dne Zeld**, irulem nur an **einxeiea SteDen** der ersten

*) Wuchergro Literatur: U. v. It v h I, Ober den Bau mid dto Ftitnien der PolknflrntT, 18*4. — ffigell, Zirr llniwinkelangnschichte den Pollena, Zurich 1842. — tl o f i n o i s t o r, Neue B irilpo zur KsiniiH)<r Knliryubildune der PhAncmK.imcn, II. Monokftylednncn, in Abhandl. der kfluigl. sAcis, OOBUBCK. d. W M , roif.7.1f 1861. — Chatin, Do raotl^r^ PfrU 1870. — Warming. L^Dtersuchunfen llbr poHenliltitnlo Phylloino und Cauli>mc. in Hnnviein, Bot. Abhandl. II, M. (1878). — A. Eng-ler, Doitr,™ KeanUuia der AntliereDbildunjr iat KstUpenOfiBi in Priogobeims Jalirb., X. Bd. (1876). — Edge w ^ r t h, POIPO Ultatrated, 1877. — JL 0 « I g n * t 4 , Recherchees enr lo d^vcloppetnent lo l^aaUiire CL du pollen des OrchiddeH, Amu sv. nat BoU 6. ucr. XIV (1883). —> II. Sohins, Untersurhnngvn tbor den Mechasismus des Aufsprings der Sporangion und Pollensacke, Diss. Zurich 1883. — N. W 111 e, EntwcklaDgfigeehichte der PotlunkOrnor der AngioBpfirmen, Christiania Vjdcnsk.-SeUk. Forhwdl., ioa Deutsche Qbertrngen 1883 von 0. MUIDr (Dybwad in Chrintilma 188«). — ff. F Jacob, Boiu. z. vergleich. Morphologio dor Pullonklinier, DiBBpriiiiiiii. Hroslni 1890. — Vnn Tioghetn, Obsorvatlona s<r 1A rntctro et

Principalsdiel die tangentialen Teilungen eintreten (so bei den *Legumittosae-Mimosoidaei*. AM d&r Aufierai •Sdjichmlie^diichu, welche nuu amer **dtr** Oberhaut **odct dan** »Ex o i h f c i u« Uegt. peben tneist 3. **Nnraflia** mebr Schichten hervor, von deueu die SnJfaade sicit zu d<m togeiwant<n E adotbecum umbildeU **damn** dneloe **ZiUen** in der i;<p?l. wunriUich as den Sdtamrftnde und der Innenwruid, mit Verdiekangafasern verefhen »-erd*-n und alknAUeli ihreo tIQwi^N Zflinhalt vprliort-n. Die beiden juncren **Sch>**liteu wefden *plter bei weiUer F.ntwicklunjr der iu<t dem Ai?h**por **kervargehaD-**den Polleuzellen auffelu.-t.; die das Archeejxjr zun&chet uragebendeti Zi-lkn U-kunmieu «in **drüsiges** Aus3ebrn. *ind)iiiu% sehr iilr^ich und werden Tapetenzellen genaunL Domnach habfln wir *also* in jeftem PoUensack, wlcchr durchaus TergieicblMg ist einem •Sporanfirium hShereT Kryptogamen oder zoidiogamer EmbTyophyten (& B, einem solchen von *Marottin*, *Ophioglossum*, *Equisetum*, *Lycopodium*, *SelagineUa*, *Isoetes*), E s o t h e • c i u u i oder Epidermis, Endotbeciutn, Tapete und Archespor. T>» Endothecium kaim bei sehr dicken Antheren, wie z. B. denen vMei Orctbdaceen, durch **Spaltung** der auflcron Scliiclitzellen *awh* mehrsthicJitig werden. Da nun auB dem Archespor

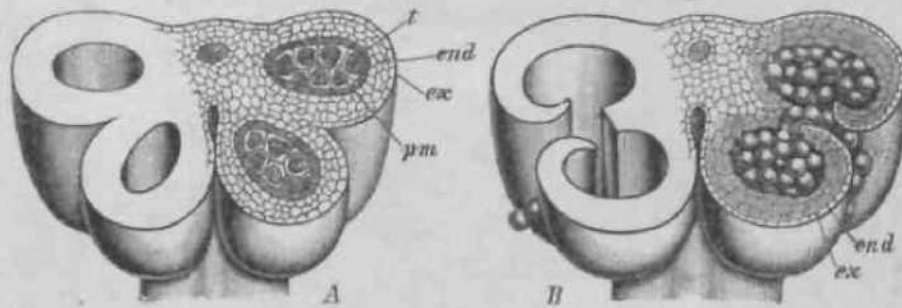


Fig. ia. BaBiacdiesiKttoabc DARsteUong iir-r ir<t<tttea SSntvleklnog efawi vterttoherlgen Anthen (nach BailUM und Lu<?r*9e)ii, i gaadUosaen umt mil oboi Retelten PallenmutterzeUen; H jri'iffiiyt umt mit nu<[iill'iii]i n: r.-ii- in Pofli a; i i Atl Kxthedimi, nul iJai Endothetluin, t illu Tjji<-U) MN die Polle-terzellen.

nur J Keimzellen liervur^chuu, EO entsprechen die Poltonsicke den Mikrosporaigien der heterosporen tiefUBkryptogamen.

Die Zfillen des Archespor werden entvleder direkt zu den Pollenmutterzellen oder jede Zelle des Archespor zerMlt durch weittre Teilungen in eintge Pollenmutterzellen.

deittlem die Mttfioden der zytologiacheu Forscbting sioli *gum* erbcblicli verbessert liabt-n, bat man dem feinren Bau der Antheren und Samenajlageu immor melir **Beachtung**

la d«hi««iDee MBtiibrea Ae» Lonathneits, Bull- See, boU de PrAnce XUI (18SS). — B. Lidfors, Zur Biologic dea PoUena, Jahrb. f. wles. BoL XXIX (1886); Weitiru BeStrftgo iur Bfblogta des Pollens, Jahrb. f. wi<t, Bot, XXXIII (1899), — J. M. Coulter and Ch. J. Ch&iiih>-r-lain, Xorphotogy of Anjrio»iH-rms (1003) 43; sd. 2 (1WWJ. — F. Colling, Dos Dewo^uiga-gew«lio der ADgite*penn«u-StiubbouU'i, Dies. Bertiu 1905. — A. Artopoeun, Ottei Ban umt OffnimgaweiBe der Antheren. Flora XCII (100ti). — *5, Tischler, Cher dta Kntwickiun^ iM Follos und J^r Tnr^tenselten bei Wftw-Hybridoi. Jahrb. f. wis», Bot. XLII [1906]. — F. K4b-**ele**k, tflwr diu Hj-atrautuwe Bedrutunp des feineren Baos dor Anihrenwund, SfU.-Ber. d. U'i'-n. Vkad. CXV, Alt. 1 (1H07). — E. Kuhn, Ober den Wechsl der ZflHtypen im Endothecium. Dlas. /flrich (190B). — H. O. J ii " 1. Bate. z. K<rmUin der Tetradenteilunp. Inlirh. t. win. Bot. XXXV (1909). — E. Hanaff. t'btfr die Bed^utiin^ d, l'criplawnodluins I—III, flora CII tt&i). — j. Bunnott, Heclierch(*s svr l'avoltuJou do eclJ. nonnric du poDsn, Archiv t. JMiffTMhi V|| (1912). — Lord Avoburr. Sou* on iVulkn, JUUHL R. lDer. Soc. 1012. — il. St-Lij'S. ^i" OffnunesimiChanik der Aniltma, RriL Bot. Cfstnlbl XXXI (1913). — 11. O. J a o j, L^DtfiUiohnnfen Utter Aiifftfsun),¹ der TapetanrtcB, jAhrb. f. wim. Bot L\ 1 (1815). — 0, Ti^rl,li-r, Dfti l'oriililasmtdiuni in dun Antr<rt>n d. "umaicL Jahrb. f. wi>«. Hot. IA (Lff2): Pollenbiolo gische Studien, Zejfcsi.hr. /. Bi-t. iX (1917). — E. S aderbarg-, ri)i>r ^lic PoUaaaatalolchiBg von *Chamaedorea*, Sveusk but. Tidkr. X111. IW. '1 5!'). — G. staHd 11 er. Ober Rfduktiwim-Erwhi-i* nunpij im B>u der ADthercnvrandung, Floni < \ \ 1 (ifiJS), — K. O o e b t l, Organogapliifr III, (192 U 1693—1*20« — P. Sflhdrboff, Die H>ploidg5ii. r:iiinn der BlfttWiriBttxfn (rfphoapn: *n ICmbryn)hy(< II . in r.iiglw, Bot. latirh. LIX {1921) SOfl—293; Zytologiftcho ljtntersm;tiimgcii irt -IT Kfthe dm Gdwdato, in rrin^boim Jahrb, LXIII (!!*24) 7ft7—7ft7.

geschenkt, nicht nur aim iem Bestreben, auch Uier die physiolog-isclie Bedeutung dor anntoniischeu Struktur zu eriniudn, sondera auch in der Hoffnung, aus dtm hierbei auftretenden VerschiedenliPitei] **Grndlagen** für Yer'essorutig-en auf dtui fiubiete dcr **ByBft**-limtik, ftr EmiitUmig verwamLscbaftlicher Bezieliunqrei zu **gnrianexL Wean** am:h noch selir vtel EinxeUorseliuigeii notwendig sine], tun zu gentigenden Gruicllagen **IU** kointnen, und vor **trdfazetiigea VeraUgezadiitettQiga**) **gewatut** werden IDUII, so ist es **doeh tmbddingt** notwendig, diescn Pingon mclir Beactituii,' KU schenken, nls **Erfihsr. BB WD** 'liiier im folgenden etwas spesieller auf EntwirkIuusr und Bau der Mikroeporen, **Bowie** ziuu Scdlufl auch awf Tapete und Endothecitim eingej^anpen werden.

Bei der Entistehunjr dor Mikrosporen Oder Pollenkfimer auf den

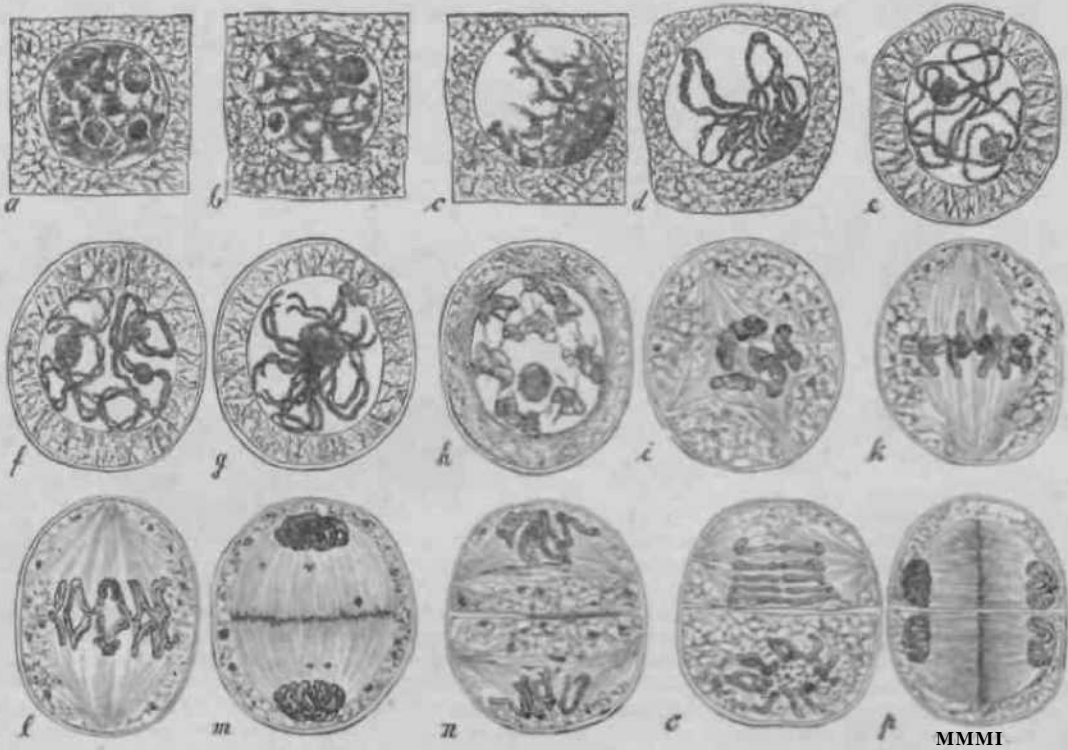
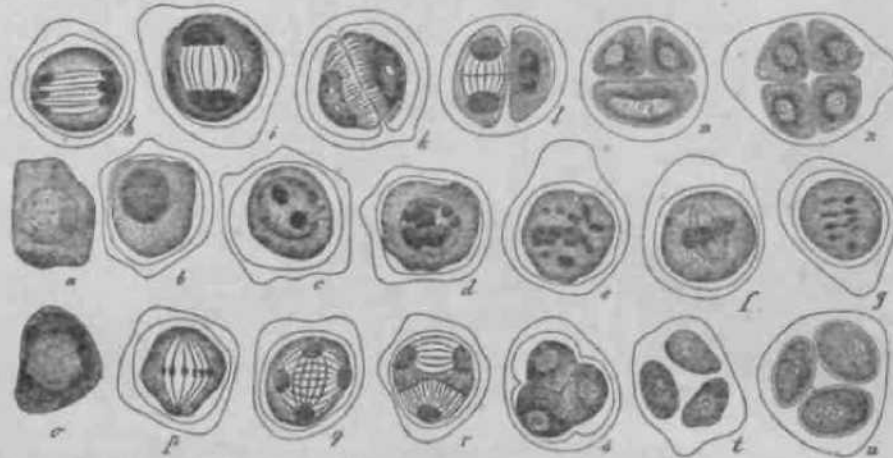


Fig. 'i. knlukioi -l. ihiir.' in il-'ii r.-U.-mimti. ivi IL n von *Lilium eaaAhMiL.*: a Mutterzelle mit ruhendem Kern; /* ^tiinli-riKu <^r Ghronwemim; rSj-napsis; d Dopp.iri.Irn in Verschmelzung begriffen; e tier aiw DoppellUim nuUtJindeii* Kulturl; / wfi-tier erfolgende 'rrmiun; g der Fäden in DoppelchmuM m... •IUIMI; Ji Dialnese; i inultpotiun ^jiltnttaila.; k Kernspindel, die Kernplatte di r i ihromosomen; f JIL- anKdnnnitisrwehntinilmi DoppalclironoMMn, eine teilweise Trennung der 1 Ängshälften xeltffnd; NI AnInf tier Tochtorkuriip; H <ll. Längshälften der Tochterchromo... •<<< wnl'i'ii zu Paaren %'vrhiiiih-ii In die KcmsjrtndM etiiftnfbt; • AumlnaDd<riiri • tchttttthtumoHDini'; p Anlage dor Bbdntfcoi ne. (Naeb 8tr<<<borffi.)

PoUenmutterxiiichen iritt wi« ii» **B^wfoUungBgutg** dcr eine **getchlechtliche** FortpQanxung tn^itzenden ThuUfflyitciL insbesondere **&ber via** M der Sporenbildmig dpr itryopJi;:ten, **Pteristophytem and GymnospantteD sis< Bogomumta** fteduktiontteflang odei allo-ty p i s c h e Oder **h o t e r o t y p i s** <-•- \\ t; Teilung &uf, welclit darin l><<(lit, dnB der Kern-iilult iii dem Bogiinainvni **Syaapaiartmihim d<ui** :in <^r tjia-it **8eii« dei** Zell* IUBHHHCtenballt (Fig. i?J c,</) und dafl naci erfolgter **Bpaltong dm Synipais-Fadena £F%**, i'l »/j gleit-lilaiige OlironiOBOMen^ von ticnen <las ein« voin V.iti-r, pf^ **uden** von **def Mutter bentammt**, sich p.iarwiu^n **imt gqsaniTnwilagend** (Fig. 34 f und jr), dio kurzen **dickfid C e** in in j **b&den**. Infolge hiervon wird **difi** Zalil der Gemini dalli so gnili, als vtirfier dk' Zahl **der Chromosomen** in den sojniUiachnn Zt'ilen Iveir 'Fip, 24 h). Nachdem sie anfan^rs zicmlkh gleich-miiQig an Gcr Kornwond vorteilt **vtroo**, beginneo sich von auCen der K<mwttntc Plasma-fStlen anzustimiegeii, wclclie narh dem Sciiwinden der Kornwand die **(Ooftagl** niflirpolige (Fig. i?ir. dnni aber zweipoiig wt-rdnnde Kernspindel (Fig. 24 Jk) bilden. Nachdeni AW (jculini ficli ^n einor äqiatori:il'r'ii Kornplatto angeordnet fiabon, erfolgt die TrennungK der **Chromosomen** (Vlg, 24 /"), welche jetzt jedem drr heiden Tochterkern' itir **Hufte** /ufallen

(Fig. 2im, n). Ea stammen aher die Chromosomen teilweise voni Vater, teilweise von der Mutter, nritbin erhalt jeder Tochterkern teils v&terliche, teils rattlterliche Chroinosonieij, welche zuaammen die baploide Zahl jmtiinachen. Auf die heterotypische Teilung folgt nun die liotnoeotypische, bei welchpr die Chromosomen sidi der Lilitge nach spalten (Fig- 24 n, o, p), nicht Hber wie bei der Teilung der somatischen Zellen hi der Prophaw dieser Teilung-, sondern bereit? in der Frophase dnr vorauspegangrenen Redtiktionsteilung (Fig. 24 rf), wobei aber kein& Trtitiuung dec ilutch die Spaltung gebildeten Hillften erfolgt. Jfaeh der heterotypischen Toilung cntsti'ht liei don moisten moiootylen Angioepermen zwiachen den beiden eruten Tochterkeruen eine Z<llwand und ebenso zwibclten den beiden zweiten: cs ist dies die Mik/,pilaiio Teihuig oder tionenbilduiig' (n^ . 2r>fl—tt). B&i den meisten Dikotyledonen aber werden wio bei den Bryopiyyten, Pteridopbtten und Gjiunospermen ersi 4 freie Tochterkerue gebildet, die eich in



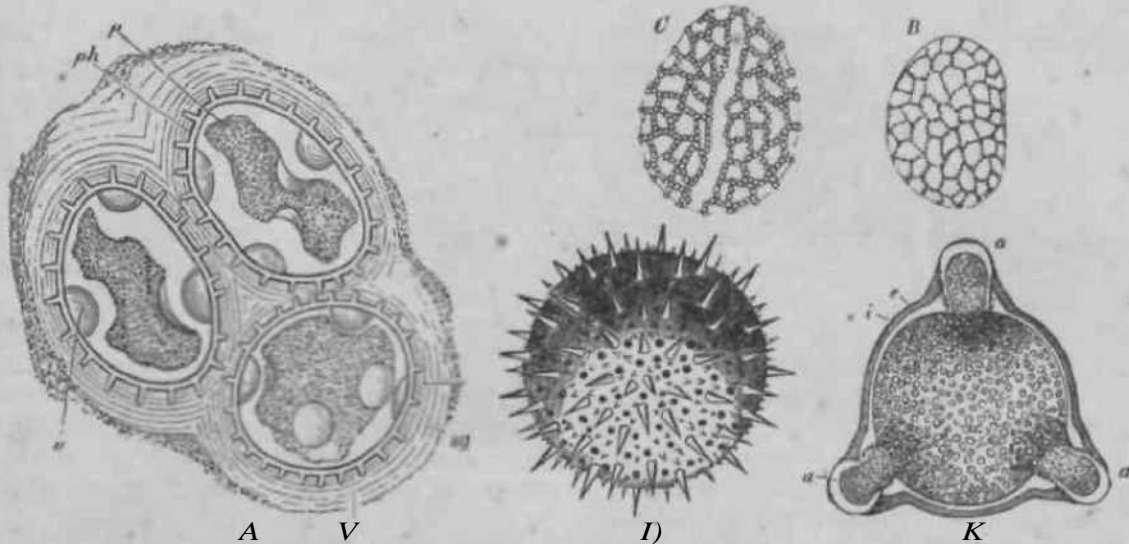
Flit, 2S. Enbiickiunt: da 3 ii einzellen (Mikrosporen oder Pollenzellen) bei M<in)k itj !•••••ii unit IMkotylnDdiau. a—iit AUium narcissiflorum Vill. a PollrltmulrTM'llr Ulit Z'-ilk- rn; b dies "KW IAI'h AII-M-^cU<iiiiuif elan dlekraa Hi mbran mit homogenem Zellkern; c—e Vorbereitung des Kernes zur I Hunt;; f welierv* Stntliiin, in welchem sich die Kernspindel jablWH bat and ill* CfenMMMMMa «leb un Aijuntor der Kernspindel gruppiert haben; g weiteres Stadium, in welchem die Chromosomen sich getrennt haben •mil vom Xqiiintr wofwmadant; A und < nach spätere Stadien mit AnsKTTTTIII der Kernfäden an den bdiltu Poleoi (• BQdnng di r ersten N- mbntn r» ischen den beiden Tochterzellen; i Teilung der letzteren; MI unil it voUuidele Tniliwn BtMn K m t MM) in einer Ebene. Jede Pollenzelle tnti -; . . . ; Itembrnn, irtlehe -I'll nun w#lter •ul-ickelt. — o—u Tropaeolum majus L. o Pollenmutterz. (• mit ZeUkern; p die-^<ln- wetter ausgebildet mit In yfnnnrter Teilung ili- Xernes; q, r der KiTti lint (tefa Wtrllt lltal <ll> Tocht•rki'nn sind im Begriff, in et<nbUK< il). tun: i TQndaobldULg derPollamnattwiclle; ' <Hc fr*ien PoHpTIIPIrlrll noch innerhald der r^lleMiitiitrrr/itlp: » iimrl,i,iiii dtr PoUtsnniutenelle liccumnit j<ctu Pan<H<U« elno nmttakte IEambrno. (Nach Strasburger.)

der Reget tetraedrieoh anordn^n. unddaim Bttt frfolgt zwischen ihnou tiio Wandbiklungr (Hg. 25o— «i; -lips lot die s i mill tan e Tthing.

Aber die Zahl der Ausnolunen ist eehr grol, 8o haben Gu i g n a r d und S i i s s e n - g u t h ftimuilane Teilung beobachtet bei EabbeSchen <>rddiiccen, Gu t g n n r <i. S t r a s - b u r g e r, S u s s e n g u t h und A f z c l i u * bei zaliiroichen Liliaceae-Asphodcloideae, Sllssenguth (Beitriige zur Frage des systematiBclien AnBcbhisses der Monokotylen, in Beihefi© zuin Bot. Centralblatt, XXXMU, AbU VI. Heft 1 [1820J) ferner bei den Diosco- reaceae, bei den AponQgetonaceae und tinigen Palmen (Chattiaedored), andere fanden sifit auch bei den Juncaceae und Vellosiaceae. W i l l e, J u e l und r f U B S e n g u t t i atellten bei Cypcraceen \Carex acuta. vulpina, Voteovioris pahuffli, Fuiretui simplex und Isolepis grac<is) fest, daB innerhald der Mutterzelle vicr froie Kcrno enteteiien, von denen cur oim r erialten bleibt, wilhronil die ilci finderen degenerieren; zu einer Wnndbildung: koninit e6 nictiL Bei den Mouokotykd-doen mit sukzessiverTeiung stud Ubrigt-ns ilip 4 Zclieo mei^t in Kugelviertelu iingeordnet, eniveder mit in tsiner Ebene Hegwulen Wiimiei oder mei^t in swei um W divergierenden Ebenen; selten liegen die 4 Zellen in einer Roihe {Typha). Von dfin Dikotyledonen, deren Mebrzahl durch ttimultanc Teilung char&kterisiert ist, mschen eine Ausnahme: Aristolochia cU'matitit, Itafflesia pattna, Ceratop/n'llum mhrnernxm, Cinnamtmium Siehoidii, Cananga odorala, 8 Onttupgon der A-iilt-piadaceei, Apooiyuan

cutrosaemi/olium, Cahomba caroliniana, Somit Bind also die Teilungsweisen der Pollenmuerzellen nicht von gritSerem Wert für die Systemoik.

Fast immer vergröBern sich die Tochterzellen und bekommen allmählich dickere **Wandsgoa**, weU-be sieh in **else** iluBere euticularisHjrte **Schicht**, das Exosporium oder die Exine, und eine iunere, retn Zeliulose-Schicht, das Endosporium oder die Intille der Mtkrospore oder des Pollenkorns differenziert. Die eretro bekouunt auf ihrer Auflenseite Warzen, Stacheln, Leisten, Kilmme usw. (s. Fig. 26 A, D): nicht selte ist »ie an don Stellen, an welchen spiltpr <aa Aistreten dea Pollenseblaehes erfolgt, schr dlenn, oder *gam* unterbrochen. wiihrend dnnn ^rorade an dioaen 5t«llen die Inline Rark verdickt ist (vgl. Fig. 26 E). Solcher Austrittsteilen kiinnen viele vorh&nden sein. z. B. bei *Malvaceae, Convotulaceae, Caryophyllaceae*, 4—6 **bei** *Impatiens, Carpinus, Altns, Ulmus*, 3 **bei** den mcisten *Fagaceae, Borraginaceae, Geraniuceae, Compositae*, 2 bei



(fir. n. Vunbliliiiiir tWr Polluudlim nod fertiger Potten. A Pottenmattarx. Jfi f«i Omtmrbita pepa L. *t die in AufWHitK bogriffenm^ KuBorm, jamolniamon Sehlohtn du Hatttiz«ns; pi dli Bant der Poltonzelle, il(-n-Ti StMhidll mull iuliiii lviichren; p hiillikngeltice Zp. Il-sioffnij InntttitwT): t dw (ilin-c-h Alkohol) tconmbiarta ProtoplialmakBifpo* dw Kfctnuello. — /'. C Hanta rocruita (Aadrawaj Tmtt. /; gtna junge Pollenzelle mii i... Ji Itleinvu. urteli snAan vonpriflgsiidN] kjinjtf;rtii;rn Ventldrttoxon; V elm ältere Pollenzelle nüt -liirkri'u Verdickung«a - / (Aili,tni -<^m L... miini i wächsener Pollen. — ; r,üliJüim angustifolium L... PoUen fm oj-ihrh.-ii Qmruthlitt; i 4l« Exioi (>lf JnThn-. nlebe i»i n n,r- An»- trLi>. U'li*ii IMI mid iliuclbtli ^i/rkfr v.-r<lli-ki UL (Nach Sachs.)

Ficus und *Justitia*, wllvend li*¹ meisten **Knudto^edoniii mo tins spltt«n{Onu%e AUB-trittsstelle** besitzm. **Blsw&m** lfi. ^en f-ich ail **n /LostrlittSStsllsil >Ur l'ollrnv.flii^i niinliche **Stfteke der Exine** l'^ (M t'-i *Pa.ssiftora* und *Vimtrbita*. Fig. Wj. Audi knmmt n vor. di:c die Exine sich durch **spirsliga RiSU** in Biindpr spaltet (*Thmberffio*) und l'jtsse Bici loslösen. Wird rtie Exine dick, so kann man an Mir nichl, **Mitten Schidttfd** von vcrBliedonor Strukhir crkeiucn. Jn luannhn Fallen iritt aber die Exino nur in Form von dttnnen Lling-sstroifen auf. No&h ist z» **btmerlca**, dali b<j den :tnf hist>ki<nbestä-initig nrigewieseoen Pflaiuen der Pollen **sofien klebrlg** ^ird. **bei** den tibrifpn abtr nidit.

Die verpleiende MorpboJogiu der Pollt-nkiinitT **words** von H. Fischer in seiner **Dlfttertittoti (Breelaa 18JH)** **weMtttfe** gefo'rdert Kr untorscheidet fol^ende KlaBaen und Gruppon nach der Beschaffcnheit der Exine:

- I. **Klaego**. Die Exine foht. g&nzllch bei den unter Wasser blubenden i'flanzen (*Potatno-jetouaccae* z. T., *Najadaceae, Ceratophyttaceae*); sic felilt terner bei den ini rnnern **der** Massuluo der *Onhidaceae* gelegenen Pollenzellen, ist aber an der AuBenflach der Maasulae Bdiwach entwickclt
- II. **KlasKe**. Die Exine i&L ringsum ^leichmiUlip aus^ebild<t, oline Auetritts&tellen oder Keimporen, die Intine setir quellbar. Pie Follenlcomer sind trocken mcist ur. zgel-mitiiig geschrumpft, im Wasser kugelig, tseltner lanplicli-ellipsoidiseli. So bei **Arteo** aus zahlreichen Faniilien der Monokotylcdonea und Dikotyledonen.

III. Klasse. Mit einer oder mehreren Austrittsstellen.

1. Gruppe. Mit einer Austrittsstelle (kugelig oder oval). — *Typhaceae*, *Sparganiaceae*, *Gramineae*, *Restionaceae*.
2. Gruppe. Mit 2 Austrittsstellen. — *Nidtdarium amazonicum* (*Bromeliaceae*) — *Fuchsia fulgens* (*Onagraceae*).
3. Gruppe. Mit 3 oder mehr Austrittsstellen in einem größten Kugelkreise. — Vertreter mehrerer dikotyler Familien.
4. Gruppe. Mit 4 oder mehr Austrittsstellen, die nicht in einer Ebene liegen, sondern regelmäßig über die Oberfläche verteilt sind: *Alismataceae*, viele *Cyperaceae*, *Aechmea fulgens* (*Bromeliaceae*), von Dikotyledonen: *Amarantaceae*, *Chenopodiaceae*, *Portulacaceae*, *Nyctaginaceae*, *Caryophyllaceae*, *Papaveraceae*, *Saxifragaceae*, *Ribesioideae*, *Buxaceae*, *Malvaceae*, *Cactaceae*, *Convolvulaceae*, *Plantaginaceae*.

IV. Klasse. Mit einer oder mehreren Falten.

1. Gruppe. Mit einer Falte. [*Cycadaceae* (*Ceratozamia mexicana*), *Coniferae* (*P.inus*, *Podocarpus*).] Die meisten Familien der Monokotyledonen. *Piperaceae*, *Nymphaeaceae*, *Magnoliaceae*, *Limnanthaceae*.
2. Gruppe. Mit 2 einander gegenüberliegenden Falten: *Pontederiaceae*, *Amaryllidaceae*, *Iridaceae*, *Calycanthaceae*, *Papaveraceae* (*Hypocoum*), *Acanthaceae* (*Justicia elongata*, *Sericographis Ghiesbregthii*).
3. Gruppe. Mit 3 parallelen Falten. Von Monokotyledonen nur *Tirtipa*. Unter den Dikotyledonen ist diese Form weitaus die häufigste.
4. Gruppe. Mit mehr als 3 parallelen Falten. [*Gnetaceae*, *Welwitschia* mit etwa 20 Längsfurchen.] *Papaveraceae* (*Eschscholtzia*), *Sarraceniaceae* (*Sarracenia*), *Rosaceae* (*Sanguisorba*), *Rutaceae* (*Citrus*), *Polygalaceae* (*Polygala*), *Balsaminaceae*, *Violaceae*, *Passifloraceae* (*Passiflora*), *Primulaceae* (*Primula*), *Solanaceae* (*Browallia*), *Utriculariaceae* (*Pinguicula*, *Utricularia*), *Acanthaceae* (*Eranthemum*), *Labiatae* (zahlreiche 6faltig), *Rubiaceae*, *Cucurbitaceae* (*Cyclanthera*), *Campanulaceae* (*Platycodon*), *Stylidiaceae* (*Stylidium*).
5. Gruppe. Mit mehreren nicht parallelen Falten. *Santalaceae* (*Thesium*), *Phytolacaceae* (*Rivina humilis*), *Portulacaceae*, *Cactaceae* (*Epiphyllum truncatum*).
6. Gruppe. Mit einer spiraligen oder mehreren parallelen ringförmigen Falten. *Eriocaulon septangulare*, *Iridaceae* (*Crocus*), *Ranunculaceae* (*Anemone hortensis*, *fulgens*), *Berberidaceae*, *Scrophulariaceae* (*Mimulus*), *Acanthaceae* (*Thunbergia*).

V. Klasse. Mit Keimporen in den Falten; zuweilen außer diesen Falten noch Nebenfalten ohne Keimporen.

1. Gruppe. Keimporen einzeln inmitten der Falte. Mehrere Familien der Dikotyledonen, namentlich viele *Polygonaceae*, *Geraniaceae*, *Vitaceae*, *Myrtaceae*, *Borraginaceae*.
2. Gruppe. In jeder Falte zwei Keimporen. *Rosaceae* (*Neurada procumbens*).

VI. Klasse. Keimporen nicht in Falten, frei auf der Oberfläche des Kernes. *Pandanaceae*, *Araceae* (*Anthurium*), *Zingiberaceae* (*Costus*), *Casuarinaceae*, *Myricaceae*, *Betulaceae*, *Juglandaceae*, *Urticaceae*, *Ulmaceae*, *Moraceae*, *Rafflesiaceae*, *Polygonaceae* (*Polygonum*), *Papaveraceae* (*Fumaria*), *Saxifragaceae* (*Iteu*), *Thymelaeaceae*, *Malpighiaceae* (*Malpighia*), *Apocynaceae*, *Polemoniaceae*.VII. Klasse. Mit einem oder mehreren Deckeln. *Nymphaeaceae*, *Passifloraceae* (*Passiflora coerulea*), *Cucurbitaceae* (*Cucurbita pepo*).

H. Fischer hebt dann noch hervor, daß in manchen Familien die Pollenkörner verschiedener Arten zwar dieselbe Form besitzen, aber manchmal schon makroskopisch durch dunklere oder blässere Färbung, außerdem durch verschiedene Skulptur und Größe kenntlich sind. Innerhalb einer Gattung können aber auch größere Unterschiede sich geltend machen, in einigen finden sich sogar 2 oder 3 grundverschiedene Pollenformen, so z. B. bei *Tullpa* Vertreter von IV. 1 und IV. 2, bei *Crocus* II. und IV. 6, bei *Polygonum* V. 1 und VI., bei *Ranunculus* III. 4 und IV. 3, bei *Anemone* III. 4, IV. 3 und IV. 6 usw.

Ah itisgezeichnete Beispitl einer F&imlie mit sehr verschiedenartigem Pollen sind die *Acanthaceae* zu nenien. bei denen die von L i n d a u in den Fig. 27 und 28 zusaratn-gestellten maniigfachen Formen auftierten. Ks ist aua allera ersichtlich, dafl diesHben Poilnnfonnen polyphyletisch entstehen kiinnen. Hinitlg halien ganz verschiedene Pllan2en

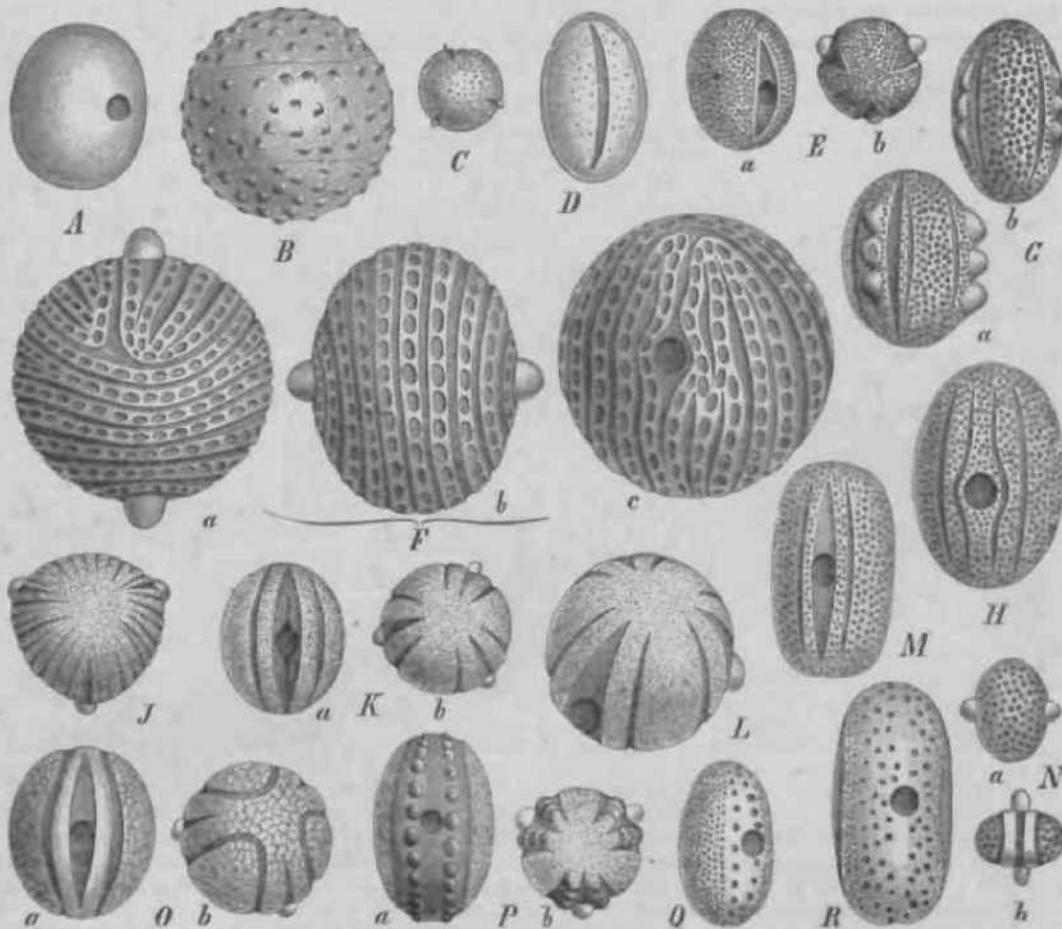


Fig. 27. 7 «noblodeoe PoDen la der Fomilli' its AouithaoMit. „M. e 230/1. i von ikr Selte. t> nntl r von oben. — i. ointicr rnder Pelleu mil a Porau A *Whitfuldia* *sterilis* Hook., bei anderen Gattungen mil :t Porun, ho) noch oniiortn tult 8 kurauen S^Mten. — !!. 6p<lt< apattaa. a Kur ><n>, jil. si. mit ><li-jillr>, IIIH Kuru uuzicicioitler SpJilta: /; *Thunh^njn fattfulata* I !<•••' d Tjrp ><acher Spalt<it>'II> o: (' nVmwfil *braur.Uoidea* (Lam.) 0. Ktw., ^i .A, 'iri; ^, f<ii rfjjrj *erma* Harvey und andere *Acanthaceae*. — < DmnbanoUen, IK-l den In die wbratterten Sjiali-i- sich llangliche l'autMM tlecke • DI<-llj|>k>-ii. atf tleocn die; j'on-n ttegen: B *JudrofftagiUt pantmiata* (Bnrtn) Nees und andere *Andrographideae*. — 4. aippenfollaa mil LSng>rlpp<n, welche i; i g polen zusammenhangen. a *Trichantherenpollen*. f Bm<A*(d uM-mjj<i Hula bl l'm.: ')>>: alldieenpollen: f. r. *salidum barlerioides* (Roth) \>••• e Tj- jil^rhr Ulpj^i Elf>• l'n.' ii fwfiw *vilhelma speciosa* Hochst., J *Chaetacanthus setiger* (Pers.) L ImJan uil'il *vilantheae*, auch Hy. — 5. Spangenpollen mit 9 Lingsrippen, von des. 3 3 in die. slnd und <it je einer Pore zwisch.n Jf 2 schmalen Rippen: K *Drejera holiceasis* Nees, L *Odontonema itorirrioifl-* >••• Nees • • • Fize., M *Dicliptera Pohlana* Nees, auch andere *Odontonemae* und *Pseudanthekium*. — 6. Rah in r ii jn>! i • ii. lei welchem die 3 br>it II i> lppen an den Polen nicht mehr mit den ql. ligen xowniui' iihHii. sondern wie in einen *Bail* ••• i, •••• ihnen eingefaft sind: A *Ibaphidospora cordata* (L •••h-l) N••• - " *Purlifniihrhffk tmlca* iKuic. . ••• I'av.) Nees (*Asystasiaeae*, *Groptophylleae*). — 7. Knotchenpollen mit 1-3 Umardfau] n> KaWehWJ, Bit :t odoi i' Poren: l' *Utmantochiutu* >ftnilifinr> T. And- cia spec. l(*JacobMn ntrfn* (Schlecht. l Bentlu, *Jmtlieitae*. (S<Hi Llntl au.)

ahnlichen Pollen, so dtfi, nmul in den artonreichten nllor Grappao, fJenjenigen mit einer cuier init j Falteu, sine BestfaUQUng sulbat der Fiitulic naoh il*m Polk-n oft nunifplich isU Aieder>oiU iot aher doeli, wifl aucii F i s c h e r hervorhebt, yu beachtei, daB bei det Verfolgiug der Families durch das PQanwtiByst^oi ein Fortwhritt in der EatwicUung sich in d<r Ventfttrkaog •er Exi>••• od •>* r cl'ichMfitipn Anlajre von AusLrittstellen ftr den PoIrn>dilaurh. die bei ciner frkidnuUSijr ddmit-n Exinf nicht mitiji: waren, bemerk-Uar ni&clit Die V^>n>Urkucl^ \$<schlecht ttttdtt -lurch Anlftufunir dichter MacKcti, soudetn

durch Netz- und Stachelnkonstruktion. Anpassung für mehrlufige Befruchtung, zunächst durch Insekten, findet statt durch die **Exine** durchlöchernde OI, durch Stachelbildung sowie durch Vereinigung weniger bis zahlreicher Stollenzellen.

Die Monokotyledonen haben einen weit einfacheren Bau der Exine aufzuweisen, als viele Dikotyledonen; eine Verdoppelung der Exine konnte Fischer bei den ersteren nie, lici ilei lctateren in zahlreichen Fällen feststellen; noch einfacher sind, von den Luftsitzen weniger Gattungen abgesehen, die Gymnospermen gebaut. Die hochstehenden Compositen besitzen auch die komplizierteste Exine.

»Einfach kugelförmiger Pollen, der so ins t nur gewiesen (Gymnospermen, Monokotyledonen und einigen tiefer stehenden Familien der Dikotyledonen eigen ist, findet sich in einzeln

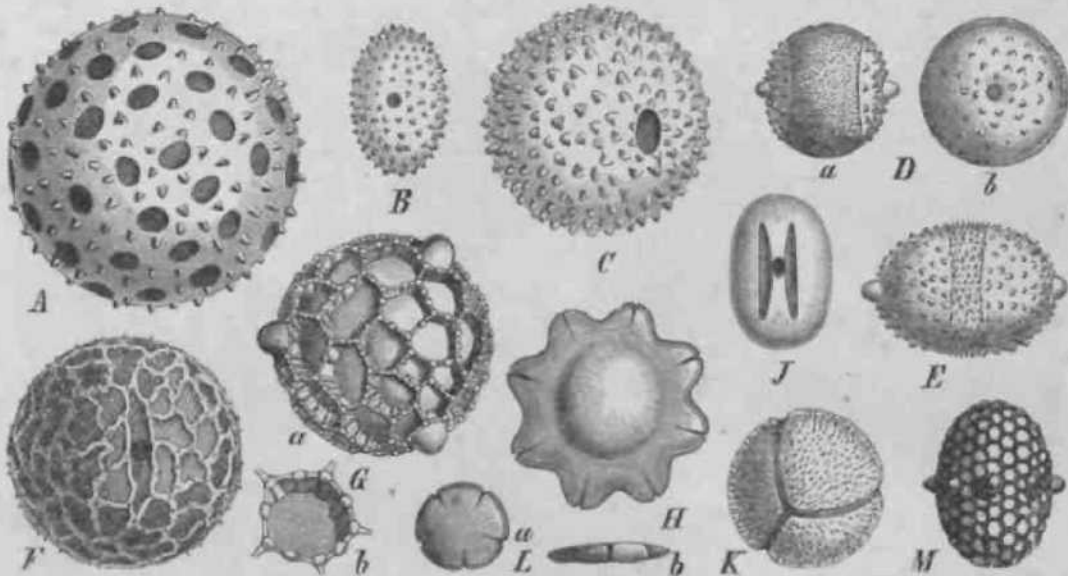


Fig. 14. Verschiedene Pollen in der Familie der Angiospermen. A *Helianthus annuus* (980 ft — 8. St. Koblenz), meist nimm, ist Stacheln in der Mitte 9 BU Platen Portos A *Loxia* *Domitia* *Smitkii* Wsts.: *Parfhyetenna* *uhltwa* (NRSI Lindau); *Pinntrilmattptmim* *pkwm* (Nees) Lindau. — s, GURTI-IITOLH:n, meist lli«ciifflnit(r odor elUpMtdtieb, mit s Fann «n «-« Breitfrtan UIK! einem bestachelten tiURU! mi dur Kuitte! /i OraNMtiii MaMfi Itoiili.; flf»w»Cj»flniwi fi«j»m»J«/t Noes ti«i»-*glossinae*). — to. Wniicipolluii. mini lil«r ilrttiHIU'lik. von elaco) wnlh-uiliili-iui'ii System von I**isten* bedeckt: f' *Bcmiatta riupMnUi* (DOL) O. Ktyr.; 'l' &tf««orre«r *flttttHxi** Sfliwit). (die *neiste a Ruellicae* und *Berlriw.*). — u. Andere Kurmen: 0 *Kfttnmrftdpoll«t* *JfiyM'd ffiMD«ajpitt* {W«Oj Nees. — / mit a Para mwl jeilcnwlti i« *BtoM Sp«*]: *ütrgniti nirgyta* BUT. — h' mil s in den I'UMH r.uuainmeu-*IA d enBt'elltu*: A' *BUchmn BrmmU* (Sw.f Ju««. — /- linsoursniiiK, mit t«« SjinU'ii *m Ifamile: *Thomandewiti laurifitin* iT. Aml.l lllik — Jf Ku « 11 i*r*t*r-1'uIU-n. *PutttflffWiltM IVMldmMU* (Nees) *lhultu.* (Nach Lindau.)

Gattungen tot *Euphorbiaceae*, *Sotimaceae*, *Qrobanchaceae*, *fubioccae*.* WUlrcinl did meisten *Vuryophyllaccae* Pollen mit 8—40 AuetriL5t«llen besitzen, liaben einzeluo Gattungen verechiedener Unterfamilien dreifaluen Pollen. Auch ist noch folgendes **Ergeth** nis H. Fischers bemerkenswert; »Windblütige Pflanzon sind von den verwairten holier entwickelten Formen gewöhnlich durch einfach gebauten Pollen mit platter Exine unterschieden; solche OaUungeii alnr, die ana insektenblütigen Fauitien zur Windblütigkeit zurückgekehrt sind, zeigen nur mjlBige **Radoktloo** tm **Baa** der Exih«\ |w?| am meUen in deren Stactiel-Bekleidung, und steheit auch in «kr abrigen Beschaffenheit des Pollens ibren Terwjnditt'ii iialx; (SO bei *Thalictrum*, *Artemisia* miiL den *Amhosieae*)*.

Bei den **GymotpeilB6l**] (v'l. **BL XIII** j i*t **lolebt** ^n lif*Mb:ichten, tiail in *dvr* \$ Kpimzelle (Mikrospor^, Pollenkorn) eich ein wenigzdliges Protballinni inlwickch, desaeti eine Zrile&ls Pollenaclilitith auswaebst, in welchem dio generativiii **KOEM PU** Bufnichtung vordringen. lici den Angiospermen fludrt Abnliches statt, doch trilt die Zweizelli^ktit **weni**^er deutlich hervor; wir haben hier eui auf das HuilersU) redtuiertes ^ Prothallium, Die Pollenzello -zcrffillt entweik'r imraitelbar nach ihrer Entstobung oder *spliter* in eine prGfleie vegetative und cine kU-ii *ere ge*—;itiv<' Mutterzelle f = **SpftnUUtittterMIA**, auch ats Antheridiummutterzelle bezeichnet, welche meistens koine ^ellulohaut **auMCbeidel**

und frei neben dem vegetativen Pollenkern liegt Jedocti haben Nawaschin und Finn zuerst bei *Jnglana* an der t>pormamultizello eme Ifille von Cytoplasma festgestellt, welche bei tier Befruchtung n\A den 2 Spermakernen zusammen aus deai Polleneblauch in die Eizelle ilbertritt. AuelRei *Vallisneria spiralis* wurde dureh W y l i e und bei *Asclepias Cornuli* dureh Finn Wrbleiben der Membran und des CytopUsnias unt die beiden Spermakerne im Pollenachlauoh koi static rt. Auch bei einjgen anderen im Absebnitt IX erwählten AngioBpermen wrude hi der BpenaamntterzeUe wenigflten din Etitstehung einer die beiden Spemiakerne voneinander schpidenden Zellplutt? wahrgenoram, doch weiB man nicht, ob sie iuu'b mit dw Cj-toplasuuLhulte aus dem Pollenschlaueh entflert vrerde. Hingegen ist bedoudt-is bei *Lilium martagon* von Koernicke, Strasbuiger und Nawasrbia mit sicherlicit •aebfewiefien, daB das Cytoplasma der generativen Zelle bei tier Bildung de. - Sp<fsuk<ro< schwndel Nawaschin (Ann. Jard-Bot Buitenzorf 8. i5up)l. 1910) hat gei^igt, d>0 wajimud der Prophasen der Keruteilung inn.1 his znm Ernie der Amipha^fri die gen. •rmtiveZpllf? von einem dblkUtetgen felakiiniigen CytopJasma gefüllt iet und allmfthlicfa thre rWlbstAndigkeit veriiert, in den fttafila, vm die Biltlung dvr Ix-itlpti Spennakerne 7u Ende geht Kawaschin hildot auch oinen Pollenschlauch von *Delphinium t'latum* mit 2 Spermakernen ohne Cytoplasma ab.

Wann und wie das Cytoplasma der generative!! Zelle zerstiirt wird, ist noch fflr vorbultnismaQig sehr wenig AngioBpermen ± getiau entseliiede. In den mefhten Fällen

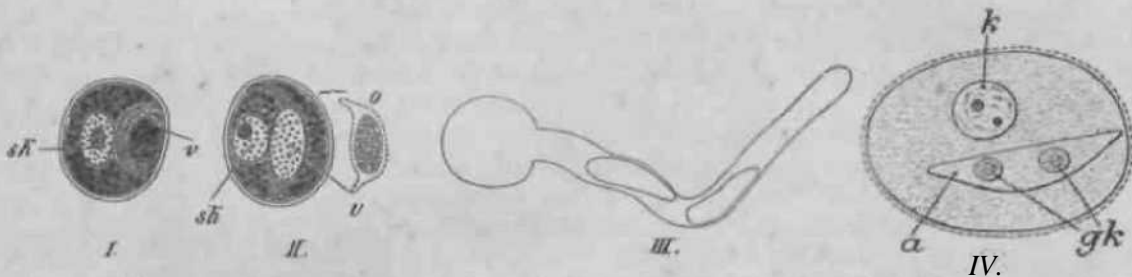


Fig. 89. Bnlntkrlnunr do* ntlttlnkb'-ti IV.th*Hiiim< ID <trn Mikroapem* erfer Pol Irak Orn^m der Angio-sjn-i tii'li; iti i-i-ii I txumium Iuftivmm L. / ilikri''|<irf imi-li tier IVllantc In dl< vrK'tative Zelle sk und die Acitilriri<Jluniiiituli< rxrHr r mit Atom ".i.rrtjtjkrri- — Brt // hat rich Irtju-r* UMfToUM. ••• I d<> Spermakern nach IVrtundoioif: wit Osuiluailurv. - III l'>r PolleiwchUucfa Ist *u>u> treten, die v>ae-tative Zelle bl< %m) den (in der Ab (iMilutie nlchi *!thtluin-n Z'tlkrri r—orMwt; Im K-UU nach die • Ickn durch Teilung <8rAnlb*r!)lluiiiiiitutter*('lli' Mitttainl- •en gener itt^an CMI*TSpfnn*k'm- (Nach Eifving.)— IV *Lilium auratum* Lindl. Pollen, k Kern der vegetativen Zelle, a Antheridiummutterzelle, gk die beiden jptin-r>lv*-n Kfro* •uwmhrnm. liw ttrrltn RiAlld- •. (Nach Chamberlain.)

berfiliren die Verfasser diese Frage gar nicht und verweisen entwelter nur aut *did* Gegenwart von n&kten Spenn<kflrtl<a im PoUenschlauch und im Embryosjiek oder erwählen nur Plaamaspuen oder katini nierkliche Plasmahtllen, welche aie uni die Spermakerne während ihres Befindens im Pollenschlauch oder Sogar zuweilen im Embryosack beobachtet haben. (Nawaschin und Pinn, Abhandl. tiber *Juglans*^ S, 40).

DaB man aber auch diese Verhilltnisae nicht utibedenklidi für phylogenoNsche .Schluffolgrungen verwenden kann, beweist Finns Entdeckung des Vorkonimons zweier generativer Zellen bei einer Bystematische so hochatehenden Angioaperme, wie *Asctepfas Vornuti*,

Der Kern 8St geaerattrea Zcfele teilt sich unter AuflOsung dendbeo naeh oder vor der Keimuitg del Pollenkorns in ?wei Tochterkerne, die ^permakemp oder G&meten. Wird diese Teilung nan h der Keimuug volleiidet, m ist der Pollen (oder die Mikrospore^ 2 weikfrnig, ist, die Teilung' aber st'bon vor der Keimung vollendet, dann ist der Pollen dreikernig. (A. bwnderfi SchUrhoff in Literatur g, B4.)

WCIII aus der Mikrospore au(der Narbe der Pollenschlauch, Sip bo, hcruaairitt und in dem Orift>!kati:il Oiler mit anderem Wege zur SamenauGts vordringt, MQdart towobJ der vegetative Kern, wie die SpermamutterzeUe, welche dem 3 Gametangium der Arcbegoniaten entspridii. in den Polleneclilauch ein. Nachdem diefe in zweJ genemtive oder Spcrm&kenie serfoSea, siad ta 8v'lilauch drei abwärts w^ndernde Kerno entbalten, von denen bei *Juglans*, *Asrh'pias Cornuti* und einipen anderen AiigioBpcrmcn die beiden Spennakerne von einer cytoplaamatischen HtUle eingeschlossen aind. Es sind also die Angiospermen wie die OymnoBpermen im Oegensatz zu den thre Spennatozoiden in

feuchtem Substrat zu den \$ Organen entseudenikii asiphonogiracii, bryophytisehen uud pteridophyliwbeti Embryophyten ausgesprocheu s i p h o n o g a m e E i n b r y < j i h y t e 11. Weiteres sieie iui AbscbmM. IX, Befruohtunjr der^ugioHperruen, dajwllret aucli Literatur-nachweise.

Wir wenden tins nun noch zur Betrachtung einigor wiehliher abwelchender Antbercnbildungen, deren Entwicklunfr **ibei** mit iW eben geschiltlerten iin engen Zuyamn)Piili:uiL^f steht. S'bon ot>en (S. 24) wurde hervfir^ehoben, daU das Artbespor nicht tDinicr eiiff; imiititorbrtK'Eii'ne Reihe von Zellen darstellt, sondi'rii <.:iQ in manchen Ffillen

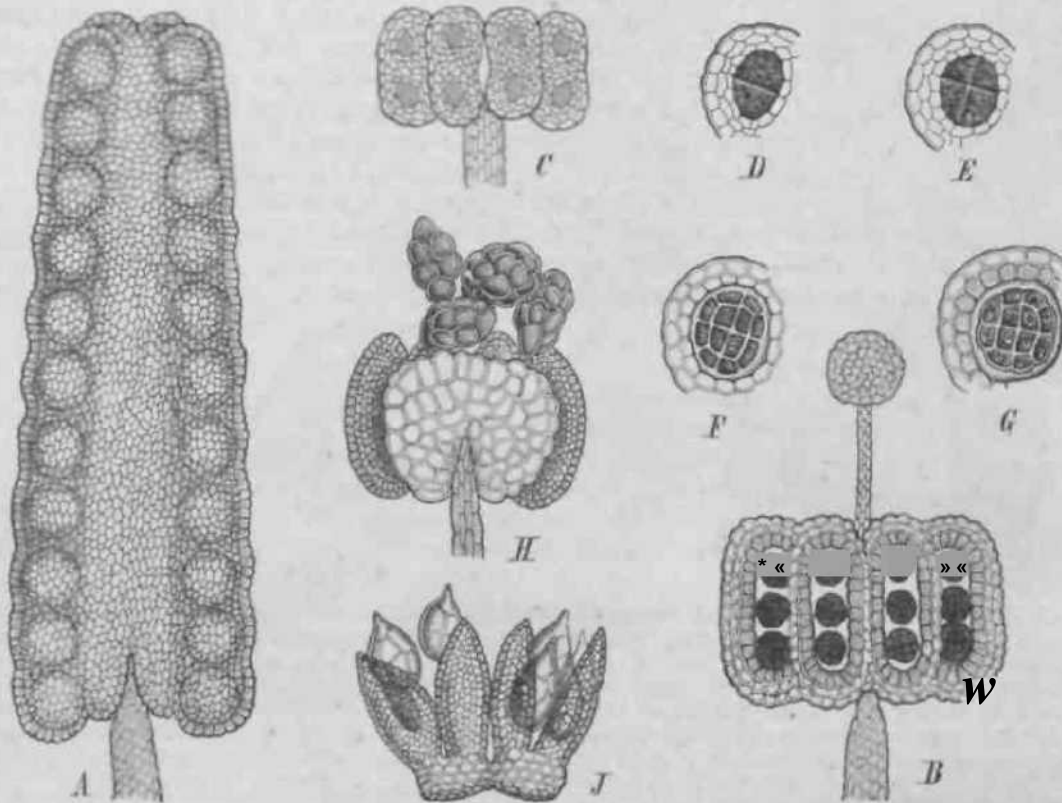


Fig. 30. Entwicklung von Pollengruppen bei Leguminosae-Mimosoideae. A AnUiMt von J'arHi^ juricu-iat., It-nth., n mit drei vielzelligen Pollengruppen in jedem Fach; <fe*Ea>>U>r. lum 1-t abgeft.— « Aii-tin i- von Dichrostachys mit drei 16zelligen Pollengruppen in jedem Fach, das CiiifntMTIT' Ut (>D)I rit'iriiiii verliOuirrl und tr*at sot o oberen Ende eine kugelige vielzellige Drüse. — C—ii .ltti::i.i l,r.A.j.i(A.i iWllilit Benth.; C Junge Antheren mit je 2 Archespor— In AM KntwicklaM 4*) A Archespors, bei D und E ist noch diI TA|*ilr v<rb>tt4rti. bli F und • tdl <H- u mil faerijpm V^mbrsTiritriHrkuti^cn vem'hi a; H eine gum Antb<rn r<i hlM<n gesehen (250 mal vergr. TV n<di crttlfUr E<Uwnuut der Klfi • — I I afftiwiitm fasciculat: i Umth. Anthere in ihrer natürlichen Lage, nach oben gewend<t uinj tiiv H<ltcn<niipcn cutlassend. (Visl. Kiiifler, MWrttjH! xur Keiuitiis dw Aiiitli<'f'ei)bil(junir. in Pringsheims JnJirb. JC U>>:S)5J, Taf. XX—XXII).

unterbrooht; Itilien von Arclieeporzellen **ofeQgt** werden. Das ist ntunenUicii boi vieln LeguminosavMimosoulvuc der I¹ all, bfi welcher Gruppe Ab<r auch das noritiale Verlialten vorkommt. In Yig. 'Hi sind solcho Antheren dargeetellt, twi wclchcn an den 4 Kanten so Stello ciitLT Kcihe voo ArchesporzeLlen 2 odnr melir voneinantler gfitrnnine Arliesporzellen gebildet w<rdi:ii. Jedt^ ArchesporzeUe teilt sich niin. wie dios aus Fig. 30 C—O **enrichttah** 1st, z-ituiioliKt. in 4 in einer Eln*n« **Ifegeode** Toi'litcrzelJen, in Heltenerfn FJJulen auch in 1<. Jede **ttttnr TochteraftOeo** verhuIt sich wie eine Pollenrautierzello der meisl^n Dikotyledonea, jedoch mil Um Unierschiede, daii 8< sicli nicht von den **Qbrigen** l'olteninutterzellen **isoliert**. Es **blaihen** vielmehr die aus tierer Archfsfiarzolle hervorge^anpenen im **Zuam-** menhang und uim eutwickfit j*• ^ **Pollennmttenelle** eine Tetrade von FoJlenzeilen. Je oachdcoi nun die Archesporzelle 4, 8 Oder 16 Tochten:HL<ii **BIZ6Qgt** hattn, entatehen Poilen- gruppen von 16, 32, ft4 Pollcnvi'll-n, dif> on(<veder eEnnin in lUeifn FJlchcm odor nach Resorption ilt= zwischen **Iboeo** In-tliiftlichen Gowebe /.<< zwcit-n bia inelircn in einem

Pollenfach liegen. (Vgl. Fig. 30 B.) Bisweilen kommt es auch vor (*Cauiandra*, Fig. 30 J), daß das Archespor nur in 2 Tochterzellen zerfällt und demnach die Pollengruppe 8zellig wird. Die Pollenfächer öffnen sich bei der Reife mit Langsspalten und nun treten die Pollengruppen heraus.

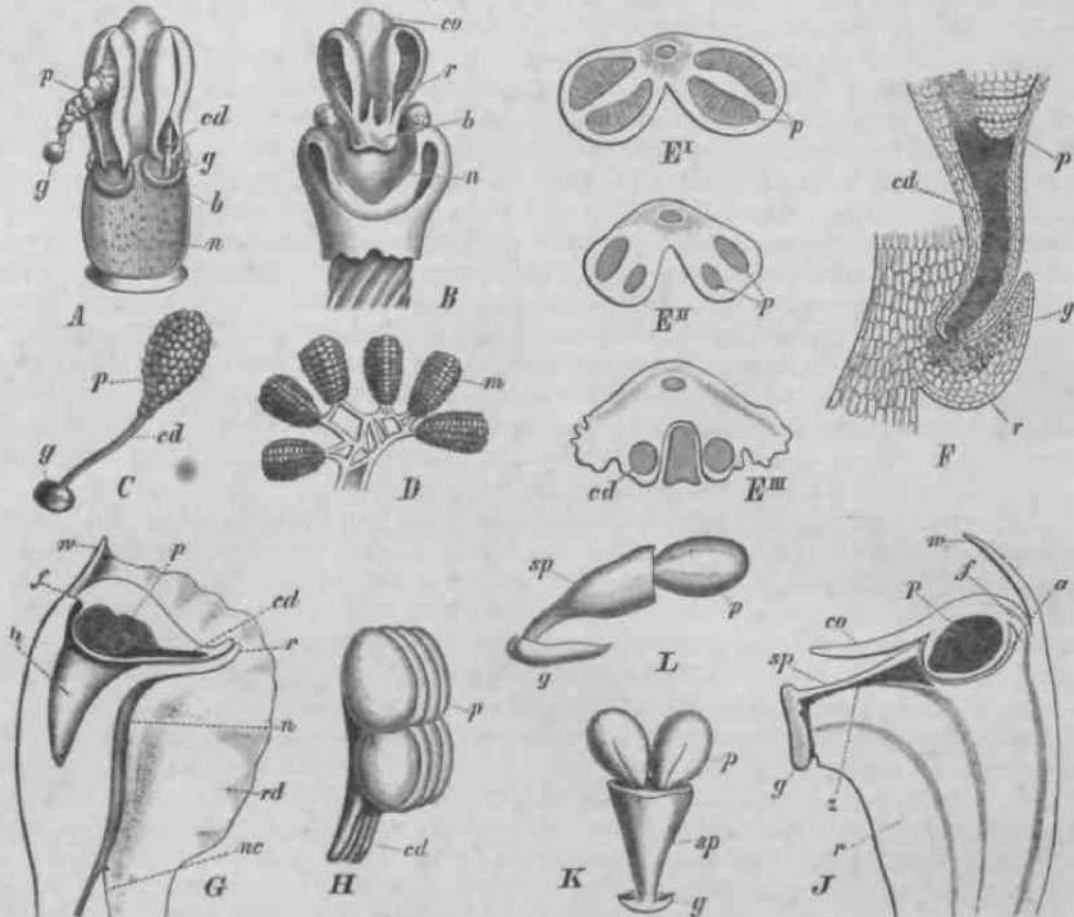
Viel verbreiteter ist die Erscheinung, daß die aus einer Pollenmutterzelle hervorgegangenen Tetraden im Zusammenhang bleiben; wir finden dies namentlich bei vielen Orchidaceen, z. B. *Listera ovata* (L.) R. Br. und *Neottia nidus avis* (L.) Rich., während in derselben Familie *Cypripedium* (*Cypripedium*) isolierte Pollenzellen hat; ferner bei *Typha*, *Fourcroya*, *Anona*, *Rhododendron*, *Schrankia*. Bei den *Orchidaceae-Ophrydeae* bleiben zahlreiche Pollenzellen zu einer Pollenmasse (Massula) verbunden, und diese wiederum sind zu einem keuligen, das ganze Antherenfach ausfüllenden Körper, dem Pollinarium verklebt, während bei anderen Orchidaceen auch sämtliche Pollenzellen eines Faches eine zusammenhängende Masse bilden. Dasselbe kommt auch bei vielen *Asclepiadaceae* vor. In allen diesen Fällen kommt es höchstens an der Außenseite der Pollengruppen zur Aussonderung einer Exine. Obriens kommen bei manchen Orchidaceen sehr tief gehende Furchungen, ja sogar Teilungen der ursprünglich angelegten vier Pollinarien vor, einigermassen entsprechend der einmaligen oder mehrmaligen Teilung der Antherenfächer vieler *Mimosoideae*, beruhend auf schichtweiser Unterbrechung in der Entwicklung des Archespors. So werden z. B. bei *Bletia*, *Phajus*, *Calanthe* u. a. die Antheren durch Entwicklung einer Schicht steriler Zellen in der Mitte jedes Archespors achtfächerig; andererseits treten nicht selten die Pollinarien eines Faches untereinander in Verbindung; doch soll hier auf diese Verhältnisse, welche bei der Familie der *Orchidaceae* eingehender zu erörtern sind, nicht näher eingegangen werden.

Dagegen ist hier noch auf eine andere Erscheinung hinzuweisen, auf die Bildung der mit den Pollinarien in Verbindung stehenden sogenannten »Caudiculae« und »Retinacula«. Caudiculae werden bei den Orchidaceen die Stielchen genannt, in welche die Pollinarien vieler *Orchidaceae* an dem einen Ende übergehen. Diese Stielchen bilden sich ebenso wie die Pollenmassen aus Zellen des Archespors. (Vgl. Th. Wolf in Pringsheims Jahrb. IV. S. 297.) Sie treten bald als längere Strange, bald als kleine Klumpchen auf, welche aus Zellen des Archespors hervorgegangen, aber viscos geworden sind. Bisweilen findet man noch die visköse Caudicula von Pollenzellen überkleidet. Im übrigen vgl. man auch die Erklärung zu Fig. 31. In derselben Figur (J—L) findet sich auch eine Darstellung, welche zeigt, daß bei den *Orchidaceae* die Verbindung der Pollinarien mit den Klebkörpern oder Retinaculis auch durch Gewebsschichten, welche der Narbe und nicht der Anthere angehören, bewerkstelligt werden kann; man vgl. die auf diese Figuren bezügliche Erklärung.

Auch bei den *Asclepiadaceae* kommt Ähnliches vor. Bei einer verhältnismäßig geringen Zahl von Gattungen dieser Familie sind 4fächerige Antheren vorhanden; bei den meisten gliedert sich das Staubblatt oberhalb des bisweilen sehr kurzen Staubfadens in einen sterilen, blumenblattartig entwickelten Teil und einen fertilen, die vordere Staubblatthälfte repräsentierenden mit 2 Pollenfächern, deren Pollenzellen im Zusammenhang bleiben und somit 2 Pollinarien bilden. Sehr frühzeitig kommen an den 5 zwischen den Antheren ein wenig hervortretenden Kanten des mächtig angeschwoilenen Griffelkopfes mit einer Langsfurche versehene, drüsig angeordnete Anschwellungen zur Entwicklung; von ihnen divergieren je 2 Rinnen nach den 2 zunächst liegenden Pollenfächern. Die von der Drüse ausgeschiedene Flüssigkeit läuft in die Rinnen, dringt so bis zu den sich öffnenden Pollenfächern vor und tritt mit den Pollinarien in Verbindung. Nachdem das Sekret erstarrt ist, bilden die 2 benachbarten Antheren angehörigen Pollinarien mit den in den Rinnen enthaltenen Sekretmassen und der ebenfalls erhärteten, vom Griffelkopf sich leicht loslösenden Drüse (Klebkörper) einen zusammenhängenden Körper, der von der Stelle aus, wo die Drüse ausgeschieden wurde, schieflich leicht abgehoben werden kann und ebenso wie die Pollinarien der Orchidaceen von Insekten auf andere Blüten getragen wird. Es ist also von Wichtigkeit, daß hier die den Caudiculis der Orchidaceen sehr ähnlichen Gebilde nicht den Antheren angehören, überhaupt nicht aus Zellen bestehen, sondern nur aus erstarrtem Sekret entstanden sind. Die Erklärung der Figur 33 macht diese Verhältnisse noch deutlicher.

Die in den Pollensäcken der Angiospermen befindlichen Tapetenzellen sind in neuerer Zeit Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden. Nachdem Stras-

bu! get 1882 (tber den Ban und das Wachstuni der ZeUhSute) and 1889 illiatologische BeitrStge U) gezeigt hatte, dnfl die TspeteDzellen Hire .Seii^tiimlipkeit aufgeben and xzwischen die PollenkCrner eirwandern, batto Hapni «r 1911 fsiehe Wicht Litentnr) &ich dabin geJUifiert, dafl die TmpetenMfleo in d&r RgeJ wJgelOel tradeo und ein Plasmodium MIJHL. I in Jahre 191^ vrruffcutlichte J. B on net seine Recherches sur Involution des <Tellulf.!-nourrici^res du pollen dtcz Ins AngiospermeH, in dfiien er zu dem Ergnhnip konnit.



KL(t. SL Atitheren von QrcbldiUHTtjij: A Oj^rii* m/fr>'tm Jnci|. Authors tuid ctia daruuter befindliche Narho n; Letotera tmi filch In a gatromta, Mi- rfei> iivr Anrlit-iviltirUftwi (tmBchUeflcnde Schuesselchen oder Beutelchen (di 11 r*tcuim <*riv<*lrrt. darea ob<r8llohlllehuBcmtbt itch xueiner Kl<stoffsliutjio (jrt, dem sogenantant Retlaaculuui n-rinu-ut, Jr<loa Autberraftwt) Mthtofl ttn i'ollmarium In, ^rololtes BBleo In rim- i'nu>1r11 In t-^i Ulirrtflli); illemlbe wlnl /ulit/r ran dem It' Miinraliiii in wtfnitr Waiffl uinRuimeii uiul l>t iitiu mtt deiiivlhi*ii *." fo>| verhiiden, daB In iler tcewl IIIIT hriit< uTrlutrt tun llrvu Umhullungen herausgehoben werden koo<< * .— B Orchis m...# I., it • r t.: H B • n Beutele... *>r- handen; auBerdem aber noch eine kleine •cJoMbrifDnBIV* VertSosnrVf >1>T Surie, das S hnb i lehnn (rostellum). — C Orchis spec.; einzelnes Pollinarium mit seiner i'htuillr il> uail trtn iJ^mrj tuft'iMli't Retinaeulur — Orchis mascula L. Teil eines Pollinariums mit tncir. :en Pollen.T-JIJJ i. («i**YiUkfj, — K "rrii* MMia L. 3 Querschnitte der Anthere, welche de a allntf hlichen U'tu>mnt; ilfi- Pollnarloti hi dtr (•n.lii'itlat- >rlx<a; E I aus dem oberen, E II aus dem mittleren, E HI ••• *; am untere 11 Ti'II III Anthere. — F Orchis mascula L. Längsschnitt durch die untere Hälfte des Antb<rmte<hH mtii AM H< utrlcMA elnes sehr vorgeschrittenen Entwicklungsstadiums; ir! f dan Ucb vrrinniftBiU O» «... I.: !:•ji-1111, welches zum Retinaeulum wird. — G, H Phajus •>1>rri» Rech. f. G Längsschnitt -kin. I. di.: AMI... und die Narbe aus einer Knospe; hier haben sich die Caudiculae im oberen Ende der nach tmtnt umifvbogeiII II mill ilin: Schmälchel -a aufliegenden Anthere entwickelt. H die 8 Pollinir., 1, del i halbnrleti Aistlnri iffHI III mil Itin-n t > audienlis; zeigt zugleich den Zusammenhang der beiden Polltngmp] ... rill* /Viiih: renfaches. Am s I nälbelchen wird keine Bursaeula entwickelt. — J—L. Mesospiu./IMJI ruFr'iiri'uiTi Urlll). f. / Längs... wie bei voriger, zeigt, wie sich von der Oberseite des Hstclumeliti- Jial' til r Khbmasse j| III \> 1 blindo. (••• L.: I -i- 111' III. Infolge der AunAwnw dci itilt z bezeichneten Gewebsschicht löst, um das später mit den i'... Umfelen in Verbindung tretende Fußgenannten Stlp>a *fH iu bilden; K l'...liidlrlitl In I em 2-.'jrf luf!-nd, von voru; /, die- figuren bedmrtol r Staubfkdtu, a Foi'sata der ... , r Pollen- oder SvlmHiiHivj>it, t, Hruti'lrlin, BondcuU, <j KtebmM wler Kutnit- Narbenkanal. — A, E. > nacli Wolf uvfi. i.i., /; tm II Ltter...!, D nach Witrmhiic, O—L IIKTII Pflizer.

dall erst nach BHdung¹ der jungen Pollenkörner die »Desorganisation« der Tapetenzellen beginnen, welche nach der Auflösung der Zellwände zur Bildung eines kehrreichen Syncytiums führen. 1915 erschienen O. J u e l ' s Untersuchungen über die Auflösung der Tapetenzellen in den Pollensäcken der Angiospermen. J u e l zeigte, daß die Tapetenzellen sich verschieden verhalten. Bei *Antkurium*, *Lavatera*, *Cobnea*, *Lotdcera*, *Valeriana* und *Knmitia* findet sogenannte Periplasmodiumbildung statt; die Zellwände der Tapetenzellen werden aufgelöst, die Zellen isolieren sich seitlich voneinander, wachsen dann in der Gestalt von verschieden geformten Sehlsuchen zwischen die Pollenkörner in den Pollensäcken hinein, und wenn sie sich in der Mitte begegnet sind, tritt die Verschmelzung zu einem Plasmodium ein. Hingegen behalten bei *Doronicum grandiflorum* die Tapetenzellen bis zum Ende ihre Selbständigkeit, obgleich sie sich so verhalten, als wenn ein Periplasmodium gebildet werden sollte. Bei *Arabis alpina* L. werden erst in sehr spätem Stadium die Zellwände aufgelöst, und die Plasmen fließen nach Desorganisierung der Zellkerne zu einem den Pollensäcken füllenden Plasmodium. Ohne vorhergehende Gestaltsveränderung oder Wandauflösung entstehen die Tapetenzellen ihren Initialen bei *Ilyacanthus*, *Galtonia*, *Iris*, *Vhnus*, *Tilia*, *Aesculus*, *Gaura*, *Anthriscus*, *Syringa*, *Spigelia*, *Polemonium*, *Thunbergia*, *Sambucus*, *Viburnum*, *Campanula*, *Cucurbita*, *Acicarpka*. Um festzustellen, ob die Periplasmodiumbildung für natürliche Abteilungen der Angiospermen charakteristisch ist, müssen noch viel mehr Gattungen auf ihr Verhalten untersucht werden.

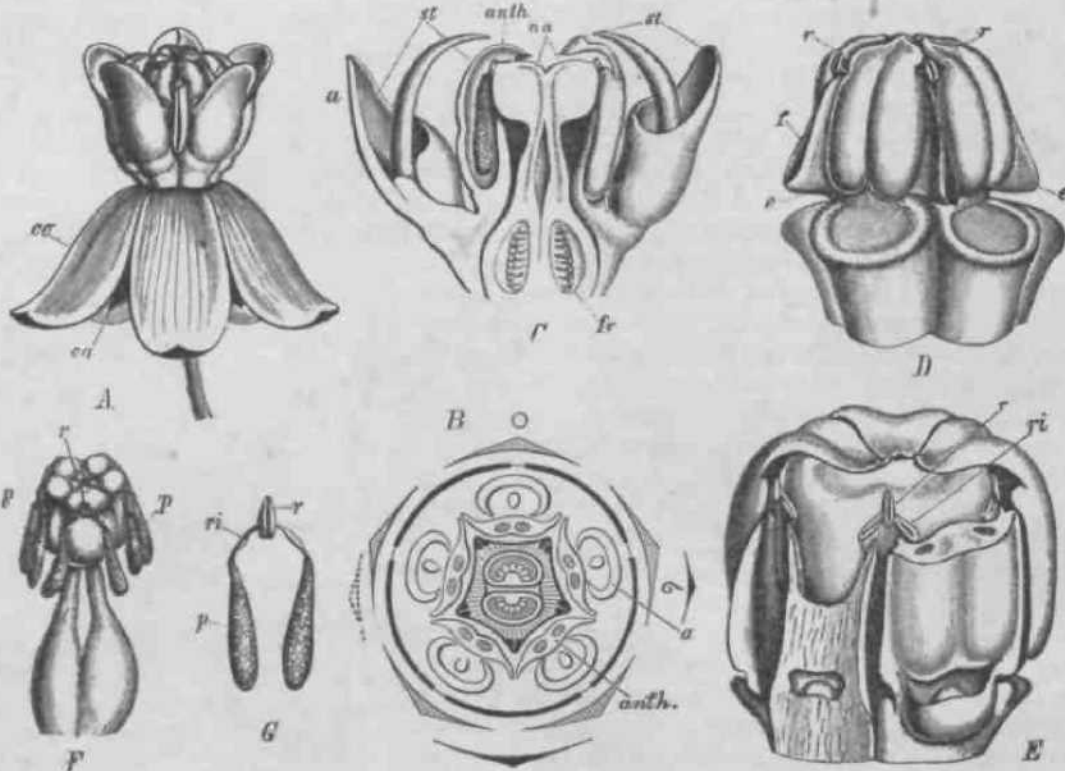
Auf Monokotyledonen bezieht sich im wesentlichen die schon 1914 in Pringsheims Jahrb. Bd. LV erschienene Abhandlung von Tischler, Die Periplasmodiumbildung in den Antheren der Commelinaceen und AUBlicke auf das Verhalten der Tapetenzellen bei den übrigen Monokotyledonen. Der Verf. kommt zu dem Ergebnis, daß die Periplasmodiumbildung und dem Einwandern des Inhaltes der Tapetenzellen zwischen die Mikrosporen der Angiospermen oder deren Mutterzellen unterschieden werden muß. Die erstere äußert sich darin, daß gleich nach Bildung der jungen Pollenkörner und Auflösung der Wände der Tetraden die Tapetenzellen ihre Selbständigkeit aufgeben und ihr feinkörniges Protoplasma mit den zum Teil unregelmäßig gewordenen Zellkernen den ganzen Raum zwischen den Pollenkörnern ausfüllt. Derartige ist nachgewiesen für die Araceae: *Arum* (Stricker), *Dieffenbachia* (H. Campbell), *Symplocarpus* und *Peltandra* (B. M. Duggan; für die Lemnacee *Lemna* (Miss Caldwell); für die Potamogetonaceen: *Zanichia* (H. Campbell), *Ruppia* (Murbeck), *Potamogeton* (Tischler), *Zostera* (Rosenberg), die Juncaginacee *Lilaea* (H. Campbell), die Aponogetonacee *Aponogeton distachyot* (Tischler), die Butomacee *Butomus utnbrlatus* (Tischler). Hierzu kommen noch nach Tischlers Untersuchungen die Commelinaceen *Comnelina coelestis*, *Rhoeo discolor*, *Tadesctintia fluminensis* und *virginica*; hier wurde beobachtet, daß bereits während der Synapsis der Pollenmutterzellkerne die Wände der Tapetenzellen gelöst werden und daß während der Tetradenteilung das Eintreten ihres Inhalts in diesen Pollenfach erfolgt. Da die Kerne des Plasmodiums starke Veränderungen in Form und Struktur erfahren, so schließt Tischler daraus auf Stoffwechselforgänge; mit dem weiteren Wachstum der Pollenkörner erfolgt eine allmähliche Resorption des Plasmodiums.

Im Gegensatz zu dieser echten Periplasmodiumbildung steht das Verhalten anderer Monokotyledonen, *Tilia* *Alisma plantago* und zur Zeit, in der die jungen Pollenkörner bereits fertig sind, die Plasmainitialen der Tapetenzellen gesondert, »doch sprechen die in den Einzelplasmidien vorhandenen chromatinreichen Kerne, deren Struktur denen der *Berberis* *Belobiae* gleicht, für einen nahen Anschluß dieser etwas abweichenden *Qattung* an die anderen *Ilelobiaen*. Bei *Sparganium ramosum* fand Tischler auch zwischen den Pollenkörnern Plasmamassen, die aus den Tapeten herkommen, aber die Kerne zeigen keine Anzeichen einer besonderen Aktivität. Die *LOiacee* *Convolvularia mn/alis*, die *Uioscoreacee* *Tamus communis*, die *Bromeliaceen* *Cryptanthus acaulis* und *C. bivittatum* bilden kein



Fig. ix. *Ascltpiaa Oontmti* Decne. Blüte des *Kntfium* des *K-ches* im den *HlunickfinH-*, vom *Wasp* besetzt, welche aus *riif* umli-rii *Blfte* *riitiorini'iii'* *l'illitieri* *iiill* *iii-li* *fillirt*. (Nath Sohuiim mi)

PeriplasiiKi'linui. Ks flndet sicfo wohl im Pollenfach eia Schleim, der schlie&licli aucli re- sorbirt wird, und es ist wohl mttplicii, dafl er durch Tatiigkeit des Tapetums gebildct wird: **ftbn dieses Belbst bleibt periphsr.** Nach. S t r a s b u r g o r ebeint ancli bei *Iris* die **Bfldtng** pines PeriplasmiHliurnfi zu imterbleiben, nach Bonnet hei *Yucca*, *Asphodelw* *tUbvs* and *HenwrocafMs fidva*. Es sind somit An^ofctien vorhanrlun, daJJ die Liliiflorcu **bea&gKch** des Periplaamodiums im Gegensatz zu den *Spat hi florae* und *Helobiae* stehen,

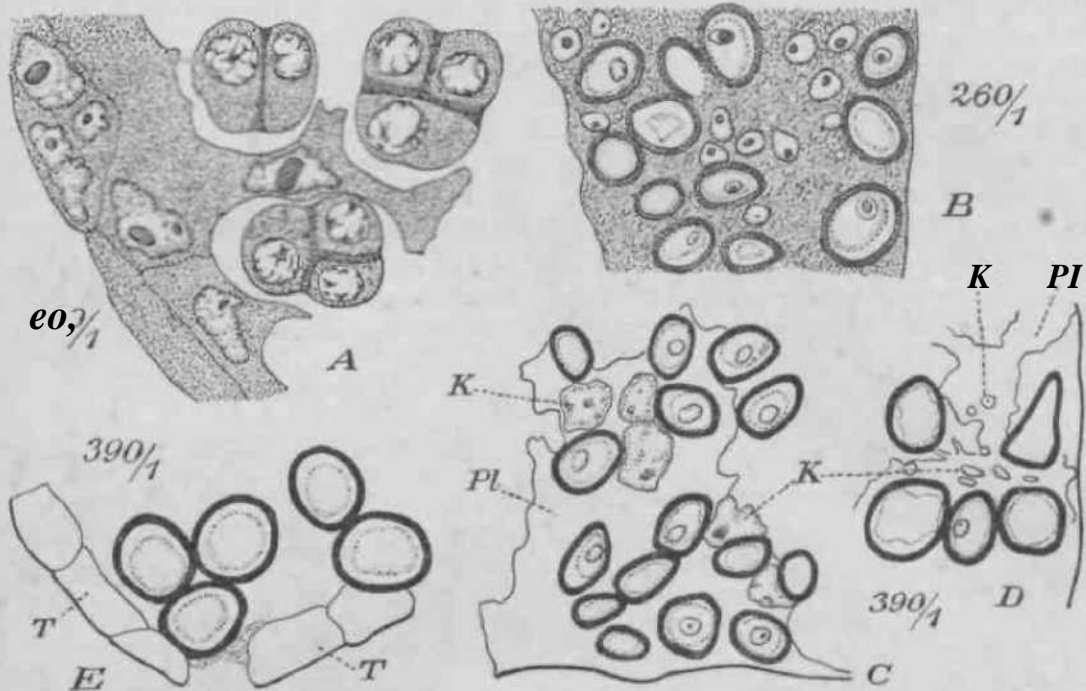


Rir, M. -ljirf<;ifnj< Cnrnttit' Lveono. A Bltl' geöffnet, mit-zurückges<PILVHOIII KirUrt [r<< uml Blumen- krooe f<))i die **Bttabb.** un den Kemp*] borani wMMB>eantlg<and; Ji, Oi*grmm dec Bifte; OUtq*- schnitt (tiinrh ill') K. IMHL itiuJ Au Aülr;>y> IIII: if I Stiihl>., .,IH glat Im IJUir^t'itilt. nth illa fortlk* Hälfte mi: ? <ollenfächern, a die sterile, 'utenf'.rmlttfi- mm Nrktirluii umgebildete tilit hornförmigem Fortsatz; an H* i'len; e seitlich. — U b>* Ami H* i'len; e seitlich. • AWbftttntfiJrfrt iMOft*; f der von denselben gebildete Schlitx, fn wflich<m der iMMktMhl uod sptr* etit StanbkftlUeben >Ich fängt uix hinter o... litiu ill< nlli'in dr ElefmitfUmng WgtMfilrhT St<ttc. die Narb. Jikatntrr. >>IIIWEI liegt: * Bher dem Schlit'. ;' <I-r ilfii-i.' rtdtletit boriwrtrc f*vord<<<. am Grunde gepallene Klemmkörper, mit welchem je 2 I. Unkrten In V.i rbindung stehen, wie EM b>l ^norlief m lihen bit Wnn Oaf Full • ii hi<-kti p in den Schlitx f Ronlon Ist <d diewllH-n den FuB l< dl< Hfic* tUferu, UMB> mit dem Kl MtkOrper in Berührung; Wmm *tH obgwiwmm lacMcb wit llna w<nlat <<r xwli dta [feu fest am togenden Pollinarien b^mwRwbutMrti. — £ J n f m Stkdiam d* AikdrOMtum*: ran * Aularin -luJ Ti-llr <-(«- geschultti'ti; Mr H<rttiytMULtr slad Btxrb tetraeca rttit*, L-ii. Pit* VullJr < f Klemmkö< n>r f und < f von ilinen e*rb <J<i Antb<r<ttllrb>rti MB *>he<4<i IUnn<u ri trfit deatlfeti htrnt. — 1 • 3• ttkmoot Rril den vHIMftmdm FoUltMrfitM frtt yrftpulftr. — C rln KtaMBkOrpw mtI dan VerhH. <ugfideuI mid I l'ol'::<artau (ff Mrb K It- h I • r. ;• twt-b ILMQII.r. £ ntttli l't<< r. .I. <. /'. V Original.)

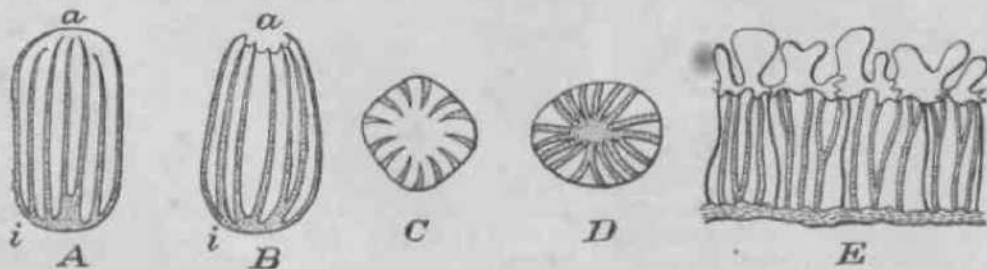
doch liliiarf f< meiiifs Erachtene noch Hurnl(Tt<r von Untermtciunfir'ii, bevor man das gewiß Hhc bCMBteoswarte iierkui.il filr die Systematik zu vcrwertea in der Lugo sein wird.

Wie echon bemerkt, bedingt Mas Vprhalten des Kndotheciums das Otfncn der AntlitTenfächer, in den nieisten Fiillen (lurch einen Lflnpsapalt, indem sich die Wand bogig znrUckkriimnit, Bcsnnderu zu beachteii sind filr die Erkl'lrurur des Ofitiungsim iliaiiisniuH die (ascrifren VerdltkunKBleisten der ZeDen dee KitdotbecniniB; sie verlaufen an den Seiten- w.inden ann.Uiernd jir:irk-) gOffBB die Tapetenschicht Q&d tipten mi tier Innenwand ri<I;il so rinem Stein 7us<animcn (Fig. &5 A, C); g egpn die AtiConwand werden sic ncliwScher nud tuwn di<M fit>i [Fig. 3f) O. W<ni (lie fibraecn ZelJeu beira Eintrockneo ihr FULL- wasser verliereo, so imiG die anf (Jer E&noMfilte durefa die VsrdiektiiigtsehlGlteD gefertigte

Zelle an der schwach verdickten Außenseite in der Richtung senkrecht zu den Verdickungsstreifen eine Verkürzung erfahren. EB ist nun von verschiedenen Autoren angenommen worden, da die Ursache der Krümmung der Antheren auf hygroscopische Verschiebung der Zellwände durch die Wirkung der Zellwände zurückzuführen ist. Demgegenüber ist vor allem von Steinbrinck seit 1908, von Jost, Hannig und auch von Haberlawdt



Pip. 36. 1 - r' *Lilium natal id it in* [I Inolierte *VitMrj.vWv* tlrr AaftTB In ffliehrilii JEvsfde; fl dlesotho ini jjiistruu.kii*;iiiiii *EOatuidfe*; 0 [imtninricht atog fraahtoa *FManeDe*; D AuBaouidehl Hn« HOICIIOTJ. — B LFUwn nmMInfwin Hurt. I./.. diSHrtaM Kor-Ga.wl.i. qu4>r«<lii>ii(ilnreli (lii) Anttwarannud hit *tvUft* neten Zustand uilt sliirkt'n Kinriilhinir>n (UrWibide il.: *Exothecurn** <I>T ilir Kpii^rmJ^ (j), i) uaeli Steinbrinck. & tmeii Hannig.)



FIR. 36. 1 - r' *Lilium natal id it in* [I Inolierte *VitMrj.vWv* tlrr AaftTB In ffliehrilii JEvsfde; fl dlesotho ini jjiistruu.kii*;iiiiii *EOatuidfe*; 0 [imtninricht atog fraahtoa *FManeDe*; D AuBaouidehl Hn« HOICIIOTJ. — B LFUwn nmMInfwin Hurt. I./.. diSHrtaM Kor-Ga.wl.i. qu4>r«<lii>ii(ilnreli (lii) Anttwarannud hit *tvUft* neten Zustand uilt sliirkt'n Kinriilhinir>n (UrWibide il.: *Exothecurn** <I>T ilir Kpii^rmJ^ (j), i) uaeli Steinbrinck. & tmeii Hannig.)

(Physiologische Pflanzanatomie, 5. Aufl.). Die Auffassung vertrieben worden, daß sich bei der Verkleinerung nicht ein feines Schrumpfungsgewebe (in Umlauf Kami, da dieselbe schon eintritt, während das Lumen der Zelle noch mit Wasser erfüllt ist. Unter dem Einfluß des Zuges, der vom verdunstenden Füllwasser ausgeht, ziehen sich die Fasern, zwischen den Fasern befindlichen Teile der **Bündel** (in Umlauf Kami und **Endothecium**) die Volumenabnahme der Zelle. Da die Kohäsion der Wasserfasern untereinander und ihre Adhäsion in die Zellwände so profunde ist, daß bei der Verkleinerung der zusammenstumpft die Zellwände in Fällen hinter sich herzieht, wird

diese ErkUtmg- ula K o l i a s i o n s t h e o r i e be7.eic.hneL In stark was&erentzieheideij Liisungen (MgCJ, konz. RohrzuckprUisui£,) ijffneii sich Aiihteren|iwrschliiitte mittels des KoMsionsmfchanismus, Wenn sicli Authereii im wasEprdampiyoiittigten Haum flffm-n, so ift da.be! zu iKjriicksidjtign. rfaJi dies nur dami geschicht, wenu die Aiihtereu von direktem Sonnonlicht **gettoffen** warden, dt die Absorption **del TjiLiMritileii** die Teiipc-nitr in der Utngbung: der Antheren um mehrere Oradc crtiflht und so reichliche Waaser-abgabe bewirkt. Die Faserzellen bleiben oft nnch tagelaiig wnsserhAtig, wenn die Offnung cltr **Antheren** beginnt. Die Zellen des Exotheciums zeigen bei dnr Anihproniiffnuii^ inifffilli^e KiifalLungcit, ebenfalls infulgo **diffi** Kohtfsionsmpchanisniux **SjgrOtilcopfsohe** Austrocknung und Krtlnnhung der MembrAtien kajin im allgenieinen erst in Betrai lit koinnen, werm <je Antheren schon Uingere Zeit **voQstSodig'** gfiOffiift waron. (**Kach J OK I** und **II a t i n i g**).

VIM. Die Fnichtblätter (Me^asporophylle, Makrosporophylte) und das Gynazeum.

Die Fruchtbitter (Carpelle, **O»fpid«n**) mid **Mie** Tcilv **verdo**) ajn leiditesten **verttSndUch**, wenn wii von etnem Frichtb. oder Stem pel (t*istil lum) **irgendeiner Sdunottedingsblfte** (Erbsc, Bohne) oder einer Hanuuculacee iiusgeben. Hit-

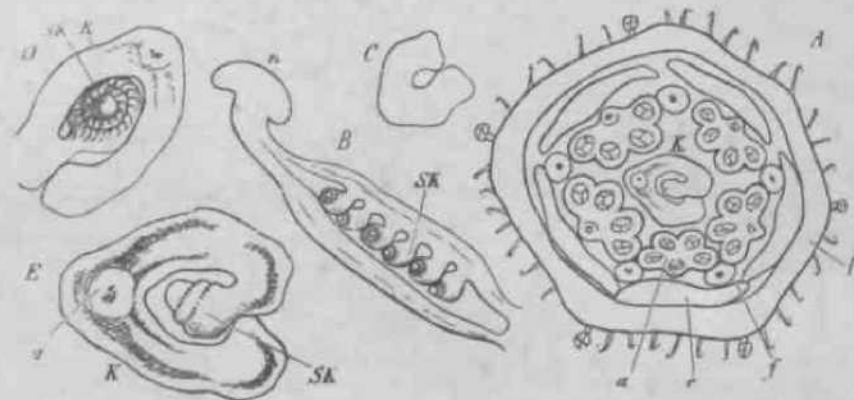


Fig. B. Bi.i.i.it! uines am **qiMm BVtiehtb.** (Qcrpell, Ca?pld}getbldpt*a 3temp«la... **«ttfifrtvtgnr't
L. A Querschr. iti ilun-li **tiu- BlQtoakno9pe**; i KolchrOltre, cKron«nti^ f Staablndn <Lj KaS«rai Staubl.,
a Antheren d« lanereo Suniiii'. X< nrpell — JJ Ubigmatkatt <ini! Ckrp«U; Kruehtkiolen mit ilen Samen-
anlagen #A; ff iirlifi-l: • Sini»e. — C, l>, K Qubnchnltte ihiTfl) Inrjp.-ll' rerschtidanMi Allnrs; dieselben
<nd In tier Ju^nd tiicht lmn-r geschlossen. (Nach Sachs.)

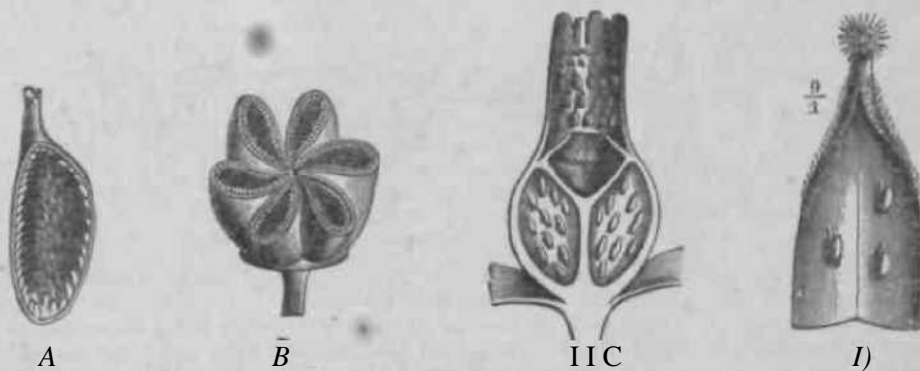
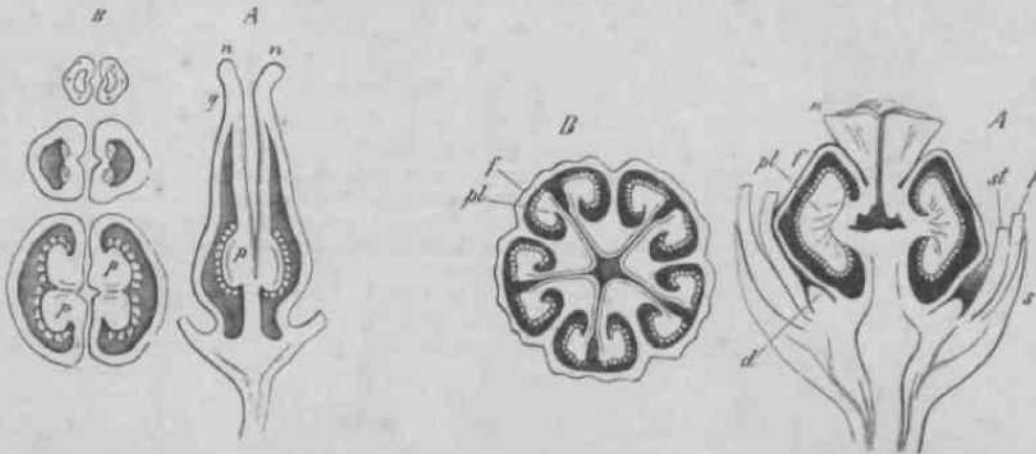


Fig. 37. Beispiele vo«I L'nrijii'llfii, w.li'fl-¹ iuf d'r ynu, iMi Itunuiifll ilin • l-rm-KiKu^ii u, mit Ausnahme
d.> IfttteI«treVeiM, nwf ar wcnlf for Siini-iirilfijfxii tragn. X, /f Rut«mH» «mA*/a#** L. — C B<mi*fa
longifolia Wall. — D *Cubomba aquatica* Ant.l.

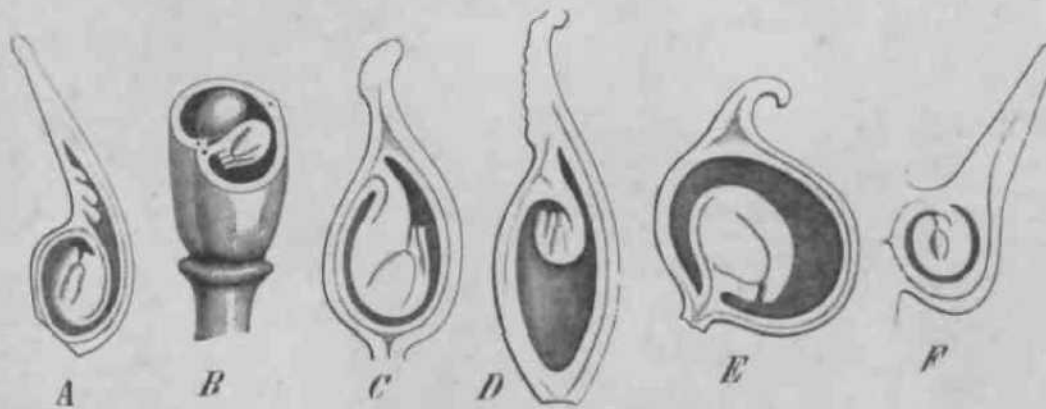
b«i bieb tmn deutlicli, dafi **dtCadbfm** tlurr.h Verwachsung der beiden Kinder ciues Blattes **zust:nidc** pekomHien smd; die Verwiirhungsstde wird duroh die der BHiteiiachBe **zu-geke•irte** Naht, die **Ba u c h n a b t i S u t u r a v e n t r a l i s**), bezeichnet^ wHhrend der MittclntV **ds*** Fruciitb. **R U c k e n a b t g^enannt** wird. Drr oberste, die Spitze des l'rtiolitb. cinii^liDiciulc. mil kleinen papilleitfOniigen Zellen beetzte, hStufig eioe ettOe oder klebrij- lliissigkeit jiu^vonilcrudc Teil ist die Narbe (Stigma), der daratitcr befind-

liclio, **bulenfOrmige** der Griffel (Stylus), seine Htfflung der Oriffelkana Kuer uuter diesem hefncllicin- **aogMCflhrdUdie**; **baeafaig** Teil der FruclitknnUn oder das Ovarium.

Nur in eeltonen Fullon ent, stehen an der ganzen liuienflache des Kruolitkiutens SaitHii:inlagn, wie z. B. bei *Butotnus timbettatug* U, ahor nuch da ist vie bei *Cabombti* mid



Bel>jil«le von C*rj>;llen, we« In «n Hirer **B»achaeW**« tnl« «Urk »a«e*ujiwoilmen Sumeiilolsten, Pl»-
penten viriohfru slinL auf **deon** whroli,hi> !n»rxifuilniti>n »icti entwKkHn.
 PIK. 4« L¹ nur nm (iriiiKle **rurchlgtB** **Qurpelic ran Bir0<MtaeonUfblalRa.w3** **Engl ^1 UtoKnduiltt; B QncraobDitto**
 in voDU'liimUnipii trtlrlnu. — j; lirflj'l.
 n Narbe, ji **Plazenta**. (S*K«h S»n:h.s.)
 Fig. 39. i'büHfihili nmrlilitu 1.,i\un. 4 Srhitiiti'i'hi-r Längs-
 sctioltt. D **Qaemihifttdnrcb** dra iron B **Ptrmilitt.odtr Otopellen**
 gebildeten **Btampol; dia EUtuda** }«1M Pruchtlt. rind TMlick nach
 Innem tteckrlliniiii mill veriltrkl. - » Krirhl). i> Krnni-nli. st Staub-
 frul, ll. d \- 'kl:ir ,LII--L'III-UI.III.' All-w ilrh'i- i T'rils. It i ill'r Itfltrll-
 achs". f Fri/i'iiikin'i<ii ;< Pbuunta. Qfach Sachs.)



>l(F. 10. B«f«plck vun t^rpellM), vs<lcle mi thnrn B*uchs<lte nur s Kellien von SAinrniinluKfii fo oder
 gKr nur **etna** SitinuiUiulaKC tra(ti'«- SAMtllich **ttntmucitliesar**. A **Anrmtmf IRMOI**Wa L.; B **Delphinium**
consolida i.; 0 Ciilia>Vi#m<>n **rMiifotittm** O. A. May; ft **ra«Htfmw ittai** L.; i* **BaMPKwiw** a-<r L.;
 Ji' **UyuMurtn mfnimu*** L. (Nach Prantl)

anderen *Nymphaeaceae*, \»o die Sameuanlagen eatfernter vont'inander steben, die RQckm-
 nalit des **Caipdk** iinmer aiwgenommon (Fig. 37).

In der Repel aind es nur die hSufllg stwafi ang«schwollencn IUtdnteile deriFruclitb.,
 welche Sameniuiiig'eii tra^cn; Hie werden fl a f c n t c n genannt. An dens?lb<>n stWien die
 Saroenanlagen **entwudet** in **mehremi** oder 2 Keiben oder auch nur in einer, oder «» kaun
 audi sc.LlieBlieb das Carpell an eeiicr **PUeenta** nur eino pinzige Sainenajilapc tra^en
 (Fig. 38-^0).

In *dita* neiBten Fallen ist der Griffel cndsWndig; es kommt alter auch nicJit gwad*
Beltoa vor, dafl derttelbe Beitenstindig oder grundst^ndig^ **ist** (Fig. 41).

In fietir **video** F'lllen entiaU^n die Blitlen melir ale ein Carpell; man beziclmot no-
wohl das einzig vorhandeno wie ^ucli die Gwwuntheit der Carpello einer Blttle n U G y n l-

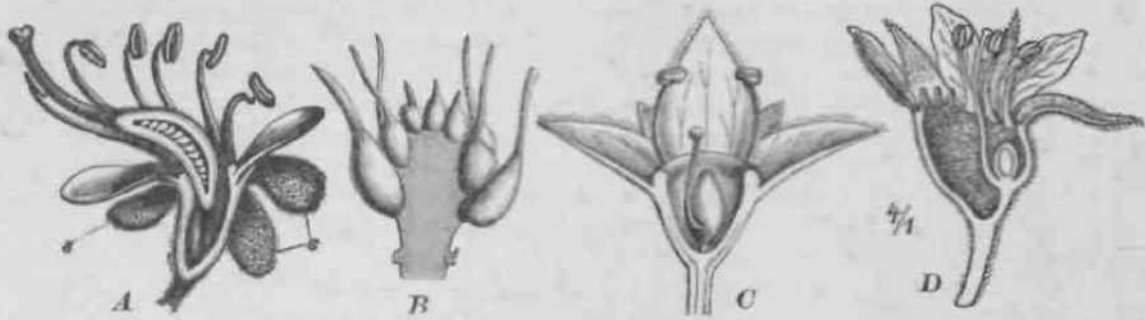


Fig. 41. A *Stenipel* *nus* thneii Fruchllill*. **fürfMirt, tnti** undstliuHtvin i>rlir<l. — 1* Oirrataa ««««(iSt. Mil.) Eiiiirl., **momilOoBHUa** im LKntrownhlt mit fretvii *QupriBtti* utnl **andständigen** (ftffeln, iriUirtMnl In iliT normih-n Hldii- •]• lit uh'tclit'r Hftbf ^teheitj^n **OupcDe dordb** eiitt-n **einzigen** polytnorcjj gnlAii<lii;<ii Oriffitl T^n^Tiiet **kind**. — 0 *jViltmiUa alpina* J., **mil** ?TtTicl,-stb>(ll(fm **GutWU** — D *TaTinarium emrattUifelhtm* l'Innub^ t'l>enf*lls ml t^ruiifl^tttiulJjuMii Griffel.

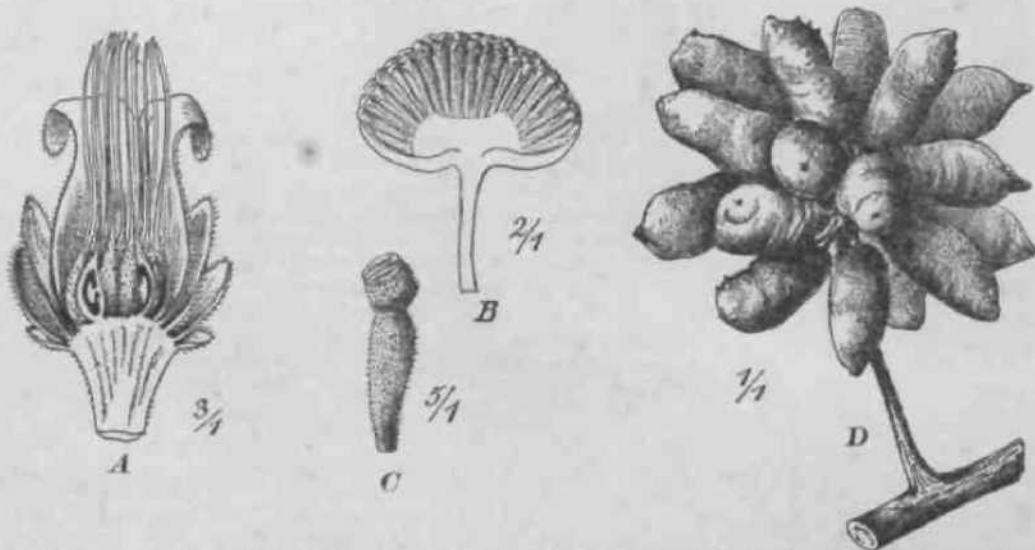


Fig. 4S. Beispiele von ohorstJnUtsiciii njKKvnrvm G.mHjfmnn. A *VlitUti** *BaeUatcli* d'lerro) Dlefl l2Tt.ni-
spermaeae). — R—D *Vouria* **diMM** t'«l. BC.IIV. [liifMirjci-nci, /J LntiKSHclinit durch lu* Aiidrfraem und
Gynäzeum, 0 etwabMJ Ourpeil, 0 **Sjinam bn** Fruchtzustand.

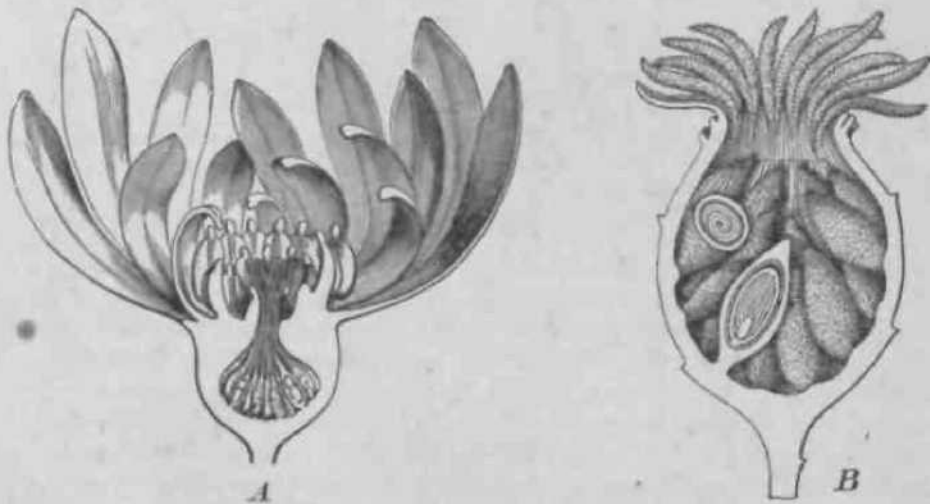
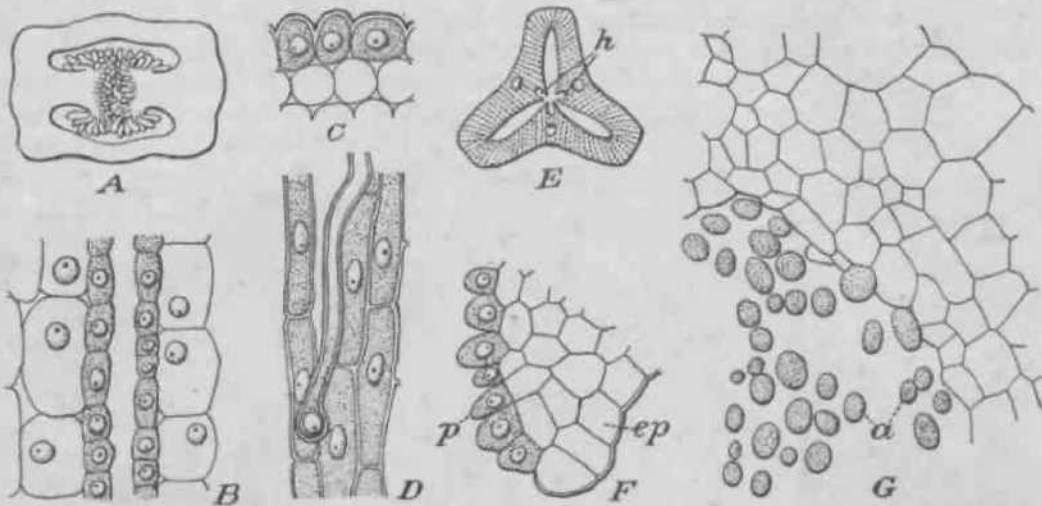


Fig. 43. Beispiele von *Vntyeanthu** **nc<-i<lnitH*** Hook., LAng>Hchnltt ilur'h illi- (ntclittrngende
Längsschnitt darcb difl BIQle. — **Btttb**^{sc.}

R 1012

zoum. Wenn die G&rtiue frei sind, so ist (ias Gynlsecum apocarp; wenn sie la ggen teilweise oder vollstüidig untereinander vereinigt sind, dann ist es syncarp). In beiden Fällen kann es, je nach der Gestaltung der Blttuachse, oberständig, mittelständig oder unterständig sein. Oberständig ist das Oynlxuun bei liypo-



Fl. il. Li ltuungsw<er> ftr il'r r..ll-ri..tjltii ehe im GIV lktinl ttil Uvurliii.. I l.'l<n<< scandens AiltU Qu<ct<nitt darel. iTM obana T<O <O> O>>rtinB> in der B <O> l-r i-abr-luik <J' (irUTl kanals. — li Apnagin dr*ckv Ti'int>, T il^willllH 4nrrh den Cr-J(t*ti<l. — 0 XMW MJ MMF ata L'ier, Rc-w>tj. iv> Ofni Griffi-kjiiii! - P (We<U<rtc mgtti* L. P<ll<<K'ha<cb<n<le In Bfdftwir mit ton L<lttng^<w<b< il-> Gri(TrU(*i>N - • /TM](>• ricta U, Qoreluiitt darch dm C rffel, bei & kleine, mil L<luinExrew<tt< vrndunw Fnrcb* de* Euuli, <n dtwa Stella la 4ea jraBen HBblimat riab tin* gauUldta EpWent* boftwJft- - * Trll A OM gehntUB IT vtlkr v*r*OBert. — Q AW*- Ptt* U, QuerseIn (tt Jur<h datk OrJUM, • l< K<ftkl losffelOaU Zr|< n mi >>ebt si • ni'bu Wänden. (A-F na Chodat.)

Acc. no. B 513

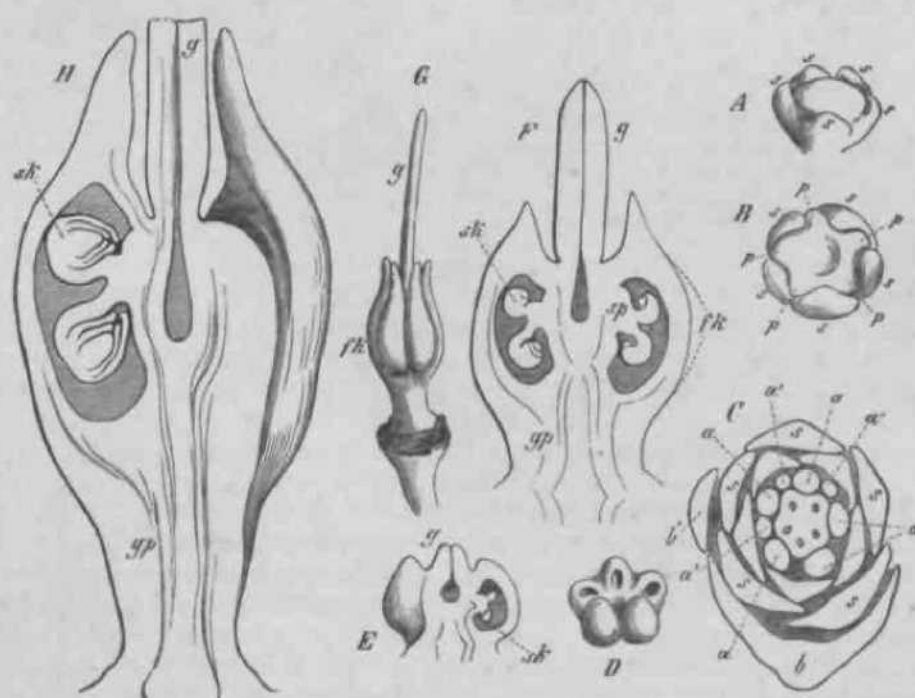


Fig. 16. Vi:n'In(trun); vim mt-lirori'ii KriiohtU. zur ljltnus cnt-s Si(-nim*!>. Iu <U*18em Full srfolpt dlo Vereinigung det C'ti'jll- hur am Grundti; Ob*ri'ftii*: VOID tpQCUp6fl zuni sjrcitri'h QyalMQIH. — DJc-tawma altei U -I jnm. Bltttenknaip< nach AMIHU< der Kolch>. < / etwu Uteri Kiiotipe nauh Aalaga der Blumenli. j; C noch Qtere Eimpt ii> yuewchjiiti (&Tmgh^ >ein Vorh. j K.uiih, a and <' Btaubb.), In ilor mt u die Anlage des von fi UB (irumi.- RUMmm<L>>htUB<uiden I'riiciitu.ftbUdatat Fruchtknotena. — D—II EntMficklung ilM Frut'litkioti'iis ff. <w> Sit(n<ruul>pe, g OrllfolJ, (Nach Sachs.)

gynischer, mittelständig bei perigynischer, unterständig bei epigynischer InBertion der ftbrigeii Blsttgebiltie • 1 • • r Blttfi i>. oben 8. 7 u. Ki. Jn naclukm das Gynllitemn aus 1, 2 oder vie! Carpelln beateht, hciflt es moocarpuch, di«urpisci li, polycarpisci li.

Wenn mehrere Frucht-b. sich zu einem Stamps! vereinigen, so ktuoen daboi die Griffel und Narben wlnigetens in ihreu oberen Tcilen voneimrider getrcnnt bleiben and man kann h;Ui% Icicht aus der Zail der getrennten UrifTel und Nnrbcn die Zalil der tin tlei BiNhing des Stempdfi beteli^fln Fntchtb. bestimcn. Jedotr k9nnpn auch biswfilen einzelne Griffel und Narben abortieren. Sehr li.ufig vereinigen sich aber die Uriffel und N.'irben eines syncarpen Oyntzeiims tintereinander. Hierbei lun^clilieCen dann silmtliche Griffelteile einen einzig^n, von Papillen oder auch (lachen, aber achleimwandigen Zellen

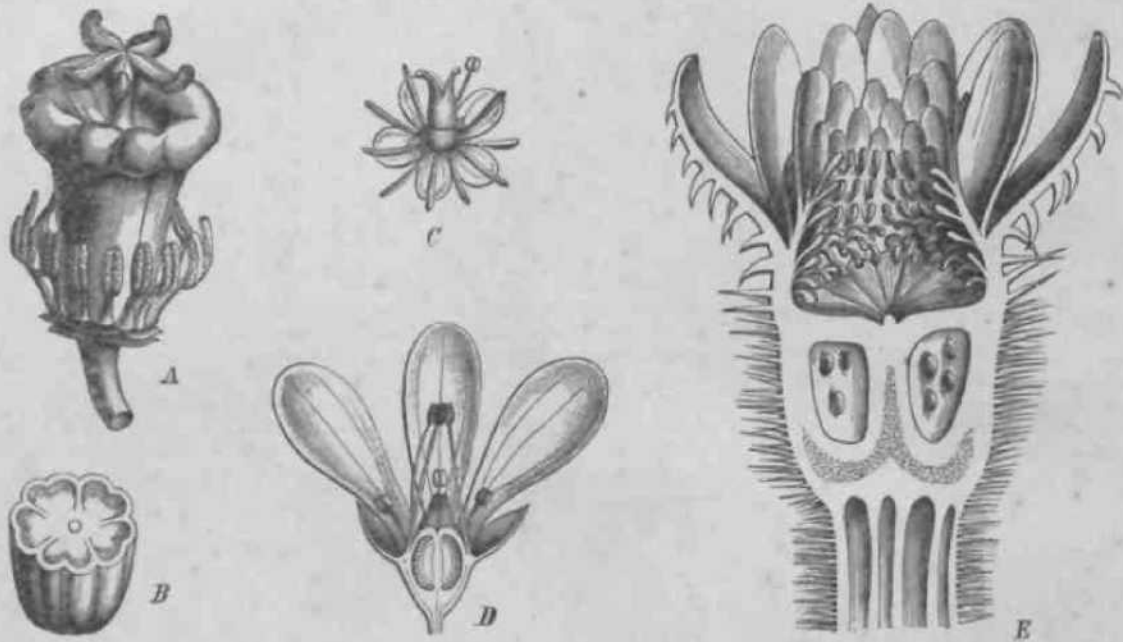


Fig. 46. Vereinigung vim Prabtbt, mr Hihlmig eines Stempels, VoltatnAtRt reraltngooq Her Buami-anlagen tragenden Telle i.\\ elntfin nrubtknotw. ^yncurtifs GynB-BeHin. — A, H Obftrfcftndl ger Fruchtnoten ron }>.i'<Stumi* otUfyn.ua Torr, au> Carpell. II ui'bHdfl: AsrOrtlW nl)»n Inftuntfr-drfts Snrh«*n trach-TKlr *d B> ukal lrt> Icilrad. if yurrsthniiri (torch IIM [riii-htkiuit'ii. /*VlKI illr iliektu Placentae. ntl atilruicbcti SamiutiTatra. — C Ob> r tfla 4 I | er y i tatitkaotvniio dwrBltUi von Sauf-fraiju tjumi L. -U H «Jliunt i:r»liU'ilu' r t ruiliikiuuli n Jn l|d rjiltlu lull *•• Jb> IIJII tfniwlaflf Ti, — E U ii(r rtilsilieiT FrurhiknoicB tit iler Bltit< MO JM^ate feraz Salisb.

ausgt-kleidcten <-!riffelkajjal oder Staubneg uml cnlerj ctben in der BUUliJgftCbstflID V'eise. Die Ho&chaffenheit der jit'llm <Je« Leitungsgewel*)-!* im (iriffel utid Gvarium winl durch t;i.'. -II erliuutert Nicht imtuer sind die panzen freien Gnffeldes mil den Narbenpapilli'ii beset zt. w'lr'it' dorofa ibr Sokfet die Kt'imng dor Pollen i. ell en Oder HSKnMpOraa ••• wtrken, aondern hUudg iiii nur oin kleiner TeD lies oberon Giiffeiendfia tmftande, die pliysiologische Funktion der Karbe zu erflllen, wchhalb auch geiuuier tlesor Teil allfin ala Narhe Oder nl~ ftttbaogSWoto In^cichnet wird.

Uie filliclionfirmifre AoBhreitODg der GrtTelendeii ist bisweilen für die Pflanzen insofern von Vortcil, alB sie den darunter b<todji«bcn AntK-r'n finen Sthuti gewtlbrt und verbindeit, dafi der Pollen durch vonritige Befuchtung durcli liegen odtt TSW KU nut<-losem AoBkeimen gebnictit wird. Dies ist z. B. bei /rfe und Sanacenia der Fail, bei welchen Gattungen der Bliitenstaub durch Ineekt«n abgttttnifi und auf dio Narbr; nmifrer JMU)n übertragen wird. In anderen FHllen, wie z. B. in den durch Fig. 47 D m<3 F i}lu*iti<arten, erloidiu-rt die tellerfflmige Erwaitenu: dea Griffels hi den Narlwuteil das Aiffangen der •liiirh den Wind herapgewehten PolleukOmer, Ntcht selten bemerkt man :ui dra Oriffeln nnterhalb dca mit Narbenpapillen beseUten TeiJes H&arkranze, HAarbtischiel, Verdickung'eti, tritilitortfirraige oder becherrGrmige Krweiterungen, Bei gpnaurpr Besichtigung der mit folchen OritTiln versehriipn Bliten kaim man sich meistenp leiilil iluvoii überzeugen,

daJJ dJese (jebikle an dem Griffel :ih Kcapparate oder auch als BliitensUuib sammelnde Apparate fungieren; sie linden sich gtiwDhnlicli in Blüten, doren nacti inii«ii sicfo lifTieude Antheren au einer Riilire ziiwimenneifren oder verwachsen sind, mid an' Griffeln, wclehe erst von den Antheren flberragt sinti. <Juti abet ilber dieselbed liinaus wactieen; auch k;mn man sifli iunner lc'u-lii d&VOS Hbenengen, duB die mit N:iriifij»;i(iilleri Unaaf/.tsa Teile wjlhiniil 'ley Ztut. in welclier sie durch die AntherenOhre hindurchgelien. ± test zusaniiocii-schlieJfen und nur mit Hirer nidit empfiinjTFisfihliLTin Spit* die geMnnien PollensLcke be-

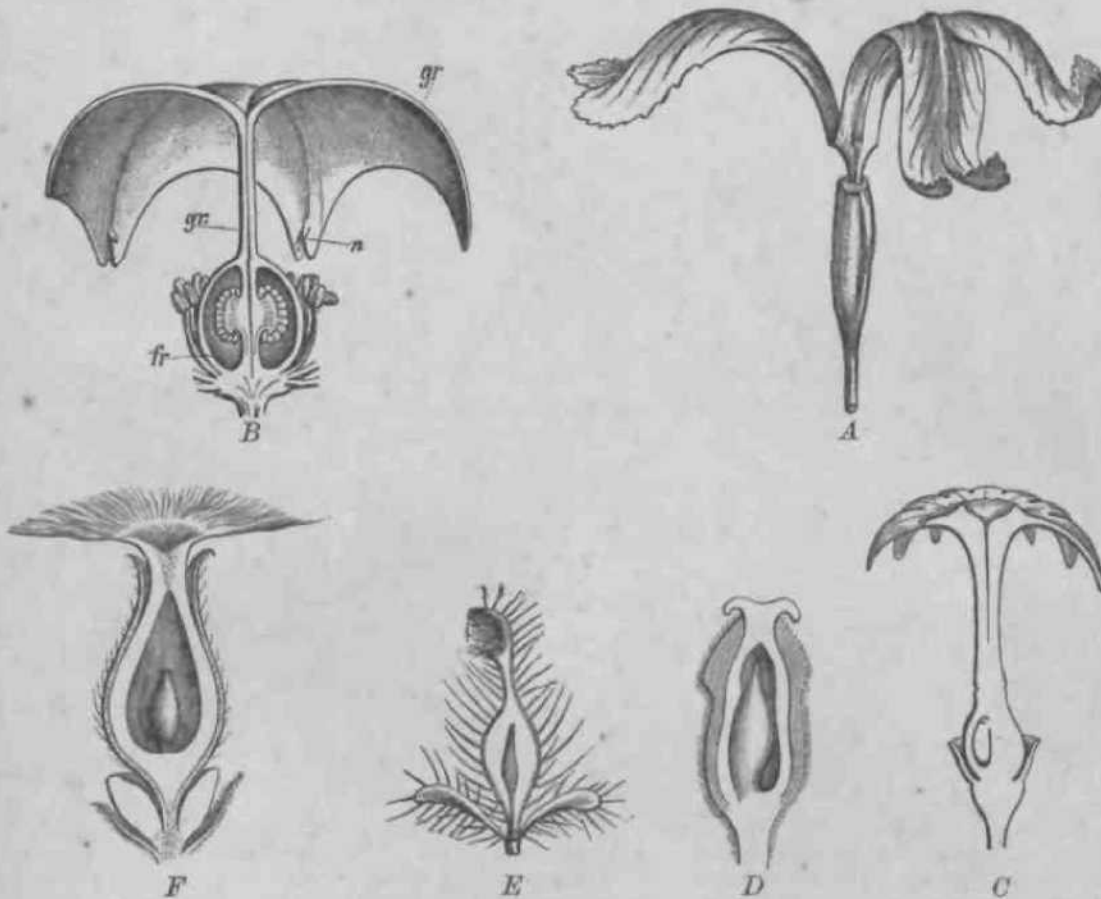


Fig. ::. EtatepUle von Stmnpoln hall iii>t.t.«rtJt oder etark rttorettartwi Urlffi-lii. A iri* tOMm L. 1MB OrifM iii>r iii'n sicinini nuunmtueUwndan a Pnudi.tb.tlDd tlsppls nmi tr*gen nut Outer ttaterMlta am vordera b d a iloa XnrNenpflüutig, welche durcti cJn MtlmM. nut <IIT Dtcli ob«i ftwtdAto Sette mft P«)I1110IL üCW*/'tt» lJRjipi'titiü heclwkt l>l; (iutHelhf ist. in ito.si.-r Strliunr nrlrn itcibtur. — H £*rrnc#nifi pwjwttf*a L. LKnguchniti ilurt-h pi«< mi- ; Qarpellea gtbfldrta li.nniwuHi, dl(- ft onffol veroiniut and oben l'ue liri'lif; S'IK-HH' liilili'inl. JH dcrfii s Eckec nitib antcTselta Ucdne Sfurbon iMfntfn. — O //KM crepiMl+< L. (KujiAorfjuwfl-i, ? B1Sta; die N'»rbe befnudet ilch nut Sdmitel hi ilrr Mitt.'. - /i Hbnmnu trilol(o Tr*il. ^Wo-rareart. Uogasolntttt durch ille , mate. — I Myriocarpa densi lfcr« Booth, (fr/io,ceae). Längsschnitt durch il« 0 Bltitc. — y Vlttbrmma bittgrfuUa CjiiHllcli. l'fift, •betuo. — fr l«>ut-ht-knoti-n, ,r (irlfft-l, n Xitrl»'.

rilhron, so dafl also der PoUeu dersolbeii Ulute wolil an den Feg- oder S&mmclapparat, aber nieitt aif die Narbe derselben Bliite (jelanpl. Viflmehr wirr] der aifgefegtc und angesamincltc Pollen von Tneekten abgetroifft uud auf die geöflneten Narbeu anderer BIÖten gcbrsdit

Sehr luuufig sind die Narben dcullich(;r voni Oriffel abgesondert und manni^tach gestaltai. Es ist kaum nfttig, hier alle die meiBtenn leicht versUndlichen Bezeichnungen, welche dio Oestalt <Jer Narben bctreffen, aufauffihren. Dagegen sei darauf a«fmerl.sam geuiacit, da13 rliejenig«n Pflanzen, deren Blüten von Insekten besucht worden, und deren BesiSiHbitDgsjfrO3'tfl durch dieee InsekUu vfrnttelt wird, meist kleioe, einen kiebticipii Safl auftscheidende Narben heBitzen, wiihrend andererseits bet den Pflauaen mil unansoinliclien, nicfit der Anlockung dienenden BIQtenhullen die Narben gTo6 oder retell verzweigt

Bind und demzufolge den in der Luft herumgewellten, iStocken Pollen leicht auffangen. DttSelbe Beaalat wird aueh bigweilen dadurch erreicht, tafl zahlreiche Bliiten mit kleineren BlüMO En didltea Kiaueln ueicinauderBtehen. Wcgen dieser cinerseite der EcstSnbtng durch die lasukten, andereeits der Best&ubung- durch den Wind entsprechende Anpassungeii iiannte man den sines Teil der Pflaiizen i n s e k t e n b l i t i g, e n t o m o p h i l. Iltii andertMi Teil wilidbltltig; , a l l p m o p h i l. Zu letzteren gehOrPii flbrigens auch die Gymnoapormeii.

Die gcnaute und vem'leichende UnLorsuchbun^ der Narben ist von grOBerem Interesse, dot-Ji kiuin bier nich^pfi/irlltT dazaaf cingegangen werden. Es sei aber atii swei

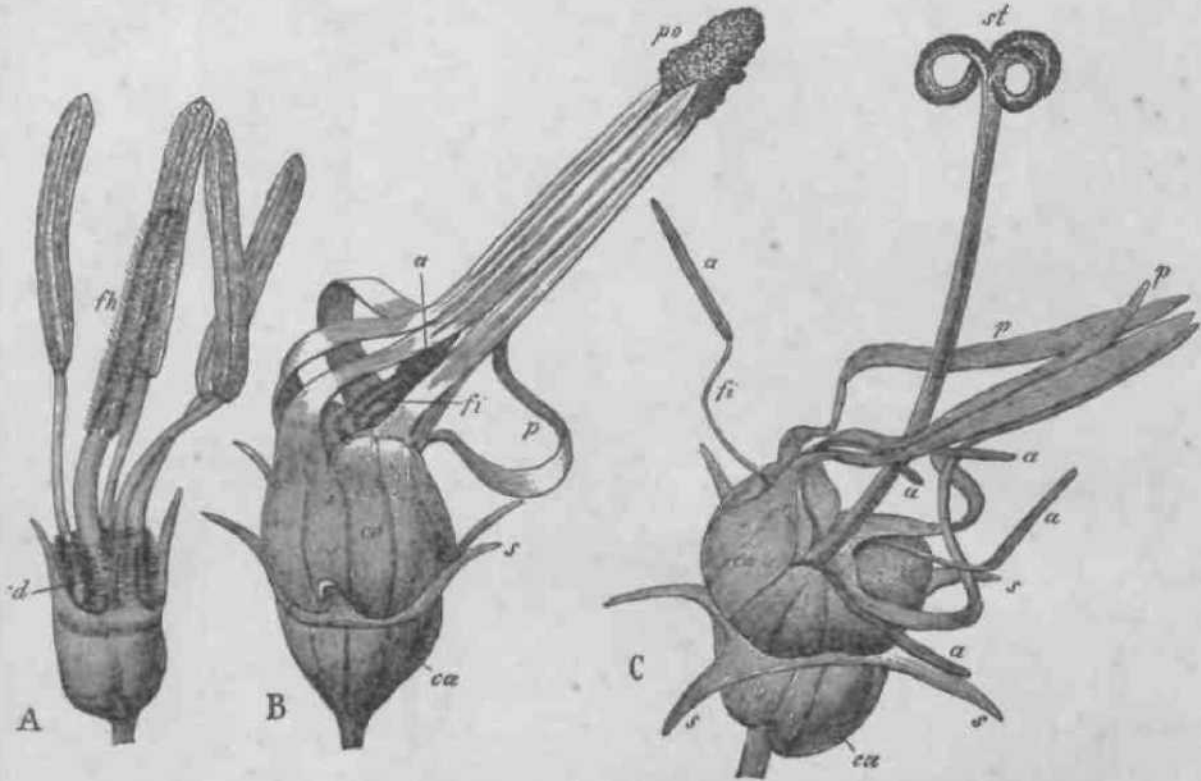


Fig. 48. *Phytolacca michelii* All. Verhalten des Griffels und der Kaibw. »ow|e der 8taniib. vor utxi nach der Bestäubung.

Knospe nach Entfernung d*r BlütenkronM, «IBM Stanbtj. und nach Auseinander. rnmir <r dM mit Feghaaren versehene (MiUeode «nschl«*«Mbni Anthwrrn. — /I Hint. im männlichen Zustande. nachdem 41* Grifcfj«r»U nit Uunta Fe*b«mr** <Ua PODMI UI dm Annieren herausgepreß bat. — C Blot* In m l W iwelUcltai) SUDllf alt tm*ykgmaotmmm At.>ct.nitten der Blumenkronne. ah>u-b««d«a and *IIMrt«w Aatkarqi nad ••rtlotsrtriUiwt^, Um X«rt>«i d*r Insektenbestäubung iiarMrtendam flillllhtoilliiitilii — m. Kclrti mit der lwttrwfDnttUai Btttmadua, • Kelchtlsti, rpfel, co Hiumtkroue, p AWh mitte der Krone, AaobfuJItfi, 4 SUBIUWBWI, J-J Tollwi. •< Narben tragende lirtreLM'tn-nkel, M4 Sntuteckn, fh GrJffeldOritc mi] An. "flfff —' iNixri Hormnnt Muller.j

Abhandlungen hingewiesen, an w«lche weitere Forschungen anlufpfn kiimen. C. Sctiwarz und K. Wehearg behandeln "li*- Form iler Stigmata vor, währiid und nach •!(T B«eUlubuGg b«i wgyoBJeotegen Fam&ieo iu Pringsheima Jalirbüchfru XV (1884) 178. V\ ichtiger Ist die Abiiiiidlutig von Uueguen: Anatomio nuuparco ilu tissu conducteur du style et du stigmatc des Ptianerogames (L Monocotyledones, ApSudea et CbanopAtileB), in Journal de hotntiqtie. XV 265, XVI 15 (1901, 1908). Der Verfa^er untersuchT s«*wohJ das UBSU cotleetour dor Narbea, wie da« tiisu coDduclcur der Griffel un«l Uv&rien und kommt dabei zu RcMiJtateu. mitfy zeigen, daB auch dieso ^erhUtnisse in der Syst^matik ula Grundlugen fur Annalnte verwaiKlsfhaftlicher Zusammen^b(irigkeit von Bedeutung sein k&nnen. Namentlich fi&dflit fj u r gu en eiite groBe Tin ninstimmung bei dfti ^yiujeLalen.

Der Fruchtknoten oder da« Ovarium ist eatweder monomer, wonn er nur von einem Fruchth. gebildet i&t, und dann nieiBt Ifllchertfr, wenn nicht durch Wnebennkg oder tiefes Einxprinpn der Kflit* »faJsche« BohcidOWSo.de entdeben, oiler er ist polymer,

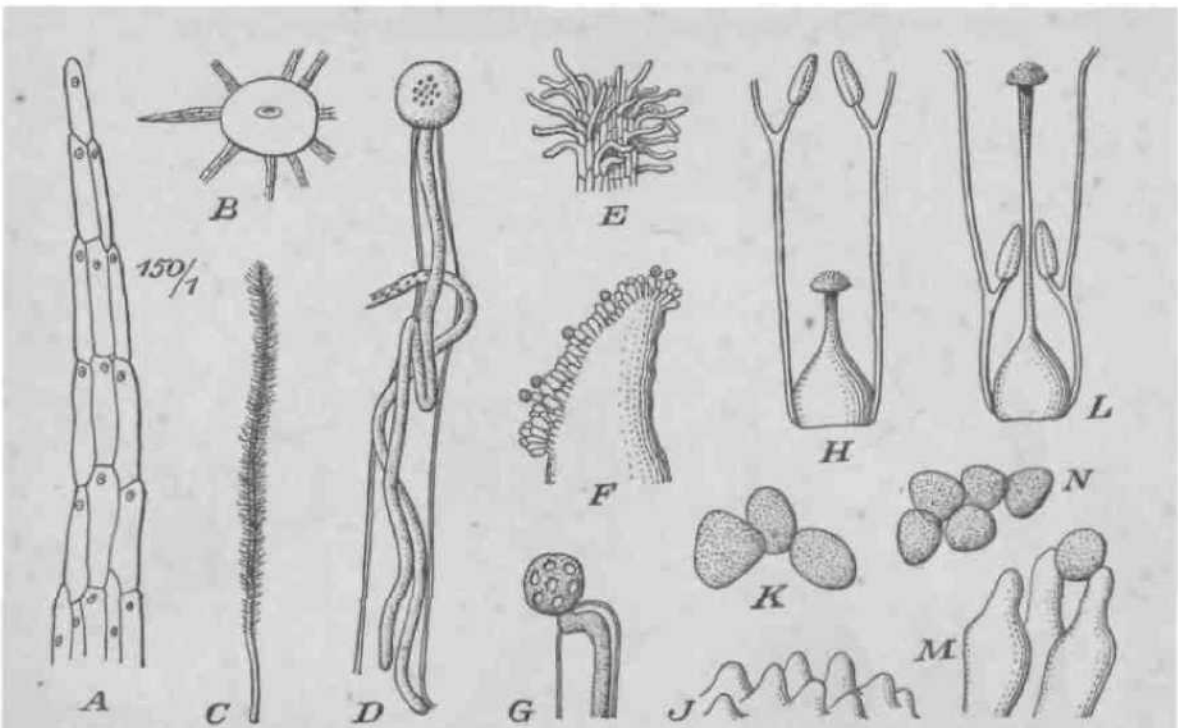


Fig. 10. *Asperula officinalis* L., Summflihn am En*ib dwQtiflbb IM 1% — /• ""> /<HTJ/<IH L_ (uerfch)Et.t (ks Griffu u win oberra Binda rait Am Sunmalhwron. — f, /> duftitawittMM odwatum L., O'Narbenast, > yOT_ dringen do* t'..li.ii.-(hlmn ii* nm NnrlltHiihtuir. — BUctrynu ttatftttttm* L., Ti-il dm (fBibwttoIWdnta BXH clvn Sammelhaa TOi — >. S JUTmemmtimm ofitw" Mill., fScbetto] efni • I wp* 11^ . <l l'apilic od*rrtnnncichintr mit i!Ilum ki-iiii.ii)-l<ii Cullfiiktirli. — II—IV frinmli vteoda Hillici-. Bf, .', A' Ti'Uf tier kBTEgrttfelIgcH lllllli-, l*—A'Tolle Jur intiKKtlffolfirii'ii BIUU', J, it Nnrli4=ii]iiti)lh-li. -1 -ft nvti ii u * i]ii <in, ff—Jl iin: !i Obodat)

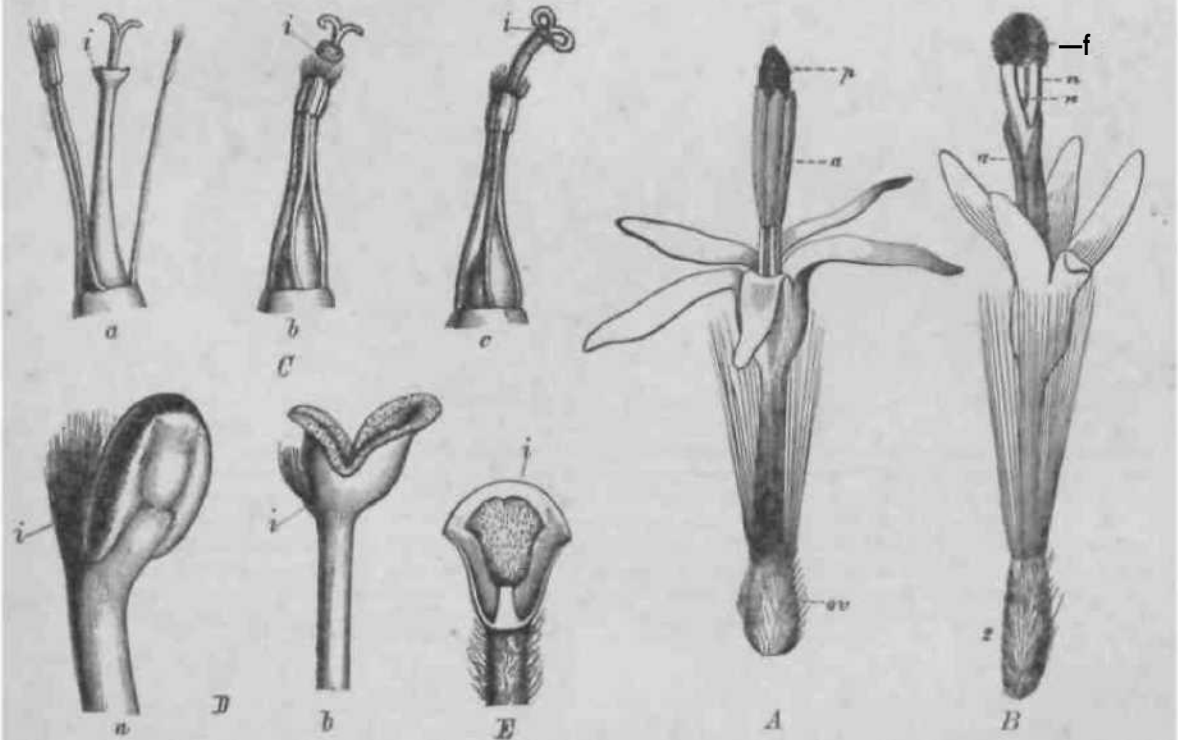


Fig. no. Bftlspric von ErfrdlungL'H odor LofaUet) fW'tuiarunwn && OrttfQa, welch* n.) Bllrwtcuappiralo oder Fc(t«ppfrntc dlenea. .t, / (Attu Ihtotjfrut (L.) BernU. .4 Blute liti eriten (TiLfiniiUtdiwi) Zncnd, /* BIUti (m Kvreitcit (Wi>Ihlichpn> ZimtiHld. ti NiihriTiimfjillpn, jo Pultwi, fVtgc&mnea, n AntIi«rcii. M FruolltbtOtOL — 0. If.uik.f.niji cbUU i P*n.sl iL^thioilfit^ . a BcHhuffentH-ft cles OrftTo.N In dur BMB RMCiblonMien Biiite. du vordsre siJiuib. (at i-oi) <IP> hJntewD losgetrenot; t uml c dnrQrlAl «acb ilem Hwvasb eten nij" der VIPH iii'ii Anttit'i'ti sciitlili-icu Biihra. nil. t*-i)<«rf>milge Brirelterang <ic> (iriffuin (0 tit tad f< inn! c mlt FolLeikSriii'rn bOMtet- — /' Iif*rr>*ittulHn (QuattolayMI) a f.. hihhn LJTHU. Bill gWf alossenene Grttf«>ftioiik*lii, *> A. furmtin It BT. mlt iifOfnried Sohiviki'lu. Bt'l I dpr Kfemppftmt. B Hri''sonia sericea Sm. (Iru>rtniu<mf). inlc lnH-herctnnlgfr Krwi'itcmft tins Griftf'l*. wdohe tUMO S w b « tragen- dull Tell uimi-iiilrlt. [A, 11 a>cb Hvrin. MuU<r, C tini'lt Urlmti, D, 8 ntofe Sic li ill i|<| n.)

woun er von mehreren Fruchtbl. gebildet ist Wenn deren Ränder nicht oder nur wenig nach innen gebogen sind, wie die Blattränder einer klappigen oder eingerollten Klappe, so bleibt er auch lfächerig, und dann pflegen die Plazenten häufig wandständig (parietal) oder auch zentral (scheinbar axil) zu sein, indem sich die Fruchtblattbasen in der Mitte auf der Achsenspitze mit ihren Samenanlagen erheben. Wenn aber die

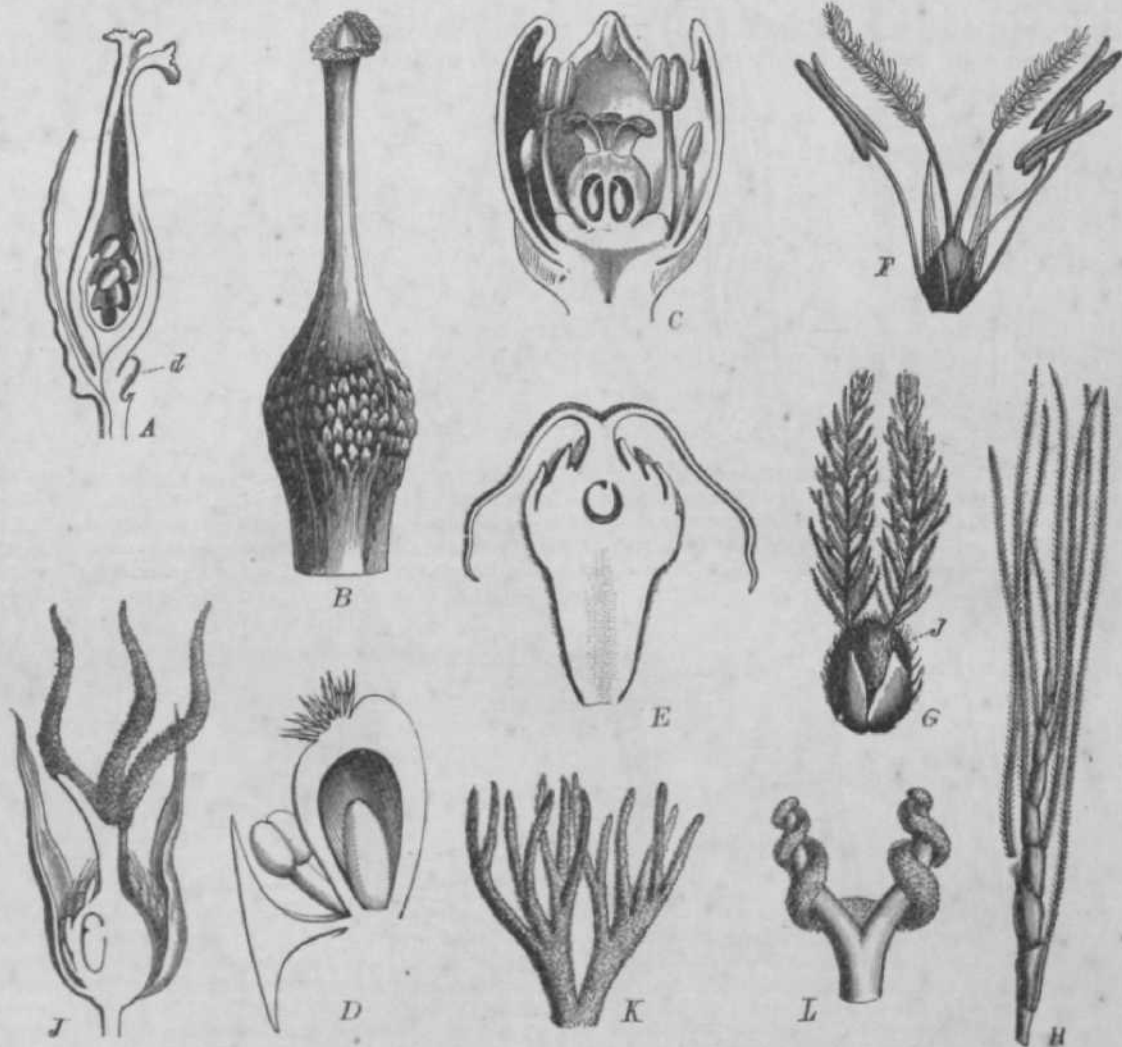


Fig. 81. Verschiedene Pflanzengattungen. A *Sida* (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven). — B *Fouquieria* (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven). — C *Spaalmia pumila* L., Längsschnitt (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven). — D *Peperomia blanda* Hb. K. — E *Antirrhinum toxicaria* (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven). — F *Laharia minor* L., Blüte mit röhrenförmiger Hülse. — G *Trichomanes* (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven). — H *Begonia* Sect. *Rossmanni* (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven). — I *Begonia* Sect. *Rossmanni* (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven). — J *Begonia* Sect. *Rossmanni* (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven). — K *Begonia* Sect. *Rossmanni* (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven). — L *Begonia* Sect. *Rossmanni* (lurch die *Q* Blü., zeigt die beiden zweltappigten Nerven).

Känder weit nach innen vorspringen, wird der Fruchtknoten mehrkammerig; wenn endlich die Vereinigung der Fruchtblattränder in der Mitte erfolgt, so wird der Fruchtknoten mehrfächerig. Die Zahl der Fächer richtet sich in der Regel nach der Zahl der Carpelle, wenn nicht einzelne abortieren oder durch Wucherung von der Rücken- naht her falsche Scheidewände entstehen, welche die Zahl der Fächer verdoppeln (so z. B. bei der Lein, bei den Asperifoliaceen und Labiaten). Ferner kann der Fruchtknoten unten mehrfächerig polymer, oben lfächerig sein, oder auch oben in mehreren Fruchtknoten auseinander gehen, je nachdem die Fruchtblätter nur unten zusammenstoßen oder überwärts die Fruchtbl. sich auseinander biegen.

In der Regel entspricht die Zahl der Plazentan*) der Zahl der Fruchtbl. wechfelweise in der **Bildtrog** des Fruchtknoten« totalen. Wenn aber die Fruchtblätter nur am **GdM** nach dem **Zⁿntnini** der Uliito bin gehogen sind und **defie** basalen. Teile der Carpelle geii. **z** itig mit der **Blutenadise** in (die Hilie wadiseii, wean ferner dieser Basalteil des **tyijueum** * allein Sanieraul; i: < i > erzeugt, dann estetaht eine freie, zeeirali Plazenta, do man nicht Jms< di. win **vielo** Fruchtbl. an **inter** Bildmig **Aritcil** baton, so nu)n< > ni) i i i **111** / • / M u' - i < > ae und **afaxelneo** **CaryophyUaceae**. Ks kami dann **ferner** **iet** **F*D** eintreten. ilaB im < inin < le r f e g Fniehrknotetis sich die Plazenta nur st'lr w< nig erhebt, und

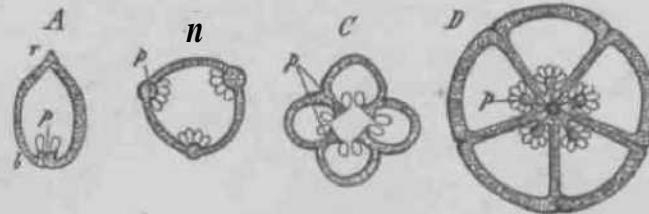


FIG. 52. SebenuttlaoM QnardtmAiaailntltc ma Einokkaiotwft. A monomer einfächerig, r Rücken-, b Blim-liiht, > riii/iiln; / polymer eluffHctiorlg; Ofii&fmit mehrkammerig; D polymer_mehrfächerig. (SxchBU)

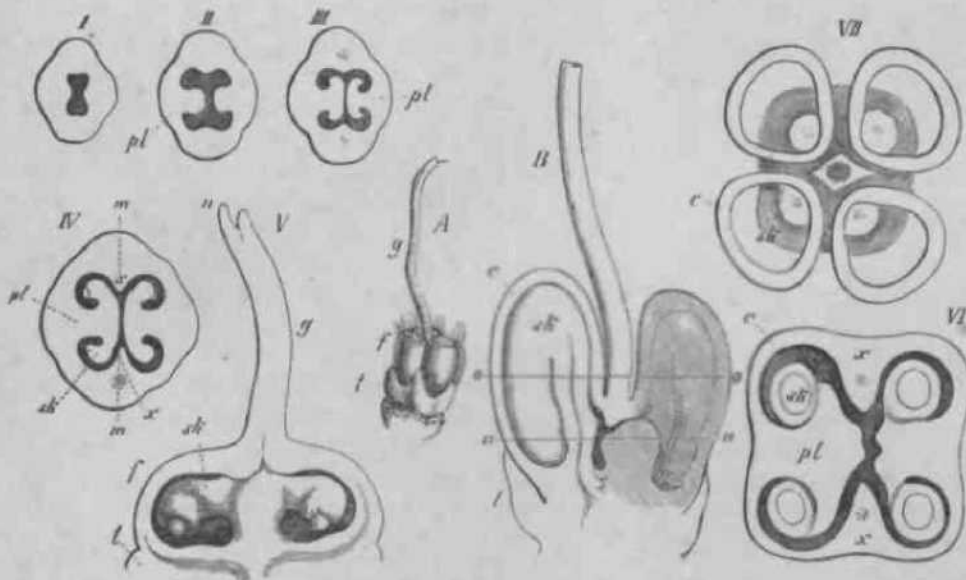


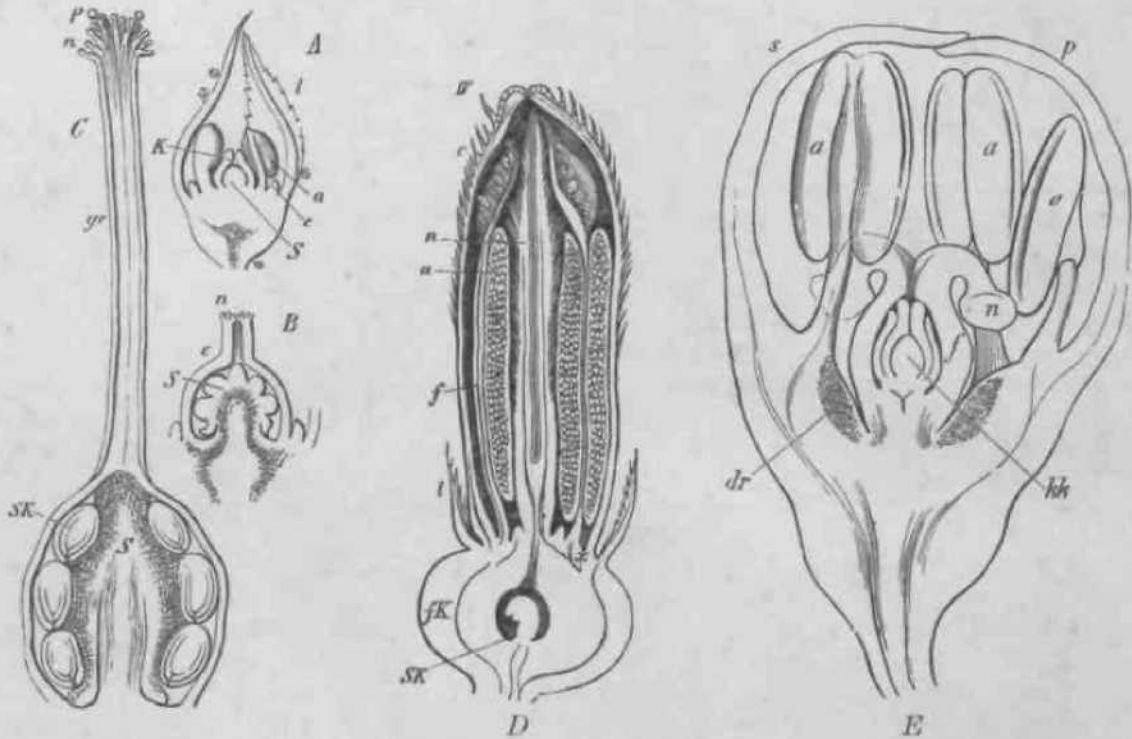
Fig. 53. Elhwrlfcliii- ilc: I'm* Uiku.pl. ni d(jr IjitoliiKf l'Mvmti fmgHt Wi[]ij., zw DumouBtration der Fächer auf < turch hlsbc sddilewKinlc. — ASTi-r mi< h der ReQwnfolge von / BU V7£. - A 1* et a in-fruchtung&hl onyteom vim >u* n gesehen; B < ln solches im L& pssohnlt. Die Unlan , > and x i. i : > .(c).c>itn:ii don II(ITMIIIIIIII'N I// uixl' 17. — Es bfltfWtti /> 'Hi' Fiazotila. • die tfttlMhm ScheidvwAudi. / ril.-lni' dH triil>tUiinti'ii'«. »(Siiniiniiln'n', r Wsud ilos OujMlla, (Diskiis, « Xarhc Die auf diese Weise enMtgtn srtfnifiiu .L. irijii,iki,iii,i. «.i-ii.t. Kiitnsi-M fauaa. (RMB Siches)

nur wenige oder auch nur eine ciniige Sanienanlage trigt, Man hat dann immer dnraii festzuhalten, dali die endstündi{f(?n Bliitter der BIUteiuLclise, welches die Finchtb. sjnd,

•) WichtigcreLHerstur Qberdio Plasentatton: A. Braun, Btim^rkungen^liln-r rimuatOnbUdiing. in **BitSBngsber.** d. hoL Ver. I. d. Prov. Brand™burg 1874, S. 46 ff. — L. L'uUkoviky, Oher Hazenten und Hemtnuigtntnctuitgeii dor Cnrpelle, f&tzungsber. A. k. bflhia. **Gese** Lloch. tt. WisnenRcti. m I'rng 1875; Vyrgeicheudi: Dfrntt'Lluug tter Plnz<ntt<ii in *dv*n PruchttnohTi dor riiiiiTi'ciilit-ii, **AbbandL** der k. b&biu. Geu. d. Wire, tu Pr<^ 1870 **fVL** Folgo 8. Bd.). — C v. N fig o l i, TbeorSe der AbBUinungilehrc, S. 51S—513. — S a c h s, Lohrbiuli der Kntanik. alle Aufl. — S t r a & b u r g e r, Djo An^ospermen und die cjjynuojpnerien, 1879. — Ooohfll, (Jrundnigc dor .SyEtematic und specielen Pfliuucnmorphologic (1883) 490 ft. — B. Srlift-f'-r. Beitr. ZUT Ent>vjckluigiiffB<ehi:(litc rW Kruchtknotpns uml der PLuzenten, Flor* LXXIII (18H0) ffi—104. — G o o b o l, Orgimoffr&phU' der Pflanz, I.A<(l. **8.1WJ** (1901) 541, 742; **LAnfl.** 8. Tei) (IMS) 1621—1C20. — R. Wettatafn. Handb. der system. BoU, 3. Aufl. (1924) 487.

mit iliren Basalteien und der BIQtenachse vtreinigt stud, wie ja iiborliaupt das Blatt nur eine Ausgltederung der Achso ist. Unter solchen Umfitiinden kann es vorkomtnen. daU dio einzige im Fruchtknoteii Torhandene Samenanlage in die direkto Verlangerung der Bliltr-naciisc **ffffit**

Diejenigea, welehe nur gelten laasen, was der Augenschein tier Entwicklungsge-schlichte lelirt, nelimen an, dafl in solchen Fällen die Fruditfo. die Funktion, Siunetmilagon zu entwickeln. cine Funktion, welclie wir von den Cycadact'eii an his in alle Ahuilnn^eri **der** Angiospermen hinpin TCrfol^en kflnnen, verloren hahen, und daB liifir und da pHitzlirli die Erzeugung der Samenanlago von tier **BMtenXihM SbeantomBiea** worden »ei. Am lehr-reich.Hteo Jst **ZUT Bevrtteilung tmet MerhHhume** das vergleichonde Studium der **Gynäzeen**



Flur. %t. Beispiele von zentralen, freien FUKamtan itini imji>I*t*nil!^>n Suni^unlm."ii . I - I *Anagallis arvens* L. I ;iiiiitta BIBtsnkiKhrjir Im tJInmirhnLlt: I KeUrhb.. r BlmiMttknine, *) VittlnT-«. t FrBcht-kncitr. S PU*21 ia. - B i |M *riwr rMwflnrllt tiysOUmm Mih AnkflAf det XMk it «»! der Samenanla fe M d«r statnlen PIHMrtK, - ' IIWID Btfnchtuiiic rltlr GjtMimmm^ /> P»n«wfk>nt<r ixuf (lit Narbe s. gr Griffel, S PluriiU tuli dm Suptyiuilun) OT — tt Lluftt-tbnlu durch ttiic JIHKD noch Jm IM^B> BUto TOO }Ir!ij>t*,t mm L; J Jrr JirJt-b. * Staubfaden, s Antheren, s das Ili.^ii-stück (fr BlüßifilLtr^««orflhr*. (T 4w mbnttdlco Pnwhtk, oten mit der S4«««ol age SK. — *Rheum undul tuur* I* t.lngwi'lmitt der Hiutr. • at* B •... iaAcrtin HULLkreUe*, p rlu soldi es des Inna, aa 3 (li-r 9 JmUMWU, fi u I'ruilvKn.) •en, n die Narbe, Kk Kem ik<r ifruril*tAiiihuT'li Siituanlage, «...Inn I)U*fim<wel>< Am Pulj il.r Fluin:uU i)ic N.'ktarlcii darstSIAE (Nach Saecus)

in solclien Familien, bei dentn selir verscliiedenartige Plaxentationen vorkommeii, wie **fcB**. hei den *Caryophyllaceae*. fjoebel bat in neucster Zfit (OrgaimgTajillie d(r PfUnten, •2, Anil. lit. f r.WJl EL 1626) aicli Qber die sicli hioran auschicQenden Jiuirachungen folgcmlcr-malicii jrcjinBirt: »Wifnn wir *tins* die C<iti: Liphiceuta ersetzt denken durch cine **AioZgl** Samenanlage, ao wird dieee Samenanlage als .feraiinalee¹ Cebilde prsthiion, das am Eade d(r **BlitenMfaM Iraftdt**. **Dte TOrglefafonde** Betrat'btung sieht darin nur das Ende eines Vorganga, der rait deutlich einem FrurhtbJatt entepnnpnden Samraanlagen begiint. Dt-ren *Vuhl* wurde verringert, und **Venn** die Ausbildung der HjuncnanJsgo ffegeflber **dei** do* Fruchtblatt^ **o&gr Her** FruchtblSter zcittidi **gefOrcfoft** ist, &o wird leicht verst.indlirli, daC man sic als axile betractilen ka»n.«

Ala Ergebnts unserer Ausftihrungen Qber Plaxeniatinn Ulfit sich sagen: Die Satnen-anlagAn zeigen in vielen Gynaaeeii ohup woiteres, dtQ pie Produkte" der Fniclitblätlor **stnd**. In andori'tt tritl dies im **Verlfinf** der Kinzelentwicklung nicht hervor. Aber diese Fälle lassen **rich** auffassen ats Enttg^lioder vnn Reihen, die niit l>!.ttt.l>tirtigon Ssunonanta^en

beginnen. Es hat eine Abkürzung der Entwicklung stattgefunden. Stellen wir uns auf diesen Standpunkt, so besteht ein Gegensatz zwischen vergleichender Morphologie und Entwicklungsgeschichte nicht

Auf eine ausführlichere Darstellung der Plazentationsverhältnisse kann hier nicht eingegangen werden, das ist Aufgabe der die einzelnen Familien behandelnden Autoren.

Bau der Samenanlagen der Angiospermen*).

Die Samenanlagen (früher auch als Eichen, Ovula und mit Zugrundelegung einer jetzt nur noch selten vertretenen morphologischen Anschauung als Samenknospen bezeichnet) sind meist durch ein deutlich stielartiges Gebilde, Nabelstrang oder Funiculus, mit der Plazenta verbunden. Bei manchen Familien der Angiospermen, insbesondere bei der großen und sonst in ihren Merkmalen sehr wechselnden Familie der Euphorbiaceen tritt oberhalb des Funiculus und der Mikropyle eine Gewebewucherung auf, welche physiologisch als Leitungsgewebe für den Pollenschlauch dient, nach der Befruchtung größtenteils verschwindet und Obturator (Fig. 56) genannt wird. Der wichtigste Teil der Samenanlage ist der Kern oder Nucellus, welcher einem Megasporangium (Makrosporangium) entspricht. Der Nucellus ist umschlossen entweder von einem einzigen Integument, oder von einem inneren und einem äußeren Integument, welches letztere meistens nach dem inneren zur Entwicklung kommt, bisweilen auch ganz ohne Integument.

Ist der Nucellus der Samenanlage dick, kräftig und vielzellig, wie bei den meisten archichlamydeen Dikotyledonen, dann wird er nach Warming als eusporangiat bezeichnet; ist der Nucellus aber wenigzellig, oft nur aus einer zentralen Zellreihe und einer Oberhaut bestehend, wie bei vielen Metachlamydeae oder Sympetalen, dann nennt ihn Warming leptosporangiat. Nach diesem Merkmal unterscheidet Van Tieghem Dicotyledones crassinucellées und tenuinucellées. Derselbe Autor bezeichnet ferner die Samenanlage als ein ovule perpariété, wenn die Wandung der Megaspore ausdauert, als ovule transpariété, wenn diese Wandung schwindet, resorbiert wird. Zwei Integumente finden sich an den eusporangiaten Samenanlagen der meisten Monokotyledonen und der großen Mehrzahl der archichlamydeen Dikotyledonen, aber auch bei den leptosporangiaten *Primulaceae* und *Ebenaceae*, den *Orchidaceae*, den *Droseraceae*, *Begoniaceae* und *Parnassia*. Gefäßbündel finden sich nur selten in den Integumenten, z. B. bei den *Fagaceae*, einzelnen *Euphorbiaceae* und *Cucurbitaceae*. Nur ein Integument, das meistens dick und mit Gefäßbündeln versehen ist, besitzen mehrere der früher als *Apetalae* bezeichneten eusporangiaten Familien, wie *Juglandaceae*, *Myricaceae*, *Betulaceae*, *Salicaceae*, einige *Ranunculaceae*, die *Lauraceae* und einige *Rosaceae*. Von leptosporangiaten Familien haben nur ein Integument die meisten *Metachlamydeae* oder *Sympetalae*, mit Ausnahme der *Bicornes*, *Primulales*, *Plumbaginales* und *Ebenales*, welche zwei Integumente besitzen, ferner die Archichlamydeen *Escallonia*, *Cornaceae*, *Hippuris*; während es bei diesen Familien und Gattungen dick ist, ist es bei den *Rafflesiaceae* sehr dünn. Die meisten monochlamydeen leptosporangiaten Sympetalen bilden einen besonders natürlichen Verwandtschaftskreis, bei dem auch Haustorienbildung des Embryosacks eine häufige Erscheinung ist. Noch ist zu bemerken, daß bei einzelnen Eusporangiaten mit 2 Integumenten (z. B. *Geraniaceae* und *Linaceae*), sowie bei den meisten Leptosporangiaten mit einem Integument an der dem Embryosack anliegenden Seite des Integuments sich ein Epithel (auch Tapetum, Endoderm, Endothele genannt) entwickelt.

*) Wichtigere, besonders neuere Literatur: M. J. Schleiden, Über Bildung des Eichens und Entstehung des Embryos bei den Phanerogamen, *Nova Acta Leop. Carol. Acad.* XIX (1839). — J. G. Agardh, *Theoria systematis plantarum*, 1858. — L. *Selakovskij*, Über die morphologische Bedeutung der Samenknospen, *Flora* 1874. — J. Peyritsch, Zur Biologie der Ovula, *Festschr. d. k. k. zool. bot. Ges. Wien* 1876. — E. Warming, De l'ovule, *Ann. sc. nat. Bot.* 6 ser. t. V. (1877); Observations sur la valeur systématique de l'ovule, in *Minde-skrift for Japetus Steenstrup*, 1913. — Van Tieghem, Structure de quelques ovules et parti qu'on en peut tirer pour améliorer la classification, *Journ. de botanique* XII (1898); L'ovule des Plantes considéré comme base de leur classification, *Ann. sc. nat. Bot.* 8. ser. XIV (1901). — Goebel, Organographie der Pflanzen, 1901, S. 800—807; 2. Aufl. III. (1923) 1720—1736. — R. Weillstein, *Handbuch der system. Botanik*, 2. Aufl. (1911) 440—444; 3. Aufl. (1924) 485—494. Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Hd. 14a.

Handlich gibt es Samenuilagou oboe Integument. Bei *Thesium* hat Warming noch tin rudiniHit;lrfl- Integument festgestellt; aber es gibt nicht wenige F*Be, bei denen ^JIT kein Integument entwickelt wird. So bei der Amtu-yLUdaceen-Cinttung *Oritum*, bei Sen CHacaceen *Olar*, *Liriosma*, *Schocpfia*, bei der Geotianawen-Gattung *Leiphaimos*, den Rubiacen *Houstonia coccinea* und // *iongifoHa*, bei iorawMiws-Arten, sind zwar bei £. *sphaero-*

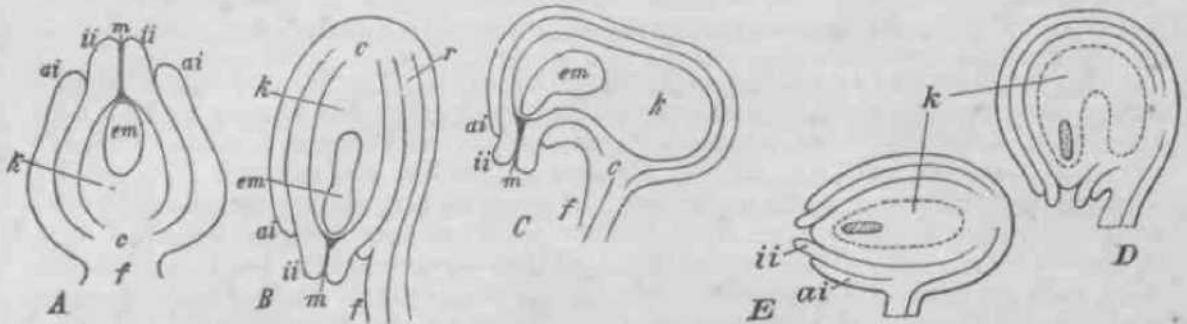


Fig. 55. Si-In-tuntpfHir linrtiilliKiir von SnuüMtlftplfn. A ftBdlflitrip (ntrop tutor orthoinip); It ((ntri^i; (' «UHL»vJi)troji: / inipiiltrip; /* lu>liini>AtrAp; f I'liiicillW. t CHAlrM. <ü ifliBfrs, i7 hill? roe iTitepilli-nl. in M'krii>rli>, A- K^riigowebc Oii*r Nucellus; gai KintiTyositet, r Rlmjilu!. (Xnoli Prmitl.j

carpus an freier Zcdtralplazenta, welche spiter mit der Wandung dps FruchtkunteDs **ver-** wachst. Hingegen konnt r* bei *h. pmtandnu* and **VUam** r r>:it einaiAt lur Aue^Hede- runir voji Nucellpn. nondcm & entgeheo die Meptsporen odor KnihAn-itckc bj **dem** (ifivcbe unterliab de.^ Fruchtkntens, oboe d*£ **Plaxeaten** gobildrt werden (i. **tseb** AbscJinitt IX, Befruclitiin^i. Koch weiter peht die Reduction b<i *Balanophara*. wo die



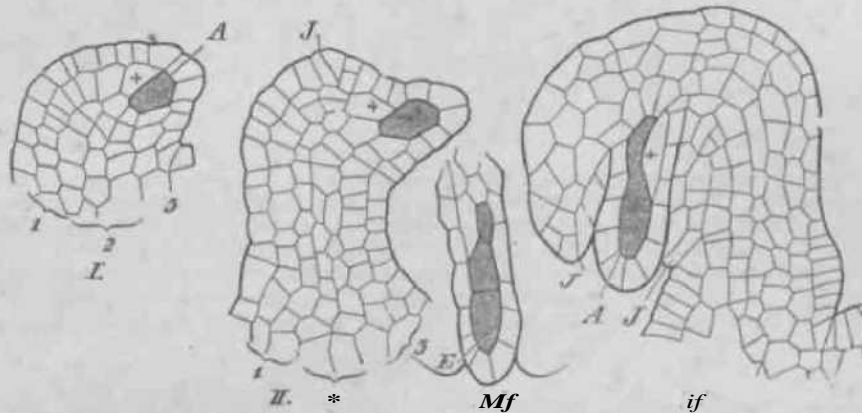
Fig. 56. Linsrwhnltt durch eM Junr< Samenanlage run /...!<«*communis* L. obt Obtur- rat<ir. rt arntiruU. f' Funi- culu-. # L*!l.bnndrL iJ Inneres Integument. Beres Integument. (Nach Schweig.)

guuw \$ **Blate** aais tincin wenigT^lligen, **stnfenförmigen**. in etneti lanfrpn Hal? eniVndrn Kftrper bett<bt, <fr im Z^ntrum -n-itivs Bane:teils eiiie **af«gupore** elnarhlieBt, WShrend Treuh und Lotfly d<ci panivn Kilrper als ein narkt^N NrtrHii^ aiiPfhnt, faBt ihn Ooebel a" auf da.* StüB<*rpp **rodolzerta** ♀ **BHtl** mf.

Bei den typi***cb atugebildeten** Sameuanla^cn wird die Aiwatz- stelle »ro Funiculw oder an der Pla/t-iiiiM {label diilum) ge- nannt, ji* Basi- des Nucellus, welche nielit **bumet** mit dem Nabel zusammenfällt, heißt **chalaza**. Die Öffnung, welche die Integu- meim auf **don Sobeltd derSuunaBlage** fUrdenKintritt *dva* Poll'n- icbl&ncbea laasen, ncmti in;ni M i krnp vie, doch scldiDOeTi aiicti mitunpr die **EESder Ukropyle** (tat zuaaninien, oo dan kr-in **offener Karm!** vorlmnden **Est** %). B. bei *Cynomorium*. **GunMftj**, fvijt- nabis, *Alcifiinifla* (*Aphanes*) *arvensis*. Die Samenanlage ist gera- dl!iiifig(?erade, strop, **orthotrop**) (F%. 66^), (**rem** dip Mikrojtyle dem Nabel gerade gegentiber liegt, der Nueellts in die **Vtt&Bganmg** des Funicultis t'Mi. Die Sanjeianlage isl um {fe- *i*nri,t (gegeI an fip. ;i n a t, r o p > (Ki^ 55 ff). wonn der **KonOu** niit <len IriteffiTiiciliu vnn **Bdfnef Bafni** an **Dmgewoodet** ist, und **dM** Intftrumoin mit dem FUIUCTIUS d<r Lunge nach an der BO- genannten **H a l i t fider H a p h P** »verwiidiffln« zu sein scheint. Eine **Verwachsung** lifet alifr ni'ht vor, sondeni durch dip **Krümmung dec Tuniculus**, **mdche die Spitze dea (Taceflua Bine Drahxmg am** 180* nu-fihren lilBt und dir^t- so neben dpn Ponlcohu versetet,

wird auf der Seite, an welcher der KnoeOiu dpm Intcinimeot spätfr aoBegt^ die Eat- wicklunjr detj Istegamdnta pehemint, wlmtd dto konvwte Seite <I<T Rtm^nfwiag* in Qrtsa W-ichsiim stark gefOrdert wiri Die **Sam-eianlaji*** heiflt kmsiinl&iitig (camptotrop, campylotr« p (Jig; B6<), wenn der Kncetliu famt rlen In- tegumenten **Bfilbst** jrckrUimnt ist, abrr lobwadi **Odici** vach finer Peite stärker, liin- gegen ninphitro > (Fig. 86 CJ, wsnn der **Embryosack tmfiEdantOraUg** nach beiden Seiti n stark gckrllmmt let, **eodUcfi** bemitTOj» oder hemiiuiatrop (Fig. f>5 B), wenn Nuo«Uus und Inu?g;uniente voni FunindtiH um 90» abstehen. Bei den **anattopen** urn)

camptotropen Samenanlagen hat man nofih zu berUcksi*^{stigen}, at) die Uiuwendig oder KrUmmung derselbmi mush ICT BaMs, nadi der Spitze oder <K r Wiindung bin gerulitet tat; difl Saiuenanlugon werden mit BOeckstab cferanj aJs apotrop, epilrop und pleurotrop bezeidmet. Ferner hat man hlerbei auch auf dii« Lage tk r Raplie zu achten; dieeelbe wird dorsal gcuunrtt, wenn sie der Hwckenseitb ties Carpells, ventral. Trenn sie der Bauchseik: des CarpeUs Oder der Carpelk: /ujrekelirt ist Die Mikropyle wird auch bei dom VorbandeiiBtiu von 2 Integuni^iuu-n niclit sclt*n uur von dem inneren gebildet; aitud beide Integumeu' an Hirer BildUDg betefiigt, iJanu imtfrsclieidet roan em Exostoin und Endostom. Kin ofTencr Kanal. dor hei don pOfrOgamea Angio- bpermen vom Pollonschlauch 2«ni Vordriupcn nach dem Embryosack und der Kixulle be- nutzt wird, Est bei violon Angioupermen (siehe iintor Befruchtung.i niclit voihanden. Bei manchen Pllinien ivird von der Plazenta (Eupborbiacten) oder voni Fruciilknoten am AuBWuchs flber der Mikropyle gebildet, der bieweilen dicse i>rr«iifa.rtitr Jtnstlllt,



Via. br. KniwU'ktur-K *Ji>rr un>tpBW«iidet*ⁿ Suneiuuitajpt vim Vm^matm pfo+nitw* t., in axilem Längs- schnitt. t !ole Samenanlage ist ein kleines, am Prurthb. enl |. InBrml<^ ZSpfrh'rn, <1«MM Längsachse durch stillftavt « »sch.liini «lrr konvexen (Bttta rtw»» fdul—u lat- J ii»» .Vrchtwpow wJrr itlr Mutir- zelle dnr J K'-iin ielle, des Embryosackes, vergleichbar einer Zelle ain n^, afl, r, f> /''. vdofoe zur Mutterzelle von ♂ Keimzellen oder Pollenzellen wurde; + neben de' K)Ti*ry»^*^kni'JU' rfe*11*! I' legende Nucelluszelle. — II Älteres Stadium. td wlfh. am J die Anlage des einzigen Integumentes. — III Embryo- sackmutterzelle mler Anth>, vor in L-*(T«ciil«-«*dl«n K-elt, von denen die untere zum Embryo (1*n"ck aim wax U*kro»por* wtn). — IV Noch älteres Stadium, in welchem die konvexe Seite durch f, rli- liti!<PtJ:tfS htsrkvrrs Watliftum ilch aeeh Dnbl lp tulliuut bat and tin-. Infi KUincTit mfU'lit^ i miMurtftn Ut. [Niii-ti Wtirm (ii ft.)

D>i« Entwioklungsgeschichto der Samnanlage zum Sumon, deren Kenntuie zueist wceenUicli durch Warming (De Tovule, in Ann. s& nut). 3. sér. V. [1878]), Straßburger (Die Angiospermen und Gymnoapertneo, 1879) und JOnesor: (Om embryosilcken? utveokling lios Angiospermema, Lund 1H81), nach dicBon durch zahlreiche andere Korscher*) gefiirdert wrnda, geht beiqpiebnrotse [otg<iid,(TmaQen vor sich. Zuerst entsteht an der Plazentii pin kloiner HOcker, indem sich Kpideriius unrl dar- uuter gelcgene Zellschichtn eiuporwftlben; der itntoro Toil des SOTiken viirrl zum Nabel- H t r a n g t, der obert* zum N u c e l l u a , wcllier ebenso wie ein Pollenfach einer S p o r a n g i i t m a n l a g e x n vergleichen tat Hia seiten bleibt der Nucellue ohne Intoguubntc, wie bei den Lorantbaccen und Balaii<i|,ln>r:uleon, meistctis wird er weuigstens mit tinem lute-

*) EB ««ien nneh erwllhnl: J. M. Coultcr ami Ch. J. Cham l>or l si n , M^rpliology of Angiosperms, 1903, 1908. — A. ErntJt, frepbnissw nniirr^r Dntm. liber den Kmbryonat-k, iu Verh. ncliwcia. naturforncli. i;:38.11-ih. 1908. — T. M. Cou l l « r, Keiat. of H<gus>ore to Embryo- sa • in AogiopermB, Bot. Gai. XLVI (1B08). — B. Palm, Studim fiber KoneirukUon mul liti- wik lung des Knibrj'oaacki, Stockholm 1915. — K. V, 0. Pftblgtsa, l>er Embryoack v<m Plumba^,llArkiv f. Bot Xiv flSIB). — P. cLaussnn. Bemariran^ zu .[<T Arbeit Dahl- grens, Her. d. deutsWi. hot. rsee. J919. — J. L. Rutgers, Tti^ female gssMtOptyl "f l>gi*j- sperms, DIPS. Dtnebt U68; Rrliqu. Trexibianaa, Embryosac ol Kodngk, Aim. Jard, bou liuten^ zorg XXXIir (1933). — K. Gccbel, OrganogTAplic. 3. kv&. W. 8 (li>2o) ITtt—17M. — P. >chUrhoff, We UaptoiJpineration rter BlatPnjillwizon (ilpJionogaiDeii Kml>ryoph>ten),

↑ Enflnre Ikit, Jaiirb. LIX (1024) 198—SS5. — Tt. Wettstoin. Uandbmli der c*M<M Botaiiik, Aull. (192-t) 487—4*M.

gument versehen, viel hauflger ubcr mit zweien. **Gnterhabf** flea Nucellue gliedert sitti oin integument aua, Welches zum inneren wird, wenn tinU'rhalb **dieS66** ersten ein zweiteB Integument, das itufiere, hervorBproBt. Durch burdening¹ des WacJiBtums aui der einon

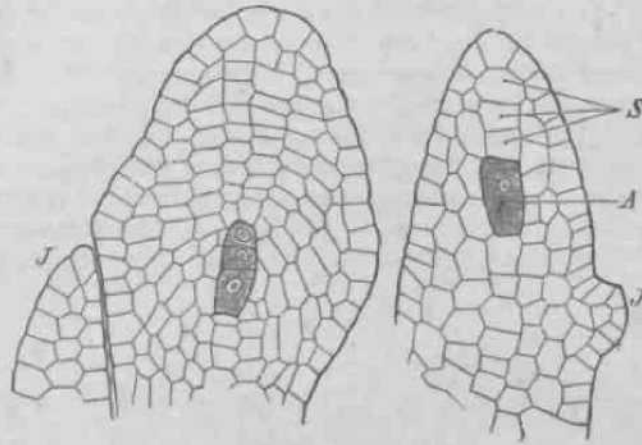


Fig. 56. Kntii'lcklunii-- dot **BmbiyOWdtffl** hoi **Mrrcarinli*** *ttmmf* Jj. In heiriun Flifuren / (In;* lu tegument der fangon **Samuutnftge**. in ikr Flpur rvuiiM A di? Xutterwile **dwSmbTTOSME**es, **Wwr denwlbon** sind dlo 3 Z41«li A' ilurcii Tollung **elnor** si-lii'hur.llr tiiiHianJcii. DnJurth Ist ille EiiiliTyowtckmntter.olio, wtchft (infl.ni.Ti uKln-f um BebiJtt] **del** Niioe ta i >-. ttefw t« **d«nwthben v«rssokt wordao**. **Sl&aguchlebt** noch mt'ir **dotch veltyv TeUmtfen** tar Ub^r A **Heg«ad«i** z«ll*m. wic **••• det n^tir link* erslohtKih** s'i. In **tatatent** Imt sitt> auch (die **BinlirjiiwiiifciiiU**nnflm in a **Toditen**ellen **getc-ill**. v«n **itam** tilt **untenta to Dbrtxco nacdrftn^od** zuui EmUryuiMtk oiler m «hter \$ **K»)mx«Qc** (>h>gMnpuru) ivlrd.
(Nach Jönsson)

Seite werden viele Sanmnaifagvu sclir frflhzeitig- anatroji Oder faiiipylotrop. Beziiglich der Einzelheiten vergleuie ninn Fig. 57 und die daxu gebdrige Erklirung,

In *dem* juiipfln Nui-tllns tritt rinri axile Zollreihe bald sehr deutlicti hervor, weicht; vorgeicliubar tst einer radutl vcriaifeiuk'n Zellreihe im **jongen PdDrabush**. Die **Archospor-**zelle ist die Mutter^eUe der **Embryo e a e k m u t t e r -**zelle, tiber wolcier AquivalcDte der Schlicht- und Ta-

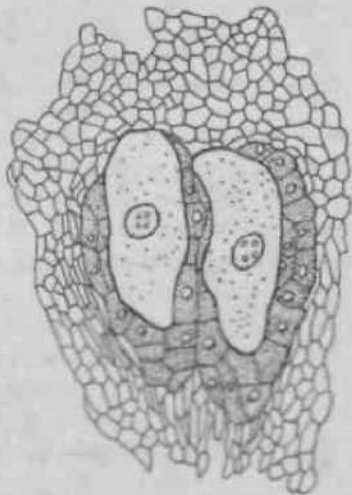


Fig. 59. *Helosis guianensis* Rich. Samenanlage mit mehrzelligem Archospor und 2 jungen Megasporen. (Nach • Ijodst unii Bernard.)

bittii/flcTL **ttegea**. Wie dio Pollenmutterzflon im PoUen-fach verglicjibar sjnd den MutterzeJlra von MikrttHioreu, *o is!, die E in)i r y n & a c k m i i 11 e r z c 11 « **vetgleichbar** einer Mutterielle von Megasporen [Makrosporen) (vjsj. Fig. r>8).

Wie &chon aus dem Vergleich der P'iguren 57 (*Verbascum phoeniceum*) und ii8 (*Mercuritifix nnnun*) liervor-Suht, Uegt die **EmbtyoSftckmwttterBeile** uumittelbar unier der Epidermis, oder sie **garitt** durch Teilungen einer **Schich**,tirllp ti« f«r HI den Nucellua hinein. Aber es sind -iuch noch **andere Verechiedanhattmi** in den ersten Entwicklungsstadien <Vf **Megas pow** bcobachtet worden. So wurden in eini^cn F.UUIJ jndirere oder **alnig«** AroheBporzellen in **enter** Sameiudagp boobacilct, nSmlich bei **Co-suartaa**, bei der es **sor fotwicklung eioer** titclir-ichichtigen Gew^ **litimm**. und vfn **mobisran BmbryoSckeaft** knmmt, bei <rr BaUn< ;h••.i. • = // *elosis ttianensis*. **butUSt bef d m** **Fagaeae** **Hdd lieluttrnw**. Uti Vertretern **dittffl** Familie (*Fagus silvatica*, *Ca• flnrti .sutint*, *Quercus*, *Bettla alba*,

Alnus tflutinona, *Cotyftus arelluna*, *tarpintu ttetulum* konnte M, Kenyan (Oontribution to the embryology of the Amentiferae, in Truact. Linn. Sou. >. «er. III [ISW] 409—424, pl. 67—72) zeigen, daB die F.ntwicklung dr> **Ajdwspon** und der **SoMchtzeneo** von ehicr **sabepidermu^an KetlMdikht** ausgeht, und d.tB **oicht** wie bei den **owiBten Aogiospeimen** e i n c & x i] > Reihe, **BODdFD** melirere lit^lion von Arclu'spor/Hien gebildet **trardfla**, die diircti ein **FafittUck** regrimsfliger **ZeUreihen** mit der BasiB des Nucelins verimnden ulnd.

In den Zählreihen des vitelligen sporogenen Gewebes treten häufig solche Teilungswirkungen auf, so daß auch spindelförmige Zellen entstehen (*CasUmea*, *Corylus*), von denen die uatren bei *Cantanea* zu Tüelieirten werden, wie sie auch im NuceHuu von *CoffiarfM* vorkommen. Sehr oft ist es schwierig zu entscheiden, ob ein oder mehrere Bporogenen ZeUtelteen mehr als die andere zur Entwicklung von Embryosackmutterzellei befähigt ist.

Vielufig-B Archepore wurden außerdem bei den Fagaceen und Betulaceen beobachtet bei *Citruarista*, *Saltaceae*, *Juglans* (Karaten), *Tiiesiuw iatermedktai*, *Loraxtnu*, *Uefl'-bonu otlorws* Waldst. H. Kit, *Capseua*, *Rosac&cn* (nucli A. Krnstj, wie *Rosa* {Str.: s-iMirger), *Gmttn*, *Rubus*, *Sttngulsorha*, *Agrimonia* (Alb. l'iftcher), *Wadstelnia* (J'i 11 ss0 n), *Erioboirya* (Guignard), *MchimUla* (Murbeok) u. a., *lieliantJctum*, *Henk im a* (Uornaceae, JOnasoti), bei einzelnen *Asclepiadacear* und *Rubiaceae*, bei

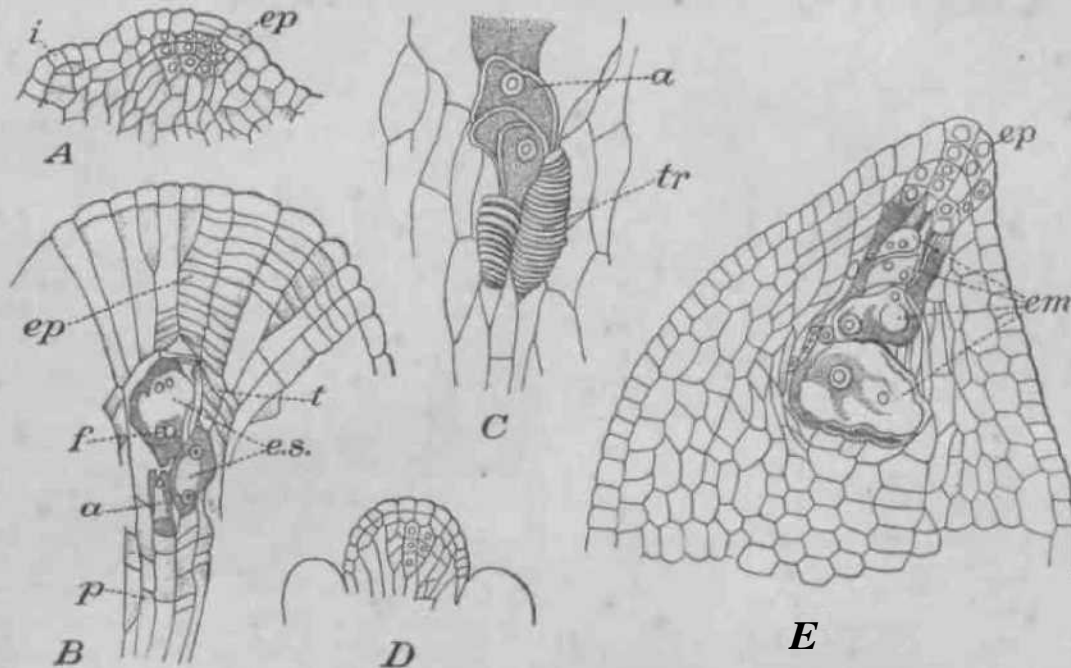


Fig. 10. Mehrzellige Arduespara n-Br »poi«-genes Gewebe der Samenanlagen von Fagaceae und Betulaceae: A, B Längsschnitt durch die Spitze der Samenanlage, die Teilung der Epidermis ep am Scheitel der Samenanlage, oberhalb der Androporenreihe. C, D Längsschnitt durch die Spitze der Samenanlage, die Teilung der Epidermis ep am Scheitel der Samenanlage, oberhalb der Androporenreihe. E Längsschnitt durch die Spitze der Samenanlage, die Teilung der Epidermis ep am Scheitel der Samenanlage, oberhalb der Androporenreihe. a Antipoden, dieselben sind beim Schneiden verfallen. b Embryosack, c Antipoden, d Tracheiden. — C *Castanea sativa* Mill., Längsschnitt durch die Spitze der Samenanlage. — D *Betula* L., Längsschnitt durch die Spitze der Samenanlage. — E *Corylus avellana* L., Längsschnitt durch die Spitze der Samenanlage. (Nach H. Henson.)

Chrysanthemum leucanihemutn, also bei Gattungen aus verschiedenen Qataddamra und Reihen der Dikotyledonen, woraus hervorgeht, daß, wie Ernst selber richtig bemerkt, das primitive Merkmal eines mehrlelligen Archisporiums nicht mit dem Vorkommen anderer primitiver Merkmale am Sporophyten verknüpft ist.

Die vortrefflichen Untersuchungen von M. H. R. Becke (Pflanzengenetisch-embryologische Untersuchungen über die Gattung *Alchimilla*, in Lunds Universitets Årsskrift, Band 35, AMelii. 2, Nr. 7 [1901]) verdienen auch an dieser Stelle besondere Beachtung. Die Ergebnisse des Autors zeigen die Entwicklungsvorgänge in den Samenanlagen der alpinen *Alchimilla* Embryonen.

Meistens bilden 12–10 Zellen unter der Epidermis des jungen Nucellus als Initialen der Antheridien eine kuppelförmige Schicht, von der man im Längsschnitt 4–5 Zellreihen wahrnimmt (Fig. 11 A). Diese Zellen, in der Anfangszeit der Entwicklung wie eine Embryosackmutterzelle. Aber diese Zellen werden nachher zur Bildung des Embryosacks, teilen sich nicht weiter und werden durch die Vergrößerung und Weiterentwicklung der in den benachbarten Reihen befindlichen Embryosackmutterzellen in 3–4 Reihen ver-

(fallgt ttntl zrrsHirt. Mituntir ontwii-kdn sich noch mehrere Alegasporen in sporogiiiiOB litjiti-ii rti-lpi:lieinaii«ler (Fig. 01 (?). itn*r inuner nur j-eine. Meis tens wenleit ilie nnteren zu Embryos&ekea {Fi*r. 61 P); < scieint ftbftf immef tnr eia Kmbryosack eiiitr Tetracta ?ur Kcifo KQ gel&nges. Pio periphedschan Kdlea d*r AreheepOM (Fi*. 01/;ap) werdss meist 7.ugftmmengedriirkk

ibitneDige Arcliespore aind zwar, wie wir ^eaclien babea, in neuerer Zf?it in nitlu geringer Zali! bukaunt gewordpn; aber d> einzel'ii,ien shad fioch liei weiteni am ttflu%:sten. Ans ihnen fdien dio autn Embryosack wvrdendsa MegTtsjtorPii fticfa aicht immer in gteiaher WeiBe lifrvor, da in doa ndstm rillen fie Einltryo^ackmuUfT/tllt¹ sn elncin Tetrasporangium winl. in amlem zu einem Tris[iorangium oder DfepoiftQgitum, bei w<Khen

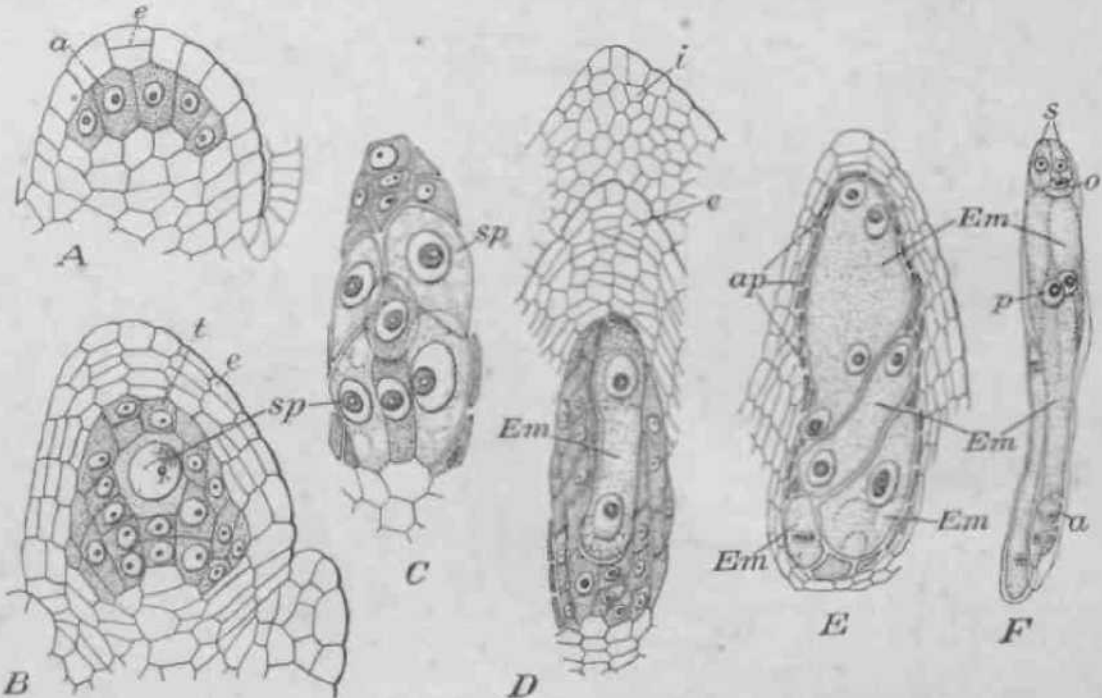


Fig. in. Btttwcklmig vmi ArebeBporeo untl BmbryortekMi bei didtmtita. — A. II A. aptiut I. /lit B AH'h(-|pitr7ill'it: <• Bpldennb tint! *m dmeSitea luuTOPgngmgwiu WandMlricht / (Weltrr vorge-:ritti-iii'- Siulhim mil uu'lirschclitlgr Kpitli-rmt-kitppe mul dr-r gxoBen Kuibi'^OMttkoiuttoncelbi up, w?Mi- nu- /IIIII r'r:riil.ryij<in-k iitftl. ^-pjiiiiTit nliisllrlit, Trithri'inl i'la MldMtID ilor h^Drti'hU/iTtn Zillnlln- ilurch V-iLTfiUrruitir finer (k-r btahoi ur/i-uuitii Uujpuiporpn ant*t>ht, r SchlthmUfti — f' -I. pii/Wfrvii* IJIII, SJOrogenes Gewebe i ull G rrrr<n Mi-u.ivjn.r.-n (/p). — D, fi L oeu&Riffwta Bt(BB. i) ML'IUUN-IC]]I]U iluili dan Jfqelltu; IntgBtnt i, Bpldembdwiipe < > urxl im iporotpnwti Gewebe efi Junfti- Emlryo- su-k i'n. — • i JIHL: KnilinM-ttoki- /.'o' In »<ncbled(tn«i Bntwl<Jtmnj>itHfHoti. FA.alpbM, rin n-lfr (oben) mil -In jllnjrPit (link- mit-ii) Km^riyosack. (A.<D M ur).i-v k.)

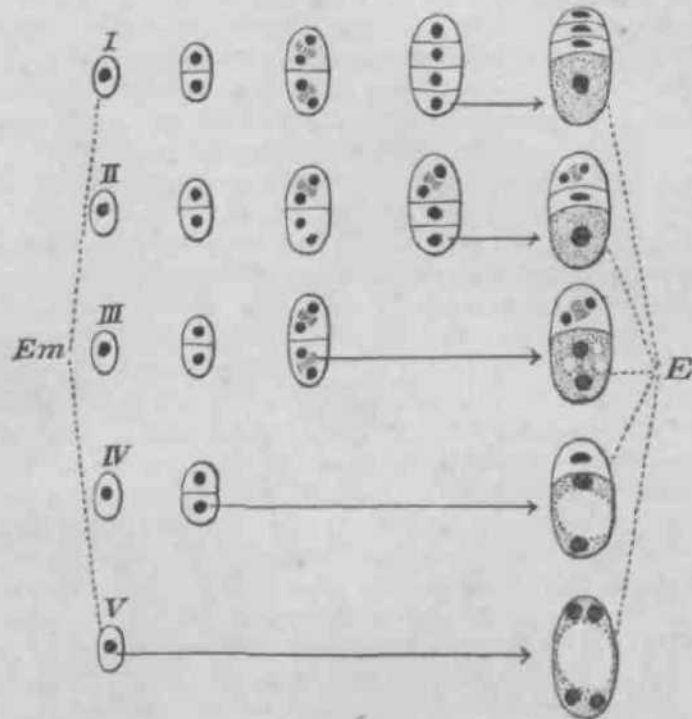
immer nur eine fpewfthlich iii> unttttte) lle^wpon >K udeteo >i<Hnmanlagen ver- drMngt und xitin Kml)ryoh.ick vfrtL Attrh kointut Bt vor, datl die ilognfinorennniler7flii' siei flirckf /ur Kegaspore fEmbryowdt] ea>tw'leket.

Wie bei dor Bttdong <r Mikrospon'n aais den rullonmttgrzelleti eiw Keihiktions- teilun; (die siefi aufi rim r lieterotypi*chen und honiootypischfin Kernti'Uuup zusamen- setz: orfolpi, so tritt, IMFIP solclir uudi be! dec BQdung 'U-r Mefrasporen aus der Mega- Bporenmottcesell alaea iltL';>-i'ri:intriumfl nuf. Boi vollkommener Tetrail* n- toilttag vprhiufpi die l>ei (l pn ?. ti r Ghr a riiosomenr PI] Uktion not- V6Hdigen Tplmij:*?n vor Be^inn der Embryosackentwicklung. w.i.i.ri ;i>r nur i' DoobterzeQea] vor *)er Embryuakentwic klung ^bildct, dann erfolgt der zweit TellungBdchriti der ReduktiOBtfttDg in i>:r kfimenden Megaepore, (L h. im Embryonck and >A x-olUtJindi? unterl>leibend<r Tetrad<nt#]jiiiiiL' Sndsn bcide dtr zur Rec'iki ion iiotwendigen Teilungm tnnftrnTb doa &mbryiMHUfM statt.

Cher (Juse Vorpftnpe d<r Knil'ryc>:iokentwiptliitip im^ dfla Arllitspor odor der Ew- UryoBuckmittPrrrllp und di< d:il' i ^t.-ittfindenden RedukSonsteflitngeB geht folgeudes von A. I. i nil >!,r>oinmene Schema (Fijr. 62) Ot>eraichtliche Auskunft:

- L Die *Em* (Embryosacknutztorzelle) teilt sich in 4 Eitelzellen, wobei die Reduktion der Chromosomen stattgefunden hat; die illiterate der Enkeizellen wird zum Embryo-Back (£).
- If. Die *Kti*, tritt sich in **sine** Tneliterzelle mit 2 **Enfclse&eD**, von denen die untere zum *E* wild. **Beide TeilungMChritte** der Reduktionsteilung sind **BO**bon vorher erfolgt.
- III. Die *Em* teilt **Blab** in I? Tochterzellen, in denen die **KWO**te Ueduktioisteilung stattfindet. Die untere Tochterzelle mit **S haploide**o Kernen wird *v.mu* *E*.
- IV. *Vie. Em* teilt sich in 2 Tochterzellen, wobei der erste Teilungsschritt der Reduktionsteilung vor sich *gvht*. Die untere **Toebtotzde** wird **nun fi**, und in **demselbeo** findet auch noch der 7veiU; Teilungsschritt «<» Reduktionsteilung statt (*Cypripedium spectabile* und *C. parviflorum*). ^
- V. **Lix** *Kfn* wird direkt zum *B*, in dem beide Klonierungsteilungen vor sich gehen [*LUium*, *litim-rn*, *trpi romia*, *S3*stosterna* und viele *snAta*e).

Worm **fler** *Nucellus* diek (einer crasiflinuedlatfn Samen-anlage **aagehffrlg**) let, befindet sich rler **Bmbryosack** meist in der **Mitt*** OCSS'IN-IL: wenn der *Nucellus* aWr kleiti ist, wie bei vielen **Sympetalen**, **rerdringt** er die Zellen des Niu-fillus, **welche** versohk'innjn odeT *gn.m* rvufjn? -Ist wtrdn, mit AisnaJune **dttr** untersten an die Antipoden ;mgrenzpiiden (so bei tenuinucellitii:ii SuiniMiiulagen). Der Embryon:u"k erfihrt fast immer rin> **bed<nt4>dfi** <)i_i(rriacbeuverj rO&onnif; sie wird in manchen II FJUlernodi erlnHit durch faltenförmige Voreprflnjre des Nucellargewebes, welche wJUierend und **Dach** der **EintwickluBg** des **Ebidooperaa** du **Nährge**webe xprkiaftpn, **wgewumto** »Eumination« **encengen**. **P"** bei *Myristica* und „lr" **cafechu**. **Es** l:ann flbor auch Illumination **bewirkt werden** dnrci das Vor-



v/it, cs. st'ij-iiut **nil- me** BrobryoetdeitwioJdnag uu dan «tozelligen Achespor o(HT i'lin-r KiiiUry<ifmrlhiimilT/>lli- wvttfBr die finlni itattftldtdtdtl U.(litLUoliHtollutii; j n. tN'uch A, Ei nst.)

den **Embryosack**, **io b<d** **Anonaceen**. — Vgl. **Menu** Voigt, Untersuchtuiigwn **Bbet** Bau und Entwicklung von Samen mit minimiertem En-In-speni?. Ann. j<rd. liot.de **BniteuiOrg** VU iiS88). — Oschnbrigg. I \m die Entwicklung des Samens **det Atea** citechn und die Bedeutung **der** Kuination, Dies. Marburg 1894.

Keinung der Megaspore (Makrospore) oder die Entstehung des Befruchtungspunktes im Innern derselben.

Die weiteren Vorgänge in der Megaspore (im Embryosack), welche hauptsächlich durch die Straßburg-erB (Oberbefruchtung und **ZdrflQmg'**, -Icna 1H78) hervorgerufene **Dstarmtobangen** klar gelegt und nach ihm durch die Beobachtungen seiner **tahlreicher Autocon** **TOCH** in **Dmn WtO&lsdafMO** Modifikationen festgestellt wurde, veröffentlicht in Kipr. 63.

In dem mehr wgrttBerten Embryosack beginnt die Bildung eines rudimentären Prothalliums durch die primären Zellkerne in 2 **MicandlsB** (Kig. HJ V). **Dvmt** erfolgt die Bildung von 1 teiltflrnn Zellkernen (*Yl*). In sehr wenigen Fällen (*Cypripedium parviflorum*) **Uelera** 3 dieser 4 Kerne das Material für den Befruchtungsapparat; in den allermeisten Fällen kommt es zur Bildung des Stadiums VI, in welchem die Bildung des **Ztflkeme**

oder 2 Zellkern-tetraden an beiden Polen des Embryosackes anzutreffen. Von diesen wandert je ein Zellkern gegen die Höhlung des Embryosackes. Aus den 3 unteren Zellkernen gehen die 3 Eizellen hervor, die sogen. Atipoden hervor, welche

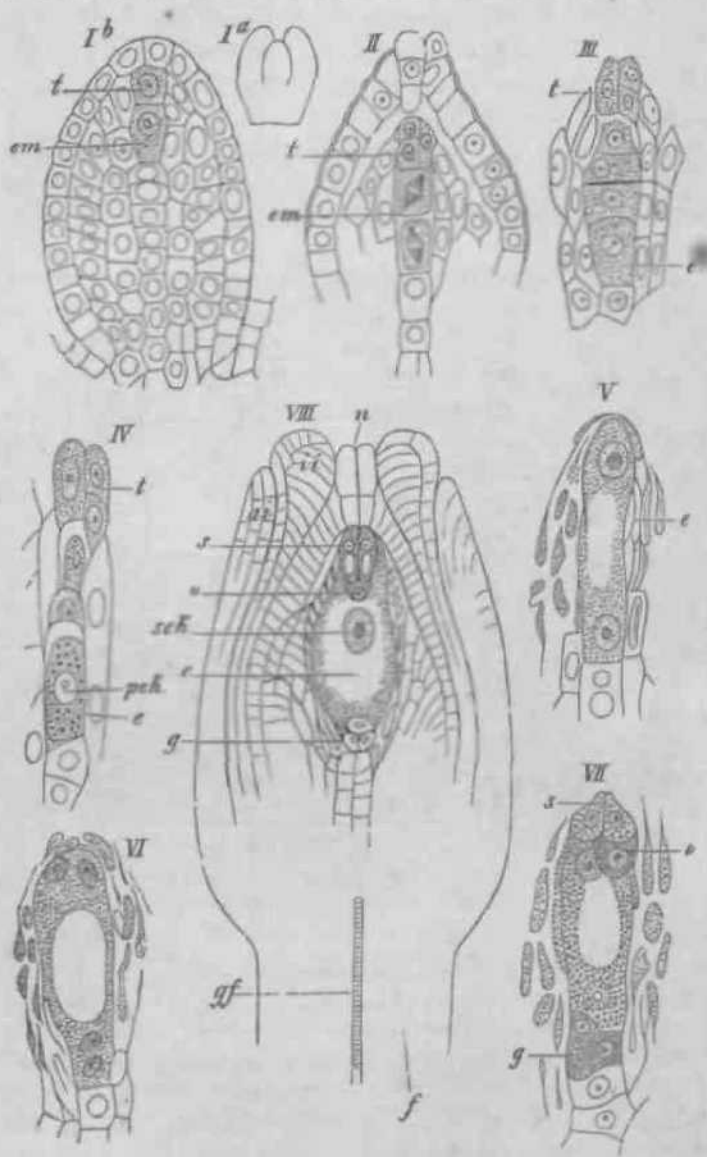


Fig. S3. Entwh-khiHK dp[^] Ptnbtyoiolrw HUC der Megasporenmutterzelle (BmbiyaaackmacteniittU) bal *Polygonum divaricatum* L. /• Laiwr[^]i'inlit ilnri'h plum Kmfbii Pruchtknoten nilt grundständi... schnitt durch Hti# Smieuii.ntn.Kc vnr Anlnir⁻¹ tier [ntetrumeub: i m die Kppajfport-finnitt'rzHllo. t elm: ScJllcbtx«U». - tlJU^{MM} fitfr diam, lu -n-iriü.in {e4« di r beiden Sallca >» mul f »frl) wh d erum teilt. — /J/ V... Jen Tsi'jittT<ll.ii dor Bmbryuwicktiuii-erzelle (wolt'b*» 4 XnUisMten rtarstellfa) irlrd ill*st ulne, h1« ilk aotsrtte, r prnlrr nl» die ndoren mul MIMt ^Jcll 'aw Kmhyi>*«k HH — /rDla V • rtrfriBi-nim: dai BmbiyewaiekBi (vnrB(oichl«r ilor Slu-kro-sjiori' h«t«osiKtrer PterHkrpbyteR Rchrottnt wlttr vw, pr/c ilor prtnAr» Zillki-rlri it»«p'lln«L CluT (llr w«lt*rcn St«Olt'« K bis VIII vergM i r. di n Text. (Nach Strasburger.)

als vegetative Zelle des Prothalliums anzusehen sind. Diese teilen sich und liefern ein mehrzelliges Gewebe. Die 3 oberen Zellkerne bilden den Eiapparat; nur die jettl noch membranlose Zeile ist die zu befruchtende Eizelle, homolog der Eizelle der Archegonien bei den isiphogamen und bei den Gymnospermen; die beiden anderen mit Membran versehenen Zellen sind die Gollifinnen oder Synergiden, welche bei der Befruchtung eine vermittelnde Rolle spielen. Die Stempelanlage ist jetzt 1-jährig (n Nucleolus, / Nabelstrang oder Polnucleolus) in der eintretenden Gefäßleitung; die beiden in VII vorhandenen Totraden nach der Mitte zu gewandert sind, haben sich zu einem Kern vereinigt (Nucleolus Strasburger).

Von dem gezeichneten sehr verbreiteten Typus der Entwicklung des Befruchtungsapparates gibt es mehrere Abweichungen. Zunächst erfolgt der Vorgang der Zellteilung im achtkernigen Embryosack nicht überall gleichmäßig, es unterbleibt bald die Ausbildung der Synergiden, bald einzelner oder alter Aatfpodensellen, es kann sogar die Bildung von Totraden um die Kerne gänzlich wegfallen; so bei *Tiliparia* (Günther, Ann. sc. Bot. *PT. XI 1000) oder tritt bald bei der Befruchtung ein, wie bei *Juncus nigra* (Kaisten in Flora XC [1902] 823).

Bei den *Podostemon*, *Dicraea*, *Latvia* verkleinert sich im Embryosack der oberste der beiden ersten Protoplasten und rückt gegen die Eizelle, bildet dann die untere Zelle in 4 Tochterzellen, die sich bei *Lavula* am Mikropylende der Weifwcrupptren, die neben der Eizelle 2 Synergiden zu stehen kommen und dieselben 3 Zellen

ein Polkern anliegt, während bei *Podostemon* der Polkern an das chalazale Ende zu liegen kommt, bei *Dicraea* aber unter einer Synergide der Eikern und unter diesem am chalazalen Ende zwei Polkerne angetroffen werden.

Etwas weiter geht die Kernteilung im Embryosack von *Garcinia Kydia*, *G. Treubii* (nach Treub in *Annales Jard. bot. de Buitenzorg* XXIV [1911] 1—16) und *Moringa oleifera* (nach Rutgers, *Embryosac and embryo of Moringa oleifera* Lam., *The female gametophyte of Angiosperms*, Dissert, d. Univ. Utrecht 1923). Nachdem das 4kernige Stadium des Embryosacks in normaler Weise erreicht ist, teilt sich nur einer der mikropylaren Kerne, so daß nur 5 Kerne vorhanden sind, von denen 3 den Eiapparat mit 2 Synergiden bilden, die beiden anderen ursprünglich chalazalen Kerne in der Nähe des Eis gelegen die Stelle des Embryosackkernes einnehmen und sich bei der Befruchtung mit dem zweiten Spermakern vereinigen.

In anderer Weise erfolgt eine Einschränkung der Kernteilungen im Embryosack von *Cyrtopodium spectabile* Salisb. und *C. parviflorum* Salisb., die L. Pace (Fertilization in *Cyrtopodium*, *Botan. Gazette* XLIV [1907] 356) beobachtete. Aus dem Archespor gehen zwei anfangs gleiche Tochterzellen hervor, von denen die obere allmählich durch die sich stark vergrößernde und zum Embryosack werdende zum Schwenden gebracht wird. Aus dem Kern der unteren gehen nur 4 Kerne hervor, von denen die 3 oberen (mikropylaren) den Eiapparat bilden, der untere im Zentrum oder am chalazalen (antipodalen) Ende verbleibt, wo er später sich mit dem einen Spermakern vereinigt und den Embryosackkern bildet.

Im Gegensatz zu den eben besprochenen Fällen erfolgt bei einzelnen Gattungen nach der Entstehung von 8 Kernen durch nochmalige Teilung derselben das Auftreten von 16 Kernen. Bei *Gunnera macrophylla* Bl. entsteht nach Schnegg und anderen das Archespor in der zweiten subepidermalen Zellschicht des Nucellus und wächst direkt zum Embryosack aus. Nachdem 8 Kerne entstanden, liegen je 2 Kerne in größeren Plasmaansammlungen an den Schmalseiten, die 4 anderen in dem seitlichen Wandbelag der großen, stark in die Breite gewachsenen Zelle. Darauf wandern die 4 mittleren Kerne gegen die basale Cytoplasmaansammlung hinunter, so daß also am chalazalen oder Antipoden-Ende 6 Kerne liegen. Durch den ersten Kernteilungsschritt kommen am Mikropylende 4, am chalazalen Ende 12 Zellkerne zu liegen. Dieser Vorgang wird von Ernst (Berichte der Deutsch. bot. Ges. XXVI a [1908] 424) so aufgefaßt, daß es sich hier um eine unmittelbare Fortsetzung der Prothalliumbildung handelt (siehe aber weiter unten die Auffassung von Rutgers). Am Mikropylende entstehen nun die Eizelle und 2 Synergiden, am basalen Ende 6 Antipoden. Die 6 fibrigen Kerne vereinigen sich zu einem großen Kern, dem unteren Polkern, der zusammen mit dem oberen Polkern den sekundären Embryosackkern bildet. — Anders verhält sich der 16kernige Embryosack der *Penaeaceae* nach E. L. Stephens (A preliminary note on the Embryosac of certain Penaeaceae, in *Ann. of Bot.* XXII Nr. 36 [1908] 329). Nachdem die 4 erstgebildeten Kerne sich ± kreuzweise an die Wand gedrängt gelagert haben, ergeben 2 weitere Teilungen jedes Kernes 4 Gruppen von 4 Kernen, von denen je 3 sich nach der Art eines Eiapparates gruppieren, während die 4 Polkerne zu einem sekundären Embryosackkern verschmelzen. — Sehr auffallend ist der Vorgang bei *Peperomia pellucida*, bei welcher nach Campbell (Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. XVII [1899] 452—456, *Ann. of Botany* XIII [1899] 626, XV [1901] 101—118) und Johnson (*Botan. Gazette* XXX [1900] 1—11; XXXIV [1902] 321—340) von den gleichmäßig im Plasma des unmittelbar aus der Embryosackmutterzelle hervorgegangenen Embryosackes verteilten 16 Kernen 2 den Eiapparat (mit 1 Synergide) bilden, 8 Kerne nach der Befruchtung sich zusammenballen, 6 durch Membranen vom fibrigen Embryosack abgetrennt und zuletzt bei der Bildung des Endosperms resorbiert werden. Bei *Peperomia hispidula* liegen nach den ersten Kernteilungen 2 am Mikropylende, 6 am Chalazaende, nach weiterer Teilung vor der Mikropyle 4, am Chalazaende 12. Am Mikropylende dienen von den 4 Kernen 2 zur Herstellung der Eizelle und einer Synergide, während die fibrigen 2 im Zentrum des Embryosackes sich mit den 12 Kernen der Antipodenseite vereinigen.

Folgendes von A. Ernst in seiner Schrift »Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den Embryosack der Angiospermen« (Verh. d. schweiz. naturforsch. Ges. 91. Jahrsversammlung. 1908) veröffentlichte Schema der Kern- und Zellbildungen im 16kernigen Typus gibt eine gute Übersicht über die oben geschilderten Vorgänge.

Die besprochenen atypischen Välle der Entwicklung des Embryosackes bei den Angiospermen sind von Rutgers in der an seine Abhandlung über die Entwicklung des Embryosackes von *ringa oleifera* (Leiden IBS) mit dem Titel "The female gametophyte of *Ringa oleifera* (Leiden IBS)" im *Journal of the Royal Microscopical Society* (1910) veröffentlicht. Es wird gezeigt, daß bei *Papermitt* regelmäßig 4 Megasporen entwickelt werden und daß in der Zahl der von jeder Megaspore erzeugten Kerne eine regelmäßige Beduktion eintritt. Bei *Orchidaceae* (Betrachtung scheint das Verhalten von *Orchidaceae* Aaffrvtaa von lfr. iv. 7-5, 4ke: nfgn Embryosfcken jVdiT \ • rbindung zu entbehren, (ioch sind sie eng^ verwEiidt, nur die chalazale Kerngruppe ist einem ReduktionspimeB ausgesetzt, der bis zur völligen Unterdrückung gehen kann bei den 1*-kernigen Sicken ist diea«r Prozeß mit Entwicklung alter 4 Megasporen fündo si'h aufh bei der *Orchidaceae* *Gunnera*. Ebenso ist es bei den *Penaeacrrsr*. Auch bei den *Oenotheraceae* tritt diese Reduktion ein: alwr aitBeri* n befraten tie mtr eine. Megaspore. Eben«o koDuut nur eine Megaspore vor bei den *Podostfmoncea'* *l'htm-htqinacvfte*, der *LOTacef ilintonia* und bei **yripetfium*. Bei den Monokotylen tiemcht efnt arofp Mannigfaltigkeit vpg Hflufctiionspron•sen, in der Zahl der Meesporen, dax mikrogyllaren und der rhaxialen Kerne; bei den *OrchidACwn* marben sicci

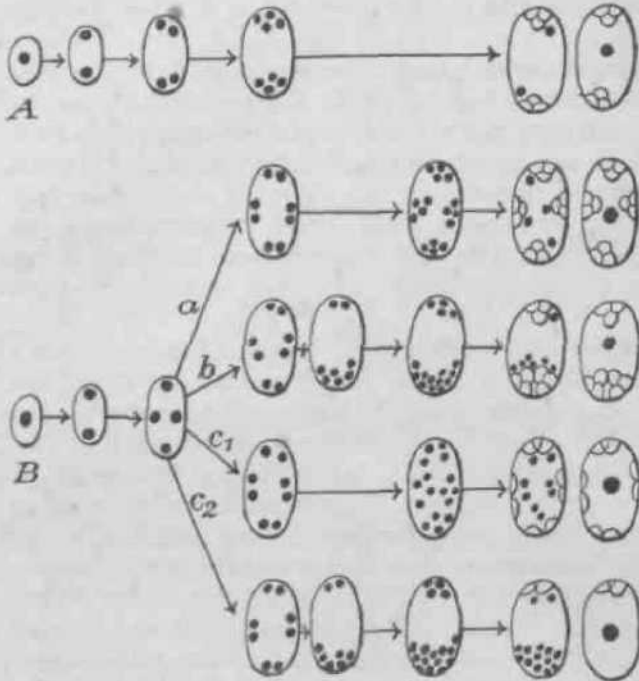


Fig. E4. — BfTffllWI der Entwicklung des Embryosackes bei den meis Angiospermen. — B Schemata für abweichende Embryosackentwicklung: a Verlauf der Embryosackentwicklung bei den *Penaeacrrsr* *Brachysiphon*, *Sarcocitt-t*. I'mt

b derselbe bei *Gunnera macrophylla* Bl.; bei *Pape-romia hi,i4mU-* Imrch die fcUlnea Mkwmai PmkT- stad dfe Zt li»vmf >n«wlcufftt. durch dki KntM Oder HatkrcUc dlt mix M-mt.n.n Ttr**koteD Z*IW-a: dl* pnfcn ntwmtrt i'lliikteatml dto Jareb Vrrrtsfvun* von f U i m k r l n M i entstanden Kernverschmelzungen, welche den sekundären ISmbf/owuiUun dwrstellol. Nm-li fin.

Embryosack mit einer großen Zahl von Antipoden als primitiv angesehen, verwirft er. Vermehrung¹ der Antipoden zu vier ist aber ein sekundäres Merkmal. Die Zahl der Megasporen und das Verhalten der aus ihnen hervorkehenden Kerngruppen ist charakteristisch für einzelne Familien und Gattungen, kann also als Merkmal derselben gelten. Aber ich pflege nun nicht diesen Tatbestand auch folgendes zu schließen: Gleiches atypisches Verhalten des Sclerophyten bei zwei oder mehr Familien ist keineswegs ein Grund dafür, er ist natürliche Verwandtschaft derselben anzunehmen, ebensowenig wie bei (Tulurpallarität oder pptermerer SynptMidie oder didjiamischem Andntxeum zweier Sippen (Kijlrvr. Mai 1023).

IX. Blütenstände und Anschluß der Blüte an die Vorblätter.

Die Veräufung von Blüten in Blütenständen ist bei den Angiospermen sehr verbreitet. Es ist nicht der Fall, daß die Achse der Keimblätter ehenn rait ft'ner Blüte abschließt; die Pflanze bei dem dann et n & t h s i g; gewöhnlich werden erst die Sprosse

zweiteu, dritten Grades usw. zu Bltitenaelsen; man nennt <lann die Pflinze **zwei drei**^, men racks ig. Die Blumen, welehe am Elide einer beblattsrtcn Achse stehen, **tteiSen** endständig oder terminal, diejenigeo, welche in der Achsel eines Blattes stclien, **axillar**. Selir h&ufig: ftnde uir das bliit.entragen.de **Verswctungssystem TOB** drn vegetativen Tod der Ptkmze sbar/ abgegrenzt uind bezeidnien da&selbc als B Ifl te u 8 t a n d oder IufJ o r e s z e n %/. Die Blütenstinde sind bei dea Angiospermen unendlich viel mmmigfacher als bet den Gymnospermen. BUw<-il.it **bestobt** die Intloreszenz wie bei den Ivolben der Ara** (jeii imd deu Trauhen der Cracifren uur aus Hliiten; iu den nieistei) **PsQen BndeD wit jedo6b** iim Orunde der Hltiteti<ti<« die Tragbliittfr t^L-r Deckb. (**Biaete** tene) iind schr btutijj zwischen fliescn und der BHLte \^F orb. (**I*rophylla**). Wir **be** **reichne**a den Toil <lr Achse, Jin welchem die Blitzenzweige Btehen, {Us Rhacliaa, die **nit Blilts besetzten Nebeitacbsa**) **sla** IU u t e n z w e i g e d^1 e d u D C U l i). Das Blatt riei HaupUciise, aus dossen **A.Cbsd** cin **BkBteSPm&g** oder wine BHLte **hervorgeht**, wird Tragb. (Braetea) genannt: die Blatter, mit denen die **Blflonxwiige** oder die Bltltnnstfclp (Pedicel It) **beginnen** und auf welche entweder dio Bliiten unmittelbar oter **naoh** Vonitgehen @iniger **Hochb.** folgen, beiJen V o r t i. 11' r o p l y 11 a, B r a c - 1 @ o l a p). Meist findet sich bei **den Mnnkotyfedooeen nur ein, in-** (olge von Druck gegen die relative Hiti)t*Lcbfie oft zweikielig'ea Vork: li>i den Dikotyledonecn **dagegen** **geheN** ilf-ron me i B t 2, um 1S(P von-einiindtr (liverpierrezd oder nach hirten oder nach vorii pt'j'en die Medianflltne konvprp-ierend, der BHLte voran. Ks kommt bisweilen, z. 8. **boi** l>ipsaceen, **vox**, dafi diese 2 **Vorb-** **miteinander ?M BIBeU kelchflltgBO** **Gebilde** verwacbaen.

Man untfrscheidet e i n f a c h c mid 7.u snni mo n g e s e t z t o R l R - t e n s t a n d e. Die ersteren lasaen sich auf 2 Typen zurickrtihren, dun **tr&ubigfto** (b o t r y t i » c h e n oder racem O - s o n) und **fen trttgdoldig*en** (c y m (J s e n) Typus.

I. Traubiger (TacemfiBer) Typtis. Charakterisiert dadurch, daB d<? Zahl der von einer relativcn Hauptachse gebildeten Nebonachsea unbestimmt iBt

1. Traube (Rwemus, Botiys), mit geestrecktet Uauptachse «n<i gestielten Bltten.

i'. D o l d e {U i n b e 11 a), mit verkilrztcr Hauptachse und gestielten Bltten. Die zusammengedrangten Tragblatter der BIDtcii bilden ein sogenanntes Tnvolucrum; *mwh* kOntien sie iintentiimndpr vereinigt ?fin.

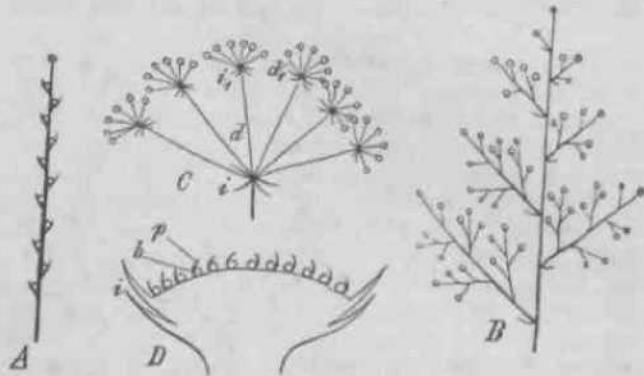
3. Ahre (Spica), mit gestrockter Hauptaclise und sitietideD Blumen. Hierhnr g<- **h5rt** auch lii-r **K o 11'c n (Spftdiz)**, aissfrezeichnct dureh vertlickto llauptucll^f. **einzelne d<r** fruher als Katzehen (Atncntupi) bezoiohneten Blitzenstiinde, wie die der Weiden, aber nicht die der Birken und Erlon.

1. K f s p f c h e n (**Capitalfl** mi. mil vt-rktir/tfr **Bbsptacbsa** und sitzenden Bttiten. Auch **hterbei bldan** dicTra^b. *in Involtirrum. Hierlterepli^rt.auch dor Bl a t e n - k n r b C C a l a t h i d i u m \ d e n man sirh Ifieht als **etnen** deprimirten Kolben mit scheibenfirmijrer **Aohse mnstflUen** kann. An to l'(ildun(j deR Involutcrnrn- **kSnnen** hierbst auch die den **Tra^bUttxn** vomnffelifrid^n **HochblHut** leilnpbmcn.

Alle dlcee BlQtenstande k<nnr>n itipinander flbergeben,

II. Tragrloldig-cr fcymiiBer) Typua. Cbarakt^risiert dadurch, dail die Zahl der von einer **relativen** HmptachBO gebildeten NclienachBen bestimmt ist

1. Pleiochasi » t n, mit tnehr als itwei weiter verzweigtcn Nebenachsen. Selten vorkommend, z. B. bei *Euphorbia*, *Sedum*.



Vh. fl>. Si:iniitiii(i-i'-)ii' Dnrto4Jiniji racein(ls*ir fillii'i- nHmlc, A Attbre; It xuwini mengese^, u- Tmbo r):spe); C xuunmengeMbito Doide; d Stnibloi del Doldo, (t n r o - l u e r u m, d. Strrthlrui flti' D O I d d U B, <, I I V H I M C I I i n i i : T' K n j j f - c h e n. r i n v o t a o n n n, 6 B 1 0 t e i j, j) D<<U>Utter. Q t A c h P r a a t L)

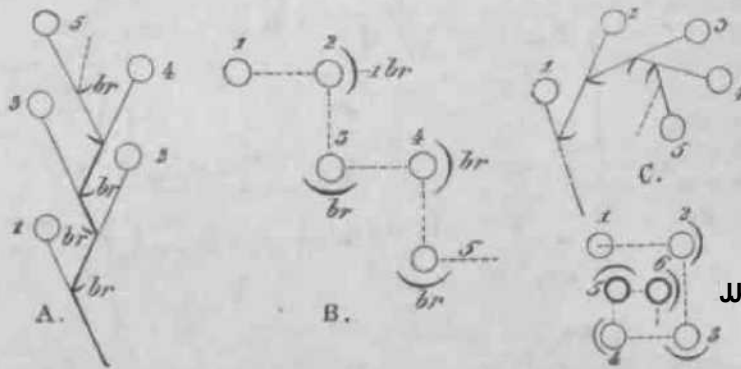
2. Dichasium (Trugdoldchen im engeren Sinne), mit je 2 gegenständigen oder etwas voneinander entfernt an der relativen Hauptachse, welche durch eine ausgehöhlte oder vertieft in der Blüte aufgeschlossenen ist. Bei vollständiger Unterdrückung der Terminalblüten erscheint der Blütentand gegabelt.

Die Auszweigungen der Dichasien gehen häufig in Monochasien über:

- Schraubel (Boslyx), mit Seitenachsen, welche immer auf dieselbe Seite der Achse fallen (z. B. *Hypericum*). Liegen sämtliche Auszweigungen in einer Ebene, so bezeichnet man den Blütenstand als eine Scheibe (Drepanium, bei Juncaceen) (Fig. GfC, D).
- Wickel (Cicinnas), mit Seitenachsen, deren Orientierung von Zweig zu Zweig wechselt (z. B. bei Borragiaceen). Liegen sämtliche Auszweigungen in einer Ebene, so nennt man den Blütenstand eine Fächer (Rhizidium, z. B. bei Iridaceen) (Fig. GfA, B).

Wie bei den racemösen Blütenständen können auch hier Verkürzungen vorkommen; es entstehen dann Büschel (Fasciculi), welche den Dolden ähnlichen Bächen, Knospen, welche den Köpfchen ähnlichen Ebenen, Scheinähren

ähnliche, welche ebenfalls an Köpfchen erinnern; letztere entstehen in der Achse von verkürzten Dichasien (man erinnert sich bei vielen Labiaten). Nicht immer sind diese verkürzten Blütenstände ohne weiteres als Monochasien zu erkennen; gewöhnlich gibt der Vergleich mit verwandten Formen darüber Aufschluss. Auch die Scheibenarmigen Blütenstände von *Dorstenia* ("Receptacula" genannt)



Vgl. ML Wtckfl (A und B) und Schraubel (C und D) in Aufh. u. d. Grundriss; j. *, **, ..., lit. MIBtnderfoUceitdui Blilttn «r«Med«ij«r Ortliniiff. br TnijfblRtter der Qiltvn. (Xncll Goebel)

und die becherförmigen Blütenstände der Feigen gehören hierher.

Die zusammengesetzten Blütenstände sind der mannigfaltigsten Art; es können traubige Blütenstände wieder aus traubigen, aber auch aus Rubigen, oder auch aus traubigen zu zusammengesetzten sein. Wir weisen hier nur auf einige der häufiger vorkommenden Modifikationen hin.

- Der traubige Typus in beiden Graden, z. B. zusammengesetzte Traube, zusammengesetzte Ähre, zusammengesetzte Köpfe, zusammengesetzte Dolden, wobei also beide Grade vollkommen gleichartig, oder: Abentraube, Köpfe, wobei das erste Wort das zusammensetzende Element bezeichnet.
- Der traubige Typus im ersten, der trugdoldige im zweiten Grade. Von diesem ist nicht selten die Dichasiumförmige aus 2-blütigen Trugdoldchen zu zusammengesetzter Ähre, welche namentlich bei den Betulaceen vorkommt.
- Der trugdoldige Typus im ersten, der traubige im zweiten Grade, z. B. Köpfe, Doldenachsel, U. B.
- Der trugdoldige Typus in beiden Graden, z. B. Wickelschraubel, Schraubelwickel usw.

Man hat dann noch einige ältere, weniger präzise Bezeichnungen im Gebrauch, welche mehr die Form des Blütenstandes im Großen und Ganzen bezeichnen. So bezeichnet Rispe (Panicula) einen zusammengesetzten (racemösen) Blütenstand von pyramidalen Form (Fig. 65B), Schirmrispe, Ebenstranb (Corymba) einen solchen von mehr abgeflachter Form, so bei *Sambucus*, Spirre (Antbela) einen solchen, dessen Zweige die oberen Ähren (W Juncaceen).

Alle Blütenstände können noch dadurch modifiziert werden, daß sämtliche Hochblattgebilde und sämtliche Blüten sich nach oben wenden, während die unteren Hüllblätter

Blütenstandes vollkommen nackt erscheint. Solche Blütenstände sind dorsiventral geworden. Audi können oft sehr eigentümliche Blütenstände durch Vereinigung des ganzen Achsensystems und Verbreiterung desselben entstehen, wie dies z. B. bei einigen *Vitaceen* vorkommt. Ferner können einzelne Teile der Blütenstände auch ganz ihre ursprüngliche Funktion verlieren und zu Ranken werden, wie dies ebenfalls bei *Vitaceen* der Fall ist. Endlich können auch Blütenstände in mannigfacher Weise mit ihren Tragb. Vereinigungen eingehen. Alle diese abweichenden Bildungen werden aber besser bei den einzelnen Familien behandelt. Ebenso wird es zweckmäßiger sein, dort auf die nicht selten vorkommenden Blütenstände diklinischer Pflanzen einzugehen, in denen die eingeschlechtlichen Blüten in einer echten Blüten nachahmenden Weise gruppiert sind, wie z. B. *Euphorbia*, *Pedilanthus*, *Dalechampia* bei Euphorbiaceen, *Pistia* bei Araceen, *Lemna* u. a.

Dies ist die übliche, stark eingebürgerte Einteilung der Blütenstände. Doch sind in neuerer Zeit Anregungen zu weiteren genetischen Betrachtungen (Ableitungsversuchen) gegeben worden.

Von der Literatur über die Blütenstände sollen hier nur die nach dem Erscheinen von Eichlers Blütenendiagrammen I. (1875) veröffentlichten wichtigeren Arbeiten angeführt werden. Über die ältere Literatur vgl. man bei Eichler die Angaben auf S. 33 und 35. — Neuere Literatur: L. J. Celakovsky, Gedanken über eine zeitgemäße Reform der Blütenstände, in Englers Bot. Jahrb. XVI (1893) 33ff. — K. Schumann, Beitr. zur Kenntnis der Monochasien, Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Berlin XXX (1889); Untersuchungen über das Borragoid, Ber. d. Deutsch. bot. Ges. VII (1889). — K. Goebel, Beitr. z. Entwicklungsgeschichte einiger Infloreszenzen, in Pringsheims Jahrb. XIV (1884). — R. Wagner, Über den Bau und die Aufblühfolge der Rispen von *Phloa paniculata* L., in Sitzber. Kais. Akad. d. Wiss. Math. naturwiss. Kl. Wien CX (1901) 507—591; Über *Roylea elegans* Wall., in Oest. Bot. Zeit. LII (1902) 137 ff.; Blütenstand, in C. K. Schneiders Illustr. Handwörterbuch der Botanik, 2. Aufl. (1917) 130, und Inflorescenzformeln, ebenda 337—339. — J. Parkin, The evolution of the inflorescence, in Journ. Linn. Soc. XII (1914) 511—563, t. 18. — R. Pilger, Bemerkungen zur phylogenetischen Entwicklung der Blütenstände, in Bericht d. Freien Vereinigung f. Pflanzengeogr. und system. Botanik f. das Jahr 1919 (Berlin 1921) 69—77; Über Verzweigung und Blütenstands-bildung bei den Holzgewächsen, in Bibliotheca botanica, Heft 90. (Stuttgart 1922) II, S. 5, 6; IV, S. 10—17, VI S. 21.

Aus den beiden Abhandlungen Pilgers mag Folgendes hier mitgeteilt werden; für weitere Ausführungen ist der zur Verfügung stehende Raum nicht ausreichend.

Der von Eichler (Blütenendiagramme I [1875] 34) eingeführte Begriff des Pleiochasis ist allmählich durch andere Autoren erweitert worden. So bezeichnet Radlkofer (Sitz.-Ber. Math. Phys. Kl. bayr. Ak. Wissensch. XX [1890] 105—370) jede Rispe mit Endblüte als Pleiochasium und den Teil der Hauptachse unter der Endblüte, welcher Seitenstrahlen hervorbringt, als mehrgliedriges Protagma. (Bei Monochasien ist das Protagma eingliedrig, bei Dichasien zweigliedrig, bei Pleiochasien mehrgliedrig.) R. Wagner (siehe Literatur) nennt auch alle Blütenstände mit einer Endblüte cymose; es können unterschieden werden Primanpleiochasien mit Partialinfloreszenzen erster Ordnung, die auf ihre Terminalblüte beschränkt sind, Sekundanpleiochasien, bei denen diese einmal weiter verzweigt sind, Tertianpleiochasien usw. Die Aufblühfolge der Pleiochasien ist ursprünglich zentrifugal, sie kann aber akropetal werden, so daß vom Pleiochasium aus ein Übergang zum racemösen Typus möglich ist. Nach R. Wagner ist die Rispe nur eine zusammengesetzte Traube (Dibotryum), bei der an der Spindel wiederum Trauben stehen. Ebenso gehören hierher die zusammengesetzten Formen von Ahre, Dolde und Kleeblattchen, wenn die Partialinfloreszenzen mit einer Endblüte abschließen. Auch J. Parkin (s. Literatur) geht aus von einer Form wie *Calycanthus* mit Einzelblüte am Ende des Sprosses, geht dann aber über zu einer dreiblütigen Cyma und weiter zu einem reich entwickelten Pleiochasium. R. Pilger betont hingegen, daß man von der vegetativen Verzweigung und den rispigen Blütenständen der Holzgewächse ausgehen müsse, daß von ihnen alle Blütenstände abgeleitet werden können. »Die Aufblühfolge ist in mannigfachster Weise variiert; bei typischen Rispen wie denen von *Syringa vulgaris* oder *Rhus typhina* ist keine zentrifugale Aufblühfolge mehr zu erkennen. Wesentlich charakteristisch ist die Abnahme der Verzweigung von unten nach oben. Es tut der Selbständigkeit der Kissenform als Blütenstandstypus keinen Abbruch, daß oft ihre Zusammensetzung keine gleichmäßige ist, daß also ihre Aste etwa in Dichasien oder Monochasien übergehen können. Die Endblüte kann, wenn die Aufblühfolge nicht von oben nach unten geht,

;thortieren.« Sie **bit** nicht von einschneidender Bedeutung fflr den BHLtepgtand. Die jirl-
mitive Form *dee* Blütunstamfls der Aitgiospermen Ist die MbeblSUertE¹* Kiske; erst die
Trennting von Laub- und Bliitejizweigen resp. von solehen Jnhresabschintten fhrt zu
einer BCharfer«m Begrenzung der BLOtenstandp.

Der AnschluS dor Bflte an die V o r b I fl. I l e r ist wobl zu beacitten. Er
fet besonders «fngffeflBd in K i c b l e r s klaseisoliem Werk Bliit^iHlia^ranWDe (1875) **behand-**
delt, Hier k;uin **and**) DUF dae Wichtigste hervorgehoben werden.

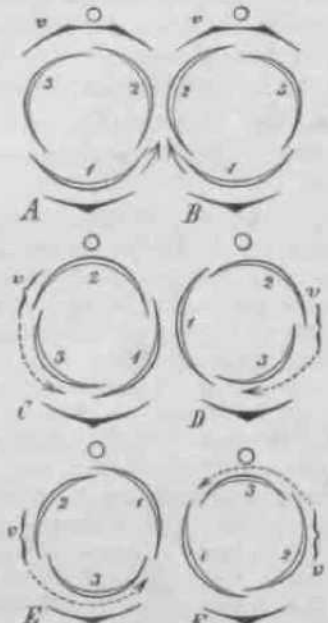


Fig. 67. AiwflilufJf,jrinun 3zähliger
jörallig gebflrtter Ktivhr i«der JVrl-
goue tin oin mimatnim Vorbb.tt. A, 8
bel adossierteti*, fluj L«4l uttilabi »>
Vorb.; A' vornitmiauliger (vuijirc>Mttio-
dromon Atinililub, f hltitumlUufl^r
(opisthodromer). (H&eli KLchler.)

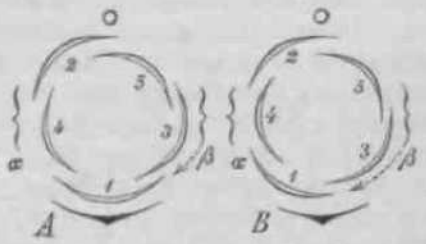


Fig. 70 A. Anshluit dun Kalobea an
2seitlirln* VorU lu'i den Leguminosen;
It AimchiulD In" ilrr P.rfitacee Lyonia
calyf.*lafa. lit ii.T MitU> Uttulilij **rt-
Belies ik«u Stollunren r^K. ta J mill
Fig. 70 A. (Nach Eichler.)

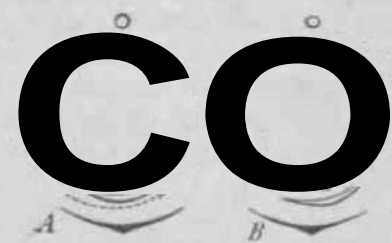


Fig. 69. AnschluS 3zähliger, spirallig
liebe
Vorlr. ,L Otwilliwuwij .-Innrftnfujt,
Heiiwprmtun, It (alutthit tMüll aiul>r>-
Am/tryllüt-iert!', 0 Elodea canadensis,
t> echetiit nlcit vor/ukoninMii. (Nach
Efchltr.)

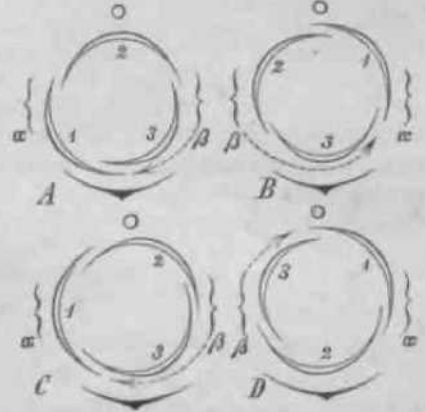


Fig. 68. AnschluS 5zähliger
Kelehe *n awet BeltUche Vorb., J(hintum-
läußg, B vuriuiiii!luf)r. (:\:i:h BSl<hler.)

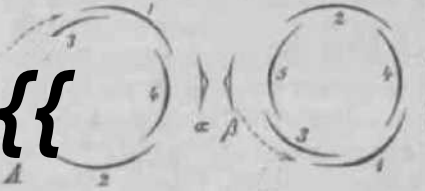
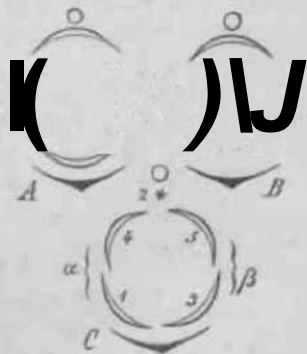


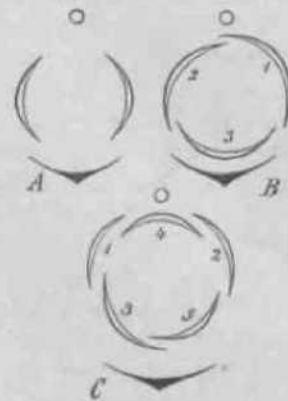
Fig. 68. AnschluS 5zähliger
Kelehe *n awet BeltUche Vorb., J(hintum-
läußg, B vuriuiiii!luf)r. (:\:i:h BSl<hler.)

a) **Ansohlnfl** bel einem einzigen Vorblatt. Ist das Vorb. nach liinten
fjerichtet (adossiertj. so s\cht das en>te Kelclik oHcr Perigonb. finer dreizHJiligen
Uliite median naech vorn (Fig. 66 A, B). Steht das Vorb. Beitlich, so fallt da« erste Kelchb.
ote Perigonb. aucli Beitlich gegenflber, wie in Fijr. 6G C—F. Ist bei Dikotylen mit
&zahligon Blaten das einzige Vorb. peit)ich (z.B. bei *Ranunculus auricomus*), dann diver-
giert das erste Kelchb. von ihm entweder um ^sa oder um Vi, auch gibt efl Zwischen-
steliungeu. Zwfiziiilitige Quirt*! stellen bei einem adossierten Vorb. ilire ersten Kelchb.
Utotl, dreizihligo Quirle nntwickeln das unpaare Kolchb. meist pegeniiber dein adossier-
ten Vorb., eeltoDer liber dieeem (Fig. fi7).

bei Anschließung der zwei Vorblätter. Kolche nach $\frac{1}{2}$ -Spirale stellen N>h no tin, wie bei Auwesenheit eines seitlichen Vorb., der unpaare Teil fällt in der Regel in die Mediane, entweder nach vorn oder nach hinten (Fig. 68). Kelche nach $\frac{1}{2}$ -Spirale zeigen am häufigsten **ainM** der Kelchb. **roftfl<Mi** und das erste Kelchb. deru Vorb. (*i* schräg gegenüber (Fig. 69 B), Splener, z. B. bei *Campanulaccae-Lobelioideae* und *Ericaceae-Rhodoilen-*



Am CmcUenu mid OmftgnMtas; BANSablsA
3zähliger Quirl; D 4zfthlUer Kcluh. out-
standen aus oidom fztthl. CL-D (durch tliilrr-
drückung deli /,w*iten fillicilia bel l>nuitfa.
«>«h Kiclih-r.i



Kiff. "3. **SIBMt** der Blttn **bid** typi-
selian Kctildn tlur Vorfolttter. A fltr
3i*bltKa, B flr a!Ujli(ro. C für 5zäh-
lf«« Kelchie. (Nach Eichler.)

droideac, tritt der durch Fig. *iXi* A d&rgestellte Fall ein, wonach das erste Kelchb. schräg
tiachli iintftn litlt. Quirliche Kelchie verhalten sich bei Vorhaidenseiu zweier Vorb. wie
Fig. 70 anbil

(• • Kin s a t z der Bl tt t e l > c i m F e h l e n v o n V o r b l i l l « r B L B o i t y p i s d . i m
Ffhleii der Vorb. ist die Regel, dañ die beiden ersten Kelchb. Oder Perigonb. sich so fstellten,
wie ea zwei Vorb. zu tunpflegen.

X. Bestäubung.

Gele^entlich der Beschreibung der Fortpflanzung Borgane raufite mehrfach darauf
hingewiesen werden, daß bei den Angiospermen die Be&taubung, d. h. <ie Obertragung d<a
Pollens auf die Narben, in verschiedener Weise erfolgt^ und daß der gpezielle Bau der
Blüten erst verständlich wird, wenn man **die** Art und **Watte**, in welcher die Bestäubung
vollzogen wird!, in Betracht zieht. Nur darf man anderseits nie verg-essen, daß die Ent-
wicklungs- der Organe \wi jcter Pflanzengruppe in tester Linie abh&ngig ist. von der Knt-
wickluDg¹, wulilii diese Or^ane bei den itOchsten Vorfahren genoinnen iiaten, und d;iii
iierdurch die AnpaasiiDg>crschinngeu bis zu einem gewissen (irade **begraoxt sind**.
Sodaim iKt aiicti nidit zu vergessen, daß die einzelnen Organ© neben ihrer Eauptftktion
allerlei Nebenfunktionen tibcrnolnnen kOnneti. Man wird daher in der Organi^ation der
AngiospermenbliiU/i nicht bloC zweckmiifiige Ehririclitungen uuit **Rflcricht** auf die Art
der Beestäubung, itomlern anderscu auch Bolche mit RtlicksicLit auf den den Kortpflaimings-
orgnticti zu gewalire<dert **SobutX flndttt** Ks lialien die Biologen liald mlir den l'inen. bai<
mehr **dea anderen** Vortil im Auge gehubt «nd den Bau dor Bliiten **hiUitig** setir **einseitig**
:aufgefiiBt. Diese Qefahr **liegi** iiiimonUioli na|< \w>nn einzelne Pflanzen mi- **verse** **tode&en**
Fnmtlieu herausgerisseu und von einem **Gesichtspmtkt** aus betrachUit werden. Ver-
gleichletilLe Studien **iuauerhalb** einer ganzen Famtlie geben **MOh** hifr melir Aiidtlirung
tlber den Zueammenhang der Erscheinungen und den Entwirkliiiiiggjuig in der BlUten-
gestaltung.

In der **OeschidHQ del** gegsnw&rtig BO wiciit^r gewordenen BesUtubungBihDorien
lasann <icli nach .I. Bchrens (Beitr&ge zur Geschichtc der Best&ubtingstheorie, Gciverbo-
schwlprogramm. Elberfeld 1877/78) 3 Perioden unterweheidon.

I. Die Ausbildung der Sexualtheorie. Kudolf Jacob Carae-
rari » s und seine NMhfolger 109!—1733.

1594. K. .I. Camerarius: De sexu plant-arum s-pistola.

In dieser Schrift wurde zum ersten Male auf Grund von Experimenten nachgewiesen, daß zur Erzeugung reifer Samen die Einwirkung des Pollens auf den Stempel notwendig ist.

Von den Nachfolgern sind zu nennen:

Caesalpin, Malpighi, Nehemias Grew, Tournefort, Vaillant, Pontedera, Linné und vor allen Koelreuter.

1761—1766. J. Koelreuter: Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. — Zwar war auch ihm wie seinen Vorgängern der eigentliche Befruchtungsprozeß unbekannt, da er annahm, daß auf der Narbe männliche (♂) und weibliche (♀) Feuchtigkeit sich untereinander mischen und dann in den Fruchtknoten hinabwandern, um daselbst in den Samen die Embryonen zu erzeugen; aber er hatte das große Verdienst, experimentell gezeigt zu haben, daß durch Bestäubung einer Art mit dem Pollen einer anderen Bastarde entstehen; er hatte sogar Bastarde dritten, vierten und fünften Grades erzogen und andererseits auch gezeigt, wie Bastarde durch wiederholte Bestäubung mit einer der Stammarten wieder in dieselbe zurückgeführt werden können.

Daß die Bestäubung zahlreicher Pflanzen durch Vermittlung des Windes erfolgt, konnte auch oberflächlichen Beobachtern der Natur nicht verborgen bleiben, wenn sie das Verhalten der Getreidearten, der Erle, der Haselnuß, einer Kiefer zur Zeit der Antherenreife und der Ausstreuung des reichlich gebildeten Pollens beobachteten, von dem beim Anschlagen der Zweige Wolken von zahllosen Keimzellen die Blüten umschweben. Während bei den Gymnospermen solcher Windpollen direkt auf die Samenanlage gelangt, wird er bei den Angiospermen von einfachen fadenförmigen oder verzweigten Fangnarben aufgefangen, um von ihnen aus den Befruchtungsvorgang auszuführen. Diese Windpollen bildenden Pflanzen nennen wir jetzt *anemophile*, und genauere Untersuchungen haben ergeben, daß derselbe immer in großen Mengen in hängenden Blüten oder Blütenständen oder in Antheren auf elastischen schleudernd wirkenden Staubfäden erzeugt wird, daß er stets leicht und glatt ist. Aber schon frühzeitig hatte man beobachtet, daß aus den Blütenständen des Feigenbaumes, *Caprificus*, eine kleine Gallwespe mit Pollen reich beladen auskriecht und in die Blütenstände der Feigenbäume hineinkriechend die Befruchtung vollzieht. Diesen Vorgang der Bestäubung durch ein Tier kannte auch Koelreuter; aber er bezeichnet es als eine Entdeckung, daß er auch bei anderen Pflanzen, wie Kürbis, Malvengewächsen, Schwertlilien usw., Bestäubung durch Insekten wahrgenommen hat, welche Nektar aus den Blüten holen, dabei den ihnen anhaftenden Pollen mitnehmen und unabsichtlich an anderen Blüten abstreifen. Somit waren die Grundzüge der Bedeutung der Insekten für die Bestäubung, der Entomophilie, schon durch Koelreuter begründet. Erheblich vertieft wurden die Beobachtungen und Deutungen auf diesem Gebiet durch G. H. K. Sprengel.

II. Die Theorie von den Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Insekten. »Bestäubungstheorie«. Christian Konrad Sprengel 1793—1859.

1793. Ch. K. Sprengel: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. — In dieser höchst bedeutenden und grundlegenden Schrift wurden namentlich folgende Anschauungen begründet.

1. Die Nektarien oder Saftdrüsen, welche an den verschiedensten Teilen der Blüten auftreten können, sondern den Honig ab, welcher von Insekten aufgesucht wird, die bei dem Besuch der Blüten den klebrigen Pollen von den geöffneten Pollensäcken unwillkürlich hinwegnehmen und bei dem Besuche anderer Blüten auf deren Narben abstreifen. Sogenannte Safthalter bewahren den Nektar so lange auf, bis er von den Insekten abgeholt wird; auch ist durch die Organisation der Blüten verhindert, daß der Nektar durch Regen verdorben wird. Bisweilen sind besondere Saftdecken ausgebildet, wenn nicht die Blütenhüllen als solche fungieren.

2. Die auffallenden, nicht grünen Blütenhüllen (manchmal auch Hochblattgebilde) dienen als Lockmittel für die herumschwärmenden Insekten; fast immer finden sich solche an den Nektar ausscheidenden Blüten. Die am Tage sich entfaltenden Blüten besitzen in der Regel in der Mitte der Nektarien anders gefärbte Flecken, sogenannte Saftmale, welche die Insekten nach dem Honigbehälter hinleiten. Aufmerksam gemacht werden die Insekten auf die Nektar ausscheidenden Blüten auch durch deren Geruch.

3. Alle Blüten, welche keine Lockmittel und keine Nektarien haben, werden auf mechanische Art, nämlich durch den Wind bestäubt. Bei diesen windblütigen Gewächsen wird verhältnismäßig mehr Blütenstaub erzeugt als bei den anderen; auch ist ihr Blütenstaub trocken. Antheren und Narben liegen frei an der Luft; nicht selten sind die letzteren von beträchtlicher Größe und dadurch imstande, mehr Pollen aufzufangen.

4. Bei den Saftblüten stäuben die Antheren selten zu der Zeit aus, in welcher die Narben empfängnisfähig sind; sie sind selten homogam (σ und σ Organe in derselben Blüte zu gleicher Zeit zur Zeugung bereit). Vielmehr ist die häufigere Erscheinung das Gegenteil, d. h. die meisten Saftblüten sind dichogam. Diejenigen Pflanzen, bei welchen die Antheren ausstauben, ehe die Narben derselben Blüten empfängnisfähig sind, bezeichnete Sprengel als androgynische (proterandrische von Delpino genannt) Dichogamisten; dagegen nannte er diejenigen, bei denen die Narben empfängnisfähig werden, ehe die Antheren derselben Blüten ausstäuben, gynandrische (als proterogynische von Delpino bezeichnet). Sowohl aus diesen Vorkommnissen, wie auch aus dem häufigen Vorkommen eingeschlechtlicher Blüten schloß schon Sprengel, »die Natur scheine es nicht haben zu wollen, daß irgend eine Blume durch ihren eigenen Staub befruchtet werde«. Er ist also der Entdecker des »Gesetzes der vermiedenen Selbstbefruchtung«, für welches zwei Menschenalter später, nach vollständiger Stagnation auf diesem Gebiete, durch Darwin, F. Hildebrand, Delpino u. a. zahlreiche Belege beigebracht wurden.

III. Weitere Ausbildung der Bestäubungstheorie. 1858. Ch. Darwin: On the agency of bees in the fertilisation of Papilionaceous flowers, in Ann. and Magaz. of nat. hist 8. ser. II. 461.

1862. On the various contrivances by which British and foreign Orchids are fertilized by insects.

Die letztere Arbeit hatte namentlich den Zweck, zu zeigen, daß kein Zwitter sich während einer Reihe aufeinander folgender Generationen immer selbst befruchte, sowie auch darauf hinzuweisen, wie gewisse Teile der Blüten durch langsame Abänderung sich bestimmten Vorrichtungen anpassend modifiziert werden.

1862—1868. Mehrere Abhandlungen über Pflanzen mit dimorphen und trimorphen Blüten. Zusammenfassung aller in diesen Abhandlungen dargestellten Tatsachen in dem Werk: Different forms of flowers on plants of the same species.

Hier wurde zum ersten Male auf das bei *Primula officinalis*, *Eotonia palustris*, *Pulmonaria officinalis* und anderen leicht zu beobachtende Verhältnis der Heterostylie aufmerksam gemacht, wonach bei derselben Art die eine Pflanze langgriffelige Blüten mit kurzen Staubblättern, die andere kurzgriffelige Blüten mit langen Staubbl. trägt. Es wurde ferner gezeigt, daß in beiderlei Blüten die längeren Organe sowie auch die kürzeren unter sich gleiche Länge besitzen und daß demzufolge die Insekten, welche eine Blüte mit hochstehenden Antheren besucht hatten, den aus derselben entnommenen Pollen am ersten auf einer langgriffeligen Blüte abstreifen müßten, weil sie, immer nach derselben Stelle in der Blüte, dem Nektarium, strebend, notwendigerweise bei diesem Geschäft in der zweiten Blüte dieselbe Stellung einnehmen, wie beim Besuch der ersten. Die trimorphen Blüten von *Oxalis acetosella* und *Lythrum salicaria* besitzen zwei Kreise von Staubbl. und bei diesen Pflanzen können sowohl die Griffel wie die Staubbl. lang, mittellang und kurz sein. Ein Hauptverdienst Darwins war es, experimentell nachgewiesen zu haben, daß die Bestäubung einer solchen dimorphen oder trimorphen Pflanze den ungleich größeren Erfolg hat, wenn die Höhe der Antheren gleich ist der Länge des Griffels bei der befruchteten Pflanze. Es war also hier sicher nachgewiesen, daß Kreuzbefruchtung zwischen ungleichen Blüten für die Erhaltung der Art am vorteilhaftesten sei.

1876. The effects of own and self fertilisation in the Vegetable Kingdom. Durch 11 Jahre lang dauernde Versuche hatte Darwin festgestellt, daß in den meisten Fällen die Produkte gekreuzter Pflanzen die der selbstbefruchteten an Größe, Oppigkeit und Stärke übertreffen und daß namentlich auch die Kreuzung zwischen verschiedenen Pflanzentypen sich vorteilhafter erweise, als die zwischen den Blüten desselben Pflanzentypes.

1862—1882. Asa Gray: Zahlreiche Abhandlungen über Bestäubung amerikanischer Orchidaceen, über Kleistogamie und Dimorphismus, zumeist im Amer. Journ. of Sci. and Arts.

1864—1901. F. Hildebrand: Zahlreiche Abhandlungen über Beobachtungen und Experimente, welche die Vorteile der Fremdbestäubung nachweisen. Besonders hervorzuheben: Die Geschlechterverteilung bei den Pflanzen, Leipzig 1867.—Ober die Geschlechterverhältnisse bei den Gompositen. Verh. der Leop. Carol. Akad., Dresden 1869. — Ober die Bestäubungsvorrichtungen bei den Fumariaceen, in Pringsheims Jahrb. VII (1869). — Ober den Trimorphismus in der Gattung *Oxalis*, Monatsber. der Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1866 usw.

1865—1900. F. Deipino: Er beobachtete und experimentierte in ähnlicher Weise, steht jedoch auf teleologischem Standpunkt und nimmt an, daß alle Anpassungserscheinungen vom freien Willen der organischen Wesen selbst ausgehen. Seine Beobachtungen erstreckten sich auf viele südliche, anderen Forschern nicht zugängliche Pflanzen. Besonders hervorzuheben: *Ulteriori osservazioni sulla dicogamia nel regno vegetale*, Milano 1868—1870.

1866—1897. Fritz Mailer (Bruder Hermann Müllers) stellte in der Umgebung von Blumenau in Südbrasilien zahlreiche Beobachtungen über Bestäubungsverhältnisse der dort heimischen Pflanzen an, deren Resultate er teils in der Bot. Zeit. 1866—1870, teils in der Jenaischen Zeitschrift f. Naturw. 1871/72, teils im Kosmos 1878—1886, teils in den Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1888 und 1895 veröffentlichte. Er beobachtete namentlich Bestäubungsverhältnisse an Orchidaceen, an *Abutilon*, *Passiflora*, an Zingiberaceen, an Bromeliaceen, das Verhalten der Feigenwespen, Ornithophilie und anderes. Alle zerstreuten Aufsätze gesammelt in *F. Mailer, Werke, Briefe und Leben*, herausgeg. von A. Müllers. (Jena 1915—1921; G. Fischer).

1867—1896. F. Ludwig: Nach Veröffentlichung zahlreicher eigener Beobachtungen über Bestäubungsverhältnisse und mehrfacher Besprechungen über die Beobachtungen anderer Forscher veröffentlichte er ein Lehrbuch der Biologie der Pflanzen, Stuttgart 1895, in welchem der vierte Abschnitt der Blütenbiologie gewidmet ist.

1868—1869. S. Axel: Om det färgade hyllets betydelse för växten. Bot. Notiser 1868, 115—124. — Om anordningarna för fanerogama växternas befruktning. Stockholm 1869.

1872—1884. Hermann Müller: Hauptwerke:

1873. Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitige Anpassung beider. — Dieses Werk ist das bedeutendste des verdienstvollen Forschers. Der Wert desselben liegt einerseits in der vollständigen Zusammenstellung aller bis dahin gemachten, auf Insektenbefruchtung bezüglichen Beobachtungen und einer erheblichen Erweiterung derselben, sodann aber auch darin, daß der Verfasser es sich zur Aufgabe stellt, die Organisation der Insekten selbst mit Rücksicht auf die von ihnen besuchten Blüten zu prüfen.

1881. Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. — Die Tendenz des Werkes ist dieselbe wie bei dem vorigen, doch wird in demselben eine Menge neues Material herbeigeschafft und namentlich auf die stufenweise Entwicklung der Blütenfarben, welche nach des Verfassers Ansicht durch die Insekten gezeitigt sein sollen, hingewiesen. Dieser Ansicht kann aber nicht zugestimmt werden.

1867—1897. Th. Meehan beschrieb eine große Anzahl von Beobachtungen über Selbstbestäubung und Fremdbestäubung amerikanischer Pflanzen in verschiedenen amerikanischen Zeitschriften, besonders in den *Proceed. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, *Bull. Torr. Bot. Club* und *Bot. Gazette*.

1872—1893. Ch. Riley verfaßte zahlreiche Abhandlungen über das eigenartige Verhalten der in den Blüten der *Yucca*-Arten lebenden Motten *Pronuba yuccasella* und *Prodoxus* und deren Bestäubungstätigkeit.

1872—1891. A. Kerner (seit 1887) von Mariaun.

1873. Die Schutzmittel des Pollens gegen die Nachteile vorzeitiger Dislokation und gegen die Nachteile vorzeitiger Befruchtung. — 1876. Die Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste.

In der ersten Schrift wird gezeigt, wie einerseits die Stellung der Blütenteile zu einander, die Richtung der Blüten usw. das Nafwerden oder das vorzeitige Ausstreuen des Pollens verhindern; in der zweiten wird an zahlreichen Beispielen dargetan, daß die Organisation der Pflanzen mehrfach geeignet ist, solche Insekten fernzuhalten, welche zwar das Streben haben, zu den Blüten vorzudringen, aber nicht bei der Bestäubung mitwirken.

Eine gleiche Tendenz liegt der Abhandlung von O. Kuntze, Die Schutzmittel der Pflanzen gegen Tiere und Wetterungunst, 1877, zugrunde.

1877—1900. E. Warming behandelte in seinen zahlreichen Abhandlungen über die biologischen Verhältnisse grönländischer Pflanzen und über die Pflanzenwelt von Lagoa Santa in Brasilien die Blütenbiologie arktischer und brasilianischer Pflanzen.

1879—1893. G. M. Thomson veröffentlichte Beobachtungen über die Bestäubungsverhältnisse neuseeländischer Pflanzen, welche auch von Loewin Knuths Handbuch der Blütenbiologie III 2 S. 524 ff. besprochen werden. Wesentlich ergänzend sind Cockaynes Angaben über die Bestäubungsverhältnisse der in den einzelnen Regionen Neu-Seelands heimischen Pflanzen in seinem Buch: The Vegetation of New Zealand, in Engler u. Pruden, Die Vegetation der Erde XIV (1921).

1879—1902. Trelease behandelte in mehreren kleinen Abhandlungen die Blütenbiologie zahlreicher amerikanischer Arten, in American Naturalist, im Bull. Torrey Bot. Club und Bot. Gazette.

1880—1890. MacLeod veröffentlichte blütenbiologische Beobachtungen an Pflanzen Belgiens und der Pyrenäen, meist in dem Jahrbuch Dodonaea.

1882—1885. H. Graf zu Solms-Laubach: Herkunft, Domestikation und Verbreitung des gewöhnlichen Feigenbaumes (*Ficus carica* L.), Abhandl. d. Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Bd. XXVIII (1882). — Die Geschlechtsdifferenzierung der Feigenbäume, Bot. Zeitg. 1885. — Siehe auch 1911 Ravasini und 1924 Leick.

1882. Paul Mayer: Zur Naturgeschichte der Feigeninsekten, Mitt., aus der Zool. Station in Neapel, Bd. III Heft 4 (1882).

1884—1908. E. Loew:

1884. 1886. Beobachtungen über den Blumenbesuch von Insekten an Freilandpflanzen des botanischen Gartens zu Berlin; im Jahrb. des königl. bot. Gartens und des bot. Museums zu Berlin. Während H. Müllers durch Zahlungen der Blumenbesucher die Frage zu erledigen suchte, welche Insektenkategorie an einer Blumenspezies vorzugsweise als Bestäuber tätig ist, suchte Loew zu ermitteln, welche Auswahl unter den ihr in einem großen botanischen Garten natürlich sehr zahlreichen (und dem Insekt oft völlig fremden) dargebotenen Blumenformen und Blumenfarben jede einzelne Insektenart trifft. Es hat sich als Resultat ergeben, daß in der Tat jede Insektengruppe diejenige Blumenkategorie relativ am meisten bevorzugt, für deren Ausnutzung sie auch in körperlicher Beziehung am besten ausgestattet erscheint. Auch hat sich in Obereinstimmung mit H. Müllers Erfahrungen gezeigt, daß blumentüchtigere Insekten im allgemeinen die dunkeln Blumenfarben, die ungeschickten dagegen die hellen Farben bevorzugen.

Auch später noch stellte Loew an zahlreichen außereuropäischen Arten des Berliner botanischen Gartens blütenbiologische Untersuchungen an. 1894 veröffentlichte er: Blütenbiologische Floristik des mittleren und nördlichen Europa sowie Grönlands*. Sodann erwarb er sich mit Unterstützung von O. Appel ein besonderes Verdienst durch die Bearbeitung und Herausgabe des von P. Knuth in Angriff genommenen dritten Bandes des Handbuchs der Blütenbiologie, in welchem die bisher in außereuropäischen Gebieten gemachten blütenbiologischen Beobachtungen behandelt wurden (Leipzig 1904—5). Besonders wertvoll ist in diesem Band der am Schluß (S. 480—599) von Loew gegebene »Rückblick«, eine Reihe zusammenfassender Betrachtungen, besonders über die geographische Verbreitung der Bestäubungseinrichtungen, sowie auch über den Zusammenhang zwischen den Blumentüchtigkeiten der verschiedenen Gebiete und ihrer anthophilen Fauna: I. Arktische Zone. — II. Gemäßigte Zone, 1. Waldgebiet Nordamerikas, 2. Nordamerikanisches Xerophytengebiet, 3. Kapland, 4. Neu-Seeland und antarktische Inseln. — III. Tropenzone. — Sehr wertvoll ist auch seine Einführung in die Blütenbiologie auf historischer Grundlage, Berlin 1895. Ferner sei erwähnt: Die ornithophilen Blüten in ihren Beziehungen zu den Lebensgewohnheiten blumenbesuchender Vögel, Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde, Berlin 1907.

1886—1925. O. Kirchner lieferte zahlreiche Beiträge zur Blütenbiologie, namentlich württembergischer Pflanzen. — Flora von Stuttgart 1888 (Stuttgart); Blumen und Insekten, Leipzig 1911.

1887—1899. P. Knuth verfaßte, nachdem er seit 1889 blütenbiologische Beobachtungen angestellt hatte, ein zweibändiges Werk (in 3 Teilen): Handbuch der Blütenbiologie unter Zugrundelegung von Hermann Müllers Werk: Die Befruchtung der Blumen durch

Insekten, Leipzig 1898, 1899, welches ein sehr umfangreiches Verzeichnis der bis dahin erschienenen blütenbiologischen Literatur, eine historische Einleitung und Beschreibung der hauptsächlich in Europa und im arktischen Gebiet gemachten blütenbiologischen Beobachtungen enthält. Ober den dritten in zwei Teilen erschienenen Band vgl. den vorangegangenen Abschnitt über L o e w.

1890—1891. G. F. S c o t t E l l i o t veröffentlichte in den *Annals of Botany* IV und V Beobachtungen über Bestäubungsverhältnisse südafrikanischer und madagassischer Pflanzen, namentlich auch über Ornithophilie.

1888—1901. O. H. R o b e r t s o n hat in sehr zahlreichen Abhandlungen, welche meist in der *Botanical Gazette* erschienen, die Beziehungen der Insekten zu nordamerikanischen Pflanzen beschrieben.

1894—1899. O. E k s t a m studierte die Blütenbestäubung arktischer Pflanzen auf Nowaja-Semlja, in den schwedischen Hochgebirgen und auf Spitzbergen und veröffentlichte seine Arbeiten in den *Svensk Vetensk. Acad. Förhandling*.

1895—1896. F. P l a t e a u behandelte hauptsächlich die Frage: Comment les fleurs attirent les insectes, in 5 Abhandlungen im *Bulletin der Académie royale de Belgique*. Er bedeckte Blütenköpfe von nicht gefüllten Dahlien teils ganz, teils nur in ihren Randblüten mit gefärbten Papieren oder mit Blättern, welche das Grün der Dahlienblätter besaßen, und konnte dabei lebhaften Insektenbesuch beobachten. Er folgerte hieraus, daß die Insekten nicht durch Blütenform und Blütenfarbe angelockt werden, sondern wahrscheinlich durch den Geruch. Auch nach Entfernung der Kronen der Randblüten erfolgte starker Insektenbesuch. Ferner konnte er, wie schon vor ihm Bonnier, Errera und Gevaert zeigen, daß Insekten verschiedenfarbige Varietäten derselben Art nacheinander besuchten. Doch kann nach Knuths Meinung daraus noch nicht gefolgert werden, daß die Farbe für die Anlockung der Insekten ganz ohne Bedeutung sei, da die Honigbiene, wenn sie sich erst einmal zwischen ähnlich gestalteten und gefärbten Blüten orientiert hat, streng an der einmal ausgesuchten Blumenart festhält. Knuth spricht sich nach weiterer Prüfung der Plateauschen Versuche teils mit künstlich hergestellten Blüten, teils mit natürlichen, ihrer Krone größtenteils beraubten Blüten dahin aus, daß die Anlockung aus weiterer Ferne wohl meist durch den Geruch der Blüten bewirkt werde, daß beim Nherkommen der Insekten (auf 1—2 m) die Blütenfarben die weitere Anlockung übernehmen und daß beim Auffliegen auf die Blumen endlich die Saftmale den Wegweiser zum Honig bilden. Siehe auch weiter unten unter C. H e s s bis P o r s c h.

1895—1901. E. U l e hat auf seinen vielen Reisen in Brasilien, namentlich in der Hylaea des Amazonenstromgebietes, mehrere interessante Bestäubungsverhältnisse festgestellt.

1896—1901. J o h n * w erforschte die Bestäubungsbiologie chilenischer Blüten und lieferte namentlich Beiträge zur Ornithophilie.

1900—1925. E. W e r t h beschreibt: Ostafrikanische Nectarinienblumen und ihre Kreuzungsvermittler in *Verhandl. des Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg* XLII. (1900) 222. — Kurzer Überblick über die Gesamtfrage der Ornithophilie, enthaltend: A. Beispiele und Klassifikation ornithophiler Blumenformen und B. Allgemeine Eigentümlichkeiten der Vogelblumen und ihrer Kreuzungsvermittler, in *Englers Botan. Jahrb. Lin* (1915) *Beiblatt* 116 S. 314—377. Enthält auch Verweisungen auf einschlägige Literatur.

1902. A. G u n t h a r t, Beiträge zur Blütenbiologie der Cruciferen, Crassulaceen und der Gattung *Saxifraga*, — *Bibliotheca botanica*, Heft 58 mit 11 Tafeln. — Prinzipien der physikalisch-kausalen Blütenbiologie in ihrer Anwendung auf Bau und Entstehung des Blütenapparates der Cruciferen, Jena 1910.

1903. R. E. F r i e s, Beiträge zur Kenntnis der Ornithophilie in der südamerikanischen Flora, *Arkiv f. Botanik utgiv. af K. Svensk Vet. Akad.* I. (1903) 389—439, enthält die Anführung einer großen Anzahl brasilianischer Pflanzen, bei denen der Verfasser Besuch von Kolibris beobachtete. Es ist jedoch hierbei zu berücksichtigen, daß sowohl Kolibris wie Honigvögel auch den die Blüten besuchenden Insekten nachgehen.

1904—1920. K. G o e b e l: Kleistogame Blüten. *Biol. Zentralbl.* XXIV (1904). — Die Entfaltungsbewegungen der Pflanzen und deren teleologische Deutung. Jena 1920. In letzterem Werk stellt sich der Verfasser die Aufgabe, die Entfaltungsbewegungen der Pflanzen im Zusammenhang vergleichend zu behandeln und dabei namentlich die Frage zu prüfen, ob diese als Anpassungserscheinungen zu betrachten sind oder nicht. Bekannt-

lick herrscht vielfach und gairz besonders bei Verfassern populärer botanischer Schriften und Handbücher die Neigung vor, ohne weiteres die von den Pflanzen ausgeführten Bewegungserscheinungen als für gewisse Aufgaben derselben erworbene Eigenschaften anzusehen. Verfasser glaubt aber auf Grand seiner Untersuchungen betonen zu müssen, daß viele »Anpassungen« gar nicht solche sind, sondern *Ausnutzung* anderweitiger Vorgänge und daß es sich nicht um eine im Kampf ums Dasein durch Anhäufung kleiner nützlicher Abänderungen erworbene Zweckmäßigkeit handelt, ebensowenig um eine zielstrebige. Verfasser gibt Ubrigens zu, daß für manche Entfaltungsbewegungen, für welche er jetzt eine teleologische Deutung zurückweisen zu müssen glaubt, später durch eine bessere Einsicht noch eine Nützlichkeitsdeutung gefunden werden kann. Besonders beachtenswert ist die Anschauung, daß die phylogenetische Entwicklung verwickelter Anpassungen eine zwangsläufige, durch die *innere* Beschaffenheit der einzelnen Gruppen bedingte war, zwangsläufig aber nicht durch Anhäufung richtungsloser nützlicher Variationen, sondern dadurch, daß die Richtung der Formbildung durch die Beschaffenheit der betreffenden Pflanzengruppen gegeben war und die Selektion nur direkt unzweckmäßige Glieder dieser Reihe ausmerzte. Das systematische Studium größerer Pflanzenfamilien führt auch zu dieser Schlufffolgerung. Siehe auch S. 73, 74 gegen den Schluff dieses Abschnittes.

A. Franceschini: *Contributo allo studio della cleistogamia* (in *Rivista di Fis., Matem. e Scienze natur.* Pavia VIII. 1907—1908), Zusammenstellung der bekannten Fälle.

1908. O. Porsch: Die Honigersatzmittel der Orchideenblüte, im Erl. Text zu Tafel CXI und CXII der Knyschen Wandtafeln (1908). Siehe auch weiter unten.

1911. R. Ravasini: Die Feigenbäume Italiens und ihre Beziehungen zueinander. Diss. Bern 1911. Wichtige Monographie.

1911—1918. G. Tischler: Das Heterostylie-Problem, *Biol. Zentralblatt* XXXVIII (1911) 11; *Lythrum salicaria* mit Beziehung auf das Illegitimitätsproblem, in *Festschrift Stahl* 1918.

1912. 1913. K. Schnarf: Vergleichende Charakteristik der Vogelblumen, ein Okologisches Sammelreferat, im Jahresbericht des k. k. Staatsgymnasiums im VI. Bezirke Wiens über das Schuljahr 1912/13.

1913. F. W. Neger: *Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage*, Stuttgart, F. Enke.

1913. G. Hess: Experimentelle Untersuchungen über den angeblichen Farbensinn der Bienen, *Zool. Jahrb.* XXXIV (1913), *Münchener Mediz. Wochenschrift* 1914, Nr. 27, *Archiv f. d. gesamte Physiologie* CLXIII (1916), CLXX (1918).

1914. K. v. Frisch: Der Farbensinn und Formensinn der Biene, *Zool. Jahrb.* XXXV (1914); Über den Geruchsinn der Biene, *Zool. Bot. Ges. Wien* LXVIII (1918); Zur Streitfrage nach dem Farbensinn der Bienen, *Biol. Zentralbl.* XXXIX (1919).

1916. L. Dieis: Käferblumen bei den Ranales und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Angiospermen, *Ber. d. Deutsch. bot. Ges.* XXXIV (1916) 158—174.

1919—1921. F. Knoll: Gibt es eine Farbendressur der Insekten? in: *Die Naturwissenschaften*, 1919. — *Insekten und Blumen*, Experimentelle Arbeiten zur Vertiefung unserer Kenntnis über die Verbindung zwischen Pflanze und Tier, Heft 1. I. Zeitgemäße Ziele und Methoden für das Studium der ökologischen Wechselbeziehungen. II. *Bombylius fuliginosus* und die Farbe der Blumen, Wien 1921.

1922 u. ff. O. Porsch: Methodik der Blütenbiologie, in *Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*, Abt. XI. Methoden zur Erforschung der Leistungen des Pflanzenorganismus, Teil 1, Heft 4 (Lief. 81). Verfasser weist darauf hin, daß die exakte Blütenbiologie vor allem eine gründliche Feststellung, Analyse und geschichtliche Erforschung des Bestäubungslebens erfordert. Alle mit dem Bestäubungsvorgang im Zusammenhang stehenden Erscheinungen sind bei der zu beobachtenden Art festzustellen, ohne Rücksicht darauf, ob sie dem Beobachter für die Pollenübertragung vorteilhaft erscheinen oder nicht. Bei der Analyse der Bestäubungsvorgänge bedarf es auch der Berücksichtigung der für die Fremdbestäubung belanglosen, unvorteilhaften bzw. schädlichen Erscheinungen und der vergleichenden Betrachtung. Porsch zeigt auch, wie sehr experimentelle Vertiefung für die Blütenbiologie von Wichtigkeit ist. Hierbei wird darauf hingewiesen, daß es sich empfiehlt, Versuche möglichst im Freien am natürlichen Standort vorzunehmen, wo die Besucher der Blüten ihr Sinnenleben in gewohnter Weise von be-

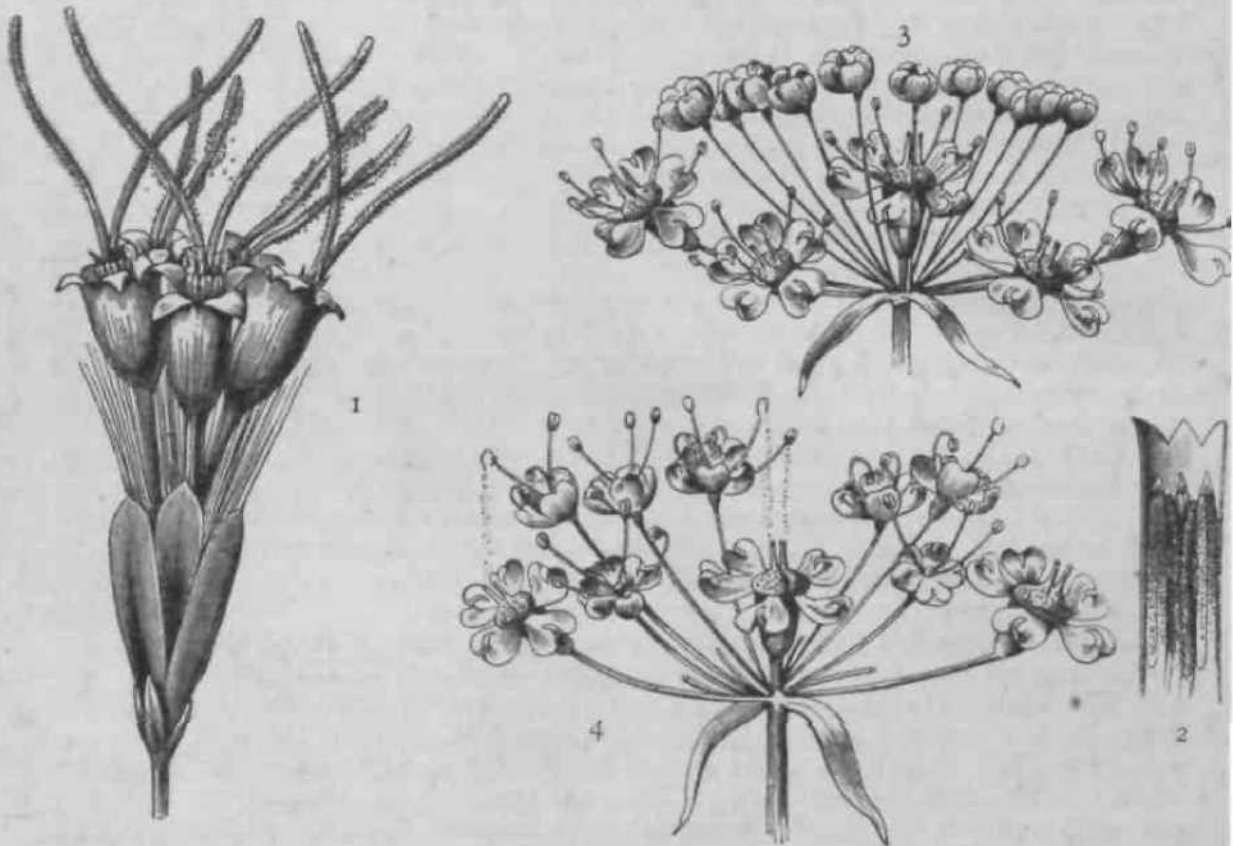
tätigen. Es wird ferner hervorgehoben, daß das Tier am Blütenbesuch nur insoweit interessiert ist, als hierbei die Befriedigung seiner eigenen körperlichen Bedürfnisse oder die der Brut oder beider in Betracht kommt, sehr umfassend werden die von demselben Verf. herausgegebenen Vogelblütenstudien, von denen Teil I in Fringsliehrs Jahrb. f. wiss. Bot. LXIII (1924) 553—706 erschienen ist.

1823—1925. F. Laibach: Die Abweichungen voranmechanischen* Zahlenverhältnis der Laug- und Kurgriffel bei lieto-styischen Pflanzen; Biolog. Zentralblatt XLIII (1923) Heft 2. — Zum Heterostylproblem; Biolog. Zentralblatt XL (1925).

1934, E. Laick: Die Kapriflukation und ihre Deutung¹ im Wandel der Zeiten. — Mitt. d. Deutsch. Pflanzenges. XXXIV (1934) 268—283.

Je nachdem die Bestäubung auf derselben Blüte oder zwischen verschiedenen Blüten erfolgt, unterscheidet man folgende Fälle:

1. **Autogamie** (Carpino) oder **Selbstbestäubung**, Der Pollen gelangt auf die derselben Blüte angehängte Narbe. Nur in Zwitterblüten möglich.



Kl. f. 11. Otolioi»Kai«Ie mit tuftjidiuu **Pollea i KrWuOuf** der Urffellfitv bviunjUlwrtoe BIUui in •lum KOpfcieu von *F. uj>,Ui>rium i-uuiMimm h. It LingMchtittt* dur«h don oberen Toll (jlu«r Jnu^tjn B10U (Ileter ArL S IMUdflien von *7i.(^v/iftyfi«m cUVmattfKm L.: (tie ctiletl ZwJtterliOU n **fMttUtt**, ilk fchfhuirtrrIE%n RIUciu noi't g«Hi>ilO4«cD. 4 D*ss«Ibe D01dclie»: die nelitcii Ji-wlitorhHlten **ttcrellt** otuic Stauljb., dir itchtfitixwttrlrvcrci) ((oOffincl, den:n Authort'ii PALien auf dlic Xftfben jencr **BURluAnd**. (Nnulli Ktiutli.)

2. **Allogamie** (Kerner) oder **Freudbestäubung**. Der Pollen gelangt auf die Narbe einer anderen Blüte. Der Erfolg der Bestäubung faßt zu **Allokarpie**.
 - a) **Cleistogamie** (Kerner) oder **Nachbarsbestäubung** innerhalb der Blüten derselben Pflanze (Fig. 74). — Der Erfolg der Bestäubung führt zur **Cleistokarpie**.
 - b) **Xenogamie** (Kerner) oder **Kreuzbestäubung** zwischen verschiedenen Pflanzen derselben Gattung einer Art. — Erfolg **Xenokarpie**.
3. **Bestäubung** findet zwischen Blüten verschiedener Arten, Varietäten oder Rassen statt — Erfolg **Bastardkarpie**.

Ferner geben wir hier noch eine von L. Errera und G. Gevaert im Bull. de la Soc. roy. de botan. de Belgique XVII (1878) 38—181 publizierte Übersicht über die verschiedenen Kategorien von Geschlechterverteilung und Bestäubungseinrichtung.

I. Monomorphe Individuen. Alle Individuen gleich in bezug auf ihre Blüten.

1. Monomorphe Blüten. Alle Blüten gleich und g.

A. Kleistogamie (Kuhn). Alle Blüten bleiben immer geschlossen; keine Kreuzung möglich. Solches fand ich bei getrockneten Exemplaren der Gesneraceen *Streptocarpus albiflorus* Engl., *St. Kerstingii* Engl. und *St. violascens* Engl. aus Togo und Kamerun. Es ist aber sehr wohl möglich, daß noch Exemplare mit chasmogamen Blüten aufgefunden werden. Es ist bemerkenswert, daß nur westafrikanische caulescente Arten diese ausgeprägte Kleistogamie zeigen; es müssen innere Ursachen vorliegen, welche ein frühzeitiges Auskeimen der Pollenkörner in der Knospe hervorrufen.

B. Chasmogamie (Axell). Alle Blüten öffnen sich; Kreuzung immer möglich.

a. Direkte Autogamie (Selbstbestäubung). Homogam (Sprengel). Der Pollen fällt unmittelbar auf die Narbe derselben Blüte.

* **Direkte Autocarpie.** Die direkte Autogamie ist wirksam (Selbstfertilität): *Trifolium arvense*.

** **Keine direkte Autocarpie.** Die Selbstbestäubung bewirkt keine Befruchtung (Selbststerilität): *Corydalis cava*.

b. Keine direkte Autogamie. Der Pollen fällt nicht unmittelbar auf die Narbe.

* **Herkogamie (Axell).** Homogam; aber Anthere und reife Narbe räumlich getrennt: *Anacamptis pyramidalis*.

** **Dichogamie (Sprengel).** Anthere und reife Narbe zeitlich getrennt. **f Proterandrie (Delpino) oder Protandrie (Hildebrand).** Anthere aufspringend, ehe die Narbe geschlechtsreif ist: *Teucrium scorodonia*.

tf Proterogynie (Delpino) oder Protogynie (Hildebrand). Narbe vor dem Aufspringen der Anthere geschlechtsreif: *Aristolochia clematitis* (Fig. 76).

2. Pleomorphe oder dimorphe Blüten. Die Blüten desselben Individuums sind von zwei oder mehreren Arten.

A. Chasmo-Kleistogamie (Delpino). Die Blüten alle $\$$, die einen kleistogam, die anderen chasmogam: *Oxalis acetosella*, *Streptocarpus princeps* (Fig. 75) und andere Arten.

B. Monocie. Die Blüten desselben Individuums unterscheiden sich durch ihr Geschlecht; einige sind immer eingeschlechtlich.

a. Die Blüten desselben Stockes sind dreierlei oder zweierlei.

* **Coenomonomie (Kirchner).** Blüten $\$$, $\$$ und $\$$.

** **Andromonie (Darwin).** Blüten 5 und $\$$: *Veratrum album*, *Aesculus hippocastanum* (Fig. 77).

*** **Gynonomie (Darwin).** Blüten g und $\$$: *Parietaria officinalis*.

**** **Agonomie.** Blüten $\$$ und geschlechtslos: *Viburnum opulus*.

***** **Eigentliche Monomie (Linné).** Blüten $\$$ und $\$$: *Cucurbita pepo*.

b. Trimonomie. Die Blüten desselben Stockes sind dreierlei. **Monomische Polygamie (Darwin).** Blüten g, $\$$ und $\$$: *Saponaria ocymoides*.

II. Pleomorphe oder heteromorphe Individuen. Mehrere oder zwei Arten von Individuen, die sich durch ihre Blüten unterscheiden.

A. Heteromesogamie. Die Individuen unterscheiden sich durch die Befruchtungsart der Blüten.

a. Auto-Allogamie. Die einen Individuen überwiegend der Selbstbefruchtung, die anderen überwiegend der Kreuzbefruchtung angepaßt: *Viola tricolor*.

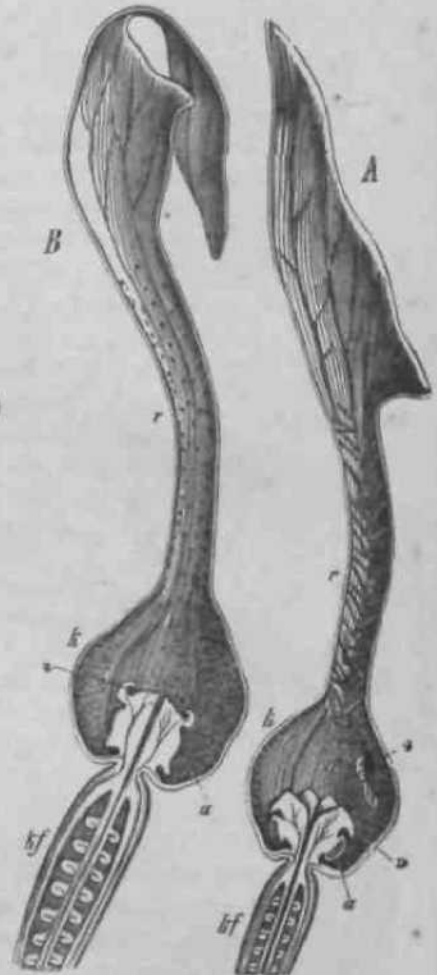
b. Homo-Dichogamie (Errera und Gevaert). Die einen Individuen homogam, die anderen dichogam: *Ajuga reptans*.

c. Di-Entomophilie. Die einen Individuen der einen, die anderen einer anderen Gruppe von Insekten angepaßt: *Iris pseudacorus*.

B. Heterostylie (Hildebrand). Die Individuen unterscheiden sich äußerlich durch die Lage ihrer Geschlechtsorgane; zur Fruchtbarkeit ist die Vereinigung verschiedener Individuen notwendig.



Fig. 75. *Streptocarpus princeps* Mildbr. et Engl. U, Y, X, V. Blüte geöffnet, das Pistill mit dem Narben noch nicht die Antheren erreicht, A' Heterostylie. K. des Blattes n. unten rechts ein kleiner Teil der Narbe in der Anthere. (Original. Vgl. weiter Engl. Bot. Jahrb. LVII. (1921) 204, Pl. 1.)



Vie. re. Proterogynische Blüte von *Aristolochia cymata* L. A, B nach der Befruchtung; r Bohre im Vergleich, I' K. (tel.) (on) (el) (en), n XAI-... Aittler. iiWtinLu5efet, *ffnn; lit-knoten. (Nach Sachs.)

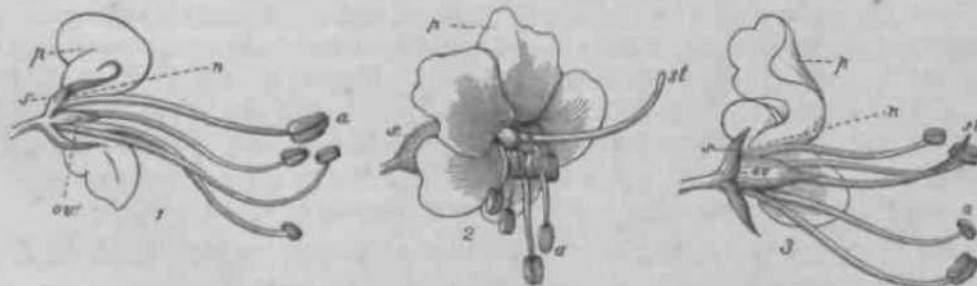


Fig. 77. *Aesculus hippocastanum* L. in der Entwicklung. I, II, III. I. umf. 9 Stadium. 0 la o' Studlum. Otueli II*rm. MUM (er.)

- a. Heterodistylie, Dimorphismus. Zwei Arten von Individuen, langgrifflige und kurzgrifflige: *Primula elatior* (Fig. 78).
- b. Heterotristylie, Trimorphismus. Drei Arten von Individuen, lang-,

mittel- und kurzgriffelige: *Lythrum salicaria*, *Oxalis gracilis* und andere (Fig. 79).

C. Heterodichogamie. Die Individuen unterscheiden sich zeitlich durch die Reihenfolge der Entwicklung ihrer Geschlechtsorgane: *Juglans regia*.

D. Polyoeie. Die Individuen unterscheiden sich durch das Geschlecht.

a. Diocie. Die Individuen sind zweierlei.

* Androdioecie (Darwin). ♂ Blüten auf dem einen Stock, ♀ auf dem anderen: *Dryas octopetala*.

** Gynodioecie (Darwin). ♀ Blüten auf dem einen Stock, ♂ auf dem anderen: viele Labiaten.

*** Eigentliche Diocie (Linne). ♂ Blüten auf dem einen Stock, ♀ auf dem anderen: *Salix caprea*.

b. Triböcie oder triöcische Polygamie (Darwin), g Blüten auf einem Stock, ♂ auf einem anderen, ♀ auf einem dritten *Fraxinus excelsior*.

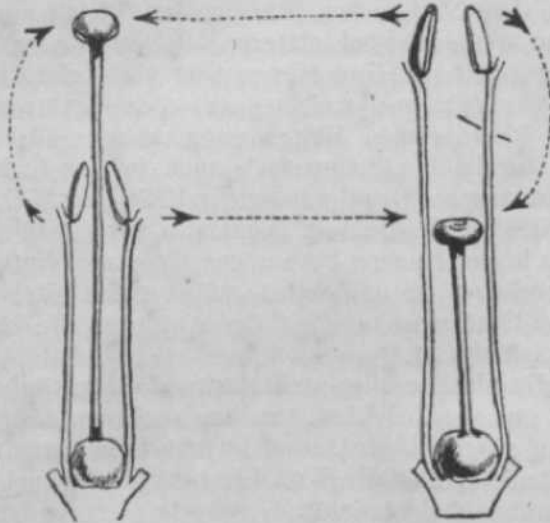


Fig. 78. Schemata der heterostylen Bestäubungen. Die wagerechten Pfeile geben die legitimen, die vertikalen die illegitimen Verbindungen an. (Nach Oh. Darwin.)

Bevor auf die Tierbestäubung eingegangen wird, ist noch einiges über die eigenartige Erscheinung der Kleistogamie zu bemerken:

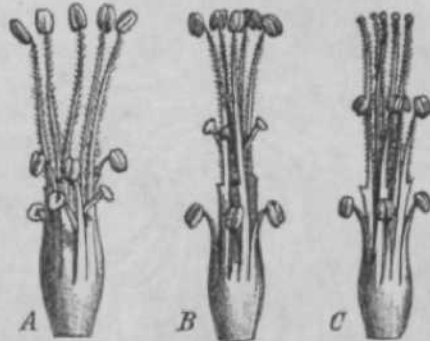
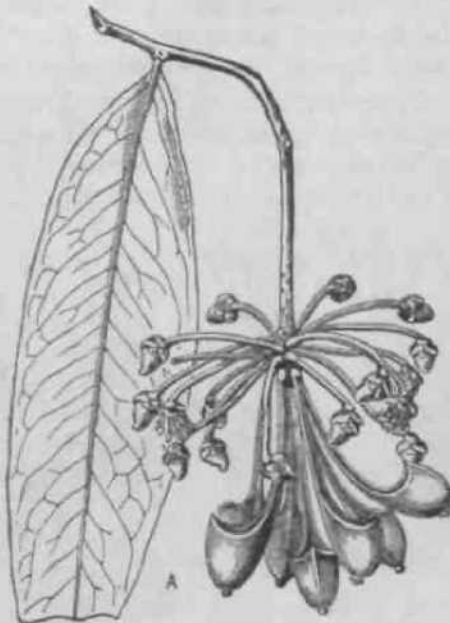


Fig. 79. *Oxalis gracilis* heterostylat: A kurzgriffelige, B mittelgriffelige, C langgriffelige Form. (Nach HilдебRAND.)

Nach Darwin (Die verschiedenen Blütenformen von Pflanzen der nämlichen Art, Deutsche Übersetzung, S. 290) »ist es durchaus nicht der Fall, daß die kleistogamen Blüten ihren Ursprung einer gehemmten Entwicklung verdanken; denn verschiedene Teile sind speziell so modifiziert worden, daß sie zur Selbstbefruchtung der Blüte helfen.« Goebel*) (Die Entfaltungsbewegungen der Pflanzen, S. 28) dagegen ist der Ansicht, »daß die kleistogamen Blüten nicht unter Bedingungen entstehen, unter denen die Pflanze sie braucht, also z. B. dann, wenn die Bestäubungsvermittler für die chasmogamen Blüten fehlen, sondern manche Pflanzen sind mit der Fähigkeit ausgerüstet, unter bestimmten Ernährungsbedingungen Blüten auszubilden, die den normalen gegenteiligen Hemmungsbildungen darstellen, aber doch Samen hervorbringen. Sie können der Pflanze von besonderem Nutzen sein, wenn die Samenbildung in den normalen chasmogamen Blüten nicht gesichert ist, aber sie finden sich auch bei solchen Pflanzen, bei welchen diese Gefahr nicht besteht. Besondere 'Anpassungen' innerhalb der kleistogamen Blüten, wie sie von verschiedenen Seiten, auch von Darwin, angenommen wurden, waren aber nicht nachweisbar.« Nach meinen Erfahrungen bei *Streptocarpus* (Englers Bot. Jahrb. Bd. 57 [1921] 207) ist die Erzeugung kleistogamer Blüten nicht durch ungenügende Ernährung verursacht, sondern sie beruht auf inneren Ursachen, welche bewirkt haben, daß die Empfängnisfähigkeit der Narben und Keimfähigkeit des Pollens zu-

*) Vgl. auch K. Goebel, Die kleistogamen Blüten und die Anpassungstheorien, Bioz. Zentr. Jbl. XXIV (1906); Chasmogame und kleistogame Blüten bei *Viola*, Flora, Ergänzungsband 1905. — H. Bitierow, Über Bau und Befruchtung kleistogamer Blüten, Flora XCVIII (1907).

a amnieufallen, und die Gleichzeitigkeit beider Zus&ude füllt zu frtlhzeitiger Befruolitung sowie zum Stillstand in der Entwicklung der Korolle. leu fand kktistogaue BIUten nur bei der Bektion *Caulescentta* und hier wieder nur bei wefitafrik&ntacucn Arten, und iwar bei Arten dreier Gruppeu, eniweder lugtlicl* mit cbaswoganieu sterti bleibenden Blitten am Ende des Blütenstandes oder ohne solche. Wo die Befruchtung in einer Bill to unterbleibt, kann die Korolle sich normal weiterentwickeln und zu einem ^cttauapparat werden, der Insekten anlockt. Daß bei unarni *Streptocarpus* die KleietogJunit nidit mit Verkiinimeruig zus&mmenhangt, geht aueh d&rau* hervor, daß es ntcht nur Zwergformen mit 1—2 kleifitogamen Blitten gibt, wie bei *St. ulbiflorus* Engl. und *St. violascens* Engl., sondern auch aolche mit 1—2 ehasmogameu Blüten, wie bei *St. muscicola* Engl. Bei ^em nur getroeknet zur Yerfügung stehenden *St. princeps* Engl. (Fig. 74 U, V) hat keine der cbasmogamen Blaten AnsaU nr Fruchtentwicklung gemacht. Es ist schlicUHeli wolil die Narbe in die Nalie der lang geschlossen bleibenden Antlieren gelangt, so daß iinter



Fiji. *W. ilartffrncia ueptuthiHtie** >>x||l. Kollbrtblume BraalLifUS iwirh unti't l.ihn-gend die Xektnr fUhretillon Brdkterif, welche mit d<o Sttelooi dff »U?rilun Bl(JU>n verwachsen •linl. (K<d) Wittmack.)

Umatanden Selbetbeetaubung oder Insektenbestiubong erfolgen kdntte; aber die Antheren licgen nicht den Narben an, wie in den kleistogamen BIUten. und so ist bei letzterou die Bestftubung fast immer gesichert. Nun gibt es aber vie) mehr Arten voa *Streptocarpus*, wekhe nur chaemogame und keine kleistogamen BIUten entwickeln und dabei doch regelmaflig, nanuntlich auch in der Kultur. Erfliche tragen. Bei tUeMO, wie z. B. *St. HolstH* EngL unfl *St. WenittantUi* Hort. Dammanu, wird die N&rbe sclion in der Knospe bis zur geschlossenen Anther*¹ hingeschoben, so da0 Selbstsstitubung mOglich ist, wenn die Narbe zur Zeit der Antberenreife empfangnisfahig ist.

Da sicli herausgestellt hatte, daß Beatftubung nicht nur von Insekteti, sondern auch von anderen Tieren auBgeUbt wird, so stellt mart tin allgemeinen der Anemophilie die Zoidiophilie gegentber und unterscheidet dann:

a) Cbiproterophile Pflanzen (Fledermau B b l u l l c r). Nnr wenige Falle bekannt. nlmlicli die diGziscbe, in den Qebirgen Javas kletterode Pandanacee *TreycineHa*, deren rosarote Hochblätter TOD dem »fliegenden Hund« gefre?son werden. Diese Fledermäuse verschloppen dabei auf iliron KOpfen ahntich wie beatilubende VtJgel rclLlich

lich Pollen von den \$ Pflanzon aul die \$. Auch *BauMnia megaiandra* Gris. auf Trinidad wild von dortigen Fledermäusen regelm^flig besucht.

b) Ornithophile Pflanzen (VogelblQ tier) smd sehr zahlreich in den wärmeren Lilndero, in d&Den Kolibris (tropieches Amerika) und Uonigvtigel (Nectariniden in Afrika und dem tropischen Asieri) vorkommen. Eine dor auffallendsten, die Bestäubung durcb Kolibris begtinstigenden Organisationen finden wir bei der tropisch-amerikanischen Gattung *Marcgravia*. Wie nebenstebende Abbildung (Fig. 80) von *Marcgravia nepenthoides* Seem, zeigt, smd an den haogenden Luftsprossen dieser Kletterpfianien die Bltitenetiele der oberen verkUmmerten Blüten mit den kragfOrmigen, eine Insekten anlockende FltIsBigkeit abuondernden Brakteen verwa<:hsen: dfl die fruchlbaren unteren Blfiten ihre Blinnenblätter abwerfen, kommen zur Zeit des AusstSuliens ihror nach unten gerichteten Antheren diese mit den Kftpfchon der Koliiris, wflcbe den in den kannenfOrmigen Brakteen befindlichen iDBekton nachatellfn, in BerUlinmjr, tnid die Kolibris atreifen dann beim Be&uch alterer, ihre Narben blofilegender BiUten den mitgelirachten Pollen unwillkQrlicli auch ail diesen Narben ab. — Ausftlbrliche ZuBanunenstellung der reichien Literatur findet man bei Porsch, Vogelblumenstudien I in Pringsheimp .Talirb. LXII (1984) 700—706.

c) Als in a l a k o p h i e Pflanzen (Schneckenblitler) wurdii nomentlich von Dfilliso einzelne Araceen angesehen, an deren Blütenkolben Schnecken beim

Herinkriechen auch mit dem Pollen in Berührung kommen, den sie gelegentlich auf empfängnisfähigen Narben abstreifen können. Es ist aber, da andere Bestäubungsverhältnisse bei diesen Pflanzen die Regel bilden, nicht anzunehmen, daß die Araoeeen auf diesen Schneckenbesuch angewiesen sind.

(1) Entomophile Pflanzen (Insektenblütler). Die große Mehrzahl der Angiospermen. Je nach den Insekten, welche die Blüten einer Sippe vorzugsweise besuchen und je nach der dargebotenen Lockspeise werden die Blumen der entomophilen Pflanzen folgendermaßen bezeichnet:

1. **Pollenblumen.** Bieten nur Pollen dar. Vorherrschend weiß- und gelbblütige Strahlenblüten; aber auch rotblütige (*Papaver rhoeas*, *Rosa*) und blaublütige (*Anemone hepatica*). Besucher vorzugsweise kurzrüsselige Bienen und Schwebfliegen.
2. **Nektarblumen mit freiliegendem Honig**, der allgemein zugänglich ist. Namentlich Umbelliferen, aber auch andere. Vorherrschend weiße, grüngelbe oder gelbe Strahlenblüten, seltener rosafarbene. Besucher vorwiegend kurzrüsselige Wespen und kurzrüsselige Fliegen, kurzrüsselige Käfer und mittelrüsselige Fliegen.
3. **Nektarblumen mit halbverborgenem Honig**, lassen ihren Honig nur bei hellem Sonnenschein sehen (Kreuzblütler, *Ranunculus*, *Caryophyllaceae*-*Alsineae*. *Potentilla* usw.). Vorherrschend weiße und gelbe Strahlenblüten, seltener rote oder purpurfarbene. Besucher vorzugsweise mittelrüsselige Insekten, aber auch kurzrüsselige Bienen und Schwebfliegen.
4. **Nektarblumen mit völlig geborgenem Honig.** Vorherrschend rote,
 - blaue und violette Strahlenblüten, aber auch schon zahlreiche zygomorphe Blüten. Besucher mehr langrüsselige Insekten (Bienen, namentlich Honigbienen, Wespen und Falter).
5. **Blumengesellschaften mit völlig geborgenem Honig.** Kompositen mit Ausnahme der windblütigen *Artemisia*, Dipsacaceen und *Armeria*. Die weiß- und gelbblütigen haben ziemlich dieselben Besucher wie die Pflanzen der Kategorie 3, die rot bis violett blühenden werden von den Insekten besucht, welche für die Kategorie 4 in Betracht kommen.
6. **Immenblumen.** Farbe und Gestalt mannigfach, aber rote bis violette Farbe und Zygomorphie überwiegend. Vorwiegend Bestäubung durch Immen (Hymenopteren). — Papilionaten, Violaceen, Labiaten, Scrophulariaceen, *Aconitum*, *Delphinium*, *Corydalis* u. a. Es werden dann noch Untergruppen unterschieden: Bienenblumen im engeren Sinn, Hummelblumen, Bienen-Hummelblumen, Wespenblumen, Schlupfwespenblumen sowie die Übergangsgruppe Immen-Falterblumen.
7. **Falterblumen (Schmetterlingsblumen)**, deren in tiefen engen Röhren oder Spornen verborgener Honig hauptsächlich von dem langen Rüssel der Schmetterlinge erreicht wird. — a) Tagfalterblumen, meist rot. — b) Nachtfalterblumen, weiß oder weißlich. Außer den Schmetterlingen beteiligen sich auch langrüsselige Bienen und Schwebfliegen am Besuch.
8. **Fliegenblumen**, welche besonders von Dipteren besucht werden, zerfallen in 5 Untergruppen: a) **Ekelblumen**, von triiber, oft gesprenkelter, gelblicher oder dunkelpurpurner Farbe, mit oft ekelhaftem Geruch und freiliegendem oder halbverborgenem Honig. Besucher Aas- und Kotfliegen. — b) **Kesselfallenblumen**, wie die von sehr kleinen Dipteren besuchten Blüten von *Aristolochia clematitis* und die ihre Besucher ebenfalls kurze Zeit gefangenhaltenden Blütenstände von *Arum maculatum*. — c) **Klemmfallenblumen.** Hierzu gehören die eigentümlichen, sehr kompliziert gebauten Blüten der Asclepiadaceen (s. Fig. 32), welche hauptsächlich von Fliegen besucht werden. Auch die Blüten von *Cypripedium* und *Pinguicula*, deren Bau aber hier nicht erläutert werden kann, wirken als zeitweilige Fliegenfallen, indem in ihnen ganze Fliegen in der Nähe der Antheren eingeklemmt und dabei mit Pollen beladen werden. — d) **Tauschblumen.** in denen Flüssigkeit vorgetäuscht wird, welche Fliegen zum Besuch anlockt (Staminodien von *Parnassia palustris*, Labellum von *Ophrys muscifera*, Fruchtknoten von *Paris quadrifolius*). — e) **Schwebfliegenblumen.** Lebhaft gefärbte mit scharf abstechender Mitte gezielte Blumen, an welcher zierliche Schwebfliegen sich ansetzen, welche dabei den Pollen an einer Stelle ihres Leibes abstreifen, die bei dem nächsten Besuch mit der Narbe in Berührung kommt. *Veronica chamaedrys* u. a., *Circaea*.

9. **Futterhaar- und Futtergewebe-Blumen.** Als Nektarersatz dienen mehrfach Futterbaare, so die Staubblatthaare bei *Verbascum*, die Haare in dem kurzen Sporn von *Pinguicida alpina*, die Eiweiß und Fett enthaltenden Haare in den Blüten tropischer Orchidaceen, wie *Maxillaria*, die Futtergewebe in Form von Schwielen und Warzen bei Arten von *Catasetum*.
10. **Kleinkerbblumen.** Blüten, welche durch sehr kleine Insekten verschiedener Ordnungen besucht und gekreuzt werden, z. B. die Orchidacee *Herminium monorchis*.

Die neueren Forschungen haben namentlich gezeigt, daß dieselbe Pflanze in verschiedenen Ländern und namentlich unter verschiedenen Breiten nicht von denselben Insekten besucht wird, ferner, daß dieselbe Art an dem einen Ort proterogynisch, an einem anderen proterandrisch, an einem dritten homogam sein kann. Es haben sich mehrere Autoren mit Beobachtungen über die Bestäubungsverhältnisse bei den *Saxifraga*-Arten beschäftigt, so Wydler, Engler, H. Müller, Kirchner, Lindner, Ekstam, Giinthart, und ich möchte auf die Zusammenfassung dieser Beobachtungen in Pflanzenreich IV. 117, *Saxifragaceae-Saxifraga* (1919), S. 24—28 hinweisen, weil daraus ersichtlich ist, wie verschieden sich dieselbe Art verhalten kann. So ergibt sich, daß zwar im allgemeinen bei der Mehrzahl der Sektionen Proterandrie vorherrscht und hierbei Selbstbestäubung mehrfach ausgeschlossen ist, in einigen Fällen aber noch Autogamie möglich ist, infolge der gegen Ende der Anthese stattfindenden Bewegungen der Staubbl. Bei den Sektionen *Kabschia* mit Ausnahme der § *Squarrosae* (*S. caesia* und *squarrosa*) und *Porphyron* herrscht die Proterogynie, doch ist bisweilen auch Homogamie zu beobachten. Besonders stark wechselnd sind die Verhältnisse bei den arktischen Arten (*S. nivalis*, *hieracifolia*, *rivularis*, *caespitosa*, *oppositifolia*). Bei diesen tritt, auch wenn Proterandrie oder Proterogynie häufig ist, daneben Homogamie und Autogamie auf. Dadurch erklärt sich, daß diese Arten oft auch da, wo Insektenbesuch nicht konstant werden konnte, reichlich Früchte tragen. Interessant ist auch, daß in verschiedenen Gruppen, vor allem bei den § *Densifoliae*, *Hirculoideae*, *Flagellares* und *Hemisphaericae* der Sektion *HiraUus*, aber auch bei den *Nivali-virginienses*, den *Stellares*, *Tridactylites*, *Caespitosae* und *Xanthizoon* die Blüten ± Neigung zeigen, eingeschlechtlich zu werden. Das ist aber eine im Pflanzenreich verbreitete Tendenz, welche auf inneren Ursachen beruht

Giinthart nimmt nach seinen Beobachtungen mit H. Müller an, daß wir es bei den Saxifragen mit Blüten zu tun haben, deren Stammeltern noch homogam waren und die auch heute noch nur schwach an ihre Umgebung angepaßt, aber dafür jederzeit imstande sind, unter gewissen günstigen Einflüssen ihre Bestäubungseinrichtungen direkt oder indirekt in zweckmäßiger Weise abzuändern. Er nimmt als wahrscheinlich an, daß die lokalen Unterschiede der Bestäubungseinrichtungen innerhalb derselben Art, ja vielleicht auch die Blütenbiologischen Unterschiede der Arten selbst, nicht nur durch natürliche Auslese, wie dies bisher als selbstverständlich angenommen wurde, sondern ebenso sehr oder noch mehr durch direkte Anpassung entstanden sind. — Mir scheint die Annahme, daß überall die Homogamie das Ursprüngliche war, nicht unbedingt notwendig; die Blütenentwicklung bei den meisten Sektionen, außer den meisten beobachteten Arten von *Kabschia*, weist darauf hin, daß die Staubbl. als die vor den Carpelln angelegten Organe eher als die Carpelle ihre volle Entwicklung erreichen; ihre Entwicklung bleibt hinter der der Carpelle zurück bei den perigynischen Gattungen und bei einem Teil der epigynischen Saxifragen, bei welchen die Entwicklung der höherstehenden Staubbl. wahrscheinlich durch die Ausdehnung des Receptaculums beeinträchtigt wird. Die Hypogynie muß man doch wohl als das Ursprüngliche ansehen und damit auch die damit in Verbindung stehende Proterandrie; die verschiedenen Möglichkeiten der Autogamie dürften sich aber aus den Bewegungen der Staubbl. erklären, welche teils durch ihr eigenes Wachstum, teils durch das des Receptaculums bedingt sind.

Neuerdings hat sich auch Goebel in seinem Buch »die Entfaltungsbewegungen« Abschnitt 7 dahin ausgesprochen, daß die Reihenfolge der Verstäubung in den Blüten nicht als eine durch Zuchtwahl erworbene zu betrachten sei; eine biologische Bedeutung für die Pflanze sei nur insofern erkennbar, als die Verteilung der Pollenlieferung auf einen längeren Zeitraum für die Bestäubungssicherung vorteilhaft sei. Auch die Dichogamie stelle nur einen besonderen Fall von Entfaltungsvorgängen innerhalb der Blüte dar, die Proterandrie sei nur eine Art Steigerung der gewöhnlichen, durch die Anlegungsfolge be-

dingten Entfaltungsvorgänge: die Entstehung der Proterogynie sei eine zufällige. Jedonfalls abet sehen wir bei der t>ichogamie eine weitgehende AuBntitzung eines Entfaltungsvorganges.

In den tlteren Uarstellungen maclit sicti vielfacli cine stark teleologiaehc AuHassungf bemerkbar. So wird nicht selten die ausschlieSUche Anpassung ijcsLimmtcr Blumenkonstruktionpit an cine engumschriebene Gruppe «ugoh6riger BeetUubor vorausgeseUt. Die FiUle, in denen eine Pflnnze Ittr ihre Fortpflaiuung auf cinen einzigen bestimmten Bcstauber angewiesen ist, sind **fafierat** solten; hier ist t.B. an *tfcus caHca* (Bestauber *fflastophaga*) und *Yucca Whipptei* (Bastauber *Pronuba yuccasella*) zu denken. Audi die ausschlifBlicie Bestaubunsr der *A-conitum-kt,w* durch Hummoln und das glectic Areal <|>l



Fig. 1 a, / Kinds von *Yucca Whipptei*, 2 tin* tugeadhnittnu BtBte, too *Pronuba yuccasella* besucht; - Nnrllir; 4 IVotMito, cine Btfite uiftlegend; f> Kupf da Schmettrfags, i>ii Wnen \-rHiiiKoru*n Kleitrtatern elnsn r>li:iiKluuii)M>ii tmltrtl, irdebeo ilu-t Innckt, ivachdem e I n«tno Birr In itru Kni<litknot«n legt Lt, In tile **Kb** (topft, 50 U Bestäubt) « v^rmlitcind. — S U von **ZU fffl**; 7 einzelne Samenblüte nu< (oin **FraahMuiLi 8** "" " ' B'Mbkj (0 Fruchtsfaind T«O Wan *carica* L-, mit O«llen-Samenblüte, kurzgriffellg qerselben Pflanze, kurzgriffellg MAK'l'likeit, d«ii ilk /"»» Itho Eter **la den** Frucht-knoten le + **und** <ii>ll' r il(G) *atophaga* **J and PoQou**, aus den am Rande •let MQiKlutür des **Heccj>stnouthii»** strln'urliui, BtOton nilt ill'i iftm.ri.l; /c und /" dtl Irim-kt. ii, IT stark vergr. (t'uii R«rn«r.)

Gattungen *Aconitum* und *Bombus* (Hummel), welches Kronfeld nachwies, sind bemerkenswert; aber im übrigen sind die Besucher der meisten Blüten doch recht mannigfaltig. Für die Wertschätzung der Blütenbiologie war nachteilig, daß popularisierende Autoren die an und für sich interessanten Verhältnisse ebenso wie die der insektivoren und der Bewegungserscheinungen zeigenden Pflanzen für enthusiastische und übertriebene Schilderungen ausbeuteten, und daß selbst hochverdiente Forscher wie Hermann Müller in ihrer Begeisterung für die Erscheinungen der Wechselbeziehungen zwischen Tieren und Pflanze bei den ersteren Eigenschaften in der Beurteilung der ihnen entgegnetretenden Pflanzenteile annahmen, mit denen sie selbst dieselben betrachteten. So schreibt H. Müller (in seinem Buch »Alpenblumen« 1881) zwei Schwebefliegen, welche er vor den weißen, rot gesprenkelten Blüten der *Saxifraga rotundifolia* in augenscheinlichem Ergötzen schweben, dann auffliegen und nachher wieder vor den Blüten schweben sah, ein ästhetisches Wohlgefallen zu. Nun hat in neuerer Zeit Hess sich die Aufgabe gestellt, zu erforschen, ob die unserem Auge sich darbietenden Farben von den Insekten in gleicher Art wie von uns wahrgenommen werden könnten, und hierbei gefunden, daß die Bienen in einem physikalischen Merkmal mit farbenblinden Menschen übereinstimmen. Er spricht ihnen das Vermögen, Farben zu unterscheiden, ganz ab; nach ihm wirkt das gesehene Objekt auf ihr Auge nur nach dem Helligkeitsgrad. v. Frisch hat aber durch Versuche nachgewiesen, daß die Bienen keineswegs völlig farbenblind sind, und auch Knoll kommt zu dem Resultat, »daß diese Tiere bestimmte, uns farbig erscheinende Objekte von der verschieden grauen Umgebung auf Grund eines eigenen, wenn auch von dem des Menschen vielfach verschiedenen Farbensehens herauszufinden vermögen«. Knoll bemerkt aber noch auf Grund seiner Versuche, daß die Honigbienen und die Wollschweber hinsichtlich der von uns als rein rot und blaugrün bezeichneten Objekte eine andere optische Empfindung besitzen dürften und daß diese beiden Farbgruppen keine anlockende Wirkung auf solche Tiere beim Nahrungssuchen auszuüben vermögen.

XI. Die Befruchtung der Angiospermen *).

Schon im vorigen Absatz wurde darauf hingewiesen, daß die Pollenzellen oder Mikrosporen meist durch Beihilfe von Wind oder Insekten, seltener von anderen Tieren (Kolibris, Honigvögel, mitunter auch Schnecken) auf die Narben anderer Blüten derselben Art gelangen. Nur selten, namentlich bei den sogenannten kleistogamischen Blüten, d. h. Blüten, welche bis zur Befruchtung geschlossen bleiben, gelangt der Pollen

*) **Wichtigere Literatur:** L. Radlkofer, Die Befruchtung der Phanerogamen, Leipzig 1856. — W. Hofmeister, Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung der Phanerogamen, Abh. d. sachs. Ges. d. Wiss. VI (1859). — E. Strasburger, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei Phanerogamen, Jena 1884. — M. Treub, Sur les Casuarinées et leur place dans le système nat., Ann. Jard. bot. de Buitenzorg X (1891). — L. Guignard, Etudes sur les phénomènes morphologiques de la fécondation, in Bull. Soc. bot. de Fr. XXXVI (1889) 100—146, mit Taf. II—V; Nouvelles études sur la fécondation, Ann. sc. nat. Bot. 7. sér. XIV (1891) 163—288, Taf. IX—XVIII; Sur l'existence des sphères attractives dans les cellules végétales, in Compt. rend. des sciences (1891) 539—541; Les découvertes récentes sur la fécondation chez les végétaux angiospermes, Rev. gen. de Bot. XI (1899). — P. Guérin, Les connaissances actuelles sur la fécondation chez les Phanerogamen, Paris 1904. — 3. Nawaschin, Zur Embryobildung der Birke, Bull. de l'Acad. Imp. de St. Pétersb. XIII (1892); Ein neues Beispiel von Chalazogamie, Bot. Zentralbl. LXIII (1895); Über das Verhalten des Pollenschlauchs bei der Ulme, Bull. de l'Acad. Imp. de St. Pétersb. VIII (1898); Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium martagon* und *Fritillaria tenella*, Bull. de l'Acad. Imp. etc. IX (1898); Zur Entwicklungsgesch. der Chalazogamen: *Corylus avellana*, Bull. de l'Acad. Imp. etc. X (1899); Über das selbständige Bewegungsvermögen der Spermkerne, Ost. bot. Zeitschr. 1909. — N. Zinger, Beiträge zur Kenntnis der weiblichen Blüten und Infloreszenzen bei Cannabaceen, Flora LXXXV (1898) 189—253. — E. Strasburger, Über das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen; Schwärmosporen, Garnet, pflanzliche Spennatozoiden und das Wesen der Befruchtung, Jena 1892; Einige Bemerkungen zur Frage der doppelten Befruchtung, Bot. Zeit. 1900. — D. M. Mottier, Contributions to the Embryology of the *Ranunculaceae*, Bot. Gaz. XX (1895); Über das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosacks und die Vorgänge bei der Befruchtung, Jahrb. f. wissensch. Bot. XXXI (1898); Fécondation in plants, Washington

auf die Narbe derselben Blüte. Bei solchen, z. B. bei den unterirdischen Blüten der *Cardamine chenopodiifolia* Pers. in Argentinien, kann es vorkommen, daß die Pollenzellen die Antberen gar nicht verlassen, sondern direkt ihre Pollenschluche in die benachbarte Narbe entsenden. In diesen Fällen führt die sonst von geringem Erfolg begleitete Selbstbefruchtung auch zur Samenbildung.

Wie die Keimung der Mikrosporen und die Entstehung des Pollenschlauches vor sich geht, ist schon oben (S. 31, Fig. 29) angegeben worden, Fig. 82 und 83 erläutern ebenfalls den Vorgang; der auf die Narbe hervorgetretene Schlauch wächst entlang des Griffel auskleidenden und auch nicht selten in den Fruchtknoten hinein sich erstreckenden, oft bis zu den Nabelsträngen reichenden, papillösen Leitungsgewebes weiter und dringt so schließlich zur Mikropyle vor, wie dies (durch die schematische Fig. 82) erläutert wird. Wenn Pollinarien oder überhaupt größere Massen von Pollenkörnern auf der Narbe keimen, dann kann man oft im Griffelkanal sogar mit unbewaffnetem Auge sichtbare Massen von Pollenschläuchen wahrnehmen, z. B. bei den Orchidaceen. Wenn der Pollenschlauch in der Mikropyle nicht direkt auf den Embryosack trifft, so wächst er durch die über demselben liegenden wenigen Zellen hindurch, berührt nun mit seinem Ende die Synergiden und haftet denselben stark an. Über die weiteren Vorgänge siehe unten S. 84.

Das in Fig. 82, 83 dargestellte gewöhnliche Verhalten des Pollenschlauches der Angiospermen, das Vordringen durch die Mikropyle zum Eiapparat wird als Porogamie (Treub) oder alsporogame Akrogamie (Longo) bezeichnet. Der Gegensatz (Aporogamie) tritt ein, wenn die Mikropyle verwächst. Erfolgt nun das Eindringen der Pollenschläuche in die Samenanlage von der Spitze derselben her, so spricht man von aporogamer Akrogamie (*Cynomorium* nach Longo, *Ulmus* nach Nawaschin, *Cannabis* und *Humulus* nach Zinger); dringt dagegen der Schlauch von der Chalazaregion zum Eiapparat vor, dann spricht man von Chalazogamie (zuerst von Treub bei *Casuarina* entdeckt) oder von Basigamie (Longo). Dieselbe wird auch genannt (nach Porsch), wenn wie bei *Casuarina*, *Juglans* und *Corylus* der Schlauch am Antipodenende in den Embryosack eindringt; und auch ist die Chalazogamie, wenn der Schlauch an der Seite des Embryosackes entlang von der Chalaza bis zum Eiapparat vordringt. Wird ein Mittelweg eingeschlagen quer durch die Integumente, wie bei *Ulmus* und *Acer negundo*, dann ist der Vorgang Mesogamie. Da die eigentliche Befruchtung (der *ydios*) immer erst am Eiapparat vor sich geht, so sind die von Juel vorgeschlagenen Bezeichnungen Akro-, Basi-, Mesotropie korrekter. Wenn der Pollenschlauch nur eine Strecke weit oder auf dem ganzen Wege im Gewebe der Samenanlage vordringt, spricht man auch von Endotropismus. Derselbe findet sich auch bei *Urticaceae*, *Santalaceae*, *Euphorbiaceae*, *Rosaceae*, *Cucurbitaceae*. Über diese Vorgänge ist noch speziell Folgendes zu bemerken: Da bei *Casuarina* ein Griffelkanal fehlt, so dringt der Pollenschlauch durch den soliden Griffelzylinder und dessen unmittelbare Fortsetzung bis zu dem Gefäßbündel des Fußes hinab. Hier findet er einen stärkeren Widerstand an dem etwas festeren Uewebe und wendet sich, nachdem er einen oder mehrere Äste ausgesendet, derjenigen Stelle zu, wo durch die schlauchartigen Megasporen (s. S. 81) das Gewebe aufgelockert worden ist, steigt nun zwischen diesen oder auch in einer derselben bis zum Eiapparat empor. (Vgl. Fig. 84A, C.) Treub hatte auf Grund dieses Verhaltens und auf Grund der oben (S. 29) geschilderten Entwicklung zahlreicher Makrosporen oder Embryosacke geglaubt, in den *Casuarinaceae* die Vertreter einer den Gymnospermen besonders nahestehenden Abtei-

1904. — S. Murbeck, Über das Verhalten des Pollenschlauches bei *Alchemilla arvensis* (L.) Scop. und das Wesen der Chalazogamie, Lunds Univ. Arskr. XXXVI (1901). — K. Shibata, Die Doppelbefruchtung bei *Monotropa*, Flora XL (1902). — O. Porsch, Vereuch einer phylogenetischen Erklärung des Embryos und der doppelten Befruchtung (1907). — A. Ernst, Der Befruchtungsvorgang bei den Blütenpflanzen, Mitteil. d. naturw. Ges. in Winterthur (1904) S. 200; Zur Phylogenie des Embryos der Angiospermen, Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXVI (1908); Ergebn. neuerer Unters. über den Embryosack, Verh. schweiz. naturf. Ges. (1908), in Handw. d. Naturw. IV (1918). — J. Grimm, Entwicklungsgesch. Unters. an *Rhus* und *Coriaria*, Flora Bd. CIV (1912). — Berridge, The origin of triple fusion, New Phytol. VI (1917). — H. O. Juel, in K. Sv. Vetensk. Handl. LVIII (1918). — G. Tischler, Allg. Pflanzenkaryologie, in Linsbauer, Handb. d. Pflanzenanatomie Bd. II (1922). — R. Wettstein, Handbuch d. system. Bot. 3. Aufl. 1924) 495-507.

geragen des Embryosack umfassend. Bei *Alnus* (Fig. 85 5), *Betula* (Fig. 85 C, D) und *Corylta* wächst auch der Füllenschlauch intercellular im Gewebe der Carpellrand in den oberen Teil der Placenta hinein, durch das Oewebe der Leitbahnen zum Funnel und durch die Chalazal in den Nucleus; er erreicht den Gipfel des Embryosackes, während im letzteren noch die Keimteilung vor sich geht. Nach der Aufbildung des Eiparthenogameten bildet der Pollenschlauch eine Anzahl langer Fortsätze, welche den Embryosack nicht selten vom

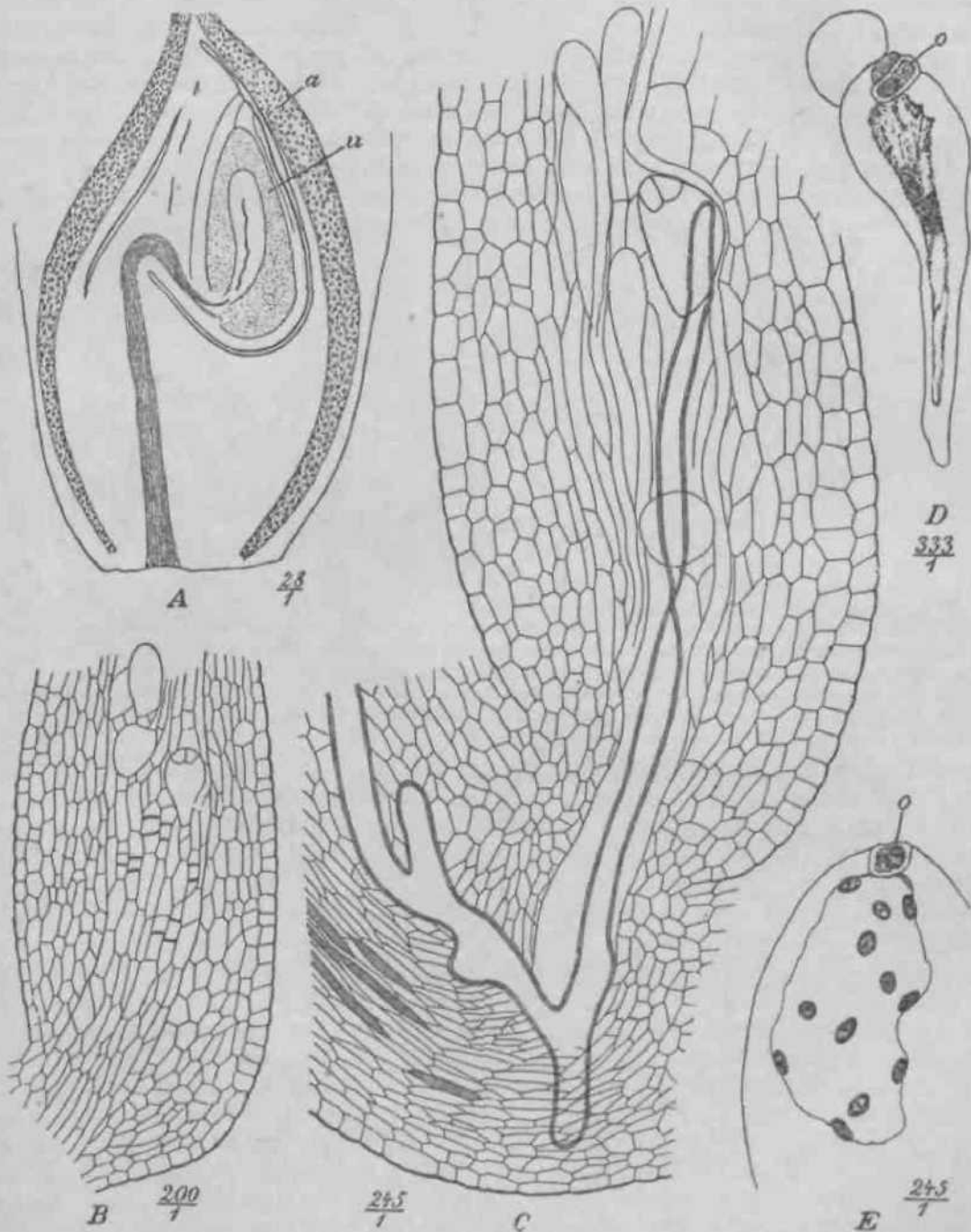


Fig. 85. f(x#uupiH« mAnnm on-» et Dielt. A Botmittl dnnsti dan Fnuhtknoten, « Krut»nflifaratdc Schicht dor Wantluni; tka Fnu'liknuU'ii*. » Xuirellu-i. In dm Ulte IIIJKMILOII lias qiorostfwi in>-litr. Emln•ostecke e utlirtltpndd Devabft, an wolchta Jpr mti t-litifuni'ii riiUrbrGeliuniron i^rhttmrv Potionschlauch Ijprftnrltt: 19 iiii-r-n-r IVil OIICJI Lauwssflmlttfis durvb ofnen Noodna, das sportK^nc Gewehu zelgend; a Mo(»»poren siud MicUtnr; OTfll rinojs Linifuscbnlties (lurch die Rain«iuuiUK^ 1" wI «zher der •Pdllwwiclilniiicii von ttfir Chialnii KU den Mcioisjiori'ii ftofitt't' untl steli an clue H^>k<J< nitloirt; von tpii baidea Zollon In tier Heguipvre ist ill" link-t Uegende did BititsDoj D Kitibryamek an olner ataDea Meg<5>)>e intlegend, « die Bin Us, MjtodMD 9 Wiksrna tm Protopljims desIflhrgewebai; ft" Kin bryo- Mack od(r uik^liiti¹ itegMpuru mlt EliHtc uad is BelUumDli <#s SliirfEowcbe*. (XKCII Trv ub.)

Gipfel bis **rtr** Basis umiusscn. Bei *Vlmus* driingt sich der PolleDSchlauch durch das Gewebe de» kurzen Griffels hindurch, staigt im Inneren dee Funiculus bis auf die halbe HOlie der Samenanlage hinab, wendet flich dem Scheitel des Nucellus zu und erreicht denaelben nach Dircbbohrung der beiden Integumente. Ähnliche VerhiUtnisse wie bei *Ulmus* haben Z i n g & r bei den Caniiboidecn *Cannabh* und *Iulumulus* und nacli Angiibe N a w a s c h i n = r Botau. Centralbl. Bd. LXIII [1805] 355) E. A s c h k e n a s * bei einigen *Plantago*-Arten beobachtet Wieder anders verhält eich. der befimchtendo Pollenschlauci bei der n i c h t a p o g a m e n *AlcHmUla* (*Aphanes*) *arvensis* (L.) Scop., bei tier wie aucli bei den anderen, den a p o g a m e n Arten, keine Mikropyle vorlumden ist. Hier wflchst (nach den Beobachtungen von M u r b e c k (1301]) der Polten»chlauch me in die f^rudjUtnot^nhOhle hinein, sondern driingt, Dachdetn er von der Nnrbe durch den Griffel, die Plazenta und den karzen Funiculus bis zur Chalaia gelangt iat, durch daa Integument aufwlrts bis stur Scheitelregion •defl Nucellus und biegt, wenn er sich etwa in gleicher HUhe mit dem Scheitel dee Nucellus befindtt, oder auch schoa vorher, fast rechtwinkelig gegen diesen hinein mid driingt schlicQlich mit seinem keulenfflrnig angeseliwollenen Ende in den Embryosack vor. Von beson-

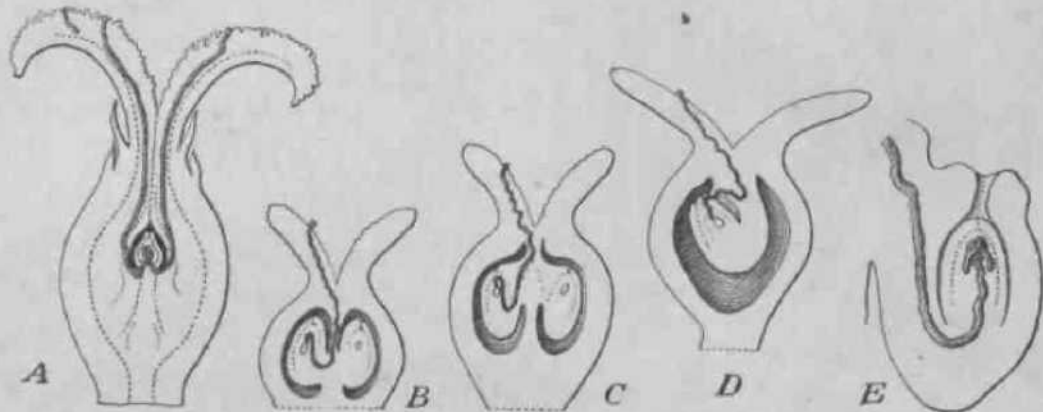


Fig. 8b. Si-li<miUii<:he> UarwWiiUii^ n *les \erlnufa tier. l'..lk')>achtltiic)f^ ltd AiioroiiiiHf. A *Juglans regia* iMGb Karstcni, it *Atom**, 0 tetutt, K (UeMUM bei starterer VergrOUtrunn die xahlreicben Auszweigan ile* PollnudklMKlin 7<1pcml, n-<cho don ISmbryouck umhaiten. D *Lir*»u*. ili, C unit B nuch N ii wasclH n; l(rumh W etftctotn.)

derem Interesse und meiner Meinurig nach das Wesen und die Bedeutung der bei ilirer ersten Entdeckung so viel Aufsehn erregenlen ChaJaxogamie ins rechtc Licht setzend siud die Auficruugea M u r b e c k s hierilber, Va& die Cbalazogamie nicht die systematische Bedeutung hat, die man ihr infancy zugeehrieben hatte, wurde bei jeder **weltoreu** Kntdeokung dieses Vorganges in Faniiltcn von Mhr venefaiedeoer syttematiecher Stellung immer klarer, ebenso, daG die Porogamie die unprfingtiche BefimchttingscinridLtung der Angiospermen ist, die Apogamie cine spilere. All geraeinaame KigentlLnjlichkeit alter aporogaroen Belmchtungavorgtlnge tritt der inttmellulare Wachstumsmodue dea Pollenschlauchs ben'or, seis Fernbleiben von der HOhlung dee Frudttknotenu.

ID den besprochenen Fallen zeigt sich das Be<treben des Polleaschlauchee, zum Eiapparat **VottadriDgeo**; aber ee gibt bei den Angiospermen auch einzelne Arten und Familien, bei tlenen der Embryoack dem Poilenschlauci entgegenwächst. Bei der Scropliulu-riacee *Torenia asiatica* L. wUihst der Embryosack aii« der Mikropyle der Samenanlage hervor, so dafi das bauchig angeflchwoliene, vom epitze Ende dee Embryosackes, welclier die Synergiden und die Eizelle enthalt, ohne weilcren dem Pollenschlauci zugieglich ist (Fig. S&A). Gesteigert findea **wif** dieBee Verhalten bei den *Santalaceae*. (Vgl. Fig. 80 B—D.) Unter den *Loranthaceae* schlieBen aich die *Pharadendreae* tetlweiee an die *Santatoceae* an, indem (bei den Gftttungen *Korthnlsetta*, *Phoradendron*, *Dendrophthora*, *OinaRo*) ein U-Wrmiger Embryoflack entwickelt wird, welclier direkt aus der Plaxenta in die Waitdung des Frudttknotens eintritt. Ein Integument kommt hier gar nicht zur Entwicklung, und nur der gebogene Embryosack hebt sich teilweUe von der Plazenta :tb. wclch? die EJcmente der Samenanlage geviBsennaQen f^nthiUt, ohne sie scharf nu5zugliedcni.

BvWisicum steigen dieEmbrj'Osacke aus dem baBalonTeil der Frudtblatter, bisweilen mit leichtfr Krimmung von untPii aufivHrts; hier wie bei den vorhergenannten Gattungen

entreprkht die Lage dea Befruchtiiugsapparates gau« der normaleti. desglichen auch bei *Loranthus*, bei welchem ebenfalls die Emhryosacke in etner basilaren Placenta entstehen und in der Carpellarwand sogar bis in den Griffelkanal hinaufwachsen. Bei anderen Loranthaceen dagejfen. wolche eine zentraic ± fconvexe Plazcnta besit/fn. wif *Arwuihu-*

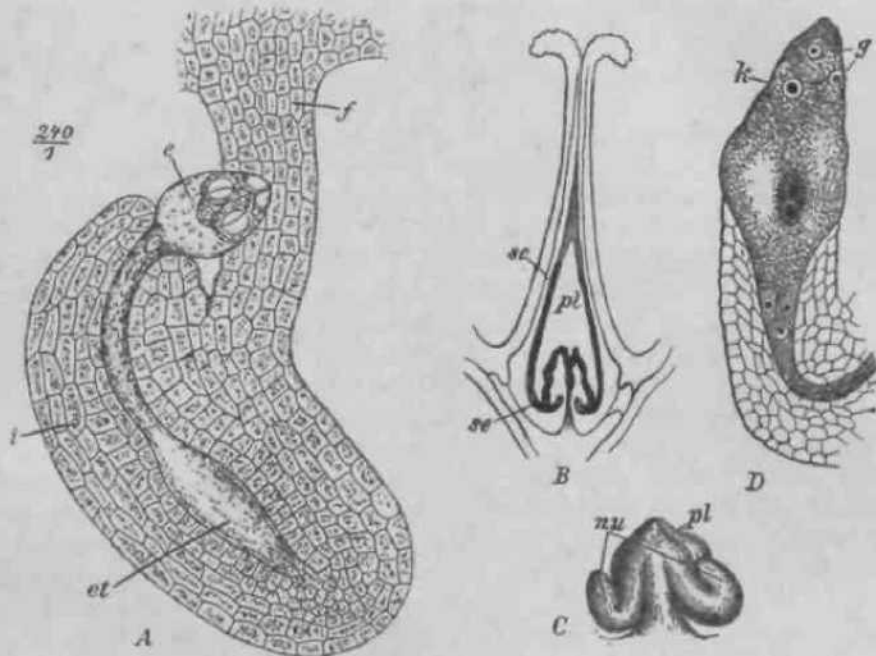
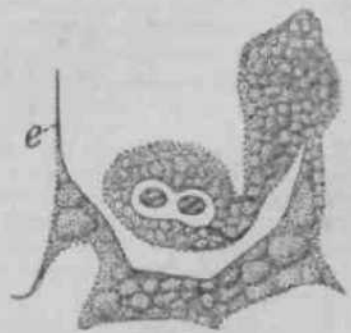


Fig. wt. A *Tuftnin asiatica* L., oin- BwptwnTiga, f dorFunloithM, < d« Integument, e der freie Embryo- sack-« Mittel, « I tIM»PU Im loucrn der SnicMnUirr «Tw*lk«rt*r T*! — B *Santalum nitnoi* L., Längs- schnitt iluroli (ifii i>uc-litki)i>trti. jJ PUutit* tult • Satu^uiiiLnni, in rfe>r RJvtitUnit III «wick »(ant drr «te« S- ite aus der M' kryjirk hrrmu^p-irHWf and M<b ob*n In im U<rJminir w S irtw uniKfihciviii. >af drr MtaTM Sivrru il>r dTuiimminii dm I Bach tmUn ambtraaid in Alt Plazenta selbsI ririsa-iJrun^it; brl der S<rne>«j,»^r rrrcht* t*! tiur d<i hJnt<r« Tell de* Embryowrko* sichtbar ill I' — r. pu,rit ath<i t 0 1-jllrrt* Pluttu pt mil <lm ftoMMMMli(in mm (> II; it Saitiiti- anlage noch Dubefruchtet; der E :nbiyiM*ck r>p licrptt* iu> drr Mlkmpylo welt h.n.jf. j tihUHnnn., 1- IC[z'li'. fn Uer Mitte del EmITJ*< km *uht m*B die Kofnlii > der Kern; dcraelbn, im hbttenn, nach unten gerititeten Trllk d t ben i il & t f 4 d len (210/1).

biun%, *Elytranthe*, *Nuytsia*, Bieht inan die Embryosatke (auf jedeB Fruchtblatt kommt einer vor demselben) sich in dem PlazentarhOcker weiter entwickeln; bei *Arceuthobium* ver- lilciben die Embryoaiicke gan/. in dem Plazentarhdcker und der **Eiapparai** entwickelt -iich in dem dem Scheitel des PlazentarhOckcre zugewendeten Ende; bei *Elytranthe* und *Nuytsia* aber wachsen die Embryosiicke bis an dec Scheitel des stark vcrllaagerten Plaxentar- hOckers; auch hier entstelit der Eiapparat in drn naoli oben wachsenden *U a s a l e n* Ende.

Van Tieghem bezeichnet dieeee Vcrhalten als B a - sigamie, im Ggensatz vu der sonst so verbreikten Acrogamie (Van Tieghem, Acrogamie et bosigamic, in Journal de botanique IX [1895] 46T—469; Quelques conclusions d'un travail aur les Lorantbin^eB, in Bull. ih> tl B06. de **botaaalqoe** dc Fr. XLIH [1896] 241—256). Es iet wohl zu beachten, dall diese Verschiedenfceit in einer und **dnsdben** Fmnilte vorkommt und d.inim ni'-lit 709 weitgebendw syst*- f stlscher Bedeutung ist.

A in SciiiluB des Abschnittes VI ttber da» AndrUzeurn war die Entstehung¹ zweier Zellen im Pollen und die Ent- stehung zweier generativer Kerne in der kJcinenm genera- tivi-n Zello geschildert worden. Von Nawaschin wurde boobafbtet, daß in den Eiapparat von *Juylans nigra* die beiden generativen Kerne zusajjimen vorgedrungen waren (Fig. 87). Normal dringen sie, wKJ Fig. 88 zeigt, nacheinander



Teil des Embryosackes Tor d<r BC- fruchtung im ungsschmitt- Zwtikcmig* generativo Zelle neben der El. e. (Nach Nawaschin.)

vor. Dieser wichtige Vorgang wurde «uerat von tJuiguard bei *hiliu mntagoa* aus- f(lhrlic4i goschildert und ;il>u-Miildet, nachher auch von Strasburger un<i :unlereii. Na waschin und Finn haben in ihren wtehiigsa Abhandlngen: Zur Entwiok-

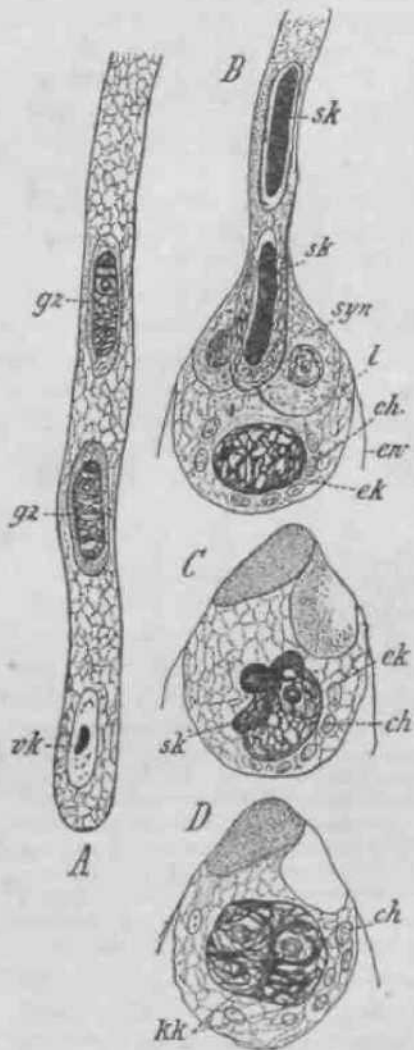


Fig. 88. Ri>fru(-liritiimvi)r(oiii(rlwl fiu or siphonogamen angiospermen Pflanze, etwas schematisiert. A EmU-das Pollenschlauches, 1M Him rile generativen Zellen (gz), welche je einen Spermakern enthalten, ek der vegetative Zellki-rn. IJ er schließlich aufgelöst wird. Btaelln in aufeinanderfolgenden Stadien der Befruchtung. B—D, bei B die in dl. Einzelle eindringende generative 7:111 mit Spermakern sk; syn die in HIKK i-tr Eii]lirj-i>MPkw>h'iati.- i n 7 Vereinigung von >i>»rinnk.'in rl. nml Kikern *! /> dec Kik-i ii AA Tim-li voll-Hgcuer Venlung nil item Sptnna-kt-rti, rA rtiv Anlsu'-n der U iironi>ln pban (550/1). [Kadi st ra»borj(er.)

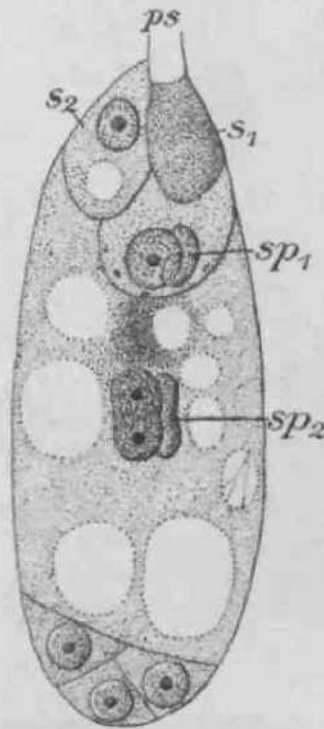


Fig. 89. Domrelbflfravltoag von *Lilium mai* Ieasoblan«h, n'. ni Bynerglden, sp¹, sp² Spermkerne. (Nach Nawaschin.)

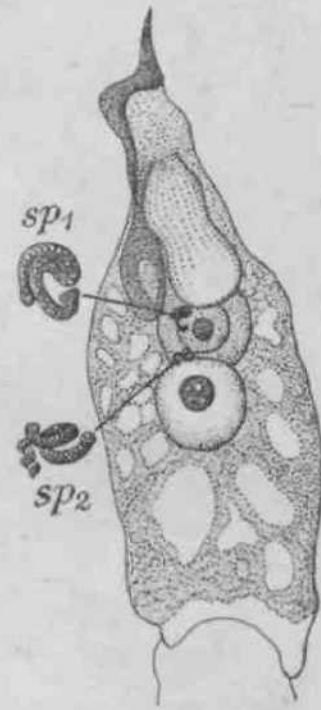
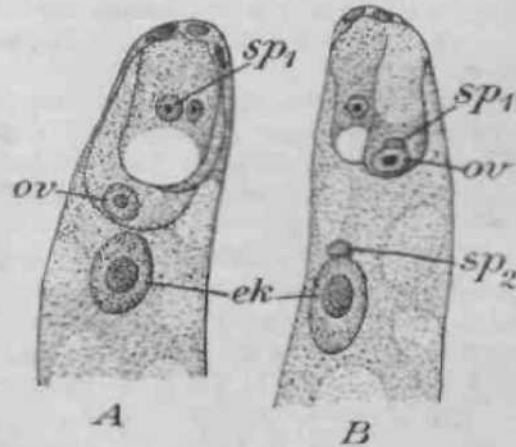


Fig. 90. Doppelbefruchtung von *Mimafhu* OWUml* L. sp¹, sp² Spermkerne (daneben stärker vergrößert.) (S*(i(li Nn-waschin.)



lilt. it. l'''>lj'.iti'.fnii:htmi]J von *Lejditum sativum* L. A ov D<T Vnsluiiruntr II.T .Sinsminkerie inlt dt-r Eizelle «uJ dau sekundären Embryosackkern. li Doijjitrllbefruchtung, <e Kern der Eizelle, ek sekundärer Embryosackkern, sp¹, sp² Spermkerne. (Nact Guignard.)

lungsgeschichte der Chalazogamen: *Jugans regia* und *Jugians nigra* (Möm. Soc. Nat Kieff X5J1 11012) Livr. 8^4 Hussis^li mit doitschem Hestm6 und M6oi. de l'Acad. imp^rint; des sciencia de St. PGLersl). VIII. Sir. Vol. XXX! Nr. 9 [1913]), in den Abschnitten S (Befruchtungsvorg&ng) und 4 (die Keduktiou de» niantilt<hcn Cytoplasnaaa bei den 8uoeca-ptbasen) die KntHtelung und das Vprhnlto« der Spermkerne sehr priudHch bctiandplt.

Wir finden da S. 18 folgende bemerkenswerten Sätze: »Während bei den höheren Angiospermen nur ein Paar Spermakerne in den Embryosack eindringt, gelangen in dieses Organ bei der Gattung *Juglans* mehrere (es sind wenigstens 2—3; Engler) generative zweikernige Zellen. Die Kerne der letzteren Gebilde bedürfen darauf wahrscheinlich einer Umgestaltung, ehe sie befruchtungsfähige Spermakerne werden. Darum eben erweist sich der betreffende Zustand bei den *Juglans*-Arten, im Vergleich mit anderen Angiospermen, bedeutend verlangsamt. Das allgemeine Schema der Angiospermen dürfte wohl als eine zweckmäßige Modifikation eines ursprünglicheren Zustandes angesehen werden, entstanden nach Fortschaffung von allem, was überflüssig oder überzählig war: so die Beteiligung nur einer Synergide sowohl, wie eines einzigen Paares Spermakerne in der Befruchtung. Von diesem Standpunkt aus, glauben wir, die Gattung *Juglans*, auch in Bezug auf die Abweichungen vom Schema des Befruchtungsvorgangs, als einen Typus primitiven Characters ansehen zu dürfen.«

Die beiden Autoren legen besonderes Gewicht darauf, daß bei mehreren jetzt lebenden Gymnospermen die zweikernigen generativen Zellen ihr Cytoplasma bis zum Befruchtungsprozeß, bis zum Eindringen in den Embryosack, in einzelnen Fällen bis zum Eindringen in die Eizelle (*Pinus strobus* [nach Ferguson¹⁾], *Picea excelsa* und *Abies balsamea* [nach Miyake²⁾]) behalten. Ferguson hat bei *Pinus strobus* sogar beobachtet, daß, nachdem der Pollenschlauch seinen Inhalt entleert hat, man im oberen Teil der Eizelle die Spermakerne, welche noch immer von einer gemeinsamen Protoplasma-masse umgeben sind, den vegetativen Kern, die Stielzelle, einen Teil des Pollenschlauchcytoplasmas und einige Stärkekörner aus dem männlichen Gametophyten deutlich unterscheiden kann. Die lange Erhaltung des männlichen Cytoplasmas bei den *Juglans*-Arten wird von den beiden Autoren als ein altes, von ihren Gymnospermenvorfahren überlie-ertes Merkmal angesehen.

So sehr Chalazogamie und zweikernige generative Zellen mit Cytoplasma für ein hohes Alter der Juglandaceen sprechen mögen, so ist doch andererseits zu beachten, daß solche zweikernige generative Zellen noch bei einigen Angiospermen von sehr verschiedener systematischer Stellung beobachtet worden sind, allerdings sehr wenigen im Verhältnis zu der großen Zahl von Untersuchungen über die Entstehung der Spermakerne. So fehlen Angaben über die Entstehung einer Zellplatte vor der Entstehung der männlichen Zellen nach Finn in den Schriften von Sawyer³⁾, F. Herrig⁴⁾, P. Schtirhoff⁵⁾, L. W. Sharp⁶⁾, G. Tischler⁷⁾. Nawaschin und Finn geben in ihrer 1913 erschienenen Abhandlung an, daß, wie es scheint, zweikernige generative Zellen vorkommen bei *Ulmus americana* nach Shallick⁸⁾, *Elodea canadensis* nach R. B. Wylie⁹⁾, bei *Ruppia* nach Murbeck¹⁰⁾ und Graves¹¹⁾, bei *Potamogeton foliosus* nach Wiegand¹²⁾. Zu berücksichtigen ist, daß bei keiner dieser Angiospermen zweikernige generative Zellen in den Embryosäcken beobachtet wurden, wie dies bei *Juglans* der Fall war. Neuerdings wurden zweikernige generative Zellen bei *Vallisneria* von Wylie⁹⁾ festgestellt. Endlich hat, nachdem schon früher T. C. Frye¹³⁾ und C. S. Gager¹⁴⁾ sich mit Untersuchungen des Pollens von *Asclepias* befaßt hatten, W. W. Finn¹⁵⁾ bei *Asclepias Cornuti* zweikernige generative Zellen mit männlichen Cytoplasma nachgewiesen, welche nach ihrem Eindringen in den Embryosack ihr Cytoplasma noch unverändert behalten.

Anmerkungen über Literatur: *) Ferguson, The development of the pollen tube and the division of the generative nucleus in certain species of pines, in Ann. Botany XV (1901) 193—223, (1901) 435—479, pi. XXIII—XXV. — *) Miyake, On the development of the sexual organs and fertilization in *Picea excelsa*, Ann. Botany XVII (1903) 351—372. — ³⁾ M. L. Sawyer, Pollen tube and spermatogenesis in *Iris*, Bot. Gaz. LXIV (1917) 159—176. — •) F. Herrig, Über Spermazellen im Pollenschlauch der Angiospermen, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXXVII (1919) 450—453. — ⁶⁾ P. Schtirhoff, Über die Teilung des generativen Kerns vor der Keimung des Pollenkorns, Archiv f. Zellforschung XV (1919). — ⁸⁾ L. W. Sharp, An introduction to cytology, New York 1921. — ⁷⁾ G. Tischler, Allgemeine Pflanzenkaryologie, Berlin 1921—22. — ⁹⁾ Ch.-H. Shattuck, A morphological study of *Ulmus americana*, in Bot. Gazette XL (1905). — ¹⁰⁾ R. B. Wylie, The morphology of *Elodea canadensis*, in Bot. Gazette XXXVII (1904). — ¹¹⁾ S. Murbeck, Über die Embryologie von *Ruppia rostellata*, in K. Svenska Vet. Akad. Handlingar XXXVI (1902) Nr. 5. — ¹²⁾ A. H. Graves, The morphology of *Ruppia maritima*, in Transact. Connecticut Acad. XIV (1908). — ¹³⁾ K. M. Wiegand, The development of the microsporangium and microspores in *Convallaria* and *Potamogeton*, in Bot. Gazette XXVIII (1899). — ¹⁴⁾ T. C. Frye, A morphological study of certain Asclepiadaceae, in Bot. Gazette XXXIV (1902) 889—413. — ¹⁵⁾ C. S. Gager, The development of the pollinium and sperm-cells in *Asclepias Cornuti*, Ann. Botany XVI (1902)

123—148. — ¹⁵⁾ W. W. Finn, Male cells in Angiosperms. 1. Spermatogenesis and fertilization in *Asclepias Cornuti*, in Bot. Gazette LXXX (1925) 1. Sept.

Die beiden generativen Kerne (Gameten) in dem Pollenschlauch dringen gegen dessen Ende vor. Hat der Pollenschlauch die Synergiden erreicht, so wandert sein Inhalt in eine derselben hinüber; während diese Synergide abstirbt, dringt der eine der beiden Spermkerne in die Eizelle ein, vergrößert sich bisweilen, und es erfolgt dann zunächst die Vereinigung dieses einen Spermkerns mit dem Kern der Eizelle, welche nun befruchtet ist und sich mit einer Zellulosemembran umgibt. Da der Spermkern und der Eikern infolge der ihrer Bildung vorangegangenen Reduktionsteilung nur die einfache Zahl von Chromosomen, enthielten, also haploid waren, so entsteht bei ihrer Vereinigung ein diploider Kern mit der doppelten Zahl der Chromosomen. Besonders auffallend ist aber das von Nawaschin entdeckte Verhalten des zweiten Spermkerns (Nawaschin, Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium martagon* und *Fritillaria tenella*, Bull. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg IX [1898]. Über die selbständigen Bewegungen der Spermkerne, in Ost. Bot. Zeitschr. 1909). Dieser bewegt sich an der Eizelle vorbei nach dem sekundären Embryosackkern und vereinigt sich mit demselben zum Embryosackkern. Beide Spermkerne haben bisweilen gewundene pfropfenzieherartige Form und selbständige Bewegung. Der Embryosackkern wird, wie im folgenden Kapitel geschildert wird, zum Ausgangspunkt des Endosperms und ergötzt das vorher bis zur Bildung der Antipoden und des Eiapparates gelangte Prothallium.

Von dem als typisch angesehenen Verhalten der Endospermbeefruchtung gibt es nach A. Ernst mancherlei Ausnahmen. Der Spermkern vereinigt sich nicht erst mit dem durch Verschmelzung beider Polkerne entstandenen sekundären Embryosackkern, sondern mit den beiden erst in Verschmelzung begriffenen (*Paris quadrifolius*) oder einem derselben. Die Verschmelzung der Polkerne unter sich, wie diejenige mit dem Spermkern kann am Eiende, in der Mitte des Embryosacks oder an seinem Antipodenende erfolgen. Vor der ersten Teilung nimmt der mit dem Spermkern vereinte (»befruchtete«) Embryosackkern gewöhnlich in der Nähe des Eiapparates Aufstellung. Für einige Beispiele ist auch gezeigt worden, daß von den beiden Polkernen vor oder während der Vereinigung der eine degeneriert und nur der andere mit dem Spermkern den sekundären Embryosackkern bildet. Auch wenn Befruchtung der Polkerne durch die Spermkerne ausbleibt, kann der sekundäre Embryosackkern oder der obere Polkern für sich allein in die Entwicklung des Endosperms eintreten.

Der Eiapparat verhält sich zwar gewöhnlich so, daß 1.) die Eizelle etwas größer als die Synergiden und mehr gegen das Innere des Embryosacks vorgeschoben ist; aber Eizelle und Synergiden sind auch gleich groß und zeigen gleiche Lagerung von Kern und Plasma — oder 2.) die Synergiden sind befruchtungsfähig — oder 3.) die Synergidenzellen werden nicht ausgebildet und ihre Kerne liegen frei neben der Eizelle im Plasma des Embryosacks. Was die Antipoden betrifft, so können 1.) 3 Zellen so gelagert sein, wie gewöhnlich die 3 Zellen des Eiapparates (*Myosurus*), was Porsch (Versuch einer phylogenetischen Erklärung des Embryosacks und der doppelten Befruchtung der Angiospermen, Jena 1907) Veranlassung gegeben hat, die Antipoden ebenso wie die Synergiden als ein Archegonium anzusehen — oder 2.) die 3 Antipodenzellen sind gleich groß und nebeneinander gelagert (*Ranunculus lingua*) — oder 3.) in einem engen Embryosack liegen die Antipodenzellen übereinander (*Actaea cimicifuga*) — oder 4.) sie sind klein und degenerieren frühzeitig (*Paris quadrifolius*) — oder 5.) die Antipodenzellen werden nicht ausgebildet, die Kerne des unteren Embryosackendes, mit Ausnahme der unteren Polkerne, werden aufgelöst oder zerfallen vorher in eine Anzahl Stücke (*Tulipa Gesneriana*) — oder 6.) die Antipoden vergrößern sich nach der Befruchtung beträchtlich, ihre vergrößerten Kerne teilen sich mitotisch oder amitotisch (*Aconitum napellus*, *Clematis orientalis*, *Anemone hepatica*) — oder 7.) nach den Teilungen der Antipodenkerne erfolgen Zellteilungen, so daß 50—100 Antipodenzellen das untere Ende des Embryosacks erfüllen (so bei Vertretern der Gramineen, Araceen und Sparganiaceen); auch bei *Anemone*, *Trautvetteria*, bei Asclepiadaceen, Gentianaceen, Rubiaceen und Compositen (*Senecio*, *Conyza*, *Aster*, *Antennaria*) tritt sekundäre Vernehrung der Antipodenzellen ein. — Nach Ernst (Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den Embryosack der Angiospermen, in Verhandl. der schweiz. naturforsch. Gesellsch. 91. Jahres-Versamml., Glarus 1908), dem diese Angaben zum ersten Mal veröffentlicht wurden, erfolgt die Kern- oder Zellvermehrung am Antipodenende erst,

nachdem vorher im achtkernigen Stadium des Embryosacks der Vorgang der freien Kernbildung unterbrochen und Zellbildung um 6 oder 8 Kerne erfolgt war. Vgl. auch **W. Westermaier**, Zur Embryologie der Pflanzenorgane, insbesondere über die sogenannten Antipoden, in *Nova Acta der Leop. Carol. Akad. d. Naturforscher LVII* (1890) 1—39, Taf. I—III.

XII. Entwicklung des Embryos und des Nährgewebes, sowie der Samenschale als Folge der Befruchtung.

Wie bei den Gymnospermen, vergeht auch bei den Angiospermen häufig längere Zeit zwischen dem Befruchtungsakt und der durch denselben hervorgerufenen Entwicklung des Embryos, mehrere Tage bis zu fast einem Jahre. Wir lassen nun hier noch einige, auch sonst mehrfach reproduzierte Figuren folgen, welche die Embryoentwicklung der Monokotyledonen und Dikotyledonen darstellen, wie sie zuerst von **H a n s t e i n***) genauer ermittelt und von anderen Beobachtern größtenteils bestätigt wurde.

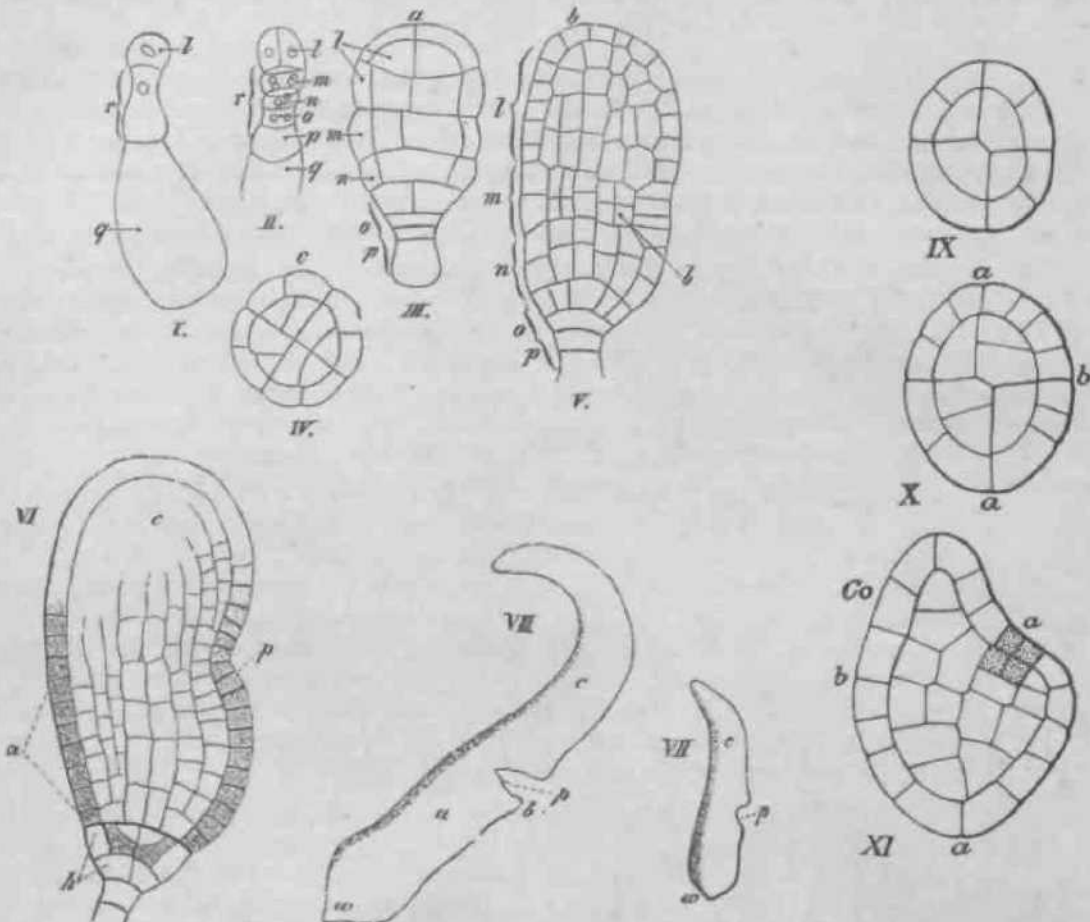
Die Art der Entwicklung ist keineswegs dieselbe bei allen Monokotyledonen. In dem hier geschilderten Fall erscheint der *Kotyledon* oder das Keimblatt als ein terminales Blatt; in anderen Fällen aber, so bei einzelnen *Dioscoreaceae* und *Commelinaceae* beobachtete **Graf H. zu Solms-Laubach**, daß der Vegetationspunkt ursprünglich das Ende des Embryos einnimmt und erst später durch den unterhalb oder seitlich davon entstehenden *Kotyledon* in eine seitenständige Lage getrieben wird, wie diese in Fig. 92 IX—XI zum Ausdruck kommt.

Nach dem Erscheinen der Abhandlung von **Solms-Laubach**, in welcher die Entwicklung des *Kotyledon* von *Dioscorea* besprochen wird, haben sich noch mehrere Autoren mit demselben Gegenstand beschäftigt, **Queva** (1894), **Schlickum** (1896), **Lindinger** (1910), namentlich aber **K. Siissenguth**, der auf die Resultate eigener Untersuchungen auch die Ansichten der genannten Autoren und die schon 1870, vor **Solms-Laubach** veröffentlichte **Beccari's** bespricht; er ist der Meinung, »daß der *Kotyledon* der *Dioscoreaceen* äquivalent ist zwei einseitig verschobenen und marginal verwachsenen Samenlappen«. Diese Annahme der Synkotylie dehnt er auch auf die *Taccaceen* und *Commelinaceen* aus. (Über die Synkotylie bei Dikotyledonen s. S. 90.) Dieser Hypothese vermag ich mich nicht anzuschließen.

Physiologisch wirkt bei den mit Nährgewebe versehenen Monokotylen der Teil des *Kotyledons*, welcher von demselben umgeben ist, als Saugorgan bei dessen Keimung. (Vgl. **Ebeling**, Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen, *Flora LXVIII* [1885] 179—202, und **A. Tschirch**, Die Saugorgane der Scitamineen-Samen, in *Sitzber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin* 1890, 131—140; ferner: Physiologische Studien über die Samen, insbesondere die Saugorgane derselben, in *Annales du Jard. bot.*

*) **Wichtigere Literatur über Embryonen, insbesondere der Monokotyledonen:** **Dutrochet**, Observations sur les embryons végétaux, in *Nouv. Ann. du Mus. d'hist. nat. Paris* IV (1885) 169—188, tab. 20—21. — **O. Beccari**, Nota sull'embryone delle *Dioscoreacee*, in *Nuovo Giorn. bot. ital.* I (1870) 13, tab. 31, II (1870) 149—155, tab. IV. — **J. Hanstein**, Entwicklung des Keimes der Monoc. u. Dicot., *Bot. Abhandl.* I (1870). — **F. Hegelmaier**, Zur Entwicklungsgeschichte monok. Keime, *Botan. Zeit.* 1874; Vergleichende Untersuch. über Entwickl. dikotyl. Keime, *Bot. Zeit.* 1878. — **H. Graf zu Solms-Laubach**, Über monokot. Embryonen mit scheitelbürtigem Vegetationspunkt, *Bot. Zeit.* 1878. — **A. Famintzin**, Embryologische Studien, *Mém. Acad. St. Pétersb.* XXVI (1879). — **L. Guignard**, Recherches d'embryogénie végétale comp. I, *Ann. sc. nat.* 6. sér. XII (1881). — **M. Treub**, Notes sur l'embryon, le sac embryonnaire et l'ovule, I—V, *Ann. Jard. Bot. Buitenz.* III et IV (1883, 1884). — **J. H. Schaffner**, Embryosac of *Alisma plantago*, *Bot. Gaz.* XXI (1896), *Contrib. to the Life Hist. of Sagittaria*, *Bot. Gaz.* XXIII (1897). — **S. Murbeck**, Über die Embryologie von *Ruppia rosea*, *Svensk Akad. Handl.* XXXVI (1902). — **E. Strasburger**, Ein Beitr. z. Kenntnis von *Ceratophyllum submersum* und phylogen. Erörterung, *Jahrb. f. wissenschaft. Bot.* XXXVII (1902). — **R. Schmidt**, Beitr. zur Embryo-Entwicklung einiger Dicot., *Botan. Zeit.* LX (1902). — **H. L. Lyon**, The embryo of the Angiosp., *Amer. Natur.* XXXIX (1905). — **J. M. Coulter** and **G. J. Chamberlain**, Morphol. of Angiosperms (1905). — **D. M. Mottier**, The embryol. of some anomalous Dicotyled., *Ann. of bot.* XIX (1905). — **E. Siissenguth**, Beitr. zur Frage des system. Anschlusses der Monokotylen, *Beihefte z. bot. Zentralbl.* XXXVIII, Abt. II (1921). — **K. Goebel**, *Organographie*, III. 2. Aufl. (1923) 1767—1775. — **R. Wettstein**, *Handbuch der syst. Botanik*, 3. Aufl. (1924) 507—509.

de Buitenaorg IX 11891] 143—163, Taf. XX—XXV.) Des letzteren vergleichende Unter-
»mlungen ergeben folgendes: Das Saugorgan ist im mbenden ZuEtande bald scutellum-
:trttg (Gramineen, Centrolepis), bald feeulenf&rmig, blattartig odor fBdig (Zingiberaceeh
.Marantaceen; Cannaceen, Liliacen, Iriikceen, Amaryllidaceen, Eestiaceen, Juncaceen.
Bromeliaceen), bald der ForEi nach unbestinimt und kuns. Im letztercn Fall vergrflDertes
sch sUrK beim Keimeu des Samens und dringt tie! in dec Endospenn era (Palmen, Cype-



Vlg. 84. Entwickluijff An EmbTy« O&t* Kuluillij^tt vuti A(i*mti ptaulaffo D- a.) BeUpfol fUr die
BmbrjrosntwloklBDg der Monokotyledonen. — ' Vorkirim Oder Procmliryo BUM a Zellen
brstebtriid; g itctmUlt »pKter kugclii; W», «us r gehcti Tcilc lit* Embryos und [lea KnihryutrHuvra ber-
•vor; a us I winl ckr KotyWuit. //, /// Weltcre Eutwcklungitstadlet); die Hullen m, n, it, p sinti BUS r
hervorgegangen; o uml ;J bilric.n (11* (Wgenaimto nypnpUyse, «us welcher die WuKelh*ub« der H*upt-
wurzel hervorgeht — IV Optlsrher (Jticrfdinlitt ties Bsrinytw.— I' lltterer Emhryo, an Treichem rchls
b*I 6 '«lne lcedhta ICii!juohtuii((mixt'lift, wo die Suimnkiiu»p« iPlumulal iigtl«gt wrdeu wrld. —
VI No eh Klllerer Embryo; r der Kotyl^d^u, a dun hy t>nko ty! >• untr-rlmlb dM K^lylcdoits befindliche)
OU«d, p dtT Stfliniivi-g«?«t«ioni(puikt. A ille Hyjiijptiv**?, D»r tlunkel gehaltPii' Tail lxt dns sctzenannte
iV-nnatofeii. VII, VIII Soch tlttre Knil-ryuilen. nn denen nueh die Hauplwunf-el « Lervortritt. —
IX—jj Stheiin fQr ille) Emhryoentwcklueift Sfnat mouokvtylen t'iruizu (etwit Trarlmrandn), bel d.r der
SproBvegetat huskm in A/ junktifrti aa« demnptknicii Ttil horvontlit. (i'fi: / —r nitch Fa in In trin ,
VT—:/// IULII IfHticic.fn. /Jf—X/t>ch Goebel)

raceen, Commelmaceen, Mueaj. [Machtige Saugorgane entwickeln maociee Palmen, BO
Co cos *nucifera* ein kngeliges bis zu 10 cm Durchmesser, *Lodoicea SeycheUantm* ein hantel-
förmiges bid zu SO cm Breit*. mit 5 und melir cm dicken Enden.] sVergleichende Unter-
suchungeu lobren, dafi das bei den endospermfreien Familien und (Jattungeu aultretende,
die Plumula beehetdende meit keuiigo Organ sicher der Kotyledon ist und daB das
Saugorgan und die Keimblatteheide (Colcoptile, Cotyledonarscheirle, Pileole'i eine Kin-
heit, nfmlich den Kotyledon bilden, Ictzterer also sue einen scheirRgen, die Plumula an-
fiin^lich umhillenden Teile, ana dem im Bamen sleeken den Saugorgan und einem diese
befd«Q verbindenden fiidigen Teile best«ht.« Nach nioinor Keinung sind Scutellum der
Gramineen und Hypokotyl auch als Teile des Kotyledons aufzufassen.

h Ausuahrne koimmen bei einzelnen Monokotyledonen zwei Kotyledonen vor, bei der Liliacee *Agapanthus umbellatus* {beobachtet von Coulter und Lund) und bei der Aracee *Colocasia antiquorum* {beobachtet von S f i s s e n g u t h).

Auch die in Figr. 93 erluterte Embryoentwicklung von Dikotyledonen fllt keineswegfi flr allc. wie Hegelmaier (Vgl. Unterfl. fiber Entwicklung dikotyledoner Keime, Stuttgart 1878) gezeigt hat, sondern es kommen zahlreiche Variationen vor. Der Embryotrager fehlt biswoilen ganz (*Corydalis cava*) und ist in anderen Fallen aehr lang

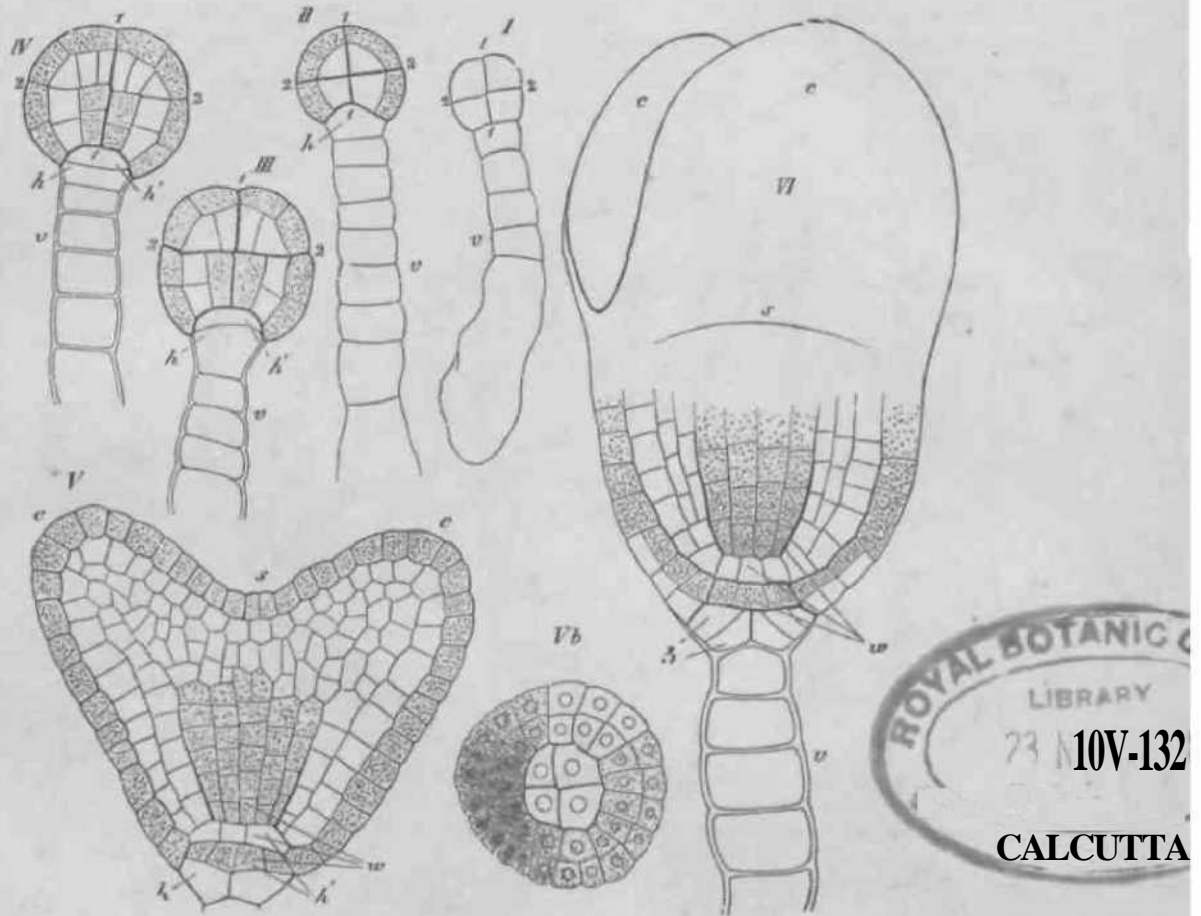


Fig. an. Kniwicklungu dM Kininyirt von *Capsella tmna patteHs* L. Kb Balsple] flr ctu Kijtbryooutwickiunir iKr Dtkotyladonft.a Dk KntwtaUaftgHttullaa i-uiaiperficii der Itellieufol^u der Ziffen I—VI. I» I*t das Wormleida von tmna mihrm. —. I—8, ^ butcichnen <le rrswn Teilunven il-r Eiiiiicello dM Iorkelme. "I" Pi o-mil'yos e, -" deascu Itbiigwi KtDcn die dem Embryo iuuKrit> liegende h die Hypoph. r.a.a ...i-.in, wni,rii,l «EQ ftkdtrn dm Embryotr^er bUdao. Dh fndcfl<. .trffttU fimirh<L In t <Het*nj«i. c Kutj-leilanrn, . AducnaebelMI, «• WUMCL Liermtunoi, dM Ob«r-haut ewebe, und I'trrnni. din AhUge ij»* HmatfmnkM, tlitd dtmkel K*h*Mtt, IIM f«r1bl«n, oder die Anlage des tiruuJx. »rb«4 dagegen h*L. Ubrigens ist *!• TOO Hkll«t««in, data *T*Ua Beobachter dieser Entwicklung, angenommene scharfe Sonderun dieser Gewebelemente nicht immer vorhanden. — III—IV Mttfn .iii'l. .i,;), •luuipfi dtrr Hy[io].byii-, dcna «1B« S<flich• N' sich an das Dtrwi'ogen anschlefi uml dh erste Ka:•jn- An WiirxftbAnbc dwtrlli- (X«i-h Hanstein.)

(*Corydalis ochroleuca*); fenier tritt bei einzelneo Embrj-onen der Slacim&eheteil vor der Ausgliederung der Kotylcdonen au|. Sowcit dieae Verbajtnisse flur die Systematik oder Charakteristik der einzelnen Familien von WicliUgkeit sind, werden dieselben bei diesen besprochen werden. Bei manchn Dikotyledonen (*Cyclamen*, *Abronia*, *Fingicula*) etitwickelt sich anfangs nur der eine Kotyledon, w&hrend der andere zurfckbleibt und aich spatT sogleich «u einem Laubbktt ausbildet Bei einigeu *Peperomia* hat Hill Heterokotylie beobachtet, die sich darin iuliert, daB der eine Kotyledon im Samen veTbleibt, wahrend der andere Bclion herausgetreten ist und asaimiliert Ferner m6ge hier erwShnt werden da8 eigentUmliche Verhalten der Gesneracee *Streptocarpus polyanthus* Hook, und mehrerer verwandter Arlen, bei flonen der Embryo anfangs zwei kleine glciche Kotytt-

donen oberhalb eines spitzer nach Bildmig van Advntivwunteln absterbemitm Hypokotyl entwickelt. Von den beiden kleinen Kotyledonen wächst der eine tn&chtig {bet *Streptocarpus Wendlandii* his zu 30 an Lixtge and 20 cm Urtue. Leran und eulwickelt sk*h vollkoffimta l&ubbklt&rtig. «*nread der andere verfeticmiert und bald guiz «bsftrbr; auBer die*em aus dem Kotyledon hervorgegangewD Laubblatt wird kein aitere? erzeugt, BOUdau am BUtuticl entspringen «in Blüten&Land and tpiter adventive Laubspresse. (T. Hi el a cher, Anatomie and Biologie der Gaining *Stnptocarpus*, Di*seru. Breslau 1876). feei autjeren Artau von *Strzptocarpus* mit rticb beliUttortem Stengel, wie *St. cautescens*, sind die Kotyledonen il'irch etD ziemiich Un^ea Internodiua getrennt, der imtere klein, dor obero laubblattarti^ -E n £ l er, in BoL Jahrb. Bd. L*U (1921) 201. Fig. 1). Es sind dies ailes heterokotyle Pflanzen. denn man auch folgende pi«udomonokotyle Arten zurechnen kann, bei denen der nreite KotylcdoD fnlhicig verkttnuert und nur einer Qber die Erde tritt: *Corydalu cava* und vtrwandte, *Bunium creticum*. *B. petraeum*, *Carum bulbocastanum* und *C. incrassatum*, *Erigonia butbosa*, *Buiniabunioides*, *Conopodium capillifolium*, *C. subcarneum* ond *C. Boitrgaei*. Kine Ubersicht

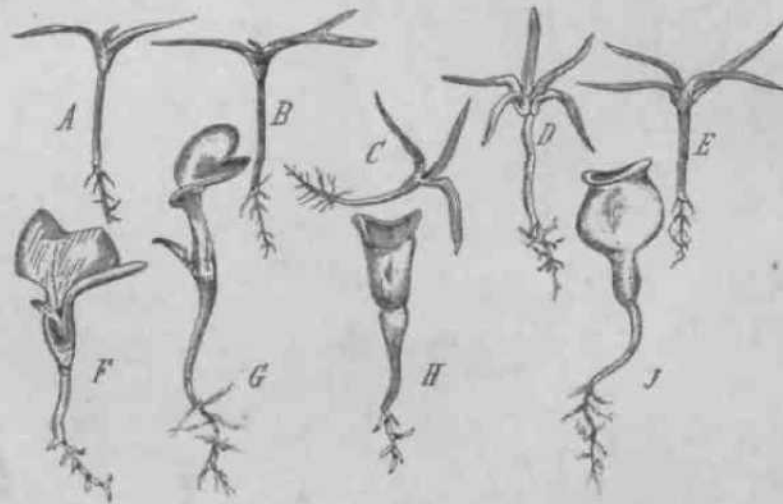
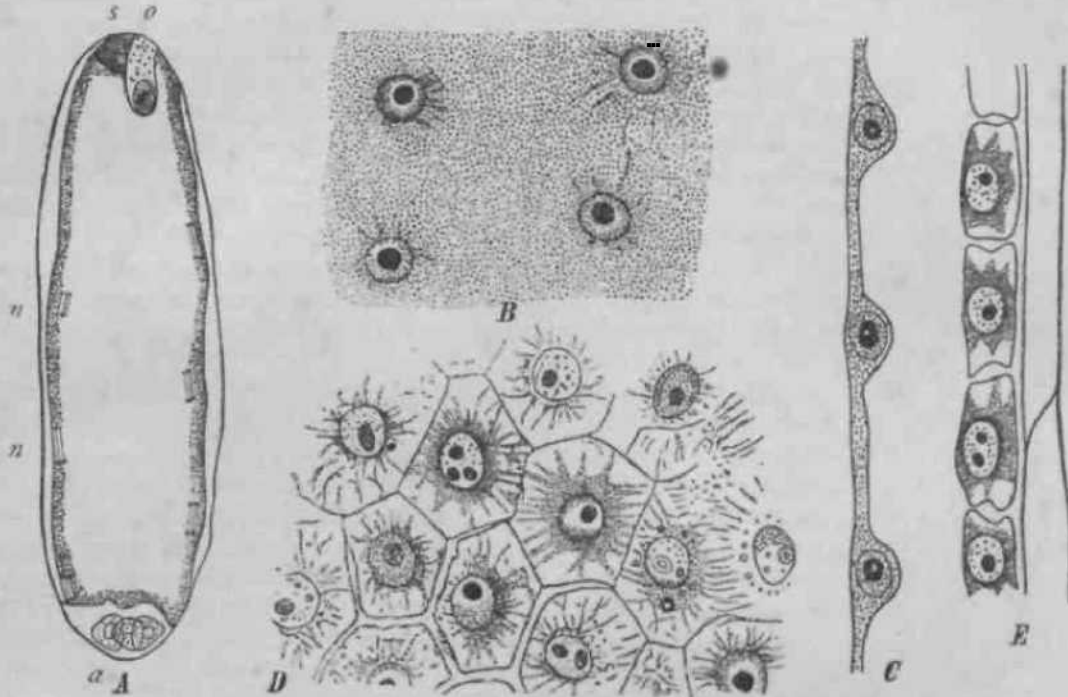


Fig. 94. VarlsiiU'ii rn Kutyledoiiu typlaoli ilikotf Iwlouor PttAtüceit. — A—E von *Papaver rhvial* L, A dlkottj-le, U hemitrikiitlyf. O trikotyle, D pentkotyl^ £ t«trakt>tyl« Kelmpfjuuzeil — t~J Oentfkemgtiuca. I', O uinfntb syukotyle, U, J R.mpli'kuLy# K«lm*lln(te. (Xaeh <le Vries)

pseudomonokotylcr Dikotyl'donen findet sich bei E. Sa r g a n t (A theory of the origin of lionocotyl., in Ann. of Bot XVII. [1908] 76). Fernet Vele a o v B k f, VergL Morpbol. II. (1907) 30jj (wo noch *Celaxtrus australis* erwähnt wird). Bei noeb anJereii Arten (*Citrus uurantittm*, *Dryoitalanops camphora*, *Pachira aquatico*) ist der eine Kotyledon groS, der andere sehr klein. (Vgl. K l e b s, Beitr. z. Moipbologie und Biologie der Keimung, in Pfcffer, Untere. a. d. boL Inst. zu Tftbingen, L). Anderaeita gibt es auch zu den DikotyledoDOD gehirige Ptlaiizen mit melireren Kotyledonen, wie die Lorantbacee *Psittacanthus* mit 4, von den Piotcaceen *Persoonia* mit 2—8. Auferdem finden sich such nicht selten bei Pflanzeti, die fQr gewOhnlich Keimlinge mit 2 Kotyledonen entwickolu, mitmiier solche mit 3, Irikotyle Kcimlinge, bei denen walrscheinlich fruhzeitig Spaltung eines Kotyledons stAttgefunden hat. (J u n g e r in Sitzungsber. d. schles. Gesellscli. 1860, 1870. 1871, und W i n k l e r in SitzungsboT. d. bot. Ver. f. tl. Prov. BrantK'nl>urg 1875.) ilinliclic und andere Varlanten von typisch dikotyledonen Pflanzen bat *nub* do Vries (in Ber. d. DeuUseh. Bot. Ges. Ton 1894) beschrieben und abebildet (Fig. 94).

Bei *Ranunculus ficarta* batte Irmisch auch Etnkeiinblättrigkeit angenommen, abe: wabracliemlich handelt es stch each Stark um seitliclic Yerwaitaung zweier Kotyledonen. Falle seitlicher Verwacliaung^ von Kotyledon-Stielen und Kotyledon-Spreiten liat S a s s e n g u t b in seiner Abhandlung »Beitrtfge zur Frage dee sjstematischen Anschlitttsas der Monokotylen* tells nach eigeoen Untersuchuugen, teils nach Angaben in der Lliteratur zusauientengest«llt, nmmentlich tritt diese Erscheinung der Synkotylie, weiche ilonokotylie vort&uscht, sui hot Artwi von *Polygonum*, *Rheum*, Ranunculaceen. Berber;ilnceen und Nymphaeaceen.

SchlieBlieli ist auch noch ilarauf hiuzuweisen, diUJ bei euer ziemlich groiten Anzahl von Pflanzen der Embryo gar koine Kotylodouen entwickelt, so bei den Orcliidaceen, nicht nur bei den dauernd saprophytischen *Ncottia*, *Eplpogon*, *Coralliorrhiza*, Bondern aucli bei den nur anfangs saprophytischen *Ophrydeae* u. a., bei den *Burmanniaceae*, von denen mehreie auch nach griinc Blotter cntwickeln, und bei den *Trhtridaceac*, sodann bei den zu den Dikotyledonen gehOrigen Pantsiten *Balanophoraceae*, *Rafflesiaceae*, *Cynomoriaceae*, *Lennoaceae*, *Cuscuta*, *Orobanche* (aber nicht bei *Latftraea*), und bei den saprophytischen *Pirolaccae* *Pirola*, *Monotropa*, *Pterospora* und wolil auch den tbrig-en Gattuogen dieser Faniilie, ferner bei *Voyria*, *Leiphaimos* (*Gentianaceae*). G o e b e l aieht in diesen ungegliederten Embryoan Hcmmungsbildungen. Eeachtonswert ist, daC in den meisten Ffillen die un^efriederten Embryonen in sebr kloinen, massonliaft erzeugten Pitmen ent-



Ftg. «». BSntwIekluuik «!.. i.'ini"-]''Tin- mil-, N.Mir^MnlMt Im EmbryoDuck ««• *Myosotis wittnuttmt* I*. A IJtnRBai'hum tluri'li dm Btbnijrwuk; Im VV.intlb«Ujc (tMehmlBit? vrrtsUti? Z*Ilkerae (fi) Im Teilung- *o)t*tule;; « (LIP lierrucliuU¹ Klmlr: • ihT Kent - r ^yaer&ae; a dU Afttlpodfit (4i«<nflIU< 11nben). B StOckelien d«l protopta«in*Useti Uuml!.. :nlpi mil 4 &t;Ilkfrn«n in PUcbauui*k-ht. C ebense kb^r Bplafi iin LKiiKschnKt, /' 4«n»U» H<int' (in Bttglun ACT BJrlunc v«ro l«]tnembnnen um die protoyl** luattecllin Zi lloti. S.'tun- nlt.r.r llotr tm LngMclin. — .4 »»nttt B unit & 110in>I v*rar.

Ualten sind; diets isl abur nicht der Fall bei *Cynomortvm* und bei *Cuscuta*, wo zudem dw Embryo die Gestolt eines kreisOrmig oder spiralig ^ekrdmmten Fadena besitzt,

Bisher baben v/k nur verfolgt, in welclier Weisc sich die befruchtete Eizelle turn Embryo entwck-kelt; 09 trcten aber naeh der Befruclituug ia der Samen an Inge nodi anderb Verftnderungen ein, wodurch dieselbe zum S a t o e n wird. Wie wir oben salmn, vereinigen aicli vor der Befruclituug die beiden von den Zellkern tetraden im Enibryosack nacli der Mitte 711 abgegebenen Polkerne ± mileinander und mit dem einen generativeii Kern (vgl. Fig. 89 und 90). Dor **Embtyouck pflegt** sich wflhrend und n»ch der Befrucltung XH vergrOBorn. Dabei teilt sich nun auch der sekumJiirp EiHbrj'oaackkem sofort nach der Bcfruchtung. Die Tocliterkerne befinden sich an der Waadung dca Embryosackn und teilen sich ao ranch <iure!) wiederholte Zweiteiluug. 'inK sehr bald an der gauzen Wandung dea Embryosackes Zellkerno verteilt »ind, welclie die Entwicklung dos Etido- sperms') einlerten. WPDII die freie Kernbildmg fortsciircitet uiul first spat eine Ffi,cbc-

*) Wichtigere neucre Lliteratur aber Endueiorm und Hnllst« - r'ienbildung des Embryo SR clt 0»: O o e b e l, Ver^lclchonde EntwloIdungsgeschichte der Pfl&nxGDorgiue (1883) 401. — Balicka Ivtoowua, Eludo sur lc nc embryouiflire **ohei** certaines Gamopetos, Flora LXXXVI (1^99). — M. Men. Sameneitwllnng der l'licul&riee, Flora IXXXIV (1897). TRb. X. - L a n g, *Potypompholyj* und *B;/bth*. Horn LXXXVH1 (1901). -

rung durch Membranen erfolgt, dann bezeichnet man das Endosperm als nukleolär. Erfolgt aber sofort Membranbildung, dann ist das Endosperm zellulär. Ganze große Verwandtschaftskreise sind durch die eine oder die andere der beiden Entwicklungsformen charakterisiert. Es war 1905 von Strasburger geäußert worden, daß die Endospermbildung in den Samenanlagen der Angiospermen nur da (durch freie Kernteilung) eingeleitet werde, wo die sekundäre Embryosackhöhle noch an Größe zunimmt, nicht dort, wo sie, wie vorwiegend bei Dikotylen, nur langsam wächst. Auch

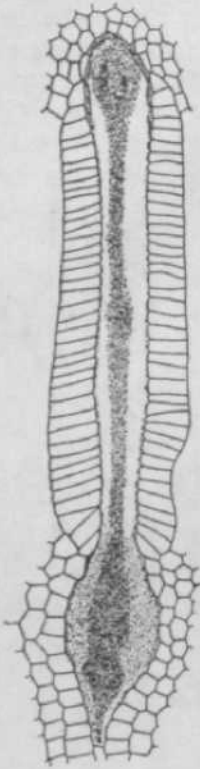


Fig. M. Längsschnitt durch den Embryosack von *Myoperum terratum*, mit (ohne dem Inhalt angehörigen) Tapeten; sind angegebene Teile in der Elapparat. Bei entgegengesetzten Enden die Antipoden. (Nach Billings.)

Sie Benguth spricht sich dahin aus, daß in engen langen Embryosackzellen zelluläre, in großen dagegen nucleoläre Endosperme vorherrschen. Diese Meinung widersprechen aber die von Svensson (S. 153) angeführten Fälle von *Magnolia virginiana*, *Peperomia*, *Heckeria umbellata*, *Gunnera macrophylla*, *Sarcophyte sanguinea* und *Balanophora*, in deren voluminösen, gerundeten Embryosäcken die Endospermbildung mit Zellteilungen eingeleitet werden kann. Derselbe Autor hat auch bei der Hydrophyllaceen-Gattung *Pkacelia* festgestellt können, daß bei nahe verwandten Arten die Embryosäcke gleiche Größe und Form besitzen und trotzdem sich das Endosperm in die verschiedensten Grundtypen entwickelt, bei *Ph. tanacetifolia* nucleolär, bei *Ph. congesta* zellulär, bei *Ph. Parryi* intermediär. Sehr beachtenswert sind auch Svensson's andere Ausführungen in dem Abschnitt: Die Endospermtypen und ihr entwicklungsgeschichtliches Verhältnis zueinander nebst einigen allgemeinen Erörterungen über die Anwendbarkeit von Endospermcharakteren für die Systematik (S. 148 bis 167).

Wrf. ist geneigt, den nucleolären *Borrago*-Typ als den ursprünglichsten zu betrachten, gibt aber zu, daß sich die Richtigkeit dieser Auffassung nicht beweisen läßt. Diese als primitiv angenommene Eigenschaft haben *Borrago* und *Onosma* am längsten bewahrt. Andere Borraginaceen schlugen eine Entwicklungsrichtung ein, die bei *Myosotis* mit einem typisch zellulären Endosperm endete. Zwischen den extremen Endospermtypen bei *Borrago* und *Onosma* einerseits, *Myosotis* andererseits besteht aber keine unüberbrückbare Kluft, sondern der Übergang zwischen ihnen wird unzweideutig durch den *Lycopsis*-, *Echiuni*- und *Lappula*-Typ vermittelt. Svensson stellt sich vor, daß die Zellbildung in der funicularen Embryosackregion früher und früher begonnen hat und schließlich wie beim *Lycopsis*-Typ schon nach der zweiten Kernteilung im Endosperm eingetreten ist.

Das Endosperm wurde in der älteren Literatur Albumen, auch Eiweiß genannt. Da die Namen Eiweiß und Albumen zu Mißverständnissen Veranlassung geben, so sind dieselben aufzugeben. Das Endosperm ist ein Speichergewebe für Reservestoffe (Stärke, Albuminate, Öl, Fett, auch Zellulose), durch welche der Embryo oder Keimling ernährt wird, daher empöhelt sich hierfür auch die von uns gebrauchte deutsche Bezeichnung Nährgewebe. Der Embryosack vergrößert sich allmählich und verdrängt in den meisten Fällen das dahinschwindende und seinen Inhalt verlierende Gewebe

des Kucellus, wie dies in Fig. 97 A die Samenentwicklung von *Ricinus* zeigt, auch

Billings, Beitrag zur Samenentwicklung, Flora LXXXVII (1901). — A. Truett, Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung des Embryosackes und des Embryo von *Tulipa Gesneriana*, Flora LXXXVIII (1901). — Strasburger, Die Samenanlage von *Drimys Winieri* und die Endospermbildung bei Angiospermen, Flora XCV (1905). — J. M. Coulter, The Endosperm of Angiosperms, Bot. Gaz. LII (1911) 380. — M. Wurdinger, Bau und Entwicklung des Embryosacks von *Eupkrasia*, Denkschr. d. Akad. Wiss. Wien, LXXXV (1910). — E. Jacobson-Stiabin, Versuch einer phylogenetischen Verwertung der Endosperm- und Haustombildungen bei den Angiospermen, Sit. Ber. d. Akad. Wiss. Wien CXXIX (1914). — K. Goebel, Organographie, 2. Aufl. III (1925) 1761. — H. G. Svensson, Zur Embryologie der Hydrophyllaceen, Borraginaceen und Illecebraceen mit besonderer Rücksicht auf die Endospermbildung, Dissertation Uppsala 1925. — A. Helga Scenson Stenar, Embryologische Studien II. Die Embryologie der Amaryllideen, Dissertation Uppsala 1925.

nicht selten (sine Teil der Integumentschichten. In einer verhältnismäßig geringen Zahl von Fällen besteht das Gewebe des Nucleus aus vergrößerten Zellen, die ebenfalls Nährstoffe aufspeichern; man nennt dann dieses Nährgewebe *Perisperm*, im Gegensatz zu dem im Embryosack entwickelten *Endosperm*. Soiches Perisperm findet sich z. B. bei *Piperaceae*, *Nymphaeaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, keineswegs aber bei allen Gattungen der letztgenannten Familien. Nicht selten ist das dem Embryosack anliegende Gewebe des Nucellus oder nach dessen frühzeitiger Zerstörung das Integument epithelartig mit Konkret zur Längsachse des Embryosacks gestreckt. plasmareichere Xylem **• Knochen** Gewebe **• Knochen** (Fig. 86) dient offenbar der **Eodermis**

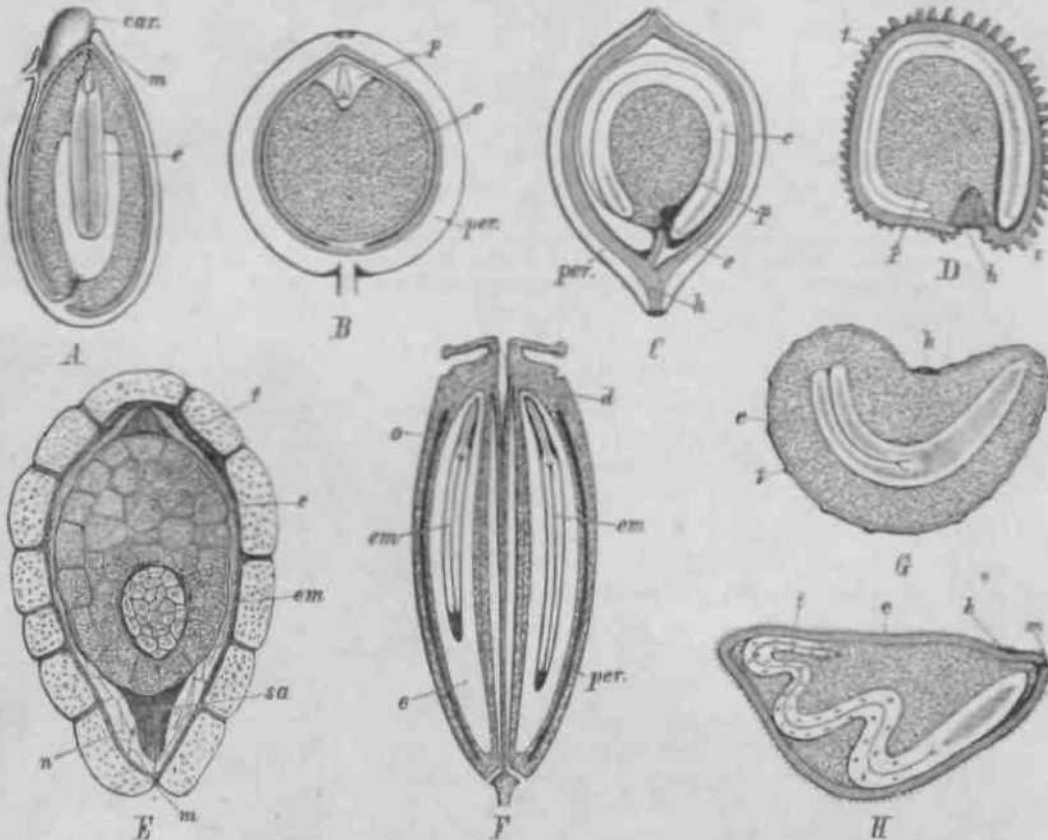


Fig. 97. Mehrere Samen in Längs- und Querschnitten, zur Demonstration des Nährgewebes. A *Ricinus communis* L. — B *Crobanche OaiU Dvby*, UuigsKhnitt dnrci din silii.ii. »(- -> Res) des Sot'lla«, tie! »a Ke«it dei BmftiyoiMlnM. — f Benetdamtm eantfbUma vitl.. UogBMbnlU ilnrrt) dt« S) sit. fnihl. — O t'aparr (w.mti/rHiti L., MliipaBi-hiillt Uurch dt'ii Sjunw>. — B ContcUtuha (OVmcCrl^ ULogS-Mtaeltl ilurclxien Saitu'ii. — In nlli'ti Ffpircn: jjiir Pnrtooxrp, ^ SunenacAte, h Nnl-i-I. M Silkropyic, r |Vrl-). im :: Btodafiponn^ tm Bntnyoi if nfch Bullion, din Rndem Hit. um-b H n n. Ljimiwin-nii.Sas(enk.)

des Endosperms und des Embryos. Das Nährgewebe ist äußerlich noch insofern verschieden entwickelt, als es bei sehr starker Verdickung der Zellwände, wie z. B. bei vielen Palmen, hornartig oder knorpelig, bei reichem Saftgehalt fleischig* bei frühzeitiger Austrocknung und Isolierung seiner Zellen mörsig, farinos wird. Die Entwicklung des Keimlings im Sack ist eine außerordentlich verschiedene, manci-Bul für ganze Familien. (Ja) Jungen charakteristisch, aber auch nicht seller, selbst innerhalb der Gattungen variierende. Aus der Entwicklungsgeschichte des Keimlings hervorgeht, daß das Uypokotyl immer der Mikropyle auferkehrt ist; da nun die Wurzel sich das Hauptwurzeln-U'hen, die Radicula bildet, so kann man auch sagen, daß die Keilspitze des Keimlings der Mikropyle*¹ angewendet ist. Wir salien ferner, daß der Embryosack nicht gerade oder gekrümmt sein kann: im letzteren Falle wird die Wurzel des Keimlings die Wurzel nicht gekrümmt werden. Es ist aber keine Wegnahme in der Keimling von dem ihm im Embryosack und Nucellus (rehotenen) abhängig:

so sehen wir z. B. bei den Umbelliferen (vgl. Fig. 97 F) in einem großen Embryosack einen kleinen Keimling sich entwickeln, und andererseits geht wieder in vielen Fällen die Entwicklung der Keimblätter so mächtig vor sich, daß dieselben sich vielfach krümmen und falten bilden, um in dem Samen Platz zu haben (man vgl. x. B. Fig. 97 H, 98 S, 112 D).

Während dieser Entwicklung des Keimlings beginnt es nun zu atmen, daß in vielen Fällen der Inhalt des Nährgewebes sehr bald völlig von dem Keimling aufgesaugt wird, und

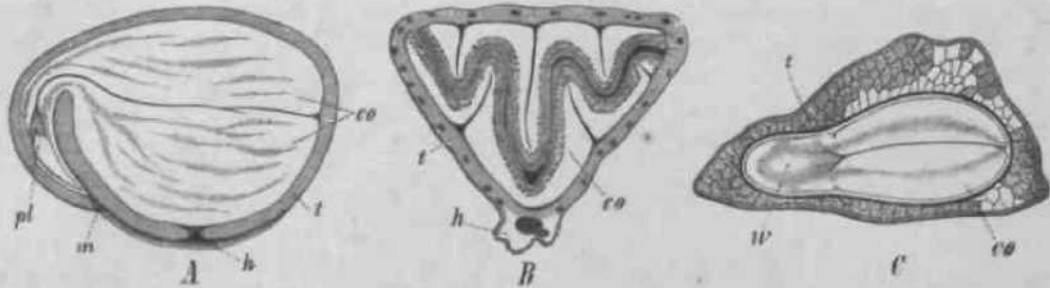


Fig. 96. — Elulce sanium oimo X Mirgewise. A *Atechu hippocastanum* L., Urticaceae. — B *Fagus sylvatica* L., Fagaceae. — C *Oenothera biennis* L., Malvaceae. — In allen Fig. Bf. M. r. (Samenarhne, h. Nabel, n. Mütropyl. f. Plurzel oder Knospoh. w. Wurzelnchen.

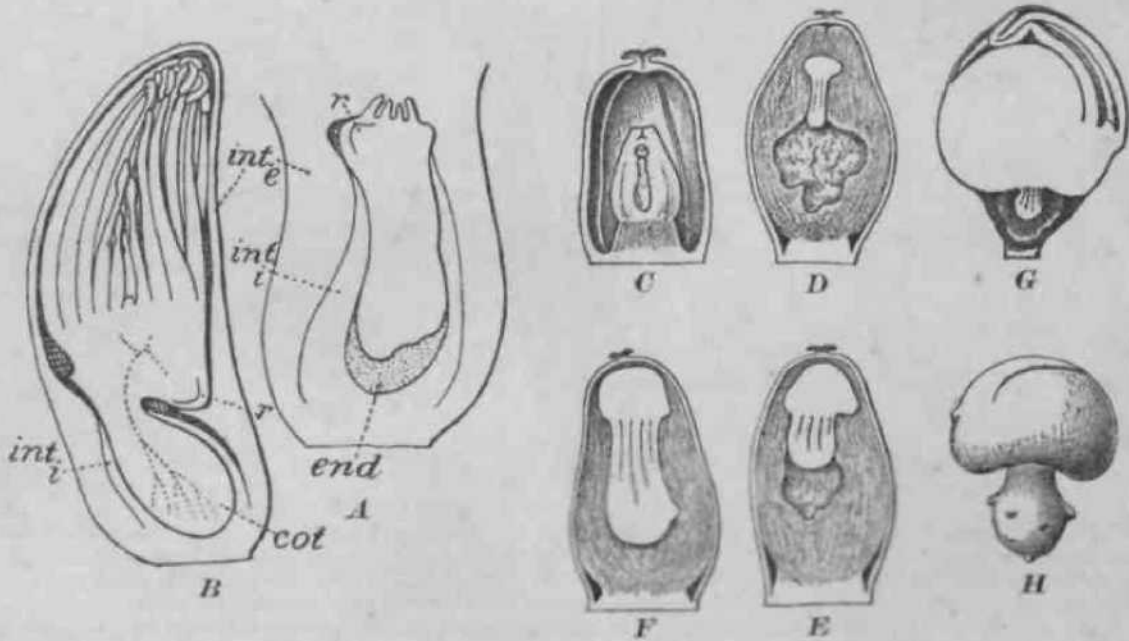


Fig. 98. A, B Crgfiwyit (Roxb) Ftsch. JJuirwhilttr Juxeb rnkml-n uütl fUJM Saunii. A dor H.i.brro h* t mlt trimcM Kc^flwdAn den rr<USir> Tell Asm EtuJo^wrnw •nf(tMm)>>*n nbd lir-j.lniit dJ< BlUtr iu <nt<f-kplu: ** I tnnerr*, taf. • Id Mm iauginwsst. r WÜrrrlchr. « *It*r* ^Unlhnti. in < in der KotTlnlon tU< « u w Kado«prnn *tiffte*uigf wwl MUNielw SUtUfr rl.twlcir-lt tut. - C-H *Typhosodorum* T imttfwm SchoK. Kutwlt-klunff dm Santin* In der Fnicht. 0 n>lll1 mtt 4MB bofruchteter Sam tMii«(tr ; />- It auffliwhil*T(-:)<lf< ml- StaJlru in drr EntwLcklun* < < .Is- Ea<lo*pori« «<f-zehrenden -v>nurf-rt*«Uj J*» K«tTl«*ttui»; O Krobrra nach A utuuminf J< < p '66ten Teiles des Endosperms und ilc Vticrlun: // f' Tiiijw Stefarru mil heylncctidrr'U'unrtblrrfunff. IA. tl i> «() • oebe! ; - It Original.)

hier allein die Samenschmle auffüllt, während in anderen Fällen das Nährgewebe bis zur Eeimung orlianten Meibt und erst nachher ganz allmählich, oft in sehr langer Zeit aufzufüllen von der Oberfläche der Keimblätter oder, wie namentlich bei den Monokotylen, den Saugfortsätzen des Kotledees aufgesaugt wird, während das Wurzelchen schon längst aus dem Samen herausgetreten und in die Erde eingedrungen ist. Alle Samen, bei welchen Keimblätter und auch die sogenannte Plumula d. h. die Stamispitze mit den ersten Blattanlagen, weit entwickelt sind, keimen rasch, weil hier der Keimling schon im Samen eine große Selbstständigkeit erreicht hat. Das ist schon bei den Samen der Gräser und vielen Leguminosen, namentlich aber bei mehreren Wasserpflanzen der Fall, so s. B. bei

Ceraipkylltim sowie den Araceen-Gattungen *Cryptocoryne* (Fig. 99 /i, B) und *Typhonodorwn* (Fig. 99 C—J).

Bei diesen Pflanzen ist der Same durchaus nicht befruchtet, eine langere Ruhofieriode durchzumachen, da keine harte Samenschale als Schutzorgan für den jungen Keimling und ties ihm anfangs antiegender Nährgewebe entwickelt WITA. Ganz anders ist es bei den Samen, bei welchen unter dem Schutz einer ± harten Samenschale oder Fruchtwandung entweder ein zu mehrjähriger, oft Jahrzehnte dauernd in Ruhe befindliches Endosperm den Keimling umgibt, oder die Nährstoffe des Endosperms, wie c. 8. in den dicken Kotyledonen von *Aesculus Mppocastanum* (Fig. 98 A), gespeichert worden sind. Die Aufnahme der Nährstoffe des Endosperms durch den Keimling wird dadurch begünstigt, daß derselbe in jüngerem Zustande oft an seiner ganzen Oberfläche, namentlich an der des Kotyledons oder der Kotyledonen, zum mindesten an den beiden in das Endosperm ± vordringenden Saugfortsatzen (siehe S. 88J, mit fahnenwauidigem protodermalem Gewebe versehen ist, welches erst später zu einer richtigen Oberfläche wird. Wenn diese Zellen eine flache oder nur wenig hervorgewolbte Auflenwand besitzen, dann geht die Nahrungsaufnahme aus dem Endosperm nur langsam

vor sich. Wenn aber an besonderen Saugfortsatzen des Embryos radial gestreckte, mit schwach gewolbter Auflenwand versehene Zellen dem Nährgewebe anliegen, dann wird die Nahrungsaufnahme schon mehr begünstigt, kann aber noch Wochen und Monate dauern, bis das Endosperm vollständig aufgebraucht ist, so bei den Saugfortsatzen an den Embryonen der Cyperaceen, Palmen, Liliaceen, Iridaceen, Zingiberaceen, Marantaceen u. a. Bei den Gramineen ist das Absorptionsgewebe des schildformigen Kotyledons, des sogenannten Scutellum, an der dem Nährgewebe zugewehrten Seite aus langgestreckten Zellen gebildet, welche bei Reife (Fig. 100 B) zuletzt 0,09 mm latig und zuletzt voneinander isoliert werden, so daß sie ihre aufsteigende Tätigkeit mit bedeutender Flueivergroerung ausublen. Auch an der kugelig angeschwollenen, als Haustorium fungierenden Spitze der Corallinacee *Tinania fugax* hängen die Absorptionzellen seitlich nur locker an.

Da nach der Befruchtung sowohl die Entwicklung des Endosperms wie die der des Embryos Nährstoffe benttigt werden, haben sich mancherlei Einrichtungen ausgebildet, welche diesem Zweck dienen. Dem Embryosack werden einseitig haufenweise durch die anliegende, aus radial gestreckten Zellen bestehende Epithel des Nucellus oder des inneren Integuments, welches auch als Tapetum bezeichnet wird (Fig. 98), Nährstoffe zugeführt. Während die Ausbildung dieses Epithels ziemlich verbreitet ist, haben folgende Fülle mehr den Charakter von Ausnahmesehensungen:

I. Es dient der Pollenschlauch als Saugorgan bei *Cucurbita pepo* (Fig. 102). Nachdem der Pollenschlauch in den Xylemleitbahnen eingedrungen ist, erweitert er sich noch vor Erreichung des Embryosacks sein Ende zu einer Blase, von der aus blinde Venenabzweigungen ausgehen, welche durch den Nucellus und das innere Integument durchbohren und

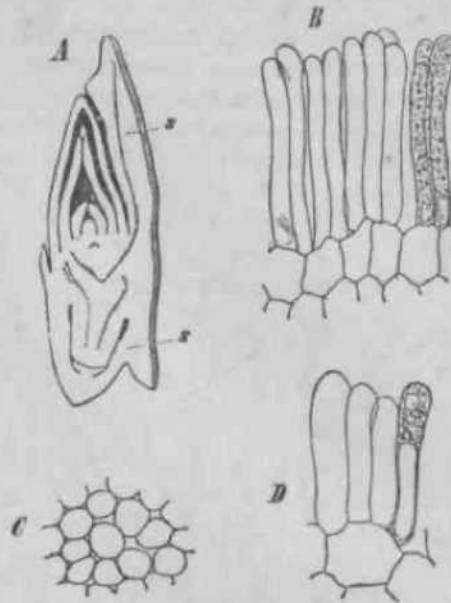


Fig. 99. A—V *Triplaris vitiwm hum.* K: Keimling im matigen Zustande; w: ein Seitenleitbundel; u: ein Leitbündel; b: die stuhlchenformigen Absorptionszellen; c: die Leitbündel; d: ein Leitbündel im Querschnitt — D: *Mpocastanum* Keimpflänzchen. (Nach Handl.)

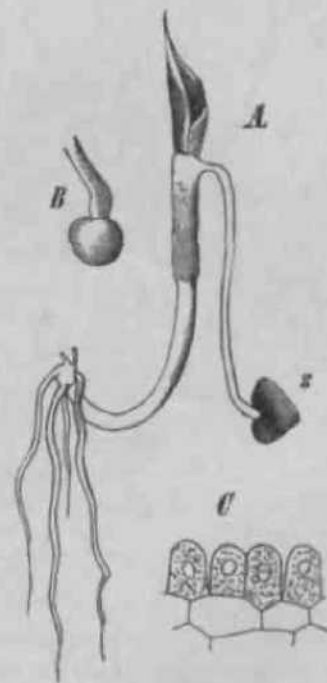


Fig. 101. A: Keimpflänzchen von *Tinania fugax* (4mal vergr.); B: der Same; C: Haustorium, frühzeitig abgestorben; r: alle Zellen des Haustoriums. (Nach Handl.)

mit ihren Enden oft in *dm* äußeren Integument einströmen. Das Gewebe des letzteren differenziert sich in eine äußere Schicht von verholzten netzartig verdickten, von Interzellularzellen durchsetzten Zellen und eine innere Schicht von zusammenhängenden Zellen mit protoplasmatischem Inhalt, welche auch stärkereiche Zellen enthält, die mit den dickwandigen blinden Enden der Pollenschlauchzweige Test zusammenhängen. Der Innenteil

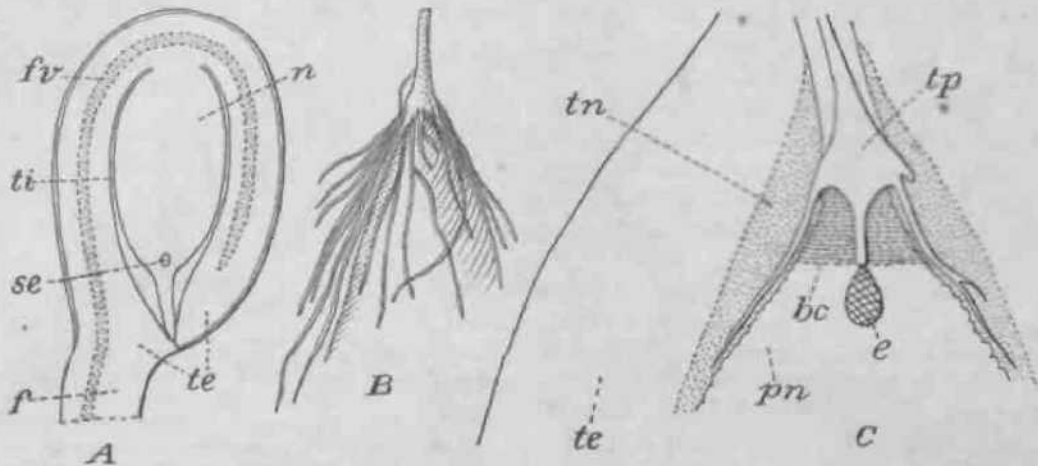


Fig. 103. *Ostrya virginica* L. A Schematische Darstellung der anatropen Eizelle. *f* Funiculus, *te* Kerkel Integument mit dem Leitbündel *fv*, *ti* äußeres Integument. *n* Hüllgewebe, *M-B* Membran — *B* Spindel des Integuments, von welchem die Stärke in Form von Stärkekornen in die Zellen der äußeren Schicht einströmt. *C* Schema des Querschnitts des Integuments, in welchem die blinden Enden der Pollenschlauchzweige *bc* mit dem Embryo *e* im Integument *pn* (Pollenschlauch) zusammenhängen. *tp* Pollenschlauch, *tn* Testis. *te* Integument.

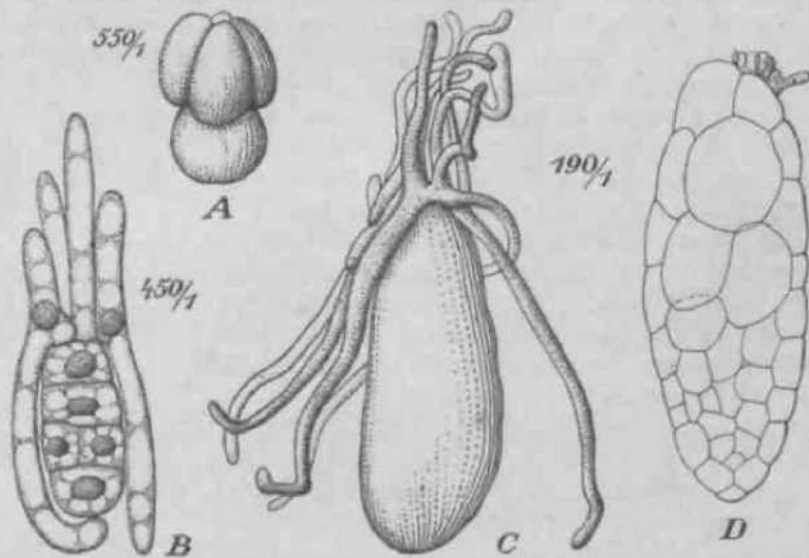


Fig. 104. *Ostrya virginica* L. A Embryoanlage mit dem Suspensor *c* (Embryontrichter), B Embryoanlage gegen den Suspensor nach unten, C Embryoanlage gegen den Suspensor nach oben, D Querschnitt durch den Embryo. (Hadi Treub.)

des äußeren Integuments wird auch von einem (Leitbündel) durchzogen, welcher von der Chlamyde ausgeht. Nach der Befruchtung werden die aufsteigenden Enden der Epidermiszellen des Nucellus unmittelbar unterhalb der Blase kutinisiert und es bildet sich am Grunde des Nucellus eine Korkkappe, so daß nach Aufsaugung des Nucellus durch die wachsende Endospitze der einzige Weg, den die Nährstoffe nehmen, um zum Embryo zu gelangen, der Teil der Samenanlage ist, in welchem die Pollenschlauchblase mit dem Embryo in Verbindung steht. Die blinden Zweige des Pollenschlauches führen dem Em-

bryonische Nährstoffe KU, SO & nge, bis die Same seine Reife erlangt hat, **Diffia** **tieht** man den Rest des PoUenschlauches von Holzzellen ganz umgeben, sicci mit eir^r p.-lbbraunen, stark liriitbrecheitden Masso veracJieien, welche die Ltgninreaktion gibt. — flier diesen iitresBaiiten Fall oxistieren einige Mitteilinigeri von B, L o n g o: La nutrizione dell' ombrione della *Cucurbita* operate per mezzo del tubetto **polHniee**, [Iend. R. Accad. dei Lincei, CL d. Se. fis.,¹ nmt. 6 nat, XII, 1° Scnu, ser. 5» 1908; Ann. di Bot Vol. I tasc. 2 (1908) 71—74,

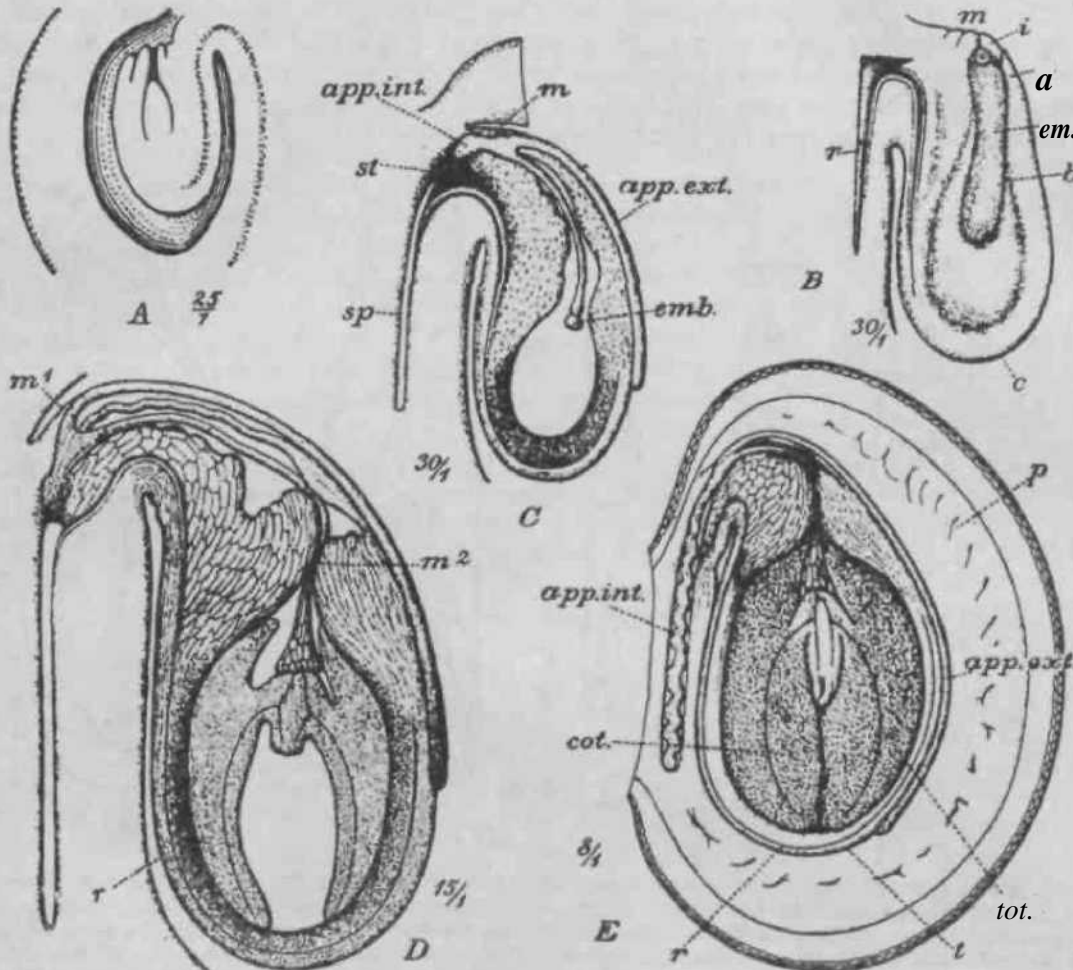


FIG. 1. *Tropaeolum wrightii* I. KntM li-kimiw' (IL-S Siiimit., i Jiintie Sitinfirtillit,!!'. It Dt6MtbC v.m Z<*H (fan EmpKngntsrelto, « tuBaraSi ' Imwroi [ntegmneit, r Lettbttndel *vr K*phf, tm Rmbiyomelc, 6 win latent BD CIMMH r vortirliwinlrr TH1. 0 Dttfmlitita snim>i Mining': «i Hikropyte, mtd EmMryi). m Susiiniisur rait dem iuuU'i'i:ji Anh;niL-i-l isjfi. « OIK] dun tnniTi'ii ujip.ini, *) spultrill tm Klirtelgui-deMt vst des Raphebtindels, ti tvrluueelctus Gewebe. •• Lunufi' ^1110. »> t'at der tfgraQlelua Mikr.>pyle, fin' Bt-kutiOnrv, Hftecbte Mikropyle. B fast r^litr Humi? vven PerUwrj uaiKblosMn, „ i'vrlk*n'. (BKBOOimHkci T JIHihiiili.'itliliitliil, crt Kutylciloni'ii, (Sach Kay .-ef.)

207; Vol. D (1905) 37»—396. — Uutes Uererat von Dr. Soil a iu Bot, JahreBbericht 34 (1906) 2, S. 607. 608.

2. AJU limbryotTliper wachien Zellen zu langen SiMigldlllaehaa aus bei den Orchi-
dac3n *Phalaciiopsis amabilis*, *Ph. SchiUeriana* u. a. Nach der **eaten Teflung** der Eizelle entwickelt ^i*h die untere ?-r Embryoailafre, wiibrend die oljert: iltirri 2 LSngvwjnde einen **tadligiuspensor** oder **Embryotrttgw** lildet (Fig. 103^); eine jede dieser 4 Z<llen vtrliilngert sich tadenOrnng na«b oben (gegea die Mikropyle) und nudi **ontea** (Fi^ 103 B), die **obaren Eiadttl dixngao** in das **EXOSTom** ein. die iinteren unihitllen den Embryo (Fig. 103 V) und veroTjreii Jim mit NihrstofTen. Wt-nn der **Embryo** ausgebildet ist, Bind die faUnnfirtatggen Zellen abgestorbon. Bei *Stanhopad ocultttu* tutwit-k^H aid) aus der befruchteten **Eiaelk** f^n aus 1J—1« ZeUen **beotobendeT Irageltger Proembiyo**, aus deesen eioer Zelle sich **der** Kmbryo entwkw'kfJt. **wfirraod** ;ilte andprt'L ZPIIPH zu laupon daruiartigeti

Schläuchen aus Wachsen, welche sich zwischen die Zellen der Samenanlage drängen. — Nach Treub, Notes Stirrembrüoginie de quelques Urchidee*, Nituurkuud. Verhandl. d. Koninkl. Aead. Amsterdam, XIX (1879) und Notes »ur t'embryon. le sae embryemaire tit l'ovule, Annales du Sard. bot. de Buiteiuorg ttl (1888) 79 ff. — Gam aaiders let die Exitwicklung vgn auf&augenden Auszweiguiugn des Embryotragtrb in den mU'it endonpermlosen JSamen von *Tropaeolim*. Uier wiebst der Emtyrinsack Ief in die Ch oliua bitifin und verdringt sowohl Sen Nucellii* wla das g&nze inn^ro lntpgura«>nt Bis an tinen Mikropylrest (Fif. 1(M J3). N;uii .l.,r **Betnu^tDOg** wtnl der Embryo in ciricu langen ^wpeiwor in die untere Hillfte des **BmbtyoaMki** fiinoinp^moBen (Fig. 104 V). Daraiif entwickeln sich IS der ttnterstm ZclU- des ^uBpensors tlicht unter der 3iikropyl« zwei lango fadcnfOrmige Anhiingsel, von denen daa eine (app. ext.) das aufiere Integument diLrchbohrt und **zwisehsn** dem S^uien und der inneren Fruchtknotenwand hinabwUciist, das aodere (app. int) durch

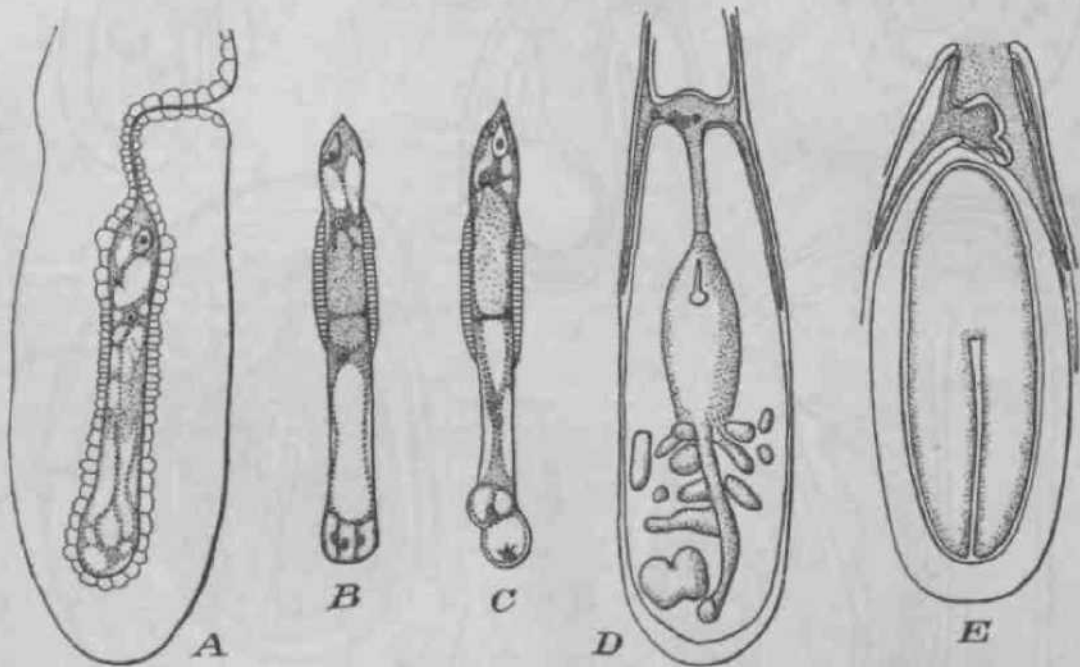


Fig. 105. UnstoriimttlOiriK »n EmHTromck von *Globularia arduifolia* U. A ^amenanlage mit Embryosack; B Emhryiifuiek BUT Zelt ilor i^r«ülii Ti'llunjt dea EiidoKpennkerns; C Welmre Entwicklung des EndospermiikuniK urn! Bildung^ der Scl>et(KWmti); D Si-lirnintljieber LKiifJujL-Liilit ilun-li clip Samenanlage nach **Bbfewtdimg T-r Hliitlr^uimWmiiiU**il-il am **Ufkropyloide** und am Cbnliuxviidi.-: S Fust l'elfer Same, In welchem **Hod** do Till ilim MHTroiiylriih«ii.itori«ms cnflint«Li Ist, (N*th BIIIIUKW in -Flora **Bf. LXilVULj**

don Funiculufl in die Mittelsaule des Gynäzeunij (Fig. 104/>) In ctne vorher g^bildete Spalte oindragt und schlängelich nach unten waclist (Fig. 104 E). Dieae eigenartigcu Anhiingsel bestctien aus Bilndeln lauggestreckter hyphenartijrer Fiiden. Wahrend dieses Vorg&ngs schnUrt eich der Embryosack eiwa in der Mitt? seiner Lange xus:uiiinen (Fig. 104 Z, ffij); der obere Teil wird durch **Bettliche** Wucheningen der **Rfipfae** immer mehr eingengt. Darauf vrschrintpft der obere Teil des Somens mit den Anhängseln und **den** in ihm gelegenen Teil des Suspension? und wird zu einer Masse zusanimegepreSt, welche die **SpitM** des Samens bodockt **and** mit d«m aufieren Aihhängsel on der Auficnscite des* selbst-ii herubllLuft. Der untere Teil dee Embryosacks und der Embryo ha>en sich immer aiehr vergrfflert, wibrend zugleich das anfangs gerade kurze **GefilfibCmiffj** der Haphe don Embryo bis fact eur HOhe der EtntryosackeinBclinQrun^r uniwichBt (Fig. 104 6). Der Verlauf der Anbangni^! lafit aut eine Zuleitung von XaiirstnffKii aus der rrucLtwatnlung und der Mittetstfule zmn Embryo sclUcBen. doch feblen **hierfibet DOa** **QotMbeidendd** Untersuchingen.

U- AntipodeiiKClten entwickeln Bich 211 **HutBtOlien** bd Rnbiaceen und Compo&iten. Er«t«ro bespricht R E. Lloyd in: Die **compfttatrg embryodofj** of the **EBMceae, Item.** of the Torrey bot. **Ctab** \\\'lll 11P09-100S). Auf dae erniiJirungshyaotogiBche N'erhalten der

Antipodenzellen bei den Compositen geht ein M. Goldflus in der **Abhandlung: Sur In-** structure et les fonctions de l'assise épithéliale et des antipodes chez les Composées, Journ. de botan. XII. XIU. (1898, 1899!)).

4. Ein Teil des Embryosackes fungiert als Haustorium. So bei einigen *Linum*-Arten der untere Teil, welcher später vom oberen durch eine Einschnürung abgetrennt wird und einige Endospermkerne enthält.

Hingegen wächst nach Billings (Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung; Flora 1901) bei *Globularia cordifolia* (Fig. 105) das obere Ende des Embryosackes durch den Mikropylekanal hindurch und breitet sich über das obere Ende der Samenanlage aus, fadenförmige Auswüchse bildend, welche teils den Funiculus gegen die Plazenta vordringen, teils zwischen dem jungen Samen und der Fruchtwand hinabwachsen.

5. An beiden Enden des Embryosackes entwickelt sich aus je einer Endzelle des Endosperms ein Haustorium bei *Euphrasia Bostkovi* (Fig. 106), ein Mikropylarhaustorium mit mächtigem 4kernigen Lateralhaustorium und ein 2kerniges Chalazahaustorium. In ganz ähnlicher Weise entwickeln sich 2 Embryosackhaustorien bei *Lathyrus squamaria* L. (nach Bernard [Sur l'embryogenie de quelques plantes parasites, Journ. de Bot. XVII, 1904]). Dagegen ist eine große sich stark verzweigende Haustorialzelle am Mikropylende des Embryosackes von *Impatiens Roylei* vorhanden (nach Longo).

6. Endospermhaustorien. Sehr eigentümliche Verhältnisse finden sich bei

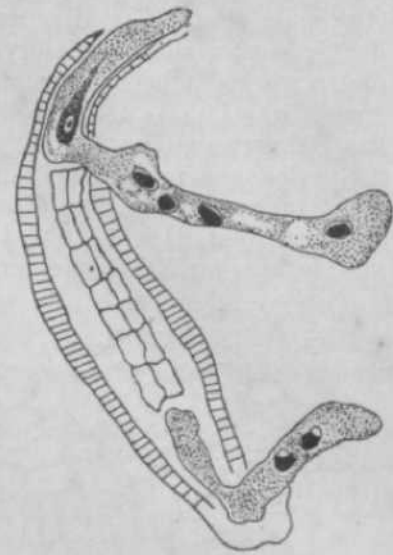


Fig. 106. Embryosack von *Euphrasia Bostkovi* Hayne mit Mikropylarhaustorium und mächtigem 4kernigen Lateralhaustorium und ein 2kerniges Chalazahaustorium. In ganz ähnlicher Weise entwickeln sich 2 Embryosackhaustorien bei *Lathyrus squamaria* L. (nach Bernard [Sur l'embryogenie de quelques plantes parasites, Journ. de Bot. XVII, 1904]). Dagegen ist eine große sich stark verzweigende Haustorialzelle am Mikropylende des Embryosackes von *Impatiens Roylei* vorhanden (nach Longo).

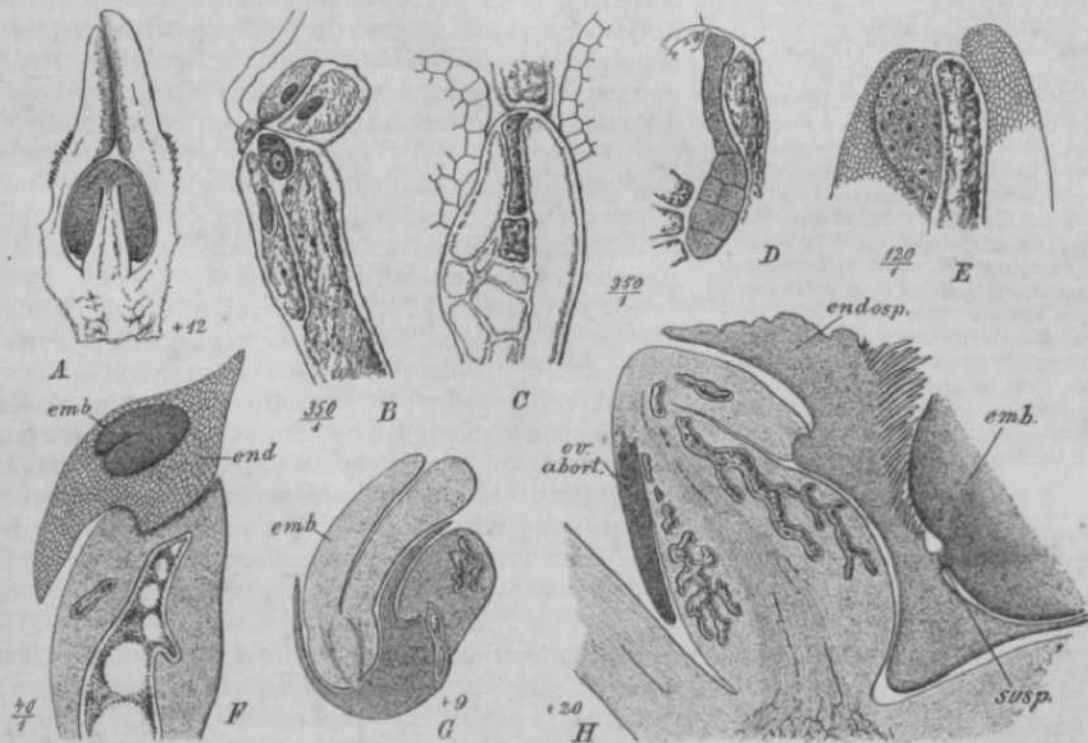
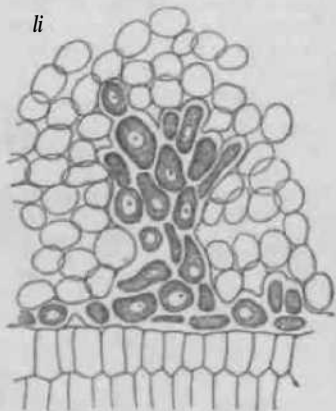
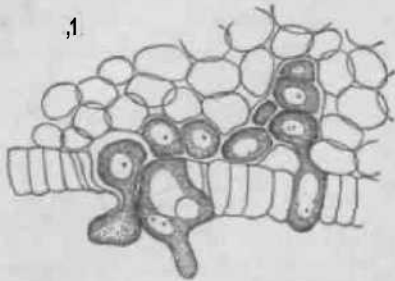


Fig. 107. *Avicennia officinalis* L. Haustorienbildung am micropylaren Ende des Embryosackes. A: Embryosack nach der Befruchtung; B: axillares Endosperm; C: axillares Endosperm; D: Embryo mit Endosperm; E: Gipfel des Busanuilaca nach der Befruchtung; F: Same mit Endosperm; G: Same mit Endosperm; H: Same mit Endosperm. In tpfttran stium; // •JtUe* LfDgMofaolt durch die Plazenta, die Samenmutterzelle d* i fflhrgvireb*, den Embryosack um den Embryo, links (ort. abort.) eliu kbortierte Sum, mini..ge; susp. d«r Sn>... it;... (Sitiu Tr«ob in Ann. Jard. Bot. Boitenaorg III (iwts) n«%. tab. XI, XV.)

AviceKTta (Tijr. ifft). Eder werden in -dr SumenaiiJago die Zellen, wekbe durch Teilung der SehweKteisellfl *HOB* Knihyosajrki*? fnistobc-n, nicht resorbitrt. Xach dtr Bsfrnchtusg Iftiden wir im EnUnyoiUt einige den Kinbryo eiuschlidlende NAhrfrewHwzeUrn. von d»nen -inf. K y t y 1 o i d i > gKHUtn^ k«* an di» Schei td dee Embrj-owickw refcht. Allmiblkli trill daa Nahrgeewe aus der Microjpp-Ie heraua uud Uegt xnletit volIfUndtg mit dem bereits : ' Kutyledonen zeipemten Emliryn auflen auf drr Situonanl^re; auf der einen Seite liildet das Kfihlgewetw nur daM dtBOC I-ist*¹. in welclinr ein die Kotyledoni'n hiiidurcl dassender >(>:ilt, i-ntstelif. Oh iKotyloide* triti bi* zu einem gewtSMn Grade mit dem XiUtr-gewebe aus d« Mikropyte heraiis, sn >ltr amleren Seite aber wfichsl sie bedeutend herun



Kljr. 108. Enrio-iperiiliaiiMnrcii von *tirutjuirri trfojxtola*. 1 Kin Sill-k. chen lji•••••llll•••••nt lull ultacndmi P B I I -sadenepithel ••••• K •••••i iiii'iiii. iiii einlgon EEntuspennMllen, wtlicht /*vl-scheii ME Bplbeliellen ettrfrtngntd • li. VtrbimluTiu mit (it-n In <IM rumi-zellige i•••••w i u<- dtts Integuments vorgedrungenen Endospermzellen ber-tetlu. — ft Ein [frolloron Bndwpanft-hHuxttriuiii. (Sm-h n«ixrUniii.)

2 Samensc-lmlen. eine innera (Tegmen; and cine ia B t r e (T c <t tij vorhanden Bind, dieae gcnau dtm inneren um\ ttuieren InUgtuueni der SM«wmiT>Lig>ii a&tsproehoa. Ee kOnnen sogur die iufieren Schichten dM Nucellui si«*b an der Kunviplkun^ dor Samen-atliak beteiligen.

An der i^amenechaJe betien sich gewohnlich duroh andere Beschaffenheit der Obfls iliichn' ab: die M i k r o p y l e . die Aneatzstelle de» Funituhis ab» N ah e 1 f H i 1 u m], Mswdt-len auth die Hap he. Wulstartigu Auswftchpo deft Iiitcgnnients an der Mikropyte werdeo als C , i m n c i i a ffig. UO), Auswilchse des P'uniculus als B t r o p h i o l t t O t b«xeiobii6t-sio warden auch xa im AiDlarbildongen gerechaet. Eine Raplu*, welche die Clialazn mit dem Nabel vtrbiudet. findet alch bei anotropen Oder campylotronen Samen. <». Ka y * e r (P r i n c i p i a j , r) p . XXV (18U31, 7) — HP, Taf, IV—VII) bat bei einer Anzahl Pflmxea, wetahe ein Integument bes'itRen, und ebenw bei andere-n, welche mit 2 Integiimenteii an der Hamenajila^e versebexi sind, die lintwicklung ilor Samenscljals vergieichend unter-

und VF-riwet^rt fiteb tiAcb alien Seiten im Su«llus flet SamcnanUge, drin^t sogar bis nr Plazenta vor; die henaehbart. n ZelleD enthalte immer SURke; die Taat myc^Urig*n At>xw«pnngen d«r Kotytoidentpille «au-gea die in der Sameuanlage and den PUzeaten noch bfltdlichen N'lhntoffe auf. und diew wer.len dem Nahr-gewebe and dem KcSnihnjr zugefuhrt.

7. G. H h p r l i n d t (Eber die Ern&hmriK der Kfintinpp und die IWdratunir dps Endosperms hei vi-vptlM M:t«tr>tvviiiflinien, Ann. du lard, bot. d« Bui-fenxorc XII ; 18031 IH (II #tellte bei der javaaiichen Mangrovenpflinze *Bmgiera eriopetala* feat, daB natli \ufs<til>rung do grfIBteo Tettes de> Endosperms dun'h die 4 Kotyl•••••donen d«r OberiUkhe der letzteren noch ein•••••x halUin^tifurinic*¹ plasmareiche Eodospennzellen anliegen, wrthe aich tu nxihrtaltigca 8tb«ibenf6rmt^en Endosperntinselo writ-r entwiefcebx •••••die mit ihron rt.iii(h?rn vprsrhmeliend ein- I'is ti flzeUigB Sau^fort-n.ltae in das lockr re Parenchym An Integument*•* hin-einspurien (Efg. 1060), an lahtriebeD Zellen einelne EodospflnaxeQes -^wiMli«n die piliBudenutig gestreck-:•••••[! ZeUen der Kt-irabl.'Uter binertrefb*^m (Fig. 108X) and so eine Verbtndang iwiscieD diesen and dem Nihrstoffe Itelprndcn Integument henrrllen.

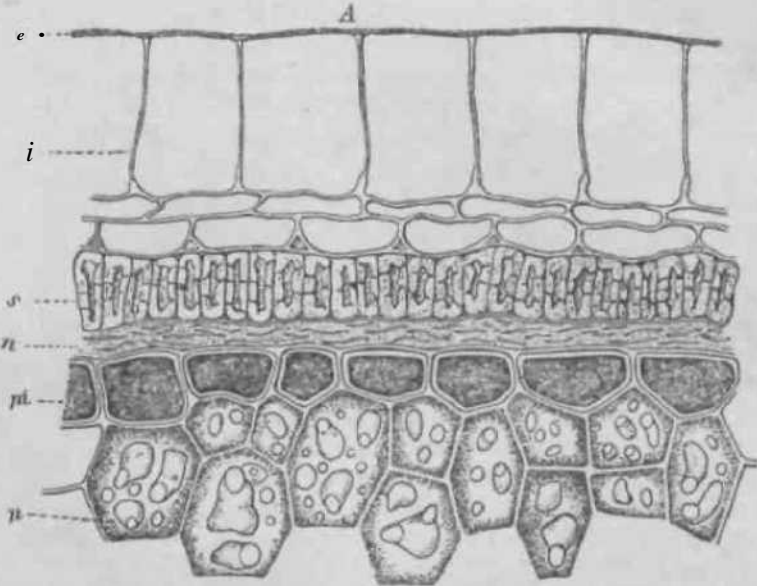
Perner v^l.: W. B l r t o h , rntetBucluniren Bboc die Fr*ge: \i'i-Ichi Kinriclitan^rrn b«>t«bcn beinff^ Cber-(ii^ funp der in dem Spekbwifwp)'•••••der S••••• mtenaolaffe nie•••••lenprf^ten Rewrv«*tiffc in den Embryo bei der Keimung? r>i.wrU Berlin 1««.

Samens -hale. Wie stlion ein Cberbliok flber d«* im allUtllicien Lfibeo «n» bejfegnenden Samfin lehrt, sind die •••••imea»dialeo von AuBcrordentMcli man-ucifa^hrr fieKhmflenheK. unendlit viel melir, als bei den tiymBospermen. H>r nollen our einige allgemeine Krschieiniug«i hervorgphoWn werden. Znnilcliat sej (iaraiif liinjfwicM'n, dafl k*ine*«r?ps iuimtr, ;iuch wsn

sticht und im wesentlichen Folgendes konstatiert. Wo nur ein Integument vorliegt, ist es von vornherein gegenüber dem Nucellus sich mittig zu entwickeln. Der Nucellus wird frühzeitig durch den Embryosack absorbiert, so daß zur Zeit der Befruchtung kaum eine Spur desselben erhalten ist. Die Meibrose der Integumentalschicht wird durch das sich bildende Nährgewebe (Endosperm) ausgesaugt und zu einem unkenntlichen Nahrungsmittel zusammengeedrückt, während nur eine kleine Zähl von Schichten die Samenschale liefert. Bei den Samenarten mit 2 Integumenten kommt es sowohl vor, daß sich beide Integumente, wie auch jedes von sich an der Samenschale betreffen. Die äußere Schicht der äußeren Integumente zur Bildung dieser Fragen ist auch noch in folgenden Abhandlungen enthalten: M. Brand u., Recherches sur le développement des éléments feminaux des Angiospermes. Comptes rendus, Paris CX (1890) 1223—1225. — A. Meunier. Les téguments feminaux des Cyclospermes I. in La Cellule t VI (1890) 299—392, 7 pi. — Uebersetzung wird aber das Gewebe des inneren Integuments ausgesaugt, und es bildet zuletzt meist ein, einflüßiges, weißes hitziges Schicht, die äußere Schicht der äußeren Integumente in manchen Fällen an sich nur eine dünne Schicht bildet, wie z. B. bei der Wulst.

Unter den verschiedenen Samenformen sind die sehr häufig (wie die meisten) auffallend durch beiderseitige allmähliche Zuspitzung mit zartmutigen, oft mit nitsartiger Skulptur versehenen Testen, welche gewöhnlich die Kerne der Hot Staarob umschließen. Sie entwickeln sich in analogen Samenanlagen, deren äußeres Integument sich bohrlöslich oder nur an einem Ende ± in die Länge zieht; sie finden sich oft bei fencfatai Untergrund liegender Pflanzengattungen verschiedener Familien der Monokotylen und Dikotylen, z. B. Bromeliaceen, Burmanniaceen, Urticaceen, Nepenthaceen, Droseraceen, Crassulaceen, Saxifragaceen, Eriaceen, Gentianaceen, Kubtuceen u. a. Infolge ihrer Gestalt dringen diese Samen tief in den Boden ein (Vgl. die Bemerkungen in der Inaugural-Dissertation, Zürich 1906).

Die Samenschale ist selten oberflächlich, meistens trucktig. Wenn das erste der Keimblätter so benützt sich wohl immer unter der fleischigen, lehrigen, oft leidet abstreifbaren Samenschale eine knorpelige oder tieflutige, innere Membran (Aracaceen). Wenn dagegen die Samenschale trocken ist, dann ist dieselbe selten in allen Schichten gleichartig, zeigt vielmehr eine oft sehr weitgehende Differenzierung und die hierlichsten Verdickungen in den einzelnen Zellschichten. Die äußeren Schichten der trockenen Samenschale sind in der Regel inntatigfächer, warzenförmigen, stielartigen, leistenförmigen Verdickungen versehen, welche für den Samen die Vortrefflichkeiten, daß sie bei starken Reibungen desselben die inneren Schichten schützen (vgl. B. Mirnith, Über mechanische Substanz der Samen gegen schädliche Einflüsse zu aufklären, in Englers Bot. Jahrb. IV 1883). Häufig finden wir eine oder 2 Hartschichten, eine Uterenschicht, Pigmentschichten und diese in verschiedener Lagerung, so z. B. beim Liliaceen (Kij. l. l. l.) 1.) eine querschnittliche Epidermis, darunter 2.) eine Schicht aus 5 bis mehr Reihen dicker Zellen, 3.) eine Schicht Uteriden mit brünnlichen Wänden, 4.) eine oberflächliche obliterierte Parenchyma (Nulrschicht), darunter die einer Zellschicht bestehende Pigmentschicht. Dagegen finden wir bei den meisten Leguminosen-...



Wigi KM, Sim. ... [Te. ituu von Ann III utimiuuum L. mit M'hleim-epidrmU: iiii Twta rotdil vtm c lifn pt | <t ill' <<< dar OttSoita c Ubenogeno, CTObKulU«e SpldfirmU, (m paqnollaiia Stutuut, tamz mit Bchltn irt-rtU; * dla Harteohloht, <<<?. Bklsraldni twst«bend; < dk. K W h Licht [in QbUtarferto) Zootasd tnu'li V«rbruMk der Nährstoffe; pi (Me Hiniititil' biftlt; p Etulttsjerin. iNst-ti frnk. i

natae, z. B. bei *Trigonella foenum graecum* 1.) cine Sclitlit 1'aHssadenzcUcn mit dicken Wanden, daruutur ±) dickwandigu, **Qnteo** broitore und zusammenschlii'tlcuU; obcu durch InterzcJntarriiuiBo jjetrennte Trflgerzellen, 8.) ein **mehxschiebtigea parenebynatiiohM** Gewebe (**Kffiu'thieht**).

Zu beacJtten ist nucli, ijaß *iu* die **Saawnschlla** init.imUr xaMreiche Leitbuiuln-I *rm*-laufen, so %. B. bei den Wamea dor Maixit! uml der MuskatniU. Im allgemriiicn siid die Schalen **TOB** ^amen, welche aus dem Perikarp heraus fallen, komplizierter gebaut **Shi** solche, die iu (icr **Fnicht** eingeschlossen bli'iben. NamenUiuh iimleu wir Jlaarbldungen, **Wanen** und Stacheln sowie hMutige FlligclbilduD^OL bei vielen aus **dun** 1-Vrikarp JierausfallendeQ **Stmeo**. Bei den melaten der angefiUirtcn Orpanisationen itft tier Kutz<^*n flr die f^amen und die sie produzierenden Pflanzen in die Augen springeml. Die mecbauisctie Bcdeutuug der HartschiditPii fUr den Schutz des Kmbryo und des Nahrungewebes istselbstvcret,in<llith. Das aus Gerbptoffen sich entwickelnde Piffnient ist bei vielen Samen nicht vorhanden, bei einzelnen Arten {*Phaseolus*, *Ririnus*) oft in unendlicher MannigffUtigkeit eitwirk.-u, **HUT** von eekundflrer Bedeutung. Ira aUgeneinei) weniger heachtet, aber von groBer Wichtigkeit fUr dio Okologie der Samen ist dio **N.ihrschiebt** der Siimenf*clialen, sie ist »em transUorificlicit Speicherg^ewebe und besteht aus Parenchycizelten, deren Inhalt wfliirend des Roifuntrpprozesses zu sekmi-(lin?n Jiembranvertlickmiffn andornf Oe-•webepartien der Samenschale vcrbraurlit wird. Die Nflhrseliicht tritt in einer Oder in awei duT<li If.irlsrhichten **getrennten** Lagen auf. Im reift'n f^aiu<m hat dns Gewebe dpr Niihrsclik-ht *<Ann **BastbZQDmg** erflllt und isi im-t>i **gam mhr teihri**ise obliteriert« (**ffolert, Die Naiirschicht** der Samenschalen. In *Flora LXXHL* (1880) 279—313, Taf. XI, XII-.

J Ho mit oberflfchlchon ver^iilpimenden ZrlInchirtitfu vovhoeo Ssnifin meh-
teter FuafllD (*Crucif-roe*, **Potaftoiaceae**, *Labiutne*, *Nyctagintfcae*, *Ptantayo psyl-Hum* u. a., *Litiitm usitatasimum*) liaben den Vorteii. daB sie im Boden bt'festiit werden und **dafi** fin ^ltictiniltfligos Eindringen der priniftren Wunsel in die Erd-**eifolgt**] glek'hzeitifr verl'nmlbrii di*se SdrieimmUMD Muafa dai *Vixtio&xma* ties Keimes. (VjJ. Klebb, Beitrfige zur Morpholo^io und Biolojje der Keimung-.) Die Bcfestigui^r der ^aincn in dem Bodcii wird libripenH aucli bei &olchen Samen erreicht^ -welche mit Haaen imd Borslen reichlich ver-
fehen sind. Anderseits dienen reichliclie BEMrbOdngg)&1 violfin S-uien (ao bei *Satiz*, *Po-ptthu*, *Gossyptum* USWJ snwie fl'tlfrt'lbildungen {*Bignaniaceae*, *Cinchona* usw.) zur weite-
ren oder bea.chr<knkteren Verbreitung der Samen durch den Wind (Anemo, chore
? f] a n z e n). Hingegen sind Samen mit toilweUe floischiger 8&nienciibale oder mit Qei-
schigem FunfcuIua zur VarbrriEOg durch VOGel beiaiiigt. walirend Sanien mit Oligcr
Samenschale (LQimcCB, «ie *PuschkhiiUi*, *Allium ursinum* usw.) oder init «ioem Elaineoiu
(nreichem HropUIolum oder eoicher Caruneulft, wie hei *Viola odorato*, *Scilta sibirica*, *Lu-
zttfa pilfiMi*, *Primula aconite* u. k.) dur^li Ameiswi vnschl^pt worden fv^l. S^r nander,
Mnnn^raptio der europai<chen Myruiekochoron, in Kongl, Svcia^Ka Vitenskaba akado-
miena Iiin-ilititrar. XIA. 7. {19061. Ulbrich, tber europ&iMhe llyrmekochoren, in Ver-
lianil]. **dee** Bot \>r. d. Prov. Bnadenlug IL (M 07) 21 t—S41; Deutschfl Mynnpkcichorwi,
Th. Fisher. I.oipzifr 1W9). Vfl. awt-li Verhreltungsuittel im Absehnitt XV, **Die**
Fruchte.

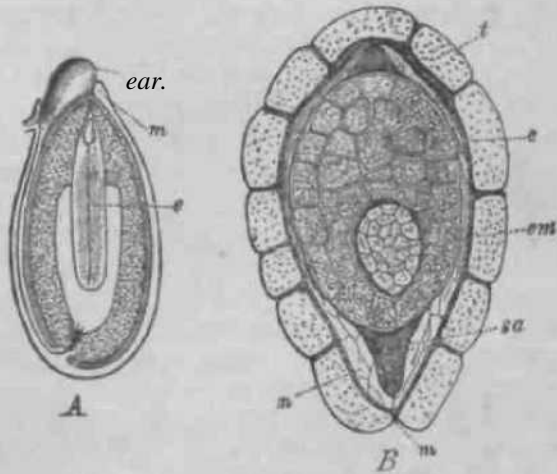
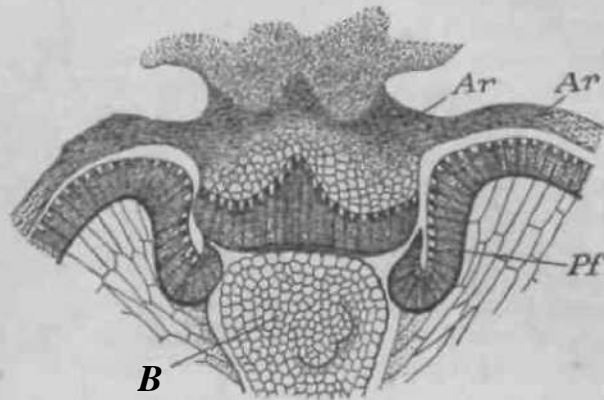


Fig. ua Beb]iele von *Suncnenvlofliiiiig*; A Längs-
schn in ilurli dm balbralfen 6anen voa JUcAnu
rtunmunii, L.,, (i. i cur. tllv Crfttit. . . In Dfleo itt M(kro-
pyl« f, dmiuutw iin> kifiui- SDtpfchen link.* rest
des Obturtoni; «k< fluUcr>< belli- Schiohi nut! ilk
darunterl fende schmfili-rtt' ilit- RuSrae fnt< gun....
darunter die diek» pnnktiarta Bctalchi du Ioncn)
Integument •ler weiße KOrpsr <(IT Ntii^'Alliu. in we-
rtii'ii MIT Intitut^iitn'i-ktc KinUryiiiUii-h BtngCHotiki I-1,
am Mikroiiylciide tlf<selhen der Kmltroyo. — /* Lltnim-
Bthrtli diiruU dt'ii rt'Ktri) SMH<JH ron Oroficiw^ caryo-
jihuUatn Smith; uniii del S:iiii'H>clin[<- ' boi u der
Rest des Nucellus, bei . . . des Embryosackes,
e Endosperm, rm Euihryo. fNmh Harz.)

Bei den Saoien vieler Mouokotylecionen ist eine Unterbruchmig dor -**Samenschale** au der Stelle, wo der Retailing an sie herantritt, nachgewiesen worden. Die Qber der Radicula ensteliende tMTmiug wird zugleich durch einen h&rteu **Pfeopf** nder Deckel versthlossen, der z. B. bei *Elettaria* und anderen Zingiberaceen an den AHUIIB anschlietit, nacli inrich **keUISnig** verjiingl °dv.r hiilbkugelig **gewolbt** ist, **eJneiMita** das Eimlringen von Wasser- und Schinimelpilzen in dec Embryo **verhtndeot**, andorseita beira Keimen dureh die mit dem Pfropf verwachsene Jiadicula Iciclit ber&usgesdhoben wird. T s c h i T O b (Pbjisirilopisi'Jie IJiitersiidiun^en über die Samen, insbpondere die Saugorgane **dersfilben**, in Ann, du Jard. boL de Buitena<rrg IX [1891] 156 ff.) hat aolche P f r f p I e von Musceen, Zingiberaceen und Maraitaceen beschrieben uud abgebildet.

Almctie Bildungen sind die Samendeflkel bei den Commelinaceon, bei *Potamogeton* il r m i s c l i, in Zeitechr. t. ges. Naturw. 1878, Tat VIII), *Typha*, *Sparganmm* (H e g e l m a i e r f Zur Entwicklungsge&chichte monokotyledoner Keinae nebst Bemerknnegeu fiber die Bitdung der Samendeckel. Bot. Zeit. 1874. K. 689 ff.), *PtoUa* (E n g - U r, in I'lliuiy.tnn-hli IV. 88 P. Fig. 63 **J, K**) und *Lemna* (Hegelmaier, Die L'i'in;ir.> li. Leipzig 1868), welche letzteren sich aus den Knden der Integumente entwickeln und ills O p c r t u l a beeeichnet worden, T ^ li i r e l i n r e i & t d a n D auch no<h auf pfropfiilmliclie Bildungen bei tlr **Cjrpetaoe** *Stadium tariscus* und bei den **Restio**: iireen *ReUio* und *Vinnamois virguta* bin. Es ist ab<r wohl zu **beachteO** daB bei l'aJmen die Durchbruchustelle fdr den Keiniling sich fiber demsdben im Endokarp der Frucht durch scfiwik'lierc Kntwicklmg des letzteren ausbildet.



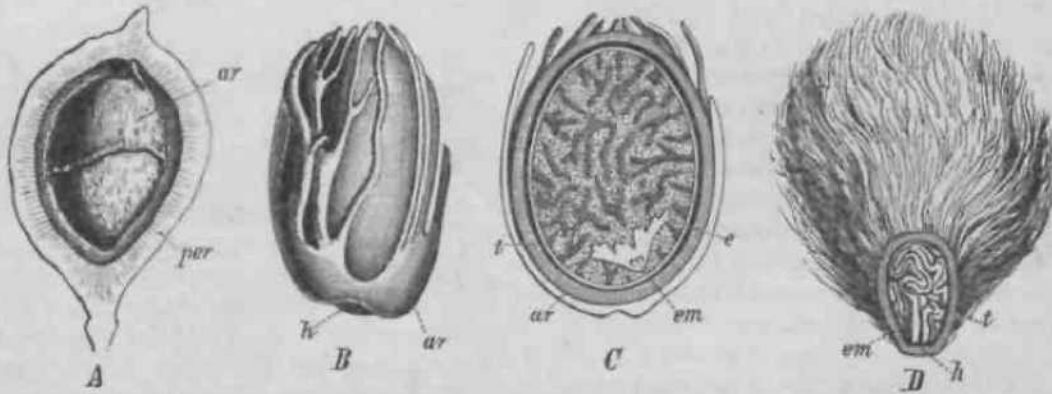
Flu., m. *KMtariu fiteiimm* Blume. Oberer Tirl dc* **Suneni im Ltngiucutltt** .1 Arlltte, /yi^opf, H Um\| - eularende fles Kn^iryoa. (SMfa Tsrhlrch.)

Arillarbildungen*). Nicht selten sind an den tfauen typertruphist-he bildungen. Solche finden wir bisweilen an deui Integunieute **onflittdbai tt del** Mikropyle, so bei *Euphorbiaceae* und *Polyyah*; dieso Biltung wird **sis Carunculi** bezeichnet, wabrend am Funiculus entetebende Gewebepoleter **Strophlola** genannt werdeu, BO bei *Chelidonivn*, *Corydolis*, *Asamm europaeitm*, bei letzterem auf der ganzen An(Jenseito des FuniculuB. Bei *Opuntia* entstehen an der Auftenflache des Funiculus stark herauswachsende pipillenf<rmige Auswuchse, welche eine goJiertartige Maase bildej), in der die Samen eingebettet sind. **Sehi** eigenartig ist die an den Samen der australiNchen *Acacia melanoxylon* IULCI der Befruchtung eintretende. bis 5 cm starko Verlangtang dets niehrfach hin und her gekrilmmtcu Funiculus (H i I d c b r a n d, in Ber. der d. bot <Ges. I 118SS] -161, Taf. XIII, Fig. 10—13). Sodann ktinneu **abec meh** von verschipdenen Stellen des [ategmentee aus, vom Nabel, von der Mikropyle, von der Raphe her lappige und sackartige fleiachige Auswtichse eutstehen, welche als Sameamantcl oder Arilltis angoeprochen werden. Etne seir oigenlrtige Arillarbildung als Ersatz der Saueiiscbale lindet sich bei *Opuntia* und wurde vnn P l a n e l i o n . **DensrdingB** von **Qoebel** (QrgaogmpbJe, % Atul. Ill, s. 173c. 17-10) beachrieben. An dem stark einwilrte gekrfimnton Funicula tret*n schon vor der Befnichtung zwei flfigeH^rmige Auewllchfie aul, **welche** die ganro Samenanlage rnnhtllen nnd ala harte Sdialo nur cine onffif **Spalte** lassen, durch welche die PoUenachiauche zur Mikropyle wachsen mtiaecn tind na^h der Befruchtung die Keimwiirzel des Kmbiyos imstritt. DieBe Aiiliarbildungen besitzen in der Rogcl auffallende Farbing, meistens gelb oder chromgelb bis orangefarbin, bisweilen lit-Ubfai (*Ravenaia madagascariensis*) oder k>rmfnrot (*Ravenaia ffuianettsis*); aio fitiden sich btufig an Samen aufepriugender Fritchto und locken dadurch VOGel an, die Samen wegzubolen, wie dies

) ZIUMunmcnfwssende Studien Qber diuen GogensUn! tndeti sii-h bei i. ?.. P l a u c h o n . Mfemoiro eur to d^velopjicment et Ice i-linacL^rps *dea* yrnis at dt-s faux aritlos, Montpeliier 1894; A. Pfeiffer, IJie ArilUrgebilde dor Pflanzennamen, in EujliTd BoL Jahrb. XIII ri«»l> 492—540, Taf. VL

z. B. bei unserom einheimischen *Evonymits europaeus*, dem PfnJJeiliutclcn, der Fall ist, Boi tropiachen Pflanzen sintf gToDe. lebhaft gelbe oder orangefurl'ige Arillen recht lwuiig, BO z. B. bd *Musaceae*, *Zingiberaceae*, *Mara/taeaeae*, *Anonaeaeae*, *Myristioctae*, *Cotmara-ceoe*, mehrercn *Lcguminosae*, *Sapindaccae*, *Guttiferae*. Pie biologische Bedriitug der Arillarbiidunjren fiir die Pfluen ist wlr augentcheinlioh. Bei vicWm Samen dieneii die Aril^l, n zun^a **efeat** als Sdiwetklflrper, welche die Fruchtwandung sprengcu, tiann als An-Uickiinsnuuel, die **grfflenco mr Anlockong** TOO Yftgehi, dk? **kleinata** ?ur Anlnckung von den Elaiosomen nachstdlenden AraeiMO, w«lebe no wie die Vfir*1 /ur Y"r«dtleppung tier Saniea an Su-Uen b«itragpn. an dr'nen Rio tteimen und ihren Kmltryo wetter entwickeln kOnnen. Bel den Samen von Nymphaeaceen dtent der Arillus als Schwimmapparat. Dafl lange Haare und flflpelartig'e BSdoogicii SD Sktttea auch der Verbreitung von .Sanieii dienen, iet alJ^emein bekannt

Schliefllich map hier noch hingewieaen werden auf eine auffallende Pseudoarillarbildung: der **EhmMnM84&*GftttttQg** *Commiphora*, welche darin besteht, daB sich am Grunde



Kit', ML*. Arllliirliidnn{r<tt uml Hiidrciiwi-kltiiil- mi **Stolen**. A *Vopaiiffm* snec. — /, 0 .t./ri>fim *fragrant* Houll. II tier Stlna mlt **ntDOD** Ar III u>: <' **dmtalbe** lti Lfuic.-i.<?Ui>|t, zCJrt OnS **tiff** tti'furlitp **RKlrg«W«bl** u(ii>r En<ti>Hijern ^nul il<u Embryo. — D *QtHtapitm* *hrbnerum* L., Lanm-sehtii.t JM Imu' beh>nrt<fi Snmeii*, — In **kHeo** l'tfuren: j.i-f **PniMUfp**, * Nubti, (&tmeiutcbsl<, ar Arillus, t XHurgewi-lic, **em** Embryo.

dea EndokaxpB ein fleischiger orangefarbener Wulst entwickelt, welcher dasselbe zur tlalfto umhtllt *der auch inanchmal lilngs den Kanten sich in die HOLie zieht und nach dem Sprengen und Abwerfen des Endokarpe am Grunde dea Exokarps oder an dessen Kanten stehen bleibt i?telie ICngler, Pflnznwelt Afrikas in. 1. Fig. \$7J, 372, in Engl. u. Drude, Veget. tL Erde, IX [1915]).

Xlff, Bastarde, Xenlen.

Baitarde. Th«oretisch i?t in alien Abteilungen des FGansrenwuchs, bei denen geschlechtliche Fortpflanzung vorkommt, die Bildunfr von Bastardeti mtiglich und in neuerer Zeit auch bei Pteridophyten, Bryophjten und Algen (*Fucaceen*) nachgewiesen wrden, nachdem seit Linn & l>e>onders den Bast&rcti der Angiospermen Beach tung geschenkt worden war. Aus iilterer Zeit siud liauptsJLchlich drei Sobriftea ala klassiscti fiir ill-^l Haswirkunde ?u be?,eichnon: Koelreuter, Vorlaufige Nachrichten von cinipen da* GescWecht der Pflau7<n bctreffenden Veraucheu und BeobJU-liLungen (1761—66), abgednickt in Ostwalds Klaasiker Nr. 41. — G. J. M e n d e I, Versuche **fiber** I'tljur/tn-Hybriden, Verh. d. Naturf. Verein in Brilnn X (1865), Abh. S. I fabgedr. in Flora **1901** und in Ostwalit< Kla^sikfr der pjtakt Wisa. Nr. 121). — Focke, Die Pflanzenmischlinge, Berlin t881. — **Das** rii'htii.- **Tetstindois** fflr die Entstehung iler Bastarde konnte wie das far die Fortpflanzungr (**Eberbanpt** erat gewonnen werden, als die **Eytologischen** VorgSnge (das Verhalteo der \$ und \$ ZeHkerne) beim Befruchtungsakt ermittelt woTden waren. Es ist **turn** mindeBten wahrecheinlich geworden, daB die A n l a g e n oder G e n e fflr die Eigonschaften einer Pflanze an die Curomoeomen der Zellkerne, welefit^l ti*i *Jem Refruchtungsakt lusammentreten, gebunden sind. Handelt es sich bei der Bofruchtung nun uni das **Zusammentreten** von ScxualzeUcn «weier verrchiedencr Sippen (Gattungen, Arten, Unter-

artou, Varietitten, Kassen), dann entsteheu, im Gcgenmtz zu den Erzeugnissen von Sippen vollkommen gleidien Ursprngs (den $II\ r\ m\ i\ o\ z\ y\ g\ o\ t\ e\ a$), *Heteroaygoten*, *Bastarde* [*Hybridc*, *BlendliDge*), welche die Eigenschaften det beiden Elteru in sich \pm vereinigen. Sie sind oft zweiseiten den JEltern vollkommen intennetJUlir, mit, sich gegenseitig durciidringemlen Eigensehaften derselben, anderseits aber bald melir dem Vater, bald meirr der Mutter alinlich, **Niffat** selten treten auch neue EsgeBchaften auf, sehr hiiufig geringere Frut'hlbarkeit oder absolute Sterilitiit, aber auch krftftigore, ilppigere Ent:ieklung der Blätter und Bltten, ewie gTfBere Neigung zur Varietatenbildung¹. Aus diesem Grande spidit audi die Bastardiemng eine hervorragende Rollo in der **Qlrtoerei**, in der Zttchtung alter Kut- und Zierpflanzen.

Aber mindestens ebejiso wichtig sind die Bastarde für unsere theoretischen Anschauungen von der Vererbung*). In dieeer Bczielnng war gtunfllegend die oben zitiirte Al-Iuui.Iliifig von ti. Mendel, welcher BastardierungeB von **HaSMD** mit atigenfUlligoti Eigenschaften vornahm und dieselben an mehreren aufeinanderfoigenden **GeneilitfonSQ** mit Kontrolle alter gezfchteten Individuen f&statelltc. Den liomodynamen, eine MiUelbUdting darsteUenden Ba&tarden stellten die *beterodynamen* gegeniln!, bei denen PrUvalenz hervortritt, indem daa eine Merkmal der Eitern dominittt, das andere *rezeasiv* iat. Dieses letztere Merkmal ist nicht verschwunden, sondern in der erflten Generation nur *latent*, erscheint aber wieder in **flos** zweiten Generation. Mendel hat nun bei Rassenhybriden eine Spaltungsregel entdeckt, wonach der Misfli-**obvakter** in die **Uerkmale** ilcr EJternindividua in der Wt'ise epaltot, *daii* (Jas VerbiUtnis der den Mischcharaktor **Eigendfla** Individuen zu den mit den Merkmalen tier Eltern ausgestatteten der Formel $2 : 1 : 1$ entuprieh. Die mit der Eigenschaft dnr Eltern versehenen **[ndiridueu ugeboo** miter sich **gekromt** nur Naciikommen mit den clt'rliechen Merkmalen, liingegen ergeben die MISIK luinikler Keigenden Formen untkr sich gekreuzt wieder dreierlei Nachkommen im Verliiiltnis von $2 : 1 : 1$ **Behemtitsoh** i't dies (nach B a u r) folgender-

1. Generation	2. Generation	3. Generation	4. Generation	5. Generation
	1 weiß »—>	4 weiß »—>•	16 weiß »—>	64 weißO
		2 weißU »- >	8 weiß! »—>	32 weißB
1 rosa	2 rosa	4 rosa	6 rosa	8 weißf
			4 rot »—>	16 roRa
			8 rot »—>	8 rot
		2 rot »—>	8 rot »—>	16 rot
		4 rot »—>	16 rot »—>	S3 rot
	1 rot »—>	4 rot »—>	16 rot »—>	&4 rot

niafien flir die Bastardierung weißblutiger mit rotblitiger *Mirabilis j&apa* msgedrückt worden, aus der zuniiclist eine erste allein rogabliittige Mischras&e entstanden war, von der ein Individuum den Auagang für die folgende Ziic-htung bildet, bei der zur Obersicht dee Schemas imincr nur 4 Nachkommen von jeder Pflanze angctinmmen werden.

Die Erklimng für das geschilderte Verhalten hat Mendel selbst aufgesielit, indem er annahmt, daß jeder Bastard zweier Kasseit zweierlei Artei» von Sexualzellen bilde, unrt **nmr W% -vftfettebe** und **60% mltttoriieh**. Ein Bastard *Ff* einer rotbluhenden und **fiinw** gelblichblttbenden Rasse *biUet* 50% Sexualzellen voa der Art *F*, mit der Fstaigkeit, die rot* Farbe zu **BberttSgea**, und 50% von der Art /, mit der Fahigkeit, gelblich «u Qhertragen. tin-1 **swar** I'ilJct er zweierlei S^{und} zweierlei \$ Sexualiellen, Wird nun der Bastard *Ff* mit seinem eigenpn BIOTenaUub berttjebet, dann kfinnen verschiedene Kurnbinalionen etip stehen: Eizelle *F* mit Polit'nkorn $F =$ Inrlividuum *FF*, Ei«elle *F* mil Pollenkorn $f =$ Individrtium *Ff*, Kizello / mit PoUenkorn $F =$ Individium *fF*, Eizelle / mit Uollenkorn / = [nrlividuum *ff*. Alle vierKorubinationen haben die gleicheWahrscheinliehkpit ihreaEntstehens; man hat also zu erwarten Vt oder 25% *FF*, **2Q%fc** 25% *Ff*, **S6^** *fF* <dr $2 \times 25 = 50\%$ *Ff*.

*) £» mflge nocti besonders hervorgehoUon werden. :liU hior 4h*ichi[idi nicljt iBrfHrHfth auf Jiu in neueror Zfsit so hoch entwic.k'lte und so welt ftuwth.ueiKic Vererbungslehre eingegangen wird. Auch wird Jiei Anfliruiip d«r Utnratur die auferuW Bf'hrUiikunp inno gehalten.

Mendel hat auch seine Theorie an einem Rückkreuzungsversuch geprüft, den Baur mit Rassen von *Antirrhinum majus* ausführte. Wird ein Bastard *Ff* mit rötlichen Blüten befruchtet mit dem Pollen einer Pflanze // mit elfenbeinfarbenen Blüten, dann stehen nach Mendels Theorie im Bastard 50% Eizellen, welche die rötliche Blütenfarbe übertragen können, und 50% Eizellen, welche die elfenbeinfarbe bedingen, zur Verfügung für die Befruchtung mit dem Pollen von //, von dem 100% zur Erzeugung der elfenbeinfarbe befähigt sind. Somit müssen 50% Nachkommen erzeugt werden durch Vereinigung eines F-Eikerns mit dem Spermakern eines // -Pollenkorns und 50% durch Vereinigung eines /-Eikerns mit dem Spermakern eines /-Pollenkorns. Dieser Erwartung entsprach das Resultat mit der Entstehung von 50% blauroten heterozygotischen und 50% homozygotischen Pflanzen mit elfenbeinfarbenen Blüten.

Wenn die Elternindividuen in zwei oder mehreren Merkmalen verschieden sind, so zeigt sich die Selbstständigkeit (Autonomie) der Merkmale auch darin, daß neue Kombinationen der Merkmale in den Nachkommen auftreten.

Interessant ist es, daß Mendels Entdeckungen bis 1900 wenig Beachtung fanden und dann auf einmal gleichzeitig von De Vries, Correns und Tschermak neu entdeckt, zu immer weiter ausgedehnten und tiefer eindringenden Forschungen Veranlassung gaben, die jetzt ein selbständiges Gebiet der Biologie darstellen, an dessen weiterem Ausbau sich Hunderte von Forschern (Genetiker) aller Kulturvölker beteiligen. Es ist hier nicht der Ort für ein weiteres Eingehen auf die vielen Fragen, welche bei diesen Forschungen in Betracht kommen. Es sei aber auf einige Arbeiten verwiesen, in denen Interessenten Belehrung finden: H. de Vries, Das Spaltungsgesetz der Bastarde (Ber. d. Deutsch. bot. Ges. XVIII [1900] 83); derselbe, Die Mutationstheorie (1903). - C. Correns, G. Mendels Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde (Ber. d. Deutsch. bot. Ges. XVIII [1900] 158); Gesammelte Abhandlungen zur Vererbungswissenschaft aus periodischen Schriften 1899—1924. Berlin 1924. — E. v. Tschermak, Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*, Zeitschr. f. landw. Versuchswesen in Oesterreich (1900). — Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre (1913). — E. Baur, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, 1. Aufl. (1911), 3. Aufl. (1919). — Correns, Die neuen Vererbungsgesetze (1912). — Bateson, Mendels Vererbungstheorien, aus dem Engl. übersetzt von Alma Winkler (1914). — Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, Berlin (1909—1925).

Xenien. Die »doppelte« Befruchtung führt bei Fremdbestäubung einer Rasse mit dem Pollen einer anderen zur Bildung sogenannter Xenien, das sind Samen, welche im Gegensatz zu den homozygotisch erzeugten Samen der Mutterpflanze Eigenschaften der Samen der väterlichen Pflanze in höherem oder geringerem Grade aufweisen, infolge der Befruchtung ihrer Embryosackkerne durch den zweiten Spermakern des Pollens der väterlichen Pflanze. Das bekannteste Beispiel liefert der Mais, von dessen zahlreichen Rassen mit blauen bis violetten Früchten einige existieren, bei denen das Endosperm unter der blau bis violett gefärbten Kleberschicht wie viele andere Rassen nur stärkehaltige Zellen enthält, während die Zuckermaisrassen einen gummiähnlichen Stoff, Dextrin, und oft noch etwas Stärke enthalten. C. Correns (Bastarde zwischen Maisrassen mit besonderer Berücksichtigung der Xenien, in Bibliotheca botanica LIII [1901]) hat nun durch sehr gründliche, über einige Jahre sich ausdehnende Untersuchungen und Bastardierungsversuche hauptsächlich folgende Ergebnisse erzielt: 1. Bei jeder der untersuchten (13) Maisrassen läßt sich wenigstens eine Eigenschaft des Kornes durch die Bestäubung mit dem Pollen einer passend gewählten zweiten Rasse direkt abändern, doch fällt diese Abänderung oft wenig in die Augen oder trifft nur einen Teil der Körner. 2. Der Pollen jeder der untersuchten Rassen ist imstande, mindestens einen Teil der Körner einer passend gewählten anderen Rasse wenigstens in einer Eigenschaft abzuändern. Nur der weifle Futtermais blieb fast wirkungslos. 3. Es treten bei den bestäubten Pflanzen nur solche neue Eigenschaften auf, die jene Rasse, welche den Pollen geliefert hat, besitzt, keine ganz neuen. 4. Der abändernde Einfluß der fremden Pollen geht nie über das Korn hinaus und äußert sich bei diesem (abgesehen vom Embryo) nur am Endosperm. 5. Der direkte Einfluß des Pollens ist am auffälligsten bei der Farbe der Kleberschicht und der des übrigen Endosperms, ferner bei der chemischen Beschaffenheit des Reservematerials in ihm, ist aber auch nachweisbar im Gewichtsverhältnis des Embryos und Endosperms und, bis zu einem gewissen Grade, bei der physikalischen Be-

schaffenheit des Endosperms." — Auch ist noch folgender Satz 14 aus der vorläufigen Mitteilung über die Xenien bei *Zea mays* (in Ber. d. Deutsch. bot. Ges. XVII [1899] 413) von allgemeinerem Interesse: "Die Xenien kommen entweder dadurch zustande, daß ein Farbstoff ausgebildet wird, den die Rasse sonst nicht bildet, oder dadurch, daß eine kompliziertere chemische Verbindung (Stärke) statt einer weniger komplizierten (=:Schleim«, Dextrin?) abgelagert wird; nie umgekehrt dadurch, daß die Farbstoffbildung verhindert oder eine einfachere Substanz statt einer komplizierteren abgelagert würde.« So erscheinen also als Xenien blaue Garyopsen in Kolben einer gelbfrüchtigen Rasse, nur stärkeführende Garyopsen in Kolben einer Zuckermaissorte.

Zusammenstellungen von bekannt gewordenen Xenienbildungen, die aber alle noch genauerer Prüfung bedürfen, findet man in dem Werk von F o c k e, Die Pflanzenmischlinge, Berlin 1881, und bei G. Beck von Mannagetta, Über Mischfrüchte (Xenien) und deren Entstehung, Wiener Illustrierte Gartenzeitung, April 1895.

Da nicht selten Bastarde fruchtbar werden, so ist, wie namentlich Kerner von Marilau dargetan hat, nicht zu bezweifeln, daß einzelne Bastarde zu Arten geworden sind, welche sich selbständig fortpflanzen können, wie z. B. *Rhododendron intermedium* (= *Rh. ferrugineum* X *hirsutum*), *Salvia silvestris* (= *S. nemorosa* X *pratensis*), *Nuphar intermedium* (= *N. luteum* X *pumilum*), *Primula variabilis* (= *P. acaulis* X *officinalis*), *Linaria stricta* (= *L. striata* X *vulgaris*).

Ferner ist auch experimentell nachgewiesen, daß fruchtbare Bastarde von *Salix* mit einer dritten Art oder mit einem andern Bastard befruchtet, Nachkommen geben, und Wichura hat sogar einen Bastard erzogen, an dem 6 Arten beteiligt waren, nämlich *Salix (daphnoides* X *caprea*) X [*purpurea* X *viminalis*] X [*lapponum* X *silesiaca*]. — Vgl. auch Heribert-Nilsson, Experimentelle Studien über Variabilität, Spaltung, Artbildung und Evolution in der Gattung *Salix* (Lund 1918).

XIV. Samenerzeugung auf ungeschlechtlichem Wege.

Apogamie, Aposporie und adventive Embryobildung einschl. Nucellarembryonie.

Apogamie. Da die geschlechtliche Fortpflanzung bei alien Organismen wegen der dabei stattfindenden Verschmelzung zweier Keimzellen als Amphimixis bezeichnet wird, so sind die hierbei entstehenden Embryonen amphimiktische. Wenn aber Embryonen, auf anderem Wege, nur aus einer Zelle des Gametophyten hervorgehen, dann sind sie apomiktisch entstanden und zugleich apogam. Man unterscheidet mit Strasburger und Ernst (Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich [11]18] 157) oogene Apogamie, wenn der apomiktische Embryo aus der Eizelle hervorgeht, somatische Apogamie, wenn der Embryo aus einer oder mehreren anderen Zellen des Gametophyten seinen Ursprung nimmt. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß auch eine andere Terminologie, welche von Hans Winkler in seiner Abhandlung über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreich (in *Lotz*, *Progressus rei botanicae* 1908) S. 303 vorgeschlagen wurde, Geltung gefunden hat. Danach wird hauptsächlich berücksichtigt, ob ein Embryo oder Sporophyt aus vegetativen Zellen eines Gametophyten hervorgeht oder aus einer Eizelle. Im ersten Falle spricht Winkler von Apogamie, im zweiten von Parthenogenesis; er unterscheidet dann somatische und generative Apogamie, sowie somatische und generative Parthenogenesis, je nachdem die vegetative oder die Eizelle mit der diploiden unreduzierten Chromosomenzahl oder der haploiden (einfachen) ausgestattet ist. Nach der Strasburgerschen, von Ernst übernommenen Auffassung handelt es sich bei den Angiospermen überhaupt nicht um Parthenogenesis, sondern nur um Apogamie, die entweder somatisch oder oogen ist, das letztere, wenn eine diploide Eizelle zum Sporophyten oder Embryo wird.

Oogene Apogamie (somatische Parthenogenesis nach Hans Winkler). Diese wurde zuerst beobachtet von Juel (Parthenogenesis bei *Antennaria alpina* [L.] R. Br., in *Bot Centralbl.* LXXIV [1898] 369—372; Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*, in *Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl.* XXXIII Nr. 5 [1900] 1—39). Sie wird auch ohne genauere Untersuchung angegeben oder vermutet von einigen amerikanischen Botanikern bei

mehreren amerikanischen Arten, doch kommt sie nicht vor bei *Antennaria dioica* (L.) G. & R. Während bei letzterer die Embryosackmutterzelle sich normal mit Reduktionsteilung in 4 Tochterzellen teilt, von denen die unterste zum Embryosack wird, wird bei *A. alpina* die Embryosackmutterzelle ohne Reduktionsteilung direkt zum Embryosack, dessen Eiapparat und übrigen Zellen diploid sind.

1901 und 1902 folgten die eingehenden Abhandlungen Murbecks; Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchimilla*, Lunds Univ. Arsskrift XXXVI, Afdeln. 2 Nr. 7 (1901), und über Anomalien im Bau des Nucellus und des Embryosacks bei parthenogenetischen Arten der Gattung *Alchimilla*, Lunds Univ. Arsskrift XXXVII, Afdeln. 2 (1902). Seit dem Jahre 1891 hatte Buser die Aufmerksamkeit der Botaniker

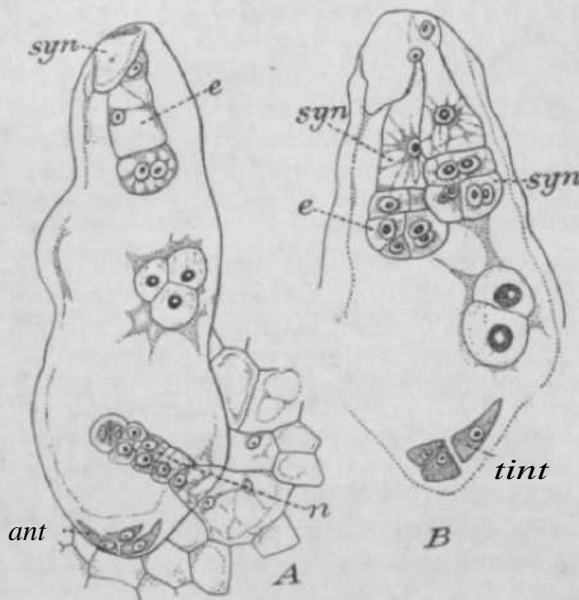


FIG. 118. A *Alchimilla patoritit* Buser; **an** unteren Teil des Embryosacks »geäußerte adventive Eitwicklungszone des Embryos aus einer in der Embryosackmutterzelle liegenden Zeile des Nucellus («); am oberen Ende Embryobildung einer riner unbefruchteten Eizelle (* = nicht diploider Chromosomenzahl Coogamie). — II *A. teretica* Rehb.; der eine Embryo (*syn*) hervorgeht aus einer Syngamie (Apogamie), der andere aus einer Eizelle mit doppelter Chromosomenzahl (oogene Apogamie [Terinoloche von Strasburger und Ernst], somatische Parthenogenese [Terinoloche von H. Winkler]). (Nach Murbeck.)

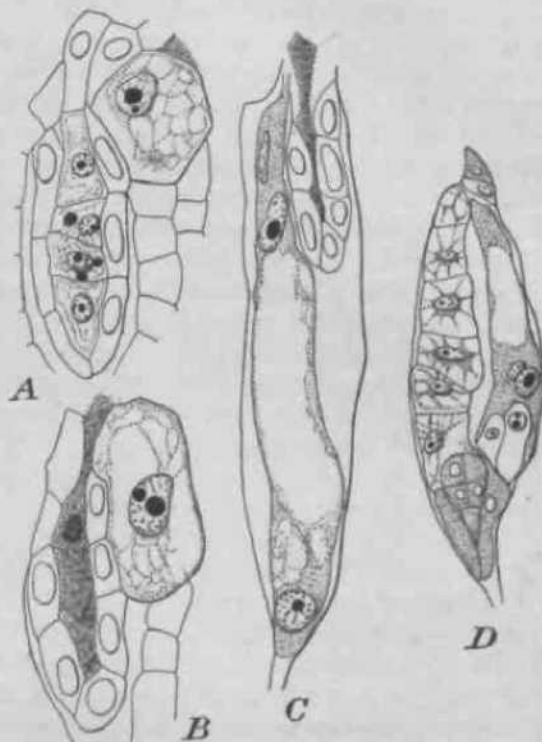
darauf hingelenkt, daß mehrere von Linné unterschiedene Arten der Gattung *Alchimilla* Sammelarten sind, von denen jede eine ganze Anzahl selbständiger Sippen umfaßt, welche sich durch mehrere konstante und erbliche Merkmale unterscheiden. Sie erzeugen trotz vielfachen Vorkommens keine Bastarde und sind, wie zuerst Murbeck 1901 gezeigt hat, apogam. Der Pollen dieser Pflanzen ist durchaus steril, und bei der Tetradenteilung einer Archisporozelle findet keine Reduktion der Chromosomenzahl statt, ebensowenig bei der Entwicklung des Eiapparates, so daß also die Eizelle wie alle übrigen Zellen im Embryosack und dem Sporophyten diploid ist (Fig. 118).

J. B. Overton wies in zwei Abhandlungen (Parthenogenese in *Thalictrum purpurascens*, Bot. Gazette XXXIII (1902) 363—371) und über Parthenogenese bei *Thalictrum purpurascens*, Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. XXII (1904) 274—283) das Vorkommen von oogener Apogamie (somatischer oder diploider Parthenogenese) bei dieser Pflanze nach, stellte aber zugleich fest, daß im Freiland dieselbe Art nach normaler Befruchtung Samen erzeugt. Auch *Th. Fendleri* Engelm. ist oogen apogam.

Runkiaer (Kandaneu ohne Befruchtung des Mäkelbotes, Botan. Tidsskr. XXV (1903) 109—140; Runkiaer und Ostfeld, Kastrierungsversuch mit *Hieracium* und andere *Cichorieae*, ebenda 409—413) hatte den guten Gedanken, die von Andersson und Hesselmann ausgesprochene Vermutung, daß auf Spitzbergen einheimische *Taraxacum* sich parthenogenetisch fortpflanzen, durch den einfachen Versuch der Kastrierung der Blüten über dem Fruchtknoten vor der Öffnung der Antheren und Entfaltung der Narben zu prüfen; es ergab sich bei Reife der Fruchtknoten zu Achenien. Kirchner, Murbeck und namentlich Juel zeigten, daß nach Auebleiben der Reduktionsteilung die diploide Eizelle sich parthenogenetisch zum Embryo entwickelt. Runkiaer, Ostfeld und auch Overton fanden 1903 und 1904 nach mehreren Versuchen mit zahlreichen Gattungen der Compositen, daß ein großer Teil der Arten von *Hieracium*, sowohl der Untergattung *Archierackim* wie der *Pilosella*, ebenfalls somatisch-parthenogenetisch sind, während eine Anzahl Arten, wie diejenigen der Sektion *Stenotheca*, *H. umbellatum* und *H. mtricola*, sich nur geschlechtlich fortpflanzen. Besonders interessant aber ist es, daß Ostfelds Bastardierungsversuche (Weitere Beiträge zur Kenntnis der Fruchtentwicklung bei der Gattung *Hieracium*, Ber. d. deutsch. botan. G.,

sellsch. XXII [1904] 587—541; Castration and Hybridisation Experiments with some species of Hieracia, Bot. Tidskr. XXVII f 1906] 226—248) bei Art en Erfolg batten, von denen anoniatische Parthenogenesis festgestellt worden war. Dieselben tntisseis also, wie *Thalictrum purpurascens*, sich auch geBcMecbtlich fortpflanzen kflnnen. Dieses eigentlmche Verhalten bat (lurch die Forschungen Rosenbergs (Ober die Embrynbildung in der Gattung *Bierachtm*, Ber. d. deutsch. botan. Gcsellach. XXIV [1906] 157—161; Cyto* logical studies on the Apogamy in *HieTaclum*, Bot. Tidskr. XXVIII [1907] 143—170) AufklHrung gefunden. Rosenberg¹ fand bei *H. ftayelittre* Willd. nonnale Entwicklung der Mikrosporen und auch bisweilfn tuirmule Megaeporentwicklung ails t-iticni einzelligen Archespor, wcthes nur aoch mit tier Epidermis den Xucclue bildet; ts kommt dann weiter zur Entwicklung eines normalr'n Embryosaekes mit haploiden Zellkcnien. Auf denisetben Individuum, ja **bisveflan** in demselbeji BlttenkOpfchen tritt uber *a.ud* Apopporie auf, die im fibrigen bei **dot** geanntn Art fast zur *Itege* gew(>rden ist. Die Megasporenentwicklung kommt meist Rchon viir **oder ant Uich** der Tetradeuteilung zum ^tilstand, und eine sich st.irk vergrOQornde Zelle dur Epidermis des Nucellus oder der ChiJuz®iou oder des Integuments ivird zum Embryosack (Fig. 114AS), in dem eich aus einer dtploiden Eizelle ein aomatiscu'parthenogenotischer Embryo entwickelt. Intere&saiit iet, tfafi biswt'ilcn in dorselben Samfiii;mt:iiin> em baploider und eiii aposporer diploider Embryosack nebeneinander vorkommen (Fig. 114 C,0). Auch bei *B. excellent* kommen haploide und diploide Einbryosacki' vf>r, doch sind die hi ploiden **bt&gu** alu bei *H. fiagellare* Will.]; darum konnte Ostenfeld bui Bestiinltiung dea *U. excellent* mil **PoQea voa** *H. catruntiacum* U **Ha<1:inli-**. **Tliilied**.

Weiter fund Hans Winkler oogene Apogamie (diploide oder souuitische Parthenogenesis) bei der **rbymelae>c***« II *istroemm indica* (L.) O. A. Mey, fBer. d. deutet'h. bot. Gesellseb. XXII [1904] 573—880; Ann. du jard. bot. ,1, **Buiteatorg**, 2. 86r. V [1906] 208-276.) Die Entwicklung der Mikroaporen verlulft **sehr** M-lt-n **aonud** und die Embryosackmutter/elle wird direkt *zuai* diploiden Kmkryosack. SchlicBlich sind noch zu **erwähnen**: **Ficue** /">*« Vahl (Treu l>, L'organe femelle et rcnibryogent>8e dans le **nan hirta**, Ann. d» janl. bot (ie Buitenzorg 2. 8er. III [1902] 124—157.) — *Balunophora elongata* Bi. und *B. globosa* Jnngb., *tlelosis guyanensis* Rieb. (A. Ernst, Embryobildung bei *Balanophra*, iu Flora OV1 [1913] 129—159, und Bastardiermig :tl- **Dnaohe** dfr Apopamip im Fflanzenreich, S. 307. 5110, 438). — *Houttuynia cordata* Thunb. p **b i b a l a n d M i y a k e**. Ober Parthenogenesis bei *Houttuynia cordata*. The bot Alagazine, XXII [Tokyo 1108] 141—144). — *Burmaniria CO& s*. •• I '^n (Ern<t, **Apogandfl bd Bummnia coefestis**, Ber. rL Deutsch. hot. Ges. XXVII [J«»] 1.). **108] Etast** und Bernard, EntmckhmgHgenchlicht* des ICmliryosackes, des Embrjos und des Endospermes von *Fiurmannia coelestis*, Ann. Buitenzorg, 2, sfr. XI [1912J 2M—2>-i> — *Etatost^nta acumiattun* flrongn. und *E. 90SS&B* Forst. (Treit b, L'apogamie do *YElatostema acuminatum*, Ann. Buitenzorg¹ 2. gfr. V fl(K)6] 141—152; > t r a f t b» r g o t, **Sexue!*** und apogame Fortpflanzunjr bei Urticaeecn, in Prmgalieims **Jahrb.** f. wisHensch. Botanik XLVII [!Hi>J tM>—S88.) — *SciapMla* spec, (Trhmdaccae) ("VVirz. Beitrige zur EntwickhiDgflgeschichte von



Wg. 111. *HiftQrium fisigtfnrr* [VUil, sl]u* iji'lii ArvliF«jiur hi rMirti'^.tnjt in' Tettradfl von Meifasijoren. In B degeneriert, reclit- o» a eine sich vergrOB«r(u) < / elle der * TIUMMT. agton. C / .•mi- k' Tiilmr EinbiTi-M««k. berTOTmpn>Ri-it a». drr »" -jii-i i f'cbvn fro&ctt Z^Uft. "f'fiiiiiTi U^r Ntii • liiiji ink (Ler degenerierten Tegasporenanlage. D Inne- riTt-t-11 il. s Nucellus mit einem aposporen, e Irni. Embryo riilli.HI-i-ii-ii embryosack (links) IIII einem nk'lit befruchteten noruialen Embryosack *rt'n'lt<. (Xach Kosenbcjrt 1907.)

Sciaphila sp. und von *Epirhizanthus elongata* BL, Flora CI (1910) 395—446). — *Salomonica cylindrica* (Bl.) Chod., *Epirhizanthus cylindrica* BL (Polygalaceae) (Schadowsky, Beiträge zur Embryologie der Gattung *Epirhizanthus* BL, Biol. Zeitschr. II. Heft 1, S. 29—55; Deutsches Résumé S. 51[^]55, Moskau 1911). — *Chondrilla juncea* L. (Rosenberg, Über die Apogamie von *Chondrilla juncea*, Svensk Bot. Tidsskrift VI. [1912] 915 bis 919). — *Eupatorium glandulosum* Humb. Bonpl. et Kunth (Holmgren, Apogamie in der Gattung *Eupatorium*, Svensk Bot. Tidsskrift X [1916] 263—268) und andere mehr.

Von den hier angeführten Abhandlungen sind von besonderer Wichtigkeit die auf die polymorphen Gattungen *Antennaria*, *Alchimilla*, *Taraxacum* und *Hieracium* sich erstreckenden. Juel hat zuerst den Gedanken ausgesprochen, daß die Oo-Apogamie von *Antennaria alpina* wahrscheinlich darauf zurückzuführen sei, daß sie hybriden Ursprungs ist. Grund für diese Annahme ist, daß die Pflanze sehr selten ist und entweder gar keinen Pollen oder nur eine geringe Menge gänzlich abnormen Pollens enthält. Ferner ergibt ein Vergleich der *A. alpina* mit den in ihrem Verbreitungsgebiet vorkommenden Arten derselben Gattung, insbesondere *A. dioica* (L.) Gärtn., *A. carpathica* (Wg.) Bl. et Fingh. und *A. monocephala* (Torr. et Gr.) DC, daß die Möglichkeit eines hybriden Ursprungs von *A. alpina* nicht ausgeschlossen ist, daß sie vermutlich ihre Entstehung einer Kreuzung von *A. dioica* und *A. carpathica* oder *A. monocephala* verdankt. Wenn dies der Fall, so müssen die ersten Exemplare von *A. alpina* als durch Hybridation entstandene Embryonen in typischen, mit reduzierter Chromosomenzahl versehenen Embryosäcken eines der Eltern entstanden sein. Der erste Fortpflanzungsakt dieser hybriden Exemplare sollte in Sporenbildung bestehen, und hier dürfte die abweichende Fortpflanzungsweise der Art zum erstenmal aufgetreten sein. Im Pollensack fand keine oder nur abnorme Pollenbildung statt, aber der Nucellus wurde fertil, indem eine Zelle im Archespor, die Embryosackmutterzelle, sich zum Gametophyten (mit der Chromosomenzahl des Sporophyten) entwickelte. A. Ernst hat in seinem Werk: Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich (1918), die Hypothese von der Bastardierung als Ursache der Apogamie auf Grund seiner Entdeckungen bei *Chara crinita* und eingehender Prüfung der oben besprochenen Forschungen über *Antennaria*, *Alchimilla* und *Hieracium* weiter ausgeführt. Er zeigt, wie bei *Alchimilla* die Tatsachen weniger für Strasburgers Annahme sprechen, daß auch in den sexuell potenten Arten der *Alchimillae alpinae* bereits latente apogame Anlagen vertreten seien, die bei der Bastardierung aktiv werden, als vielmehr dafür, daß die artfremde Befruchtung selbst Ursache der Entstehung dieser apogamen Bastarde ist. Bei der Apogamie von *Hieracium* fällt nach A. Ernst ins Gewicht, daß ein Teil der durch Kreuzung entstandenen Bastarde gänzlich steril war; es ist also wahrscheinlich, daß Sterilität und Apogamie dieser *Hieracium*-Bastarde als Folge der Bastardierung auftreten.

Es ist ferner schon Strasburger (1904) und Rosenberg (1907) aufgefallen, daß in den allermeisten Fällen von Oo-Apogamie hohe Chromosomenzahlen zu konstatieren sind; diesem Verhalten ist nun Ernst (a. a. O. S. 320 ff.) gründlich nachgegangen und hat namentlich die Chromosomenzahl der apogamen Pflanzen mit derjenigen nahe verwandter befruchtungsbedürftiger sexueller Pflanzen verglichen. Dabei hat er folgendes festgestellt:

a) Der Entwicklungsgang der apogamen Pflanze (Sporophyt und Gametophyt) wird mit einer Chromosomenzahl durchgeführt, welche doppelt so groß ist als diejenige des Sporophyten verwandter befruchtungsbedürftiger Arten und im Verhältnis zu deren Gametophyten als tetraploid erscheint. Eine solche Chromosomenverdoppelung finden wir bei den gesamten *Eualchimillae* im Verhältnis zu den *Aphanes*, bei *Rosa glauca* var. *Azeliana* und *canina* var. *persalicifolia*, *Antennaria alpina* und wahrscheinlich *Hieracium excellens* (bezogen auf die Chromosomenzahl von *H. umbellatum*).

b) Der Entwicklungsgang der apogamen Pflanze wird mit einer Chromosomenzahl durchgeführt, welche mehr als das Doppelte der diploiden Zahl der befruchtungsbedürftigen Verwandten beträgt. In den meisten Fällen dürfte es sich dabei um hexaploide (ditriploide) und um oktaploide (ditetraploide) Chromosomenzahlen handeln. Dieser Gruppe gehören als Beispiele an *Wikstroemia indica*,

***Hieracium flagellare* (bezogen auf die Chromosomenzahl von *Hieracium venosum*) und *Burmattia coelestis*.**

c) Der ganze Entwicklungsgang der § Pflanze wird mit der dem Sporophyten der befruchtungsbedürftigen Arten entsprechenden diploiden Chromosomenzahl durchgeführt. Dieser Gruppe gehören *Elatostema sessile*, *Thalictrum purpurascens*, die apogamen *Eualchimillae* (bezogen auf die Chromosomenzahl der fertilen *A. pentaphylla*, *grossidens* usw.), *Chondrula juncea* und *Atamasco texana* (Amaryllidaceae) an.

Von den auf S. 341—365 enthaltenen Angaben Ernsts mögen noch folgende hier wiedergegeben werden.

Ungefähr die Hälfte der bis jetzt als apogam befundenen Angiospermen hat im Vergleich zu den befruchtungsbedürftigen Verwandten eine Verdoppelung der Chromosomenzahl erfahren.

Ahnliche Verdoppelungen oder noch weitergehende Erhöhungen der Chromosomenzahlen werden auch innerhalb der fertilen Arten von Gattungen bei Varietäten derselben Art, bei Mutationen und bei experimentell erzeugten, fertilen Artbastarden gefunden.

Eine einmalige Verdoppelung der Chromosomenzahl kann bei der Entstehung apogamer Sippen aus befruchtungsbedürftigen Stammformen ebenso plötzlich und in ähnlicher Weise wie bei den tetraploiden Primw/a-Bastarden (*Primula kewensis* = *P. floribunda* X *verticillata*) und den *Oenothera-Tautationen* (*Oe. Lamarckiana gigas*) eingetreten sein.

Die Erhöhung der Chromosomenzahl ist nicht Ursache, sondern Begleiterscheinung von Apogamie, Mutation und Bastardierung.

Ober Zeitpunkt und Mechanik der Chromosomenverdoppelung bei tetraploiden Apogamen und experimentell erzeugten tetraploiden Bastarden sind unabhängig voneinander ungefähr dieselben Hypothesen entwickelt worden:

a) Tetraploidie entsteht nach einer Befruchtung durch mitotische Teilung und Wiedervereinigung der Tochterkerne oder überzählige Längsspaltung in den Prophasen des Zygotenkernes von Keimzellen.

b) Tetraploidie entsteht durch Vereinigung diploid gewordener Gameten im Befruchtungsakt.

Auf die Erklärung der zwischen dem Vier- und Achtfachen der Ausgangszahl ihrer Gattung liegenden Chromosomenzahlen einiger Apogamen soll hier nicht eingegangen werden.

Adventive Embryobildung (Polyembryonie, locellarembryonen). Bei den Angiospermen werden immer mehr Fälle von Vorkommen zweier oder mehr Embryonen in einem Samen bekannt. Diese sogenannte Polyembryonie, welche zum erstenmal eingehender von A. Braun in seiner Schrift: über Polyembryonie und Keimung von *Caelebogyne ilicifolia*, Abh. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1859, behandelt wurde, ist in verhältnismäßig wenigen Fällen eine habituelle, viel häufiger eine gelegentliche. In beiden Fällen handelt es sich meist um Aniage von 2 oder mehr Embryonen, von denen aber gewöhnlich einer die andern verdrängt.

Strasburgers Studie: Über Befruchtung und Zellteilung (in Jenaer Zeitschrift f. Medizin und Naturw. XI [1877], selbständig erschienen 1878) ergab drei verschiedene Arten von Polyembryonie:

1. In einer Samenanlage entstehen mehrere Embryosäcke nebeneinander, von denen aber in der Regel nur einer einen Eiapparat und einen Embryo entwickelt — *Rosa livida* und einige andere Arten.

2. In einer Samenanlage der Gesneracee *Sinningia Lindleyana* (wahrscheinlich *Gerneria ventricosa* Sw.) kommen 2 Eizellen vor, von denen jede an einer der beiden Synergiden hängt. Bei 2 Samenanlagen beobachtet.

3. Neben einem normalen Embryo entwickeln sich einige Adventivembryonen aus Zellen des Nucellus, welche in den Embryosack eingedrungen sind (Nucellarembryonen,

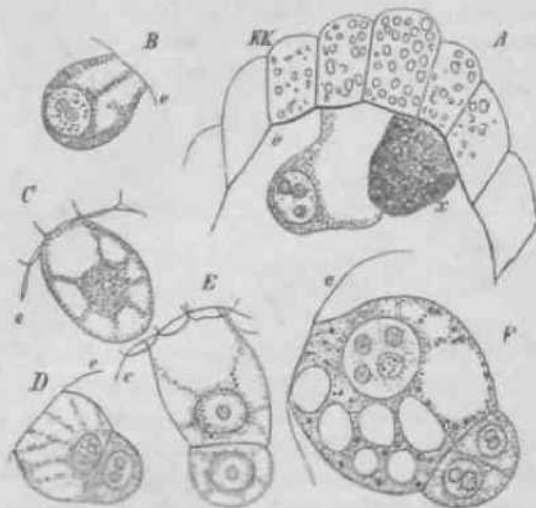


Fig. 115. *Hosta plantaginea* (Lam.) AM-IHT*. A Scheitel des Embryosackes < k*deckt uilt Bbm Zellanlage des Nucellus KK. J • • • • • >. Illtiu. dn-n-t.en <A< dfentnmltfc «eferatt Etsrtle mit URvm Kern. — B, C Eizellen vor, !•, • - ilatu '»»cti drr ersteti Triluiidr. F Act kugvlifte Embryotrltrvr mit der zweizelligen BmbiyCMUir*g«(SK). iNmli Saebtj

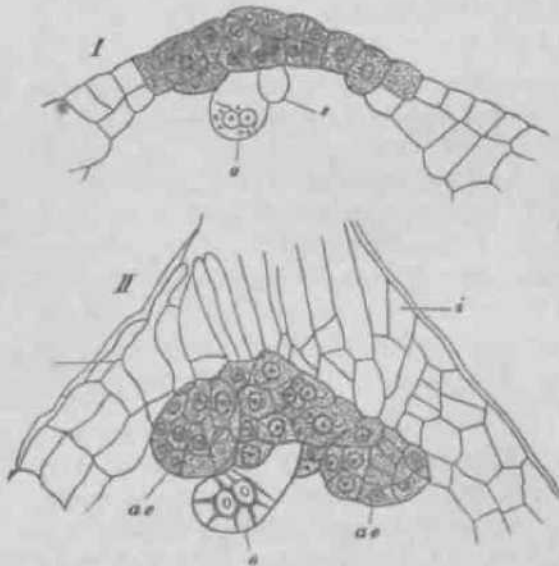


Fig. 116. Bliliinir <n-r A(lviiaalvk*.lni« bei *Hosta caerulea* (Andr.) M«tt., itm tMmal r«rgr. f Ulo Xtlli-n mil Sfht-ilfl \h'f N'ticsllii" mit Inhull ftl'ge-fllll. unhT tit ni.vllull ihi bafnchtete Ei mit Jffd Zrlkfrni-n inn II>T He«l ctu'r li.'hlliln. // An* 9CH mil Ill tin I [pinat NUUi'ii NinrHii;-u-]lcu n'iv\ Adftttt tlykPiini' iti .M-hr/alil iMiV'jrui'LrmitKPii; Im ll>rlsjiMi Jnt tier Sufrlurt v(irilrBii*;*i und st.*.* vnillekte Integumentzellen *tuiicti misiltelbw an do Bai-bj osack. E>is^ Et lit vrnhnnflfn nurl bat 'iel' so-gM* in 'Tr.'l Zolh>n (fctr.JH. V* IH«i->itt<t: > dfttl Kf. s dla oliiuiii, irr miu AdvwchrkeJiM, i *v>- fate-gun...tii-ll.vi. i>^<ili si r«*lms<T..

Rosa tkida u. a. Arten, *Cheirvnthm cheiri*, *Trifolhtm pratense*, *Taraxacum officinal**, *EUtioStenta acimiinattn*, *Adoxa moschatellinu* (nach E i cli i n ge r 1910).

c) Gleichzeitige Entstehung von F-iibryonen ID einm aus dem Archeapor hervor-g^ganpeuen und • inem apospor entstandene D Embryosavk. — *neraclum-ArVoa*

Fig. 115), Häufig -auftretende Verhalten bei *Hosta caerulea* (Andr.) Tratt, *Notioscordum fragrans* (Veil.) Kuhn, *Citrus aitrantium h.*, *Mangifera indica* L., *Alchornea iticifolia* f8m Mfill., neuerdings auch nachgewiesen bei *Spatuliphi/Uutn Patinfi* fHogg) N. E. Brown durch N. Schirrhoff and J. J i s s e n (Her. d. Ucutsch. boL ties. XLIII [1913:] 454).

Dies? interessante Fälle wurden besprochen in der AWiindmig: Ober Polyembryonie, *Zeitaehr.* für Naturw. XII (1878).

Eine roUstflodige, THCI melir ins Einzelne gelienile **Obe&fibt** Ober Polyembryonie finden wir in dem tnbaltreichen Werk von A* Ernst: Uagtardicung als Ursache dpr Apogainie im Pflanzcnmch (UU8) 436 bis 438. Ausvug«weise ist folgendes dieser Obreichit entnommen:

A. Unechte Polyembryonie. Embryonen eines Samens in mehreren Embryosackchen zur Entwicklung gelangend.

a) Die Embryotim **Ueftedao** Embryosackchen gehen nicht demselben Xucellus LU.

I. * isibmelEUTifr iweifer oder uiehrerer unvollkommener Samenanlagen, die je einen Embryonenk mit tk'friU'htungsfähiger Eizelle erzeugen, Als Ausnahmefall schon von A. Braun für *Pirus mains* angeführt, häufig bei *Loranthus europacus* und *Viscum album* (Fig. 117, 118).

II. Teilung oder Gabelung des Nucellus einer Saamenanlage in 2 oder mehrere Partten, die je einen fiiikeinigen EmbryoMick Hefern. — *Meris alba* (2 Nucelli innerhalb eines inneren Integumentes n'Ach Hofmeister), *Orchismorio* (2 je von einem inneren Integument umgebene Nucelli innerhalb eines gcniffitiatnrm jntieren Integumente* nach Schacht), *Gymnadvnia conopea*, *Coffea arabica*,

b) Nichtausbildung einer Saamenanlage mit mehreren Embryosackchen, die aus verschiedenen **Interaellei** eines interzelligen Arclivspors eo^stsodoo sind:

ii. Echte Polyembryonifc. BildTing- von 2 oder meat Embryonen in denwelben EmbryoBiick eiiter Sumenanlage.

a) Echte Polyembryonie mit LntraaaccaleBi Ursprung der Embryonen.

I. Entstflung der Embryonen aus Zollen des Eiapparates.

L Eiapparat normal. Aus der befruchteten Eizelle geht zuMchst eiu Vorkeimtrager hervor, an dcafen Scheitel 1—6 Proembryonen entstehen,

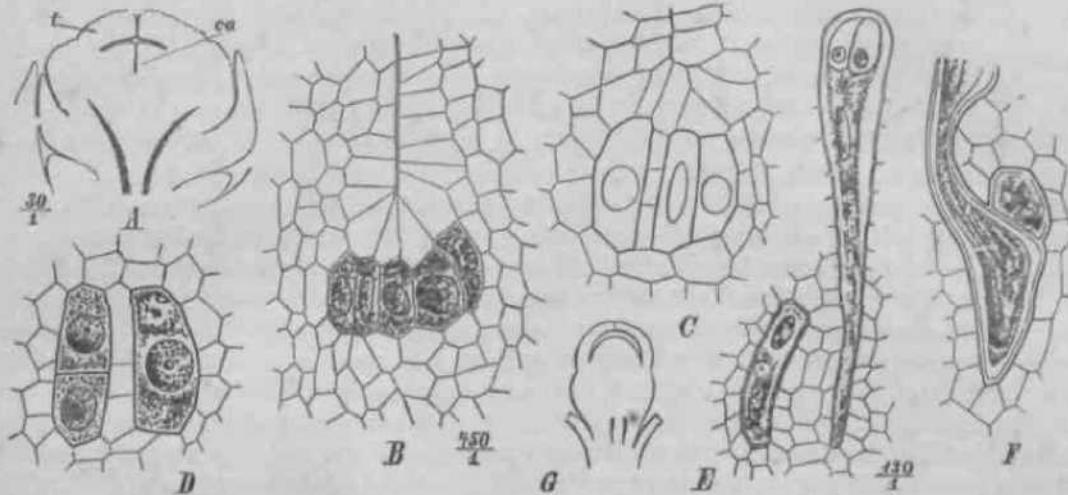


Fig. 117. J4— *F. vultim artiatlutwn* Dunn. A LHiiv'. "iiniu tiin-h etna i BtBtenknoay"; B ein T<ll des T rue>ckiiiu'<>> "iii "i'i> 'Tsteu Anln-^n der Bmbryotclrj; V BmlrrjoiHifciniilUnnnnn*, I) <mn * Km-iHyooaekiunttiffirAHleij flic eEne In Teilurifr; A' S Knilifywllfkc mit clem <ie nniirelnmctfin (icwKhp, der vliit von Iht. II (tntwiotal, mil B("fru<-lituujt<sn>iifrcLt. — F. *O. l'irum fibum* L. F *ToofaterKllon* der Kiiil>ryi>.-jiti:kliiuittrii>lleH, von dutu dflf BntBCT mint Kmbrygsai-k tmuvrHvliiit; O' L&QgMchnlt dnrcia sin* Juliet' C BtOta mil i KinliryoSllecki-n. .I- 8 nm-li Tn-uli. F, U DJUt Jost.)

von denen in der Regel nur einer zu einem ausgebildeten Embryo heranwächst: *Eryifironium americanum* und *£. dens canis*, *Tulipa Gcsncraita* (nach ErnBt in FloraLXXXVUJ [1901]), *Vincetoxiam offidnaie* {nach Seefeldner in Bttebor. d. math, nat KL Wieu CXXI [1913] Abt 1 S. 27a—296}.

2. Ei-pparat normal. Embryobildiin^ aus der befruchteten Eizelle und einer oder beiden (bet n i c t i t apogamen Pflanzen) ebenfalls befruchteten Synergiden. — *Iris sibirica* und *LUium martagon* (nach Dodcl und Overton), *Taraxacum officinal?*, *Aconitum napetlux*, *AHium adorum*, *Sajas major* (nach G n i j r n a r d), *AlcftimUla alpina* und *A. sericata* (nach Murbeck [Fig. 113]), *nieracium* (nach Murbeck).

3. Zifflen rtes dreizelligen Eiapparates ohne die typische Differenzierung in Eizellfi und Synergiden. Mehr als eine Zelle kann sich sum Embr)to entwickeln. — *liurmamiia coelestis*, nach Ernst in Ber. d. Deutch. bot. GOB. XXVII (1109).

4. Eiappamt mit erhthter Zelienzahl und Ausbilduc^ von 2 Oder mehr >potentien EixeQenc Ausnahmsweiso bei »*Sinnlmgia Lindleyana** (wahrscheinlich *Gesneria centricosa* iiw.) und *Gomphrena decumbens* (nach A. Fischer in Jen. Zeitschr. f. Naturwma. XIV [1880]),



Fig. 118. Frucht von *Viscum album* L. nach Entfernung der fleischigen, aiiisii<or BifftenactM htrvorgegangenen Hülle. 4 mit ctнан Bnbig'o, B mit 2, C mit 3 Embryonen. (A, B Original, C nach Kronfeld.)

II. Bildung von (iborziUiHgen EmbryotkO) aus Zetlon der Antipodcnggruppe. — *M-Uuffl odorum* (nachTre tj a k o w in Ber. d. Dfutsch. bot Oe?. XIII [1895] 13—17 und Hegelmaier in Bot. Zeit. LV [1897] 1. Abt, 188—140). W.-itere Literatur P. M. B c h t t x h o i f*. Zur P<dywabryonie von *AUium adorum*, Ber. d. Deutch. bot. Ges. XL (1922) 374—38a — G, H a b c r J a » d t: Zur Embryologie

von *Allium odorum* L., in Ber. d. Deutsch. bot. Ges. LXI (1823) 174—179; Zur Embryologie und Cytologie von *Allium odorum*, in Ber. d. Deutsch. bot. Ges. XLIII (1925).

- III. Embryobildung aus den Polkernen oder aus Zellen des Endosperms. Früher für *Balanophora* und *Eelosis* angenommen, doch findet bei diesen oogene Apogamie statt (S. 52).
- b) Echte Polyembryonie mit extrasaccalem Ursprung aller oder einzelner Embryonen.
- I. Entstehung überzähliger Embryonen infolge von keimähnlicher Sprossung von *folia*, *Hosta caerulea*, *Nothoscordum fragrans*, *Citrus* u. a. (s. S. 112).
Nucelluszellen in den Embryosackraum. Nucellarembryonen. — *Alchornea ilici*.
 - II. Entstehung überzähliger Embryonen aus Zellen des inneren Integumentes, welche sich wie die Nucelluszellen in b I verhalten. — *Allium odorum*.

Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß bei der Erzeugung von Nucellar-embryonen wie auch bei Parthenogenese und Befruchtung teilungsauslösende Wundhormone nach Haberlandt*) eine Rolle spielen, von denen er nachgewiesen hatte, daß in verletzten oder absterbenden Zellen entstehende Reizstoffe in anderen Zellen oder auch an ihrer Ursprungsstätte Zellteilungen auslösen, welche meist den an dem gereizten Organ normal entstehenden Zellteilungen entsprechen. So gelang es Haberlandt, an Samenanlagen der *Oenothera Lamarckiana* nach Quetschen und Anstechen der Fruchtknoten in einer verletzten Samenanlage zwei mit Suspensoren versehene Nucellarembryonen aufzufinden, ferner auch ein paar Fälle von beginnender »parthenogenetischer« (apogamer) Entwicklung der Eizelle wahrzunehmen. Haberlandt bezeichnet dies als »traumatische Parthenogenese« im Gegensatz zu der »natürlichen Parthenogenese«, welche er bei *Taraxacum officinale*, *Hieracium flagellatum* und *H. aurantiacum* verfolgte. Hier konnte er nachweisen, daß in der Umgebung der Eizelle mannigfache Desorganisationserscheinungen auftreten, welche bei verwandten Arten mit Befruchtungsbedürftigen Eizellen fehlen. Die bei den erstgenannten Arten wirksamen Hormone werden als Nekrohormone bezeichnet.

XV. Die Früchte.

Fruchtformen. Die Früchte der Angiospermen sind von sehr großer Mannigfaltigkeit; wir wollen uns auch bezüglich dieser nur auf das Wesentlichste, zum Verständnis der bei den einzelnen Familien gegebenen Darstellungen notwendige beschränken. Frucht im engeren Sinne ist dasjenige Gebilde, welches infolge der Befruchtung aus dem Stempel hervorgeht; enthält sie keine keimfähigen Samen, dann nennt man sie taub. Die Wandung des Fruchtknotens wird bei der Bildung echter Früchte zur Fruchtschale, dem Pericarp, an welchem man häufig 3 Gewebsschichten, die äußere, Epicarp, die mittlere, Mesocarp, und die innere, Endocarp, unterscheiden kann. Bei flüchtiger Betrachtung wird bisweilen das Endocarp als Samenschale angesehen. Wenn eine Blüte mehrere Stempel enthält, so kann jeder derselben befruchtet und zu einer Einzelfrucht werden; man bezeichnet dann alle aus derselben Blüte hervorgegangenen Früchte zusammen als Sammelfrucht, Syncarpium (vgl. Fig. 118).

Sodann sehen wir sehr häufig infolge der Befruchtung nicht bloß das Gynaeceum, sondern auch andere benachbarte Teile der Blüten, manchmal sogar die die Blüten tragenden Ästchen und Stiele verändert werden; nicht selten treten sogar an diesen Teilen stärkere Veränderungen ein, als in den Stempeln selbst. Alle derartigen Gebilde werden Scheinfrüchte genannt. Beispiele solcher sind die Feige, bei welcher der becherförmige, innen an seiner Mündung mit zahlreichen Hochblättern besetzte Blütenstand fleischig wird, und die eigentlichen Früchte nur kleine, harte Schließfrüchtchen sind; die Maulbeere (*Morus*) und die Brotfrucht (*Artocarpus*), bei welchen die Blütenhüllen um die Achse

*) Diese Untersuchungen sind ausführlich geschildert in den Abhandlungen Haberlandts: über experimentelle Erzeugung von Adventivembryonen bei *Oenothera Lamarckiana* (Sitzber. der Preuß. Akad. d. Wiss. 1921 S. 695—725). — Die Entwicklungserregung der Eizellen einiger parthenogenetischer Kompositen (Sitzber. der Preuß. Akad. d. Wiss. 1921 S. 861—881). — Die Vorstufen und Ursachen der Adventivembryonie (Sitzber. d. Preuß. Akad. d. Wiss. 1922 S. 386—406, Taf. I). — Über die Ursache des Ausbleibens der Reduktionsteilung in den Samenanlagen einiger parthenogenetischer Angiospermen (Sitzber. d. Preuß. Akad. d. Wiss. 1923 S. 283—293 Taf. 10). — Auch vgl. man die auf S. 113 unter BII aufgeführten Schriften desselben Autors.

eines ganzen Blütenstandes fleischig werden, die einzelnen Früchte aber kleine Steinfrüchte sind; *Anacardium occidentale* L., bei welchem der Blütenstiel unterhalb der Frucht zu einem mächtigen, birnförmigen Körper anschwillt; die (*Strobilifera*) *Endodesmia calophylloides* mit ähnlicher, wenn auch nicht so mächtiger Entwicklung eines fleischigen Fruchtstieles; die Erdbeere, bei welcher die Blütenachse zu einem fleischigen Körper heranwächst, dem die kleinen Früchtchen aufsitzen; die Hagebutte, welche aus der fleischig gewordenen, becherförmigen Blütenachse hervorgegangen ist, während die kleinen Schließfrüchte an ihrem Ende stehen; die Apfelfrucht, bei welcher die becherförmige Blütenachse, mit dem zur Frucht entwickelten Stempel, dem Kerngehäuse, innig verwachsen, stark fleischig wird. Bisweilen werden auch die die Frucht einschließenden Blütenhüllen fleischig und erscheinen wie ein zur Frucht gehöriges Exocarp; so die großen Kelchblätter bei *Dillenia indica*. Auch trockene Fruchthüllen, welche als akzessorische Gebilde der Frucht erscheinen, sind oft sehr charakteristisch, so das aus dem Perigon hervorgegangene Anthokarp bei den Nyctaginaceen, die vergrößerten Kelch- und Kronenb. bei Dipterocarpaceen, Anacardiaceen u. a. (s. unten unter Anemochorie), der aufgeblasene corollinisch gefärbte Kelch bei den Solanaceen *Physalis alkekengi* und *Ph. Davidiana*. Auch können Hochblattgebilde bei der Fruchtreife sich vergrößern, wie bei *Carpinus*, *Pterocarya*, *Tilia* und das ganze Involucrum bei *Xanthium*. Die ganze Inflorescenzachse wird fleischig bei der Rhamnacee *Hovenia dulcis*, während bei *Cotinus coggygria* die Fruchtstiele starr und stark behaart werden. Daß Fruchtstiele dick und fest werden, ist eine häufige Erscheinung bei großen Früchten. Wie sehr die Fruchtbildung in manchen Fällen auch andere Teile der Pflanze durch Verbrauch von Nährstoffen beeinflusst, geht daraus hervor, daß Obstbäume, welche in einem Jahr reichlich Früchte getragen haben, bei Unterlassung reichlicher Düngung im nächsten Jahr nur wenig Früchte hervorbringen, und daß manche ausdauernden Bambusgräser nach dem Fruchttragen ihre Blätter vertrocknen lassen, während *Corypha*-Arten (Palmen) und *Agave americana* nach einmaligem Fruchten ganz absterben.

Die echten Früchte kann man folgendermaßen übersichtlich anordnen:

- I. Trockenfrüchte, mit trockenem, gleichartigem, holzigem, leder- oder hautartigem Pericarp.
 1. Schließfrüchte. Nicht aufspringend.
 - a) Nuss oder Nüßchen. Pericarp holzig oder lederartig, dem Samen nicht anliegend, z. B. Eichel, *Carex*, *Ranunculus*.
 - b) Caryopsis. Wie a; aber das Pericarp der Samenschale fest anliegend und angewachsen; Frucht der *Gramineae*.
 - c) Achänen, Achäne, hervorgegangen aus einem unterständigen Fruchtknoten, also eine Frucht, an deren Bildung auch die Blütenachse etwas beteiligt ist; sollte daher streng genommen zu den Scheinfrüchten gerechnet werden, doch tritt die Substanz der Blütenachse sehr zurück.
 - d) Flügelfrucht (Samara), ein geflügeltes Nüßchen.
 2. Bruchfrüchte. Mehrsamige, trockene Früchte, welche entweder in einzelne, einsamige Glieder zerfallen oder durch unregelmäßige Zerkleinerung ihres Pericarps die Samen heraustreten lassen. — Früchte vieler Leguminosen, z. B. *Gleditschia*, *Entada*, *Ceratonia* usw.
 3. Spaltfrüchte (Schizocarpien), hervorgegangen aus einem dimeren oder polymeren Fruchtknoten, in einzelne nicht aufspringende Teile (Meriocarpien) zerfallend, welche den einzelnen Fruchtbl. entsprechen. — Früchte vieler Malvaceen und Umbelliferen.
 4. Springfrüchte. Die mit herannahender Reife vertrocknende Fruchtwandung springt auf und entläßt die Samen.
 - a) Balgfrucht (Folliculus), aus einem Carpell entstanden, an der Bauchnaht aufspringend. — Viele Ranunculaceen der Gruppe der *Helleboreae*.
 - b) Hülsen (Legumen), aus einem Carp. entstanden, an der Rücken- und Bauchnaht aufspringend. — Zahlreiche Leguminosen, während ein Teil der zu ihnen gehörigen Gattungen Bruchfrüchte oder Schließfrüchte bildet.
 - c) Schote (Siliqua), aus 2 Carp. entstanden, 2facherig, mit 2 von der stehenbleibenden Scheidewand sich loslösenden Klappen. — Die meisten Cruciferen.

- d) **Kapsel** (im engeren Sinne), aus 2 oder mehr Carp. entstanden, mit 2 oder mehr Klappen aufspringend, welche vom Scheitel her sich ganz oder nur eine Strecke weit trennen. Werden dabei die Carp. voneinander getrennt, so heißt die Art des Aufspringens **wandspaltig** (*septicid*); wird dagegen jedes Carp. in seiner Mitte gespalten, so heißt das Aufspringen **fachspaltig** (*loculicid*); wenn dagegen die Scheidewände in der Mitte vereinigt bleiben und die Klappen sich bei den Scheidewänden loslösen, nennt man das Aufspringen **septifrag**.
- e) **Pyxidium**, eine Springfrucht, bei welcher die obere Klappe der Fruchtwand wie ein Deckel abfällt. — *Plantago, Anagallis, Hyoscyamus*.
- f) **Porenkapsel**, eine Springfrucht, bei welcher die Samen durch kleine, an bestimmten Stellen auftretende Löcher entlassen werden; z. B. Mohnfrucht.

Über das Aufspringen der Früchte liegen folgende Spezialuntersuchungen vor:

Hildebrand: Die Schludefrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus, in Die Verbreitungsmittel der Pflanzen, Leipzig 1873. — **Pringsheims** Jahrb. IX (1873) 235 bis 276. — **Steinbrink**: Untersuchungen über die anatomischen Ursachen des Aufspringens der Früchte. Inaug. Dissert. Bonn 1873; Bot. Zeit. 1878, S. 577. — **Zimmermann**: Ober mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen und Früchte mit besonderer Berücksichtigung der Torsionserscheinungen. Inaug. Dissert. Berlin 1882. — **Weberbauer**: Beiträge zur Anatomie der Kapselrüchte. Bot. Centralblatt LXXDI (1898).

- II. **Steinfrüchte (Drupae)**. Pericarp mit fleischiger Außenschicht (**Epicarp** und **Mesocarp**) und steinhartem oder holzigem **Endocarp** (**Steinkern**, **Putamen**), nicht aufspringend. Je nachdem die Frucht aus 1, 2 oder mehr Carp. gebildet ist, enthält sie 1, 2 oder mehrere **Steinkerne**; auch kann an Stelle von 2 oder mehreren Steinkernen ein 2- oder mehrfacher vorhanden sein. Einfache Steinfrüchte sind die Pflaume, Mandel, Kirsche, mehrfächerige oder mit mehreren Steinkernen versehene die **Steinäpfel** der Mispeln. Obriens kommen auch bisweilen Steinfrüchte vor, bei denen schließlich die äußere Schicht des Pericarps aufspringt, wie überhaupt zwischen all diesen Fruchtformen scharfe Grenzen nicht vorhanden sind.
- III. **Beerenfrüchte (Baccae)**. Pericarp fleischig, nicht aufspringend. — Abgesehen von den auch im Volksmunde als Beeren bezeichneten Früchten gehören hierher auch die Orangen, Bananen, Datteln. Auch die Kürbisse und der Apfel werden ziemlich allgemein zu den Beerenfrüchten gerechnet, wiewohl auch bei ihnen die hohle Blütenachse an der Fruchtbildung mitbeteiligt ist.

G. Beck von Mannagetta (Versuch einer neuen Classification der Früchte, in Verhandl. d. k. k. zool.-botanischen Gesellsch. in Wien [1891] 307—312) geht von einer Erweiterung des Fruchtbegriffs aus und definiert die Frucht als jene besonders metamorphosierten Organe der Pflanze, welche die Samen bis zur Reife umschließen, dann austreten oder mit denselben von der Mutterpflanze abgetrennt werden.

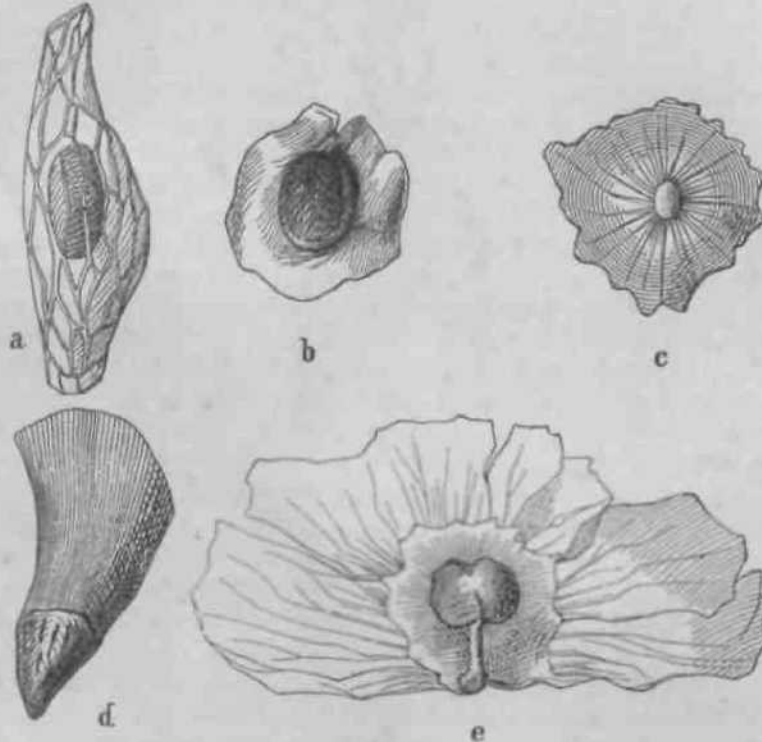
I. **Einfache Früchte**. — A. **Streufrüchte** (Früchte die Samen austreuend). — 1. **Einfache Springfrucht** (*Apocarpium dehiscens*) oder **Balgfrucht**; Früchte aus einem sich öffnenden Fruchtblatt gebildet. — 2. **Sammelspringfrucht** (*Syncarpium dehiscens*) oder **Kapsel**, Frucht aus zwei bis mehr verwachsenen Fruchtblättern gebildet, die sich in verschiedener Weise öffnen. — B. **Fallfrüchte**. Frucht geschlossen abfallig oder einzelne den Samen umschließende Teile der Frucht abfallig. — 3. **Einfache Schließfrucht** (*Apocarpium indehiscens* oder *Monocarpium*). — 4. **Einfache Gliederfrucht** (*Apocarpium mericarpium*) oder **Lomentum**; die aus einem Fruchtblatt gebildete Frucht zerfällt in mehrere meist einsamige geschlossene Teile. — 5. **Teilfrucht** (*Syncarpium mericarpium* oder *Schizocarpium*); die aus zwei bis mehreren Fruchtblättern gebildete Frucht zerfällt in einzelne geschlossene Teile. — 6. **Sammelschließfrucht** (*Syncarpium indehiscens* oder *Polycarpium*); Fruchtblätter mehrere, verwachsen abfallig, ein- oder mehrsamig. (Hierzu wird auch das *Achänium* gerechnet).

II. **Zusammengesetzte Früchte** (*Fructus polyanthocarpi*), Frucht aus zwei bis mehreren Blüten gebildet. — 7. **Zapfen**. — 8. **Verwachsene Früchte** oder **Fruchthaufen**; Fruchtblätter verschieden verwachsen und meist zusammen abfallig. (**Doppelbeere** von *Lonicera*; **Fruchthaufen**, *fructus sorosus* von *Mortis, Madura, Ananas*). — 9. **Fruchtstünde** (*Fructus compositi*); Früchte mehrerer Blüten frei, doch zusammen abfallig (**Fruchtköpfe**,

Beerensapfen, Feigenfrucht. **Fruchtsande** mit fleischigen Aobsen. auch solch mit Flug-
aufrichtung).

Zur Entwicklungsgeschichte der Pericarpie vergleicht man namentlich: G. Krause, Über
den Bau **trockener Peisipien** in Prugsheft des Jahrb. f. wiss. Bot. V (1800), mit Taf. VIII bis
XI. — A. E. Quartin. Recherches sur la structure des périares, Ann. st. nat. 7. ser.,
XII (1890), 175—101, pi. 23—26.

Verbreitungsmittel der Frucht (ami Sasan). Wie bei den Samen kommen auch nicht
selten an den Früchten allerlei Auhautgebilde zur Entwicklung, welche für die Ver-
breitung und Keimung in gleicher Weise von Wichtigkeit **bind, fio** bewirkt bei sehr vielen
die Entwicklung von Stadien und Hilfen an der Oberfläche, das sei an den Gefiedern
von Vögeln oder im Pelz von Tieren hängen bleiben um somit oft weit weggetragen wer-
den. Andererseits **entstehen** Flugapparate durch Vorgrößerung oder anderweitige Ver-



VIK* N9. Botenhe von gefalteten [Miem04lor«a3 **SmaD.** a **DmdroWiagi wotoil*** Liml). [Orchfdm
b *Fibigia clypeata* (L.) **Huisj-** (Orchidaceae), c *Dmtfi frugrumi* **OnCTa** Utitbiw.:), it *Itankia tfrraUt* 1. fl.
(Prol>•32000), e *PUheti>f.titium muricatum* Hoi (Bignoniaceae), a, t/, c vorgr., d, i uU. Or. (Nach

Hildebrand

Ordnung von Ktkbb. und Bluraenb. oder auch von Deckb. und Vorb. Die Vorteile der-
artig-er **Gestaltungen** liegen **wia in** bei il«a Samen weisens klar 2utage. Wir **unter-**
scheiden folgende Typen der Samen und Fruchtverbreitung, w*J«he 7ilm Teil auch für
andere **Abteflongaa det PflaarMJrekla** gelten. Aneniochoie, d. i. Verbreitung (f
durch Wind, findet statt bei Früchten, welche wie die Achsen vieler Compositen
und Valerianaiten) mit einem Federkelch oder Pappus versehen sind, bei Früchten mit
vergrößerter **Kflob-** oder Blumenblättern (z. B. Diptrocarpaceen, Anacardiaceen wie
Hwintonia, *Astronium* und *Parisitia*) oder Vorblattgebilden (*Carpinus*, *Pterocarya*, *Tiling*
ferner bei geflügelten Früchten (*Ulmus*, *Pterocarpus*, *Ptelea*, *Ailanthus*, *Acer*, *Lophim*,
Petersia, *Combretum*, *Terminalia*, *Cavendishia*, *Fraxinus*). Bei diesen zum Teil recht
großen Früchten kann der Wind die Früchte nur auf geringe Entfernungen verbreiten.
während die **Pflanzbildung** eine weitere Verbreitung (durch den Wind gestattet). Aber
auch unter den geflügelten Samen sind viele wie die vieler Miliaceen (*Smetenia*,
Psettiodendron, *Entandrophragma*), Sterculiaceen (*Pterygocarpus*) kleinlich oder sehr groß,
daU der Wind sie nur immer auf kleine Entfernungen hinführen kann, doch können woU
ihnen **Vtedrbdtes** Anlätze auch etwas größere Strecken zurückgelegt werden. Sind
aber die Früchte **ebr dOaa** «nd zart. wie bei den Bignoniaceen *PUhvoctenium* und der

Cucurbitacee *Mwrozanonia maorocarpa*, dann werden die Samen wie ein Stückchen leichtes Papier schwebend durch die Luft weit weggetragen. Das ist auch der Fall bei den sehr kleiden mit Piippu* versehenen Früchten mancher Kompositen-Gattungen, wie in B, *GuaphtUmm*, den **Frfto&aa** von *Typha*, deren Stiel unterhalb der Frucht regellos mit Haaren besetzt ist, den Früchten von *Dryas*, *Cercocarpus* und *Anemone* SekL *PiUsat'dla*, deren lauger Griffel tütt Haaren besetzt ist, die einen Flugapparat bilden; ferner bei den mit Schopffaaren versehenen Samen von *Salix* und *Populus*, der *Tamaricaceen*, vieler *Asclepiadanpftn* und *Apocynac«eu*, den *Gesnerfaceen* aus der Gruppe der *Tricliosporoen*, den *Bromeliaceen* mit durch Zerspaltung des äußeren Integuments entstandenem Flug-

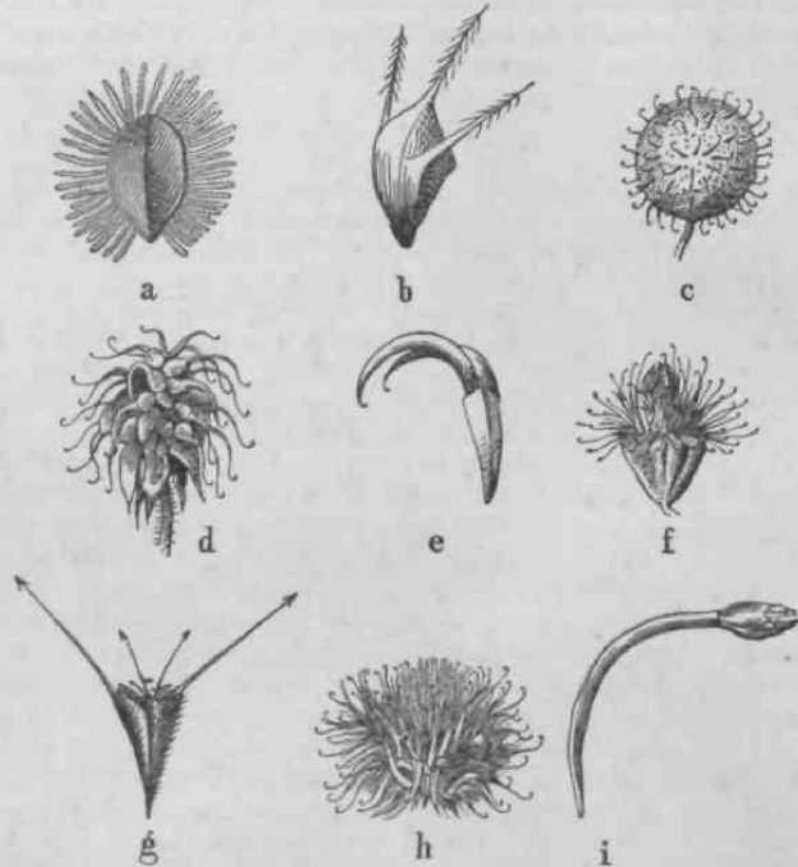


Fig. 120. Beispiele vom KattUtgea fttgthen und Saüti-li. a Sutu von *LhHinnUirtHm nymphacoides* (L.) Lk, {Ornliatürriti; h TslfriU'ht von *Picomia spiniftr. C»v.* (MtileMmtr); C Frucht von *Triumfütin iTUactueii d Sninim-lfiUL-lit* von *Ufum tirnittunn* (a. iHonacrat.); e Frud(t von *TragtmnM H, B- Kunli {Cempo»itat}* { IVmlü von *Agrfmomta CAMSOOM*); g Frictln von *X c t m Ipce.* (A'düit-farj; fc Frm-ttkopf von *^retium J«p;«i L. iCoiujuMita**): i Wtwe von *Cbnwttplftl ftwn>H«taw L.* (grwrtwfim), (HMü H Urt e-brand.)

apparat. Am weitesten aber werden durch den Wind verbreitet die iluBerst leichtesten Samen 7.a)reicher Knacceeit Gentianaceetl Und Orchidaccon.

NiUicre Bekanntschaft mit den Früchten und Samen der Steppenpflanzen zeigt, daß unter ihnen mit **Blngspaimtra** :in^,r!stnttpte besonders reichlich vertreten sind, dagegen sind diese seltener in windstillen Waldgebieten der Tropen. Von den /ahlreichen Schriftl. in diesen die Erscheinungen der Anemochorie besprochen werden, mo^n nur einige **achte**nsverie erwähnt werden. Von besonderer Wichtigkeit für die Theorie der Flügel ist das Werk von H. Dingler, Die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane. Ein Beitrag zur Physiologie der passiven Bewegungen im Pflanzenreich. **Iftsehen** ISstf. — Kronfeld, Studien über die Vermittlungsmittel der Pflanzen, I. Teil Windfrucht, Leipzig 1900. — Riley, On the [tapena] of Seeds by Wind, Annals of Botany XIX (1906). In letzterer Schrift ist besonders beachtenswert die Berechnung über die Verbreitung der Flugfrüchte der Dipterocarpacee *Shorea leprosuta* Miqu., welche erst entweht werden, wenn der Baum 30 Jahre alt ist, und höchsten 100 Yards (nähzu 100 Meter) vom Mutterbaum entfernt zur

Keimung kommen, somit in 100 Jahren nur 300 Yards in einer Richtung wandern können, um 100 englische Meilen zurückzulegen, 58 666 Jahre brauchen. — Bei Studien über Verbreitung von Früchten und Samen durch Wind und Tiere ist auch zu berücksichtigen: Sv. Murbeck, Beiträge zur Biologie der Wüstenpflanzen. II. Die Synaptospennie, Lunds Univers. Arskrift XVII (1921) 1—53, mit 6 Textfiguren.

Zoochore Verbreitung erfolgt durch Tiere hauptsächlich auf zweierlei Art:

1.) dadurch, daß klettartige Früchte und Samen, welche mit hakigen oder stacheligen Fortsätzen an der Frucht- oder Samenschale versehen sind, im Pelzwerk von Tieren haften bleiben und von denselben weithin verschleppt werden. Diese Früchte und Samen gelangen zum Teil auch durch den Handel mit Wolle weithin, oft über die Ozeane hinweg, in andere Erdteile. Vgl. Huth, Abhandl. und Vorträge aus dem Gesamtgebiet der Naturwiss. IV. 4. Die Wollkletten (1892), mit 63 Abbild. — Für die Kenntnis der Verbreitung von Samen und Früchten durch Vögel und Säugetiere sind noch besonders beachtenswert die Schriften *Ridley*: *Dispersal of Seeds by Birds*, Natural Science VIII Nr. 49 (1896); *On the Dispersal of Seeds by Mammals*, Journal of the Straits Asiatic Society, XXIV (1893).

2.) dadurch, daß Affen, Nagetiere und Vögel Beerenfrüchte und Steinfrüchte oder mit fleischigem Arillus versehene Samen verzehren, nur die saftigen Teile verdauen, die hartschaligen Samen oder Steinkerne aber unversehrt oder nach eingeleiteter Zersetzung der Hartschichten wieder von sich geben, und zwar an Stellen, welche oft vom Erzeugungsort der Früchte weit entfernt sind. Hierzu gehört auch die oben im Abschnitt XII S. 102 erwähnte *Myrmekochorie*. Vielfach werden auch durch die Früchte und Samen fressenden Tiere diese Pflanzenteile verschleppt und zufällig verstreut, ohne daß sie genossen werden. Auch durch Fische können Samen verbreitet werden. *Hochreutner* (*Dissemination des graines par les poissons*, in Bull. de Laboratoire de botan. générale III [1899]) stellte durch Fattening von Fischen mit Samen von Wasserpflanzen fest, daß die letzteren unbeschädigt und keimfähig durch das Verdauungssystem der Fische hindurchgehen, wenn sie gegen mechanische Zerstörung oder solche durch Salzsäure geschützt sind.

Hydatochore Verbreitung. Verbreitung durch Wasser erfolgt bei den Früchten und Samen von Sumpf- und Wasserpflanzen durch Flut, namentlich bei Überschwemmungen, sodann bei Küstpflanzen sowohl der extratropischen wie der tropischen Länder durch Meeresströmungen. Hierzu sind Früchte und Samen befähigt, welche durch luftfüllende Teile schwimmfähig und durch Hartteile gegen Reibungen geschützt sind. Zu diesen Driftfrüchten gehört auch die Kokosnuss und die Leguminose *Entada scandens*, eine in den Tropen verbreitete Liane aus der Unterfamilie der Mimosoideae, deren große Bruchfrüchte ganz oder in einzelnen Teilen mit Samen vom Golfstrom bis an die Küsten des nördlichen Norwegens gebracht werden. Im botanischen Garten von Upsala angestellte Versuche mit Samen, welche diesen weiten Weg zurückgelegt haben, ergaben, daß dieselben noch keimfähig waren. Das Innere der Samen mit dem Embryo ist durch Frucht- und Samenschale oder letztere allein so geschützt, daß trotz des langen Aufenthalts im Salzwasser kein Schaden entsteht. Vgl. auch: O. Warburg, Einige Bemerkungen über die Litoral-Pantropisten, in Ann. Jard. bot. Buitenzorg, Suppl. 2 (1898) 128.

Während die bis jetzt besprochenen Organisationen der Früchte und Samen mit Ausnahme der Myrmekochorie meist Transport in größerer Entfernung von der Mutterpflanze begünstigen, tritt bei anderen Pflanzen* eine Organisation auf, derzufolge die Samen aus der Frucht ausgeschleudert werden und höchstens wenige Meter weit von der Mutterpflanze zu Boden fallen. Dies sind die schleuderfrüchtigen Pflanzen, von denen Huth eine Zusammenstellung geliefert hat (Sammlung naturwissenschaftl. Vorträge III. 7., Systematische Übersicht der Pflanzen mit Schleuder-Früchten [1890]). Naturgemäß gruppieren sich diese Früchte folgendermaßen:

A. Trockene Schleuderfrüchte.

a) Spannungsschleuderer.

1. Bei der spiral- oder kreisförmigen Einrollung der Carp, oder ihrer Klappen, schnellen die Samen nach dem Gesetz des Beharrungsvermögens fort, wie bei *Corydalis*, *Cardamine impatiens* L., *Eschscholtzia* und vielen Leguminosen, wie *Lupinus*, *Lathyrus*-Arten, *Wistaria chinensis* u. a.
2. Die beim Eintrocknen sich nähernden Carp, drücken auf die Samen und quetschen dieselben mit Gewalt hinaus, wie bei *Viola*-Arten, *Euphorbia*, *Timonidion*

Euphorbia lathyris L., *Montia fontana* L., *Ricinus* und *Hura crepitans* L., deren Samen bis 7 m weit weggeschleudert werden.

- b) Klettschleuderer. Die mit Haken versehenen Früchte oder deren hakige Hüllen werden von vortiberstreichenden Tieren ein Stück mit fortgenommen, ohne abzureißen, schnellen dann plötzlich zurück und schleudern hierbei die Früchte oder Samen aus, z. B. *Arctium*, *Setaria*.
- B. Hygroskopische Schleuderfrüchte.
3. Trockenfrüchte, die ihre Schleuderkraft erst durch Einwirkung der Feuchtigkeit erhalten, wie *Bonnaya* (Scrophulariaceen) und Arten von *Avena*.
- C. Saftige Schleuderfrüchte mit Ausschleuderung infolge eines gewaltsamen Saftzuströmes bei der Reife.
4. Die spiralig sich aufrrollenden Carp., schleudern die Samen fort, z. B. bei den Balsaminen, *Impatiens*.
5. Die Fruchtwände reifen unregelmäßig auf, z. B. bei den Cucurbitaceen *Momordica charantia* L., *balsamina* L. und *Elaterium carthagenense* L.
6. Die Samen der nicht aufspringenden Beerenfrucht werden durch ein beim Abfallen frei werdendes Loch ausgespritzt bei *Ecballium elaterium* Rich. Vgl. E v o n G u t t e n b e r g, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXXIII (1915) 20.
7. Bei *Dorstenia* liegt der reife Same zwischen den oberen Enden der verdickten Frucht- wände und hält sie auseinander, eine scharfe Kante des Samens liegt dicht unter dem Scheitel der Frucht. Die kleinzellige äußere Schicht der verdickten Wände ist stark gespannt. Sobald der dünne Scheitel der Frucht durch leichten Druck gesprengt wird, klappen die dicken Wände zusammen und der Same fliegt weit weg (nach Fritz Müller).
8. Bei *Oxalis* liegt der Schleudermechanismus in einer die Samen einhüllenden Außenschicht mit ungleicher Schichtenspannung. (D i l l e n i u s, Hortus elthamensis II. [1732] 299. — Hildebrand, Die Schleuderfrüchte und ihr anatomischer Bau, in Pringsheims Jahrb. IX [1873] 231. — Z i m m e r m a n n, Obermechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen und Früchte [1881]).

Hygrochasia, Xerochasia. Anhangsweise möge hier auch auf die für die Frucht- und Samenverbreitung nützliche Einrichtung der Hygrochasia hingewiesen werden. Mit dem Wort *Hygrochasia* (von *ὑγρός* feucht und *ἀνίμω* gähnen, klaffen) bezeichnet Ascherson (Hygrochasia und zwei neue Fälle dieser Erscheinung, Ber. d. Deutsch. bot. Ges. X [1892] 94—114 Taf. VI, VII) »die bei einigen Pflanzen von Gebieten, wo Trockenzeiten mit Perioden mehr oder weniger reichlicher Niederschläge abwechseln, seit Jahrhunderten bekannte Erscheinung, daß ihre Fruchtstiele oder Früchte (mitunter beide) infolge von Durchtränkung mit Wasser Bewegungen ausführen, die die Ausstreuung der Samen (bzw. Sporen) erleichtern, beim Austrocknen sich aber wieder schließen. Die bekanntesten Beispiele liefern unter den Angiospermen die beiden »Jerichorosen«, die im Mittelalter so bezeichnete Composite *Odontospermum pygmaeum* (DC.) Benth. et Hook. (= *Asteriscus pygmaeus* Coss. et Dur.) der nordafrikanischen und westasiatischen Wüsten und die dasselbe Gebiet bewohnende, jetzt gewöhnlich so genannte Crucifere *Anastatica hierochuntica* L., sowie die Früchte zahlreicher *Mesembrianthemum*-Arten Südafrikas. Auch die Kapseln der *Fagonia*- und *Zygophyllum*-Arten der ägyptischen Wüste öffnen sich nach Volken's hydrochastisch, desgleichen die der stid- und tropisch-afrikanischen Scrophulariaceen-Gattung *Aptosimum* nach Schinz.« Ferner wies J. Versehaffelt hydrochastische Bewegungen nach an den Fruchtkelchen von *Brunella vulgaris* L., *B. grandiflora* Jacq., *Salvia horminum* L. (Mediterran), *S. lanceolata* Willd. (Mexiko und stidl. Nordamerika), an den Fruchtsielen von *Iberis umbellata* L., auch hat Schinz bei den stidafrikanischen Arten der Compositen-Gattung *Geigeria* und bei einigen *Aptosimum* im Fruchtzustand ein ähnliches Zusammenballen wie bei *Anastatica* beobachtet. Ascherson hat in der oben zitierten Abhandlung noch zwei ausgezeichnete Beispiele hinzufigen können, nämlich die ganzen Pflanzen von *Lepidium spinosum* Ard., welches von den Ionischen Inseln an bis zur Küste Unter des Ägäischen Meeres bis Syrien verbreitet ist, und die Fruchtstiele der im Mittelmeergebiet weit verbreiteten Umbellifere *Ammi visnaga* (L.) Lam. — Diesen Pflanzen entgegen verhalten sich die meisten anderen, welche

entsprechende, die Aussaat befördernde Bewegungen infolge des Austrocknens ihrer Gewebe ausführen. Ascherson schlug für deren Verhalten die Bezeichnung *Xerochasia* vor.

Parthenokarpie ist die vorzugsweise bei Kulturpflanzen, aber auch bei anderen Pflanzen auftretende Entwicklung von Früchten ohne oder mit tauben Samen. Es sind verschiedene Arten von Parthenokarpie zu unterscheiden: 1.) die *autonome* (Noll, Fitting) oder *vegetative* (Hans Winkler), welche ohne jegliche Bestäubung eintritt bei gewissen Sorten von Äpfeln, Birnen, Gurken, Feigen, *Diospyros kaki*. 2.) die *induzierte* oder *aetionome* (Fitting), welche Fruchtbildung durch Verwundungen, parasitische Pilze, Insektenstiche und andere Reize hervorruft. So ergaben Versuche von Ewert mit Stachelbeeren, welche normalerweise Früchte nur nach Bestäubung bilden, daß nach Kastrierung der Blüten, Ringeln oder Brechen von Zweigen die kastrierten und durch Gazehüllen vor Fremdbestäubung geschützten Blüten taube Früchte erzeugten, jeden falls durch Stauung der Nährstoffe. 3.) die *stimulative* (Hans Winkler), bei welcher die Frucht nur nach Bestäubung mit eigenem oder fremdem Pollen entsteht, der bisweilen zu den Samenanlagen gelangt, aber nur selten Samenbildung hervorruft. Dies ist der Fall bei zahlreichen Varietäten von Bananen, Mandarinen und Wein (Sultaninen). Diese interessanten Verhältnisse werden hauptsächlich in folgenden Schriften erörtert:

Miller-Thurgan, Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Entwicklung der Samen, Landwirtsch. Jahrb. d. Schweiz (1898) 135—205; Die Folgen der Bestäubung bei Obst- und Rebenblüten, 8. Ber. d. Ztrch. bot. Ges. (1901—1903) 45—63. — Noll, Fruchtbildung ohne vorausgegangene Bestäubung bei der Gurke, Sitzber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn (1902) S. 149—162. — Ewert-Proskau, Blütenbiologie und Tragbarkeit unserer Obstbäume, Landw. Jahrb. XXXV (1906) 259—287; Neuere Untersuchungen über Parthenokarpie bei Obstbäumen und einigen anderen fruchttragenden Gewächsen, Landw. Jahrb. XXXIX (1909) 767—839; Parthenokarpie bei der Stachelbeere, Landw. Jahrb. XXXIX (1910) 463—470. — R. v. Wettstein, Über Parthenokarpie bei *Diospyros kaki*, in Oest. bot. Zeitschr. 1908, Nr. 12. — Tischler, Über die Entwicklung der Samenanlagen in parthenokarpen Angiospermen-Früchten, Jahrb. f. wiss. Botanik LII (1913) 1—84; Referat über d'Angremond, Parthenokarpie und Samenbildung bei Bananen, Zeitschr. f. Botanik VI (1914) 870—872. — Ernst, Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich (1918) 406—432.

Der letztgenannte Autor sucht zu begründen, daß die Parthenokarpie hybriden Ursprungs sei und nicht, wie sonst vielfach angenommen wird, allmählich unter den veränderten Lebensbedingungen der Kultur entstanden sei. Bei der induzierten oder aetionomen Parthenokarpie ist der hybride Ursprung wohl ausgeschlossen, wie aus folgender Besprechung einschlägiger Tatsachen hervorgeht. Es war zuerst Treub, der in einer Abhandlung (L'action des tubes polliniques sur le développement des ovules chez les Orchidées, in Ann. d. Jardin bot. de Buitenzorg III [1883] 122—128) bei der Orchidacee *Liparis latifolia* Blütenstände beobachtete, an denen die Fruchtknoten geschlossener Knospen angeschwollen waren und Samenanlagen enthielten, wie sie sich sonst erst nach der Bestäubung entwickeln. Der Reiz zu dieser Entwicklung war von Insektenlarven ausgegangen. Ähnliches wurde durch Larven hervorgerufen bei der Orchidacee *Calanthe*, bei **Feigen, bei *Cucurbita pepo***.

An dieser Stelle möge auch noch ganz kurz auf die Ergebnisse eingegangen werden, zu denen die Studien über die Geschlechtsverhältnisse der Blüten des Feigenbaumes, über Domestikation, über Caprifikation und das Verhalten der seine Blütenstände bewohnenden Hymenoptere *Blastophaga grossorum* geführt haben. Nachdem die Studien*) von Solms-Laubach, Paul Mayer und Ravasini dargestellt haben, daß, wie schon Linné

*) Wichtigste Literatur: F. Cavolini: Memoria per servire alia storia compiuta del fico e della proficazione. Opusculi scelti sulle scienze e sulle arti, Vol. V: Milano 1782. — G. Gasparini, Ricerche della natura del Caprifico e del Fico e sulla caprificazione. Rendiconti dell'Accademia di Napoli, Vol. IV (1845). — Graf zu Solms-Laubach, Herkunft, Domestikation und Verbreitung des gewöhnlichen Feigenbaums, Abhandl. d. Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Bd. XXVIII (1882); Die Geschlechtsdifferenzierung der Feigenbäume, Bot. Zeit. 1885. — P. Mayer, Zur Naturgeschichte der Feigeninsekten, Mitt. aus der zool. Station in Neapel, Bd. III, Heft 4 (1882). — R. Ravasini, Die Feigenbäume Italiens und ihre Beziehungen zueinander, Diss. Bern 1911. — E. Leick, Die Kaprifikation und ihre Deutung im Wandel der Zeiten, in Mitt. d. Deutsch. Dendrolog. Gesellschaft, Nr. 34 (1924).

erkannte, die auf den mit § und kurzgriffeligen Gallenblüten ausgestatteten *Caprificus*-Blütenständen lebenden *Blastophagen* und zwar die weiblichen Tiere beim Besuch der 2 Feigenbäume den ihnen anhaftenden Pollen unwillkürlich auf die Narben der langgriffeligen 2 Blüten übertragen und so auch zur Erzeugung von Samen beitragen, hat *Leick* in seiner zusammenfassenden Darstellung der älteren und neueren Beobachtungen über das Verhalten der *Blastophagen* darauf hingewiesen, daß dieselben abgesehen von der durch sie möglichen Bestäubung auf die mannigfachen Kulturrassen eine in verschieden starkem Maße einwirkende traumatische Reizung ausüben. Der Wundreiz des die 2 Blüten anstechenden Insekts, das aus pollenfreien Blütenständen des *Caprificus* hervorgeht, kann auch, wie beobachtet wurde, zur Reife der Fruchturnen (nicht der Samen) führen. Außerdem sind aber die meisten Kulturrassen dadurch ausgezeichnet, daß sie ohne Berührung mit *Blastophagen* und ohne Bestäubung schmackhafte Scheinfrüchte ohne keimfähige Samen hervorbringen.

Es hat dann *Fitting* **Beiwirkungen von Fremdkörpern auf Fruchtknoten** untersucht. Bei vielen tropischen Orchidaceen mit langer Blütezeit genügt das Anfliegen von Pollinarien auf den Narben, um eine rasche Anschwellung des Gynostemiums und das Welken der Blütenhülle hervorzurufen. *Fittings**) sehr zahlreiche Untersuchungen ergaben namentlich, daß die verschiedenen Erscheinungen der Postfloration nicht durchweg correlative miteinander verbunden sind, daß das vorzeitige Abblühen, das Schließen der Narbe und das Schwellen des Gynostemiums von der Keimung des Pollens, somit auch von dem Schwellen des Fruchtknotens völlig unabhängig sind. Das Welken der Blütenhülle konnte schon durch leichte Verwundung der Narbe hervorgerufen werden, ferner durch Behandlung mit dem Extrakt aus lebendem oder totem Pollen. Auch bewirkte Behandlung mit dem Extrakt Schließen der Narbe und Anschwellen des Gynostemiums. *Fitting* konnte zeigen, daß das wirksame Prinzip des Pollens sich an der Oberfläche desselben befindet und daß der Extrakt einer Temperatur von 100° widersteht. Von besonderem Interesse ist, daß der wirksame Körper sich auch am *Hibiscus*-Pollen findet, der auf Orchideenblüten dieselbe Wirkung ausübte wie deren eigener Pollen. Dagegen waren zur Schwellung des Fruchtknotens der Orchideen, Grünwerden desselben und des Perianths, Keimung des Pollens und Eindringen der Pollenschläuche notwendig.

In dieses Gebiet gehören auch die Untersuchungen von *F. Laibach* und *F. Rossner***). *Laibach* fand, daß toter und ungekeimter Pollen auf die Narbe von *Origanum vulgare* gebracht, keine Reaktion hervorruft, daß aber Pollenschläuche, in größerer Menge auf die Narbe gebracht, eine auffallende Abkürzung der Blütendauer (Abstoßen von Krone und Griffel) erzeugen. Dieselbe erfolgt auch, wenn die Narbe völlig entfernt oder funktionsunfähig gemacht wird, aber nicht bei bloßen Verstimmlungen der Narbe.

Rossner stellte Untersuchungen an über 2000 Blüten von 57 Arten an, wobei er die Bestäubung durch Überziehen der Narbe mit einer dünnen Lamelle von Kanadabalsam verhinderte, sodann die Narben verletzte oder die Fruchtknoten anstach. Bei Zwitterblüten führten weder Bestäubung, noch Verletzungen der Narbe oder des Fruchtknotens, noch völliges Entfernen der Narbe zu einer Verkürzung der Blütendauer. Hingegen trat eine solche in der Regel ein, wenn bei Pflanzen mit diklinen Blüten die 2 bestäubt oder deren Narbe oder Fruchtknoten verletzt oder wenn von den § Blüten die Antheren entfernt wurden.

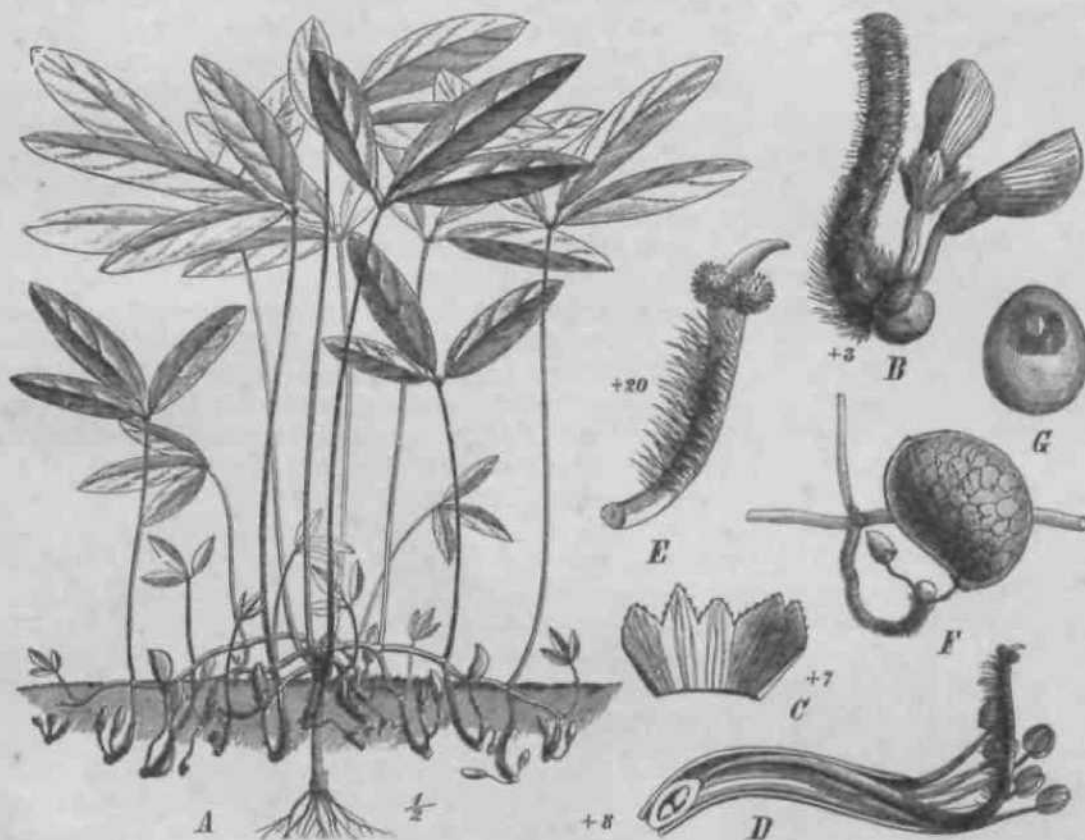
Oeokarpie, Amphikarpie, Heterokarpie. (Eine Zusammenstellung der älteren Literatur über diese Verhältnisse findet man bei *Huth*, Sammlung naturwissenschaftlicher Vorträge III, Bd. X, über geokarpe, amphikarpe und heterokarpe Pflanzen, Berlin 1890.)

Geokarpie. Während bei der großen Mehrzahl der Angiospermen die Früchte aber der Erde entwickelt werden, sehen wir bei einigen die eigentümliche Erscheinung,

*) Vgl. hierzu *H. Fitting*, Entwicklungsgeschichtliche Probleme der Fruchtbildung, Biol. Centralblatt XXIX (1909); Beeinflussung der Orchideenblüten durch die Bestäubung und durch andere Umstände, Zeitschr. f. Botanik I (1909) Heft 1; Weitere entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Orchideenblüten, Zeitsch. f. Botanik II (1910) Heft 4.

**) *F. Laibach*, Die Bestäubung der Narbe und des Griffels für die Blütenentwicklung von *Origanum vulgare*, Ber. d. Deutsch. bot. Ges. XXXVIII (1920) 43—54. — *F. Rossner*, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Bestäubung und Blütendauer, in Bot. Archiv III (1923) 61—128.

daß von den chasniogaraen Blüthen nur die am Grumle oder wenigstens dem Erdboden nahe stehende TUT Sinnenbildung gelangen, **BMMWB** ihre junked Pfrichte von oben her in den Boden liiiiieigestoßen **Oder von** unten her in den »elb?n hin<injrei<Mren wesen sind. So ist es bei der Erdnufl *ArackU hypogaea* I*, wo sie zwischen Kelch and Frucht • i n hingen, Oynophor (Karpophor. Karpopodium) entwickelL fan* ähnlich bei dor in Togo kultivierten Kan Jelal>ohnfl *KerstingitJia gcQcasya* Hinna, »owie bei *Trigoneila Asehersoniana* Uili.; auf andere Art erfolgt das Einbetten in den Bod^n bei den Leguminosctt *Voandzeia subterranea* IVt. TIK (Fig. 121), *TrifoHmH .lubttrametm* L. un Mediterrang'ebiw und *Astragalus kypogaeus* Ledeb. in Sibirien, bei den Cruciferen *Morisia monanthos* Asohrs, in Sardinian iind *Geococcus pusillts* Drum, in Australien, *Oitettia hypogaea* Schlecht. et



Fist. isi. Pjwrrfffl wWanwo TbooAim. A ganze Pfluw mil anMK tlur Ewtt reftlmdm Prttcbtoo; B Ende tics BUeMttutdstotei mi*, s Blilien: C Keleh AuitgbreiU¹: /J SUib>, uild PUTtli; fc' Griffelende; f lllllsc ddi 'orn hltiir dea BlftmitRadatUBa; G Snni<. rN<clj Hnrini.l

Cham., einer NyctJLginacee Slexikos, bei der klelne aljyseinischeii Convolvulacee *Neprophyllum abyssinictim* A. **Blob.** Bei *Plantago cretica* L. gelangt das befruchtete Blüthenkiipfchen durch Niederlegen dea inlloreszenzstieleB in den Boden, und bei *Cyclamen* wird durch spralipe Zusammenrollung dee Blüthenstieleg die Frucht in die Brde fozogen, wo sie Überwintert und tiber wekhe sic nach der Keifo wieder hierauatritL Die Geokarpie iat schwieriger zu erkl&ren, als die Ampliik&rpie. Die&e PilanKen haben cliasinogaiue Blüthen, nacli dcert Befruchtun^ tiber der Erde in den moisten FiUeri, sei es durck geotropisches Wachatum des TrSgors dea Blüthenstandee (*Tn'folium subterraneum*), mi es dwell solches dea BlüthenPtieles (*Morisia*), sei es durck solches des Karpophors {*Arnchis*, *KerstingieUn*) die jimyetj **Frttechte** in <*n Boden getrieliion wrden und dort reifen; dies ist aber nur W den unteren Blüthen der FalJ; de«n die oberen gelanRen, aueb wenn sie befniciitf-L werden, nicht zur KruciilentwickJung; fallen vielmehr al>, wie dies am deutliehsten bei *Arnchis hypogaea* walir/unebmen i&t, Vielleiclit ist diese Erseheinuiig so zu erkliren, dafl die rasclie Kntwicklung der am Gruude stehenden und zuerst befruchteten Blütheu ?» sebr viel Kohlenhydrate verbrauchenden Frtlichton Ucr IVuchtentwicklung der spflter erzeugteu und *j •äter befruchteten oberen Blüthe tumberlich ist Eine physiologische UrBache für die atarke



Kl. (f. 14*. *Virridifolia chenopodiifolia* Pers., im Mittelmeer, Oiler in der Erde mit tiefen Wurzeln und Schotenfrüchten, die in der Erde mit Schotenfrüchten, welche aus kleistogamen Blüten hervorgegangen sind. (Nach Prunell.)

arguta Sol. auf den Kanaren; die Orobanchaceo *Phelipaea tutea* Desf., *patananche lutea* L., *Emex spinosus* (L.) Campdera (nach Murbeck) im Mittelmeergebiet; *Cottnelina brngalensis* L. in Ostindien.

Von manchen Autoren (Gerard 1800, Grisebach 1878, Huth 1891) ist die Amphikarpie wie die Oeokarpie teleologisch betrachtet worden, daß sie eine Schutz-

Verlängerung des Karpophors bei *Arachis* und *Kerstlingia* v. n. vorläufig nicht anzugeben.

Während bei den besprochenen Arten die Geokarpie dadurch zustande kommt, daß oberirdisch erzeugte Blüten in den Boden hineingestoßen werden, finden wir bei tropischen Cäulifloren Holzgewächsen die Erscheinung, daß sie an dem ± dicken Hauptspross nicht nur in einiger Entfernung (oberhalb der Krone; subterre) Blüten und Früchte hervorbringen, sondern auch dicht am Grunde des Stammes, so bei den Leguminosen *Cynometra catiflora* L. und Arten von *Brownea*, desgleichen bei *Ficus glomerata* Roib.

Daran schließen sich eine andere auffallende Erscheinung bei einzelnen tropischen Holzgewächsen, die darin besteht, daß am Grunde des Stammes lange, geblättrige, sich verzweigende Aeste entspringen, welche Blüten und daraus hervorgehende Früchte tragen, die teilweise in der Erde stecken bleiben, wie bei *Ficus geocarpa* Miq. auf Java, oder dicht über dem Boden zur Entwicklung kommen, wie bei *Anonahilantha* Eichl. in Brasilien und der Flacourtiacee *Paraphyadanthefragiliflora* Mildbr. in Rind-Kamerun. (Vgl. Engler, Die Pflanzenwelt Afrikas III. Bd. [1902] S. 564 Fig. 60 in Engler u. Pruden, Vegetation der Erde IX.) Ähnlich sind die Wurzeln abgebildet von S. H. Koorders in Ann. Jard. bot. Buitenzorg XV 711 (1902) 88—91.

Zu bemerken ist noch, daß bei *Stylochiton* aus der Familie der *Araceae* dadurch zustande kommt, daß die den Blütenstand umschließende Spatha mit ihrem unteren Teil in der Erde bis zur Fruchtreife verankert bleibt, so bei *St. hypogaeus* Lepr. und *St. lancifolius* Kotschy et Peyr.

Amphikarpie tritt auf bei Pflanzengruppen, welche gleichzeitig oberirdische chlamyogame und unterirdische kleistogame Blüten entwickeln. Solche Pflanzen sind *Vicia anytifolia* Roth. var. *amphicarpa*, *V. pyrenaica* Poir., *Lentkyntsnafivvs* L. var. *amphicatpux*, *L. srtifolius* L. im Mittelmeergebiet; *Trifolium polymorphum* Poir. im extratropischen Südamerika; *Galactia caccensis* Benth., *Mium amphicarpum* Pursh, *Amphicarpaea monoica* Ell. et Nutt, *Polygala polygamutn* Hook. in Nordamerika; *Cracca heterantha* (Griseb.) Harms (*Tephrosia heterantha* Griseb.) in Bolivien und Argentinien nach Hieronymus und R. E. Fries. unter *Neocracca Kuntzei* (Harms) O. Ktzo. in Archiv für Bot III 119041 Nr. 9: *Cardamine CkMthipodiifolia* Peft. in Argentinien: *Vandelia sessiliflora* BpTitl., *Oxalis fretoscua* L., *Viola aepincola* Jonl., die Scrophulariaceen *Linaria cymbalaria* L., *L. sptfua* Mill. und *L. clatit* Mill. in Mitteleuropa: *Scroptetlaria*

vorrichtung sei, die dazu diene, die Friichte vor dem Zahn der weidenden Tiere sicherzustellen. Dem ist entgegenzuhalten, daß die erste Ursache für das verhältnismäßig doch sehr seltene, nur ausnahmsweise auftretende Verhalten, welches einige Vorteile gegenüber den oberirdisch erzeugten Samen gewährt, sicher eine physiologische, mit andern Eigentümlichkeiten der in Rede stehenden Pflanzen zusammenhängende ist. Die erste Ursache für die Amphikarpie und auch die Geokarpie muß die sein, daß diese Pflanzen die zur Blütenbildung notwendigen Stoffe entweder schon bereit haben, wenn sie ihre unteren Blätter am Hauptstengel (*Cardamine chenopodiifolia*) hervorgebracht haben, oder wenn ihre unteren dem Boden anliegenden oder in denselben eindringenden Seitensprosse entwickelt sind (*Vicia amphicarpa*, *Lathyrus amphicarpus* und andere). Fast alle amphikarpen Pflanzen besitzen aber entweder in ihrem Nährgewebe oder in ihren Embryonen reichliche Nährstoffe, welche eine frühzeitige Entwicklung von basalen Seitensprossen und eine Entwicklung von Blüten schon am Grunde der Hauptsprosse begünstigen. Diese erste Ursache ist aber allein zur Entstehung von Amphikarpie nicht hinreichend; denn es gibt eine sehr große Zahl von Pflanzen, welche niederliegende, auch in den Boden eindringende oder schon unter der Erde entstehende Sprosse mit Blütenanlagen entwickeln, bei denen aber doch immer die Blüten tragenden Stengel oder Äste über die Erde treten und über derselben Friichte reifen, namentlich auch zalilreiche Leguminosen, deren Samen ebenso nachgestellt werden könnte, wie denen von *Lathyrus amphicarpus* und *Vicia amphicarpa*. Dazu kommt, daß *Lathyrus amphicarpus* nur als eine biologische Varietät des aërokarpischen *L. sativus*, *Vicia amphicarpa* als eine solche der *Vicia sativa* anzusehen ist, daß *Lathyrus setifolius* bald nur aërokarp, bald amphikarp vorkommt. Dies zeigt, daß die Amphikarpie vielfach noch eine individuelle Variation ist, die davon abhängt, ob ein Pflanzenstock schon bei der Entwicklung der unteren Sprosse zur Bildung von Blüten sprossen vorzuschreiten vermag, ob er gewissermaßen dort schon die Blütenstoffe vorrätig hat. Fabre (Observations sur les fleurs et les fruits hypogées du *Vicia amphicarpa*, in Bull. de la Soc. bot de France II [1855] 503) hat sogar bei *Vicia amphicarpa* zwei sehr wichtige Experimente gemacht: er hat oberirdische Zweige mit Blütenanlagen in den Boden eingesenkt und dadurch erreicht, daß derselbe etioliert wurde und die Blüten unter der Erde Friichte mit nur wenigen dicken Samen hervorbrachten, wie dies bei den von selbst unter der Erde entwickelten Blüten der Fall ist; andererseits entwickelten unter der Erde angelegte Blütenzweige, über die Erde gehoben, mit gefärbten Petalen versehene Luftblüten und wie die gewöhnlichen chasmogamen Blüten von *Vicia amphicarpa* oder *Vicia angustifolia* Friichte mit einer größeren Anzahl kleinerer Samen. Hieran schließen sich auch die Erfahrungen, welche Kerner v. Marilaun mit *Viola sepincola* Jordan machte. Dies Veilchen erzeugt an schattigen Standorten zwar im Laub versteckte oder unter der Erde geborgene kleistogame Blüten, dagegen an zeitweilig besonnten Stellen neben den kleistogamen Blüten auch chasmogame und duftende Blüten an aufrechten Stielen. Wenn in diesen Fällen die Umbildung so rasch gelang, so erscheint es befremdlich, daß eine so große Zahl von Pflanzen, die niederliegende Stengel mit dem Boden genäherten Blüten besitzen, nicht zur Amphikarpie gelangt ist; aber es ist eben mit der Annäherung an den Boden, mit dem Eindringen von Blütenknospen in denselben noch nicht alles geschehen, was zur Amphikarpie führt; es müssen vor alien Dingen die Blüten kleistogam werden können, wenn die Bestäubung unter dem Boden erfolgen soll. Diese zweite Bedingung ist bei alien zwitterblütigen amphikarpen Pflanzen vorhanden und auch bei dem unter der Erde reifenden *Milium amphicarpum* Pursh, bei dem die oberen Blüten in der Regel nicht mehr zur Fruchtbildung gelangen. Eine gemeinsame Erscheinung der amphikarpen Pflanzen ist auch die, daß unter der Erde die Blütenstiele etwas länger werden, die Stempel dagegen etwas kürzer und ärmer an Samenanlagen, die Samen jedoch etwas größer als bei den oberirdischen Luftblüten. Das Längerwerden der Blütenstiele ist eine bei der unterirdischen Entwicklung ziemlich selbstverständliche Etiolierungserscheinung; auch das Kürzerwerden der Stempel und die damit zusammenhängende Reduktion der Zahl der Samenanlagen ist darauf zurückzuführen, daß unter der Erde alle Blattgebilde kürzer bleiben, saftreicher sind und sich weniger fortentwickeln, als wenn sie über die Erde treten; auch das Fleischigwerden der Carpelle steht mit der Etiolierung im Zusammenhang. Wenn aber weniger Samenanlagen in den einzelnen Carpellern vorhanden sind und, wie es bei den unterirdischen Blütenständen die Regel ist, eine geringere Anzahl von Blüten angelegt wird, so ist auch leicht verständlich, daß die wenigen an einem

unterirdischen Blütenzweige vorhandenen Sameianhig-en zu gröSern Samen werden *ah* die zahlreicheren Samenanl&gen der oberirdiechen Blütenzweige.

Besondere Beachtung verdient noch die wcaafrikanisdie Urticacee *Fleurya podocarpa* Wedd-, welche monOziscij ist, bald nur afirokarp, bald amphikarp ist; aber, da sic nur dikline monöziache BKlten besitzt nicht kJeistogame BtilloD entwickelo kn,nn. Da die ? Blfiten sehr reichlich Pollen produxieren, batte ich angfcooramen, daB die wohl raehr



Fin. tXL Trbgifi volubili* L. A Habtu-lilM, B einsamige Krut'hl, V nurmflic Fmchl,

am Boden als im Boden lie^enden PistiUe durch Pollen, den Tiere, vittleicht Re^en-wUrmtr, zufällig¹ an die Narben bfangen, befruchtet werden. Leider let hia jetit det Sachvprhalt an Ort und Stelle nicht uniersucht word<n. Jcclenfalls ha-bcu wir **be** dJeser Pflinxo es mit einem ei^vnartigvu Fall von Aniphikarpio zu tun. (Vgl. A, Engler, Ober Ainphicarpie bei *Fleurya podocarpa* Wedd tieb>t **elaigeo aUgemdnen** Bemerkungen Über die trpohrtiniinf; der Amphicarpie und (JeoCarpie, in .Sitzber. ProaB> Akad. d. Wise. 1895.) Eingeliemle Beschretbungen der Amphikarpia bei *Emex spüosus* (L.) Campdura, *ScroplmlariQ arguta* SolajnJ, und *Catonemch* luti-a* L. ilndet man in der Schrift von M u r b < o k : **Ober eiaigo** amphikarpc DordwQstafrikanisrliit Pflanzen, OfTert*{t ,if Kongl. Vp. tpsnkabB-Akademions FORhandlingar 1901 Nr. 7.

Heterokarpie bezeichnet das Vorkommen von verschiedenartigen oberirdischen Früchten bei derselben Pflanze. Man wird aber gut tun, wenn man unterscheidet zwischen den Pflanzen, bei welchen Heterokarpie auf demselben Blütenstand stattfindet, und zwischen denjenigen, bei welchen die Früchte verschiedener Blütenstände in Form und Größe abweichen. Die ersteren, welche namentlich bei Compositen und Umbelliferen auftreten, sind beeinflusst durch ihre Stellung im Blütenstand. Während z. B. bei den Gattungen *Brachyris*, *Anaitis* (*Gvtierrezia*), *Ximenesia* die Scheibenblüten geflügelt oder mit Pappus versehen sind, ist dies bei den Randblüten nicht der Fall; bei *Calendula* und *Sanvitalia* kommen sogar auf demselben Blütenköpfchen dreierlei Früchte vor. Nicotri zeigte in seiner Abhandlung »Sull' heteromorfismo carpico (Nuovo Giorn. bot ital. XVII [1910]), daß die tauben Achanien der heterokarpischen Compositen gewöhnlich die palaotypischen Merkmale behalten, nämlich meistens von einem Pappus gekrönt sind, während die feilen Früchte keinen solchen mehr besitzen. Vom teleologischen Standpunkt aus sollte man das Gegenteil erwarten. *Catananche lutea* bildet dreierlei Früchte auf zweierlei Blütenständen, größere Blütenstände mit kleinen, 5grannigen und geflügelten Achanien in der Mitte, mit dickeren und nicht begranneten Achanien an der Peripherie, kleinere 1 bis 2blütige, also reduzierte Köpfchen in den Achseln der grundständigen Blätter, nur wenig über die Erde hervortretend mit unterirdischen dicken unbegranneten Achanien. Bei Umbelliferen, z. B. *Torilis nodosa*, sind häufig die peripherischen Früchte mit einer fruchtbaren inneren Teilfrucht und einer sterilen oder schwächer entwickelten äußeren Teilfrucht versehen, während die zentralen Früchte alle regelmäßig sind.

Heterokarpie in verschiedenen Blütenständen finden wir bei *Heterocarpus Fernandezianus* Phil., einer Crucifere auf Juan Fernandez, welche sich so verhält wie *Cardamine chenopodiifolia*, ohne jedoch ihre basalen Sprosse in die Erde zu versenken; ferner bei *Desmodium heterocarpum* DC. in Ostindien, welches unten 1samige, oben 5- bis 7samige Hülsen entwickelt. Hier ist Etiolement nicht die Ursache für die Verkürzung der Garpelle, vielmehr scheint dieselbe hier nur von dem verschiedenen Reichtum an assimilierten Stoffen im unteren und oberen Teil des Sprosses abzuhängen. Sehr eigenartige Heterokarpie beschreibt Ernst Ule (in Englers Bot. Jahrb. XXXVI Beibl. 81 S. 95, Fig.) von der Euphorbiacee *Tragia volubilis* L. (Fig. 123) und verwandten Arten in der südamerikanischen Hylaea; die Pflanze trägt einmal dreifachrige Kapseln, wie andere Euphorbiaceen, dann aber einsamige Kapseln, welche mit drei Schnabeln, 2 langen und 1 kurzem, versehen sind; es sind nämlich von den 3 Coccen 2 fehlgeschlagen und die beiden Klappen der dritten haben sich zu langen Hörnern ausgestülpt, das Schlitzende der Naht ist ebenfalls zu einem meist kürzeren Horn ausgewachsen. Die 3samigen Früchte erhalten die Art an ihrem Standort, die 1samigen dagegen verhalten sich wie Klettfrüchte und dienen der weiteren Verbreitung der Pflanze.

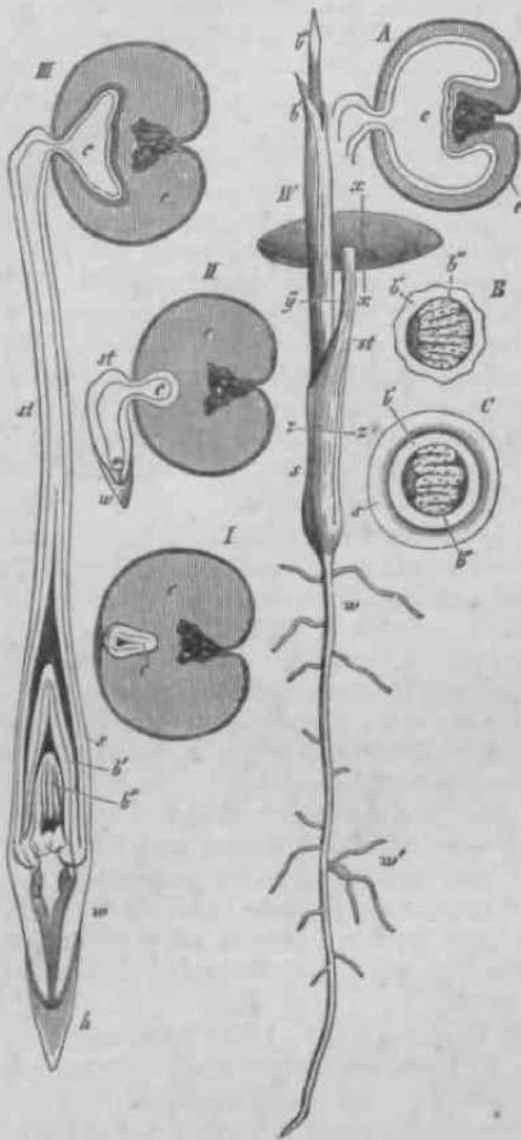
Eine gründlichere Abhandlung über Heterokarpie verfaßte Delpino: Eterocarpia ed eteromericarpia nelle Angiosperma, Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, 5 Ser., Tomo IV (1894). Eine recht große Zahl von heterokarpischen Fruchtbildungen bespricht Huth in seiner Schrift: Heteromericarpie und ähnliche Erscheinungen der Fruchtbildung, in Abhandl. u. Vorträge aus dem Gesamtgebiet der Naturwissenschaften IV. 8 (1895).

XVI. Keimung.

A. Keimung der Samen nach ihrem oder der Früchte Abfall von der Mutterpflanze.

Entsprechend der großen Mannigfaltigkeit der Früchte und Samen der Angiospermen sind auch deren Keimungsverhältnisse sehr verschieden. Einzelne Samen besitzen eine sehr kurze Dauer der Keimfähigkeit und keimen bald, nachdem sie aus den Früchten entlassen sind, so die Samen von *Corydalis cava* und verwandten Arten, von *Melampyrum*, *Euphrasia*, *Pedicularis*; ferner von *Ulmus*, *Salix* und vielen *Leguminosae-Papilionatae*. Im zweiten Jahr keimen erst die Arten von *Fraxinus* und *Carpinus*, im vierten bis siebenten Jahr *Euphorbia cyparissias*. Manche trocken aufbewahrte Samen keimen noch nach Jahrzehnten, so *Eucalyptus calophylla* nach 20, *Lavatera* nach 64, *Acacia longifolia* nach 51, *Trifolium* nach 68, *Cytisus* nach 84, *Cassia* nach 87 Jahren.

Nach Casimir de Candolle (Iournal de la vie ludente ties graines, In Archives des sciences physiques et naturelles, 3. periode, XXXIII [1895] SOD) hat Girardin Bohnensame li. welchfl sich seit ihmT als 100 Jahren in dem Herbar Tourneforts befauden., keimen. sehen, und im Jahre 1850 säto R. Brown Samen aus, welche Beit mehr ivis



Flr. lit. Ki*linur.if d*r timtrl, Ph***/* fariylifera
I., / iquerschnitt des ruhend... • Bndospfrm. ' Kmhrv.; II, I' I Keimur-a, Qwncimltd
des Samens (verg.); e Endo^wrm. f BfttH ttpi
Kotyledons, st dessen Stiel, e dessen Schldp. w
die llAupiwurxM mlt <\tr Kautw I; b, b' die auf
den Kotjr]«4ou folgenden BUtur. / I "eiteres
Suiliuut i.i. i Gi., se' Nebenwurwin. / Quer-
Kchnttt dM Si»iiHliii im Zoituidt TV hc| cor; der
Gipfe' .(e « KOQRiMoU lint dMi Irtiitiin dM Endo-
sperms InstfiitniiTntii. B Qnurii'tintli ilv> Pflanz-
ch«i» M •• «. Pbal M (K*ch 8»oA«J

ISO Jaliren ^ivli in der .Sannlung von Sir
II a ii s i i t a n e be&nden; ea kanien niehrere
z«m Keimeii, besondccn oiner von *Nelum-
htutn speciosum*.

A. J. K w a r t hat in seiner Sctirift: On
the Longevity of Seeds, in Proceed. Boy. Soc.
Victoria XXI (Melbourne IWrt) cijio eelir werU
voile Darstellung fiber die Lebenskraft tind
Keimfahigkeit der Samen auf Grund von Ver-
suehen mit Sbet 2000 Arten gcgeben. Die
\\ia,liiiiit der S:mien iat nach diesen Ver-
suchen im Wf.sontlichen oine erbfitbijre Eigen-
tUmlichkeit der Arter. Lanylebige Samen, wie
tie bsd /nlilreiclien *Leguminosae*, *Malvaceae*
nml *Myrtaceae* vnrkommen, dann auch bet
Nymphaeaceae, *Labiatae*, *Iridaceae* u. a.,
Ktigen k?ine besonderen Einrichtuugen flir
Verbreitung durch Wind, Wasser oder T5erfc
Sie verbelren sicti eben statt im Raumo in dor
Zei. A He scliwerkptmc niton, lanjrh'bigen
Samen b«sitzen eine Cuticula, woh'lie kfinst-
lich nur durch starke Eingriffe, z. B. durch
Anwendung von Alkalt'n oder Sauren, am
beaten durch Schwefelsititro, wie Miss J.
White in Ewarts Abhumilungr dargetao
hat. tqm Keimen kuninten. Audi atelto
V. wart feat, daB im Walde iioch bei SO bis
SO cm Ticfc durchaus k«imfjihige *Acacia*-
Sanien im Boden [iogeo. Nach E w a r t zcigen
auch die widpr«rmil^f;ibi(fsten **8unen aach**
50—100 Jahren einen deutliclien Alifall de»
Kfimunfrspro7J'nts. und es liiBl sich feat'
stellen. >UB das absolute Maximum Uiror
Lfibeifidauer wohl zwikPlifiii 150—25fi .laliri'ii
hei den Lcgutninoaeu, zwischen M und **BQ**
/afiren bei MaJvacien und *Nymphae&een*
liegt, wiilrtiitil es bei den Myrtawen
no auuleren mit 50 Jalwen hllcbsteos eireirlit
jtpin wird. fSiche auch Referat von **Diets**
Obet die irichtfge AWwmdlang in Enters
Bot. Jahrb. XLI11 [1009] Literaturbericht
8, i. 2). Es viinlo .uHh restgestaltt, daQ man
Samen ihren Oehaitnn Wasset d«rch Aufent-
falt fiber Schwefelstnre oder Chlornilcinm
oder in trockener wanner Luft von **100—150'**
langsani ent7.iehcn kann, olint? ihrc Lebens-
fjihirkoit **KU uratSten**.

Die Keimung wird in lioheni Grade von
Dunkelheit, Licht, Feuchtigkeit und Wärme WeinfluBt. aber bei den einzelnen Arten Rfibr
verschieden, Bei **video Arten** (*Drosera*, *telpftinium*, *Niyvlht sittira*) wirkt das Licht ver-
laugsajucnd auf die Xeinnmg: aber bei anderen, namenil'li **bei** einigen Griisern, wirkt
es in Gege nteil auf die **Kftlmaog** fiirdcrnd. Auch Imt Kin x c l nacligewicBen, dail
nindrigere Tcmperatiir di* keantingsbemmende Wirkung des Lichtc* hei *Jfigetta* aufhebt,
uud daB namentlich Froat und Licht ausammeti die Keimung vieler Sameu, namentlich

alpiner Arten, begünstigen. Abgesehen von der praktischen Bedeutung dieser Verhältnisse sind sie auch von Bedeutung für ökologische Forschungen auf dem Gebiet der Formationskunde. Es sei daher hier besonders aufmerksam gemacht auf die Schriften von W. K in z e l: Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung (Stuttgart. Eugen Ulmer, 1913); Nachtrag I. Erläuterungen und Ergänzungen, Nachtrag II (1920); Eamer auf das Sammelreferat von E. L ch m a n n, Neuere Untersuchungen über Lichtkeimung, im Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik Vm (1910) 248—257 mit Literaturverzeichnis.

Die Keimung kann kurz oder langsam vor sich geben; im allgemeinen geht die Keimung rascher vor sich, wenn die Kotyledonen Reservestoffe gespeichert haben, welche von den in ihnen erzeugten Fermenten gelöst werden. Bei Samen mit Nährgewebe absorbieren die Kotyledonen die Fermente aus und wirken mit ihrer ganzen Oberfläche oder einzelnen Teilen als Saugorgan (» S. 126 und Fig. 124). Bei manchen Palmen dauert die Aufkeimung des Nährgewebes bisweilen 1—8 Jahre. Bei den sehr kleinen, keine oder nur sehr wenig Nährstoffe enthaltenden feilsparartigen Samen der Orchidaceen erfolgt die Keimung fast nur auf Substrat, welches die die Wurzeln dieser Arten bewohnende Mycorrhiza enthält. Diese dringt vom Suspensor aus in die Samen ein. (Burgess, Die Wurzelpilze der Orchideen, 1909). Die gewöhnlich keine Kotyledonen entwickelnden Embryonen der echten Parasiten von *Orobancha* und *Lathraea* kommen nur zur Entwicklung auf den Wurzeln ihrer Wirtspflanzen.

An dem Keimling der autotropen Angiospermen unterscheiden wir dieselben Teile wie bei den Gymnospermen. Vgl. Fig. 125, Die Keimung ist entweder hypogäisch, im Boden ohne Zutritt des Lichtes oder epigäisch; bisweilen kommt beides in derselben Gattung vor, so keimt *Pipturus vulgaris* epigäisch, hingegen *Ph. multiflora* hypogäisch. Die hypogäische Keimung tritt besonders häufig bei Dikotyledonen mit großen dicken Keimblättern auf, welche in der Samenschale verbleiben und dem zwischen den Keimblättern hervortretenden epikotylen Knospen die Nährstoffe für die weitere Entwicklung liefern. Die Keimblätter sind in den meisten Fällen ganzrandig, am oberen Ende eiförmig, beiderseits am oberen Ende ausgerandet (*Gemium sanguineum*, *Cuphea silenoides* [Lythraceae]), bis schlappig (*Pentapetes phoenicea* [Sterculiaceae], *Convolvulus soldanetia*, *Ipomoea purpurea*), zweispaltig (*Eschscholtzia californica*), dreiteilig (*Lepidium sativum*), doppelt zweispaltig (*Pterocarya cucurica*), handförmig gelappt (*Tilia*).

B. Bioteknose (Keimung von Samen an der Mutterpflanze). Die Erscheinung der »viviparen« Keimung (nicht zu verwechseln mit viviparer Fortpflanzung durch Knospen) aufmerksam zu machen. Dieselbe ist besonders ausgeprägt bei einigen Gattungen der Rhizophoraceen (*Rhizophora*, *Bruguiera*, *Kandelia*), welche für die Mangrovenforstung in den Mündungsgebieten der tropischen Flüsse und in flachen Küsten charakteristisch sind. In der heranwachsenden Frucht entwickelt sich der Embryo des künftigen Sämlings zum heranwachsenden und senkrecht herunterhängenden Keimling, dessen Keimblätter das Nährgewebe aufsaugen, während sich auf Kosten dieser Nährstoffe ein in der unteren Hälfte sich stark verdickendes Keimblatt (Hypokotyl) entwickelt, das bei *Urizophora mangle* bis zu einer Länge von 1 m heranwachsen kann. Der Keimling mit dem Keimblättern fällt schließlich von der Frucht ab, während die ausgesaugten

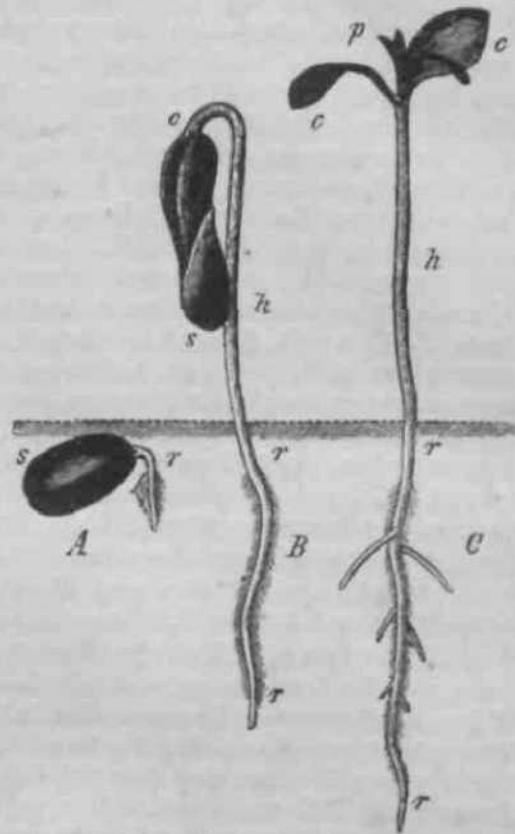


Fig. 125. Keimung von *Linum usitatissimum* L.:
• Samen, r Wurzelscheitel, k Hypokotyl, t Keimblätter, p Plamou.

Keimblätter in dem am Baume bleibenden Perikarp stecken bleiben; vermöge der Schwere des unteren Endes ist er beim Herabfallen in senkrechter Lage in den Schlamm eingedrungen, treibt Wurzeln und entwickelt sein Knöspchen. Auch bei der Myrsinacee *Ardisia crenata* Roxb. keimt der Samen schon in der Frucht aus und durchbricht mit seinem 1 cm langen Hypokotyl das rote Perikarp der noch am Strauch sitzenden Beere. Ähnlich ist bei der Myrsinacee *Aegiceras majus* Gaertn., welche in den Mangrovenbeständen am Indischen Ozean vorkommt, der einzige Embryo schon in der Frucht zu einem einige Zentimeter langen Keimling entwickelt, der aus der seitlich sich Öffnenden Frucht entlassen wird. Ober die »Viviparie« bei der Verbenacee *Avicennia officinalis* L. vgl. S. 99. Hierzu ist noch zu bemerken, daß bei der südamerikanischen *Avicennia tomentosa* Jacq. und der westafrikanischen *A. nitida* Jacq. die Frucht am Baum aufspringt, bei der ostafrikanischen und asiatischen *A. officinalis* L. erst im Wasser; aber schon in der Frucht ist der Embryo mit vorspringenden Seitenwurzeln und deutlicher Plumula versehen. Auch in der einsamigen Frucht der Gucurbitacee *Sechium edibe* Sw. entwickelt sich der Embryo sehr weit und sprengt die Fruchtwandung. Auch auf die Araceen *Cryptocoryne retorspiralis* (Roxb.) Fisch. und *Typhonoderm Lindleyanum* Scott sei hier hingewiesen. Für alle diese Erscheinungen des Eeimens von Samen an der Mutterpflanze hat J. Mattfeld das Wort Bioteknose (*βίωσις* Gebären) vorgeschlagen in der Abhandlung, Ober einen Fall endocarper Keimung bei *Papaver somniferum* L. [Verhandl. des Botan. Vereins der Prov. Brandenburg LXII (1920)]. Von der typischen Bioteknose sind als mehr zufällige Erscheinungen von endocarper Keimung der Samen in den Organen der Mutterpflanze folgende Fälle aufzufassen: Samen von *Cucurbita*, *Citrus*, *Carica papaya*, *Persea gratissima* (nach A. Braun), *Hohenbergia strobilina* (nach Goebel), Kakteen, Äpfeln und Tomaten (also bei Farnen mit fleischiger Hülle), ferner in den durch Regenwasser reichlich angefeuchteten Trockenfrüchten von *Juncus*, *Epilobium*, *Agrostemma* (nach A. Braun), *Papaver somniferum* (nach Mattfeld), *Tetranema mexicanum* (nach Pax), *Dryobalanops camphora* (nach Goebel); nach Kanitz wird die Frucht von den Embryonen gesprengt. Typisch scheint die Embryoentwicklung in der Frucht bis zum Keimen zu kommen bei *Impatiens Roylei* Walp., *Tillandsia tenuifolia* L. (nach Harshberger), der Gesneriacee *Monophyllaea* (nach Figdor), der Bambusee *Melocanna bambusoides* (nach Stapf). So läßt sich nach Mattfeld eine allmähliche Stufenfolge von der gelegentlichen endocarpen Eeimung bis zur typischen Bioteknose erkennen.

C. Viviparie. Mattfeld schließt in seiner Abhandlung vor, den Begriff der Viviparie auf die Entwicklung von abfallenden und selbständig lebens- und entwicklungsfähigen Laubsprossen, Knospen oder Bulbillen in der Blütenregion an Stelle von Blüten zu beschranken, wie dies schon Potonié (Biolog. Zentralbl. XIV [1894] 11—20) getan hat. Echt vivipare Pflanzen sind demnach z. B. *Poa bulbosa* L. var., *bidbifera*, *Allium vineale* L., *Agava rigida* Mill. var. *sisalana* Perrine, *Fourcroya gigantea* Vent., *Polygonum viviparum* L., *Eryngium viviparum* Gay, *Saxifraga cernua* L. und *S. bulbifera* L.

Als Nachschlagewerk für Studien über gewöhnliche Keimpflanzen der meisten Familien kann dienen: J. Lubbock, A contribution to our knowledge of seedlings, 2 voll. 8° with 684 figures, London 1892. Mehr über die physiologischen Verhältnisse bei der Keimung gibt umfassende Belehrung die Abhandlung von G. Klebs, Beitr. zur Morphologie und Biologie der Keimung, in Pfeffer, Untersuch. a. d. botan. Inst. zu Tübingen, I. 1885.

XVII. Über Versuche, die Angiospermen von älteren Abteilungen des Pflanzenreiches abzuleiten.

Versuche, die Angiospermen von älteren Abteilungen des Pflanzenreiches abzuleiten, konnten erst dann ernst genommen werden, als man eine gründliche Kenntnis von der Beschaffenheit der haploiden Generation der Angiospermen gewonnen hatte und in der Lage war, die einzelnen Phasen derselben mit denen der Gymnospermen zu vergleichen, bei denen die Siphonogamie ebenso wie bei den Angiospermen gegentüber dem asiphonogamen Fortpflanzungsprozesse der Pteridophyten zu einem besonders wichtigen Merkmal geworden war. Es ist begreiflich, daß man begierig nach Vorgängen suchte, welche eine Möglichkeit eröffneten, die Abstammung der Angiospermen von den Gymnospermen abzuleiten. Da man aber nur von den noch lebenden Gymnospermen, den Cycas-

daceen und Coniferen, die Haploidgeneration genau kannte, war es das nächstliegende, den Anschluß für die Angiospermen zunächst bei den Coniferen zu suchen.

Während die Beschaffenheit der Staubblätter der Angiospermen von der der Gymnospermen sehr verschieden ist, ergeben sich bei den Versuchen, die männliche (♂) Haploidgeneration der Angiospermen von denen der Gymnospermen abzuleiten, kaum Schwierigkeiten. Unter den Coniferen gibt es Gattungen (*Torreya*), bei welchen das Pollenkorn außer dem Pollenschlauch nur den Kern einer sterilen Schwesterzelle und 2 Spermazellen erzeugt. Von dieser haploiden Generation zu der der Angiospermen mit Pollenschlauch und der 2 Spermakerne erzeugenden Spermamutterzelle (Antheridialmutterzelle) ist nur ein kleiner Schritt. Aber anders verhält es sich mit der weiblichen (♀) Haploidgeneration. Bei den Coniferen finden wir im Embryosack ein Prothallium mit 2 bis mehr Archegonien am oberen Ende, und am Archegonium unterscheiden wir Eizelle, Bauchkanalzelle und kurze Halszellen, wie bei der ♂ Haploidgeneration der Pteridophyten, von denen die der Gymnospermen nur durch die Siphonogamie wesentlich abweicht. Bei der ♀ Haploidgeneration der Angiospermen haben wir zahlreiche Variationen eines 8kernigen Embryosacks, sowohl Variationen mit weniger als 8 Kernen, wie auch solche mit mehr bis 16. Immer finden wir an dem einen Pol der keimenden Megaspore den Eiapparat*), dessen Entwicklung von der der Gymnospermen-Archegonien verschieden ist, an dem andern (chalazalen) Pol die vegetativen, ein rudimentäres Prothallium darstellenden Antipoden und die an der Ausbildung des als Nährgewebe dienenden Prothalliums beteiligten Polkerne. Trotz dieser Verschiedenheiten hat Porsch**) es versucht, die Megaspore der Angiospermen von der der Gymnospermen abzuleiten. Er geht aus von einem Endosperm und mehrere (15) Archegonien enthaltenden *Sequoia-Typus*, über einen 5 Archegonien enthaltenden Cupressaceentypus zu einem 3 Archegonien aufweisenden *Ephedra-Typus*. Dann kommt er zu hypothetischen Zwischenformen, ohne Endosperm mit Archegonien, welche 4 Halswandzellen besitzen; weiter zu ebensolchen, die nur 2 Halswandzellen an jedem Archegonium haben und bei denen die Bauchkanalkerne zweier Archegonien frei werden. Bei dem letzten hypothetischen Typus verteilen sich die 8 Kerne im Embryosack auf 2 Archegonien mit je 1 Eizelle, 2 Halszellen (Synergiden) und 1 Bauchkanalzelle (Polkern). Das eine Archegonium steht am Mikropylende. Weiterhin nimmt Porsch an, daß der andere von den beiden Eiapparaten an das Chalazaende rückt und die beiden »Bauchkanalkerne« in der Mitte der Megaspore zu den Polkernen werden. Schließlich verlor nach der Vorstellung von Porsch das Antipodialarchegonium seinen Charakter als Geschlechtsapparat und die Bauchkanalkerne vereinigten sich. Man sieht, welcher Reihe von Hypothesen es bedarf, um von der Haploidgeneration der Gymnospermen zu der der Angiospermen zu gelangen. Aber nach wirklichen Obergängen sucht man vergebens. Gegen die Hypothesen von Porsch spricht sich auch P. N. Schtirhoffin seiner Abhandlung zur Phylogenie des angiospermen Embryosacks (Berichte der Deutsch. bot. Ges. XXXVII [1919] 161) aus. Er sieht die eine Synergide als homolog der Bauchkanalzelle, die andere Synergide als nachtraglich abgegrenzte Zelle des vielkernigen Prothalliums an. Es würde zu weit führen, auf diese Deutungen näher einzugehen. Nach den Ausführungen von Rutgers über den ♂ Gametophyten der Angiospermen (1923) und ebenso nach den Erklärungen G o e b e l s in der zweiten Auflage seiner Organographie III, X. Kapitel, § 10, S. 1749 über das Fehlen von Keimungstypen der Angiospermen-Megasporen, welche sich denen der Gymnospermen-Megasporen annäherten, wird man eben doch von einer direkten Ableitung der Angiospermen von den jetzt lebenden Gymnospermen Abstand nehmen müssen.

Nach T r e u b s Entdeckung der Chalazogamie der *Casuarinaceae* und des Auftretens zahlreicher Megasporen im Nucellus dieser eigenartigen Dikotylen glaubte man bekanntlich ein wichtiges primitives Merkmal gewonnen zu haben, welches eine Scheidung der

*) Früher wurden, der Anschauung Hofmeisters folgend, sowohl die Eizelle wie auch die Synergiden als reduzierte Archegonien aufgefaßt. Es wurde aber auch in Erwägung gezogen, daß die Synergiden den Halszellen eines Archegoniums entsprechen und somit der ganze Befruchtungsapparat ein Archegonium vorstelle. Was für und wider diese Anschauungen spricht, findet man in P. L o t s y, Vorträge über Stammesgeschichte III (1911) 432—434.

**) O. P o r s c h, Versuch einer phylogenetischen Erklärung des Embryos und der doppelten Befruchtung. Jena 1907.

Angiospermen in chalazogame und acrogame oder aporogame und porogame ermöglichte. Diese Auffassung fand auch Eingang in die erste Auflage von A. Engler's Syllabus der Vorlesungen über spezielle und medizin.-pharmazeutische Botanik (1892); aber schon in der zweiten Auflage des Syllabus (1898) werden die Casuarinaceen und andere Familien, bei denen namentlich von Nawaschin Chalazogamie entdeckt worden war, der Unterklasse der *Archichlamydeae*, welche *Apetalae* und *Choripetalae* umfassen, eingereiht, wo sie auch schon 1889 in der ersten Auflage der »Natürlichen Pflanzenfamilien« ihren Platz gefunden hatten. Nawaschins und seiner Schiller Nachweise anderer Fälle von Aporogamie (1892—1913) bei Betulaceen, Fagaceen, Juglandaceen, Ulmaceen, Moraceen (Cannaboideen), also bei Familien mit einfacher hochblattartiger Blütenhülle hatten Nawaschin (Bot. Centralbl. LXIII [1895] 356) zu dem Schluß kommen lassen: »Die Chalazogamie stellt eines von den Obergangsstadien dar bei der Umwandlung des intercellularen Wachstums des Pollenschlauches im gymnospermen Fruchtknoten (gemeint ist Nucellus) zum freien Wachstum durch die Fruchtknotenöhle der Angiospermen.* Schon im Jahre 1901 erschien (in Lunds Universitets Arsskrift XXXVI Afdel. 2 Nr. 9) Murbecks Abhandlung über das Verhalten des Pollenschlauches bei *Alchimilla arvensis*, welches gegen die Deutung der Aporogamie als eines stammesgeschichtlichen Obergangsstadiums des bei den Gymnospermen stattfindenden Befruchtungsmodus zu dem der Angiospermen sprechen mußte und auch von Murbeck so aufgefaßt wurde. Hingegen hat Wettstein 1907 auf der Versammlung deutscher Naturforsch. und Ärzte, 1908 in der ersten Aufl., 1911 in der zweiten Aufl. seines Handbuches der systematischen Botanik die Annahme einer Ableitung der monochlamydeen dikotylen Familien*), bei welchen Aporogamie (keineswegs ausschließlich) vorkommt, sodann aber auch der dichlamydeen Familien von ursprünglichen (nicht rezenten) Gymnospermen in folgender Weise zu begründen versucht. Wettstein sieht in den Monochlamydeen wegen der bei ihnen vorkommenden Chalazogamie (richtiger Aporogamie), wegen der Stellung der Staubbl. über den Perianthb., wegen des Vorkommens von Leitbündeln im Integument der Samenanlage, auch wegen des häufigen Vorkommens von anemophilen Blüten ältere Angiospermen, welche Gestaltungen zeigen, die nach seiner Annahme bei der Umwandlung der Gymnospermenblüte in eine Angiospermenblüte erfolgt sind. Weiter sagt Wettstein in der Kultur der Gegenwart III. Teil, IV. Abteil., Band IV, S. 448: »Das einfache Perianthium ist aus einem Deckblattwirtel hervorgegangen; die Stellung der Staubbl. über den Perianthb. entspricht der Stellung der Blüten, deren je eine zu einem Staubbl. wurde; die Vierzahl der Pollensacke entspricht der Annahme, daß je zwei Staubbl. der abgeleiteten Gymnospermenblüte zusammen ein Staubbl. bildeten. Der Blütenstandcharakter dieser ursprünglichen Angiospermenbl. macht es leicht verständlich, daß eine ganze Blüte, die ihrerseits auch nur aus Fruchtbl. besteht, in die Mitte der Blüte verlegt werden konnte, womit das Stadium der Zwitterblüte (?) erreicht war. Das doppelte Perianthium entstand dadurch, daß ein Teil der Staubbl. seine mit der sexuellen Fortpflanzung zusammenhängenden Funktionen verlor und zu Anlockungsorganen für Insekten, d. i. zu Nektarien und weiterhin zu Blumenbl. wurde.« Als weitere Stütze für seine Hypothese benutzt Wettstein das Vorkommen von zweigeschlechtigen Inflorescenzen der *Ephedra campylopoda*, bei welcher auch fliegende Insekten den an der Mikropyle ausgeschiedenen Nektar aufsaugen und zugleich auch Pollen als Nahrung mit sich nehmen. Es wird also die Angiospermenblüte als Blütenstand, als ein Pseudanthium aufgefaßt.

Daß das Perianthium der Monochlamydeen aus Brakteen hervorgegangen ist und das corollinische der Diplochlamydeen aus Staubbl., ist nicht zu bestreiten; dagegen erscheint

*) Schon in meinem Führer durch den botanischen Garten zu Breslau (1886) und in meiner ersten Ausgabe des Syllabus (1892) hatte ich eine große Anzahl der sogenannten Apetalen nach Auscheidung der offenbar durch Reduktion apopetal gewordenen Familien und Gattungen wegen ihrer auf niedriger Stufe stehenden Blütenhülle oder wegen vollständigen Fehlens derselben, z. T. auch wegen Windblütigkeit an den Anfang der archichlamydeen Dikotyledonen gestellt. Als später bei einigen dieser Familien Chalazogamie und mehrzellige Archespore nachgewiesen wurden, sah ich mich so sehr in diesen Familien primäre Typen. Aber von einer scharfen Abtrennung dieser Familien von den *Archichlamydeae* als eigene Unterklasse wurde ich durch weitere Nachweise von Chalazogamie und mehrzelliger Archespore an verschiedenen Stellen des Systems bewahrt. Nichtsdestoweniger möchte ich aus denselben Gründen wie Wettstein in ihnen ältere Typen der Angiospermen sehen, kann aber nicht dem von diesem Autor angenommenen Modus der Ableitung von Gymnospermen zustimmen.

die Ableitung von einem Blütenstand und die Auffassung des dithecischen Angiospermenstaubb. von zwei verwachsenen zweifächerigen Gymnospermen-Staubb. sehr erzwungen, zumal die Antheren der Angiospermen sich vermittels eines Endotheciums öffnen, die der Gymnospermen aber mit Ausnahme der Ginkgoaceen vermittels eines Exotheciums wie diejenigen aller Fteridophyten. Sodann ist zwischen den mit großer Eizelle versehenen Archegonien der Gymnospermen und dem Sexualapparat der Angiospermen eine zu große Kluft vorhanden, welche einer direkten Ableitung der Angiospermen von den Gymnospermen hinderlich ist. Endlich erscheint es auch bedenklich, von einer einfachen Angiospermenblüte mit einem Pistill die polykarpische abzuleiten zu müssen, wenn auch wie z. B. innerhalb der Gattung *Philodendron* (Subgen. *Meconostigma*) eine ursprünglich kleine Zahl der Carp, (von 3 auf 12) steigen kann.

Ein anderer Versuch, die Angiospermen von Gymnospermen und zwar von den sich den ersteren am meisten nähernden Gnetaceen abzuleiten, ist von Karsten in seiner Abhandlung zur Phylogenie der Angiospermen (in Zeitschrift für Botanik X [1918] 369 ff.) gemacht worden. Bei den Ranales *Calycanthus floridus* und *Chimonanthus praecox* findet sich ein sehr umfangreiches sporogenes Gewebe, so daß vom Nucellus oft nur eine einzige Wandschicht erhalten bleibt. Zu diesen Gattungen kommt Karsten auf folgendem Wege. Er zieht zum Vergleich die zuerst von Strasburger beobachteten androgynen Blütenstände von *Gnetum gnemon* heran, in denen auf ein Brakteenpaar, welches auch durch 2 normale Laubb. ersetzt werden kann, in spiralförmiger Anordnung zu sechs Blütenreihen folgen, in denen unten sechs Blüten mit unscheinbarem Perigon stehen, oben sechs Blüten sich anschließen. Um aus dem Teil der Inflorescenz von *Gnetum gnemon* zu dithecischen Staubb. einer Angiospermenblüte zu kommen, läßt Karsten das unscheinbare Perigon der Blüten verschwinden und nimmt für die Antheren folgende Entwicklung an: »Am besten wird man die beiden gipfelständigen Antheren von *Gnetum gnemon**) und Verwandten als Theken auffassen, so daß das Staubb. eine dithecische Anthere, wie die Angiospermen beiküme. Es muß sodann in der gemeinsamen Vorfahrenreihe der Gnetaceen ein Stadium mit zweifächerigen Theken existiert haben, von dem die zweifächerigen *Ephedra*-Antherentheken abstammen, durch Reduktion ist bei *Gnetum* diese Zweifächerigkeit verlorengegangen. So kann es bei der hypothetischen Weiterentwicklung — entsprechend dem Verhalten des mittleren Integumentes bei sterilen und fertilen Blüten — auch wieder auftreten und wir kämen dann also zu dithecischen, vierfächerigen Antheren, wie die Angiospermen sie besitzen.«

Für die Umwandlung der Blüten des androgynen Blütenstandes in Carpelle ist zunächst zu berücksichtigen, daß diese steril sind und einen von nur zwei Hüllblättern eingeschlossenen Nucellus besitzen, während bei den fertilen Blüten drei Hüllblätter vorhanden sind, von denen die äußerste als Perigon, die folgende als Fruchtbl. aufgefaßt werden können, die innerste das einzige Integument ist. Karsten nimmt für die fertilen zwei Blüten innerhalb der äußeren von den Autoren bald als Fruchtbl., bald als Perigon gedeuteten Hülle einen Nucellus mit zwei Integumenten an, bei den sterilen Blüten äußere Hülle und ein Integument, da die mittlere Hülle, welche er als äußeres Integument ansieht, nach der Anlage in der Entwicklung zurückbleibt. (Nach meiner Auffassung ist aber diese zurückbleibende Anlage Fruchtbl.). Karsten braucht für seine Hypothesen drei ausgebildete Hüllblätter, ein Fruchtbl. und zwei Integumente, es muß also die äußere Hülle zum angiospermen Fruchtbl. werden und das von Karsten geforderte äußere Integument sich an Stelle des in den sterilen Blüten zurückgebliebenen entwickeln.

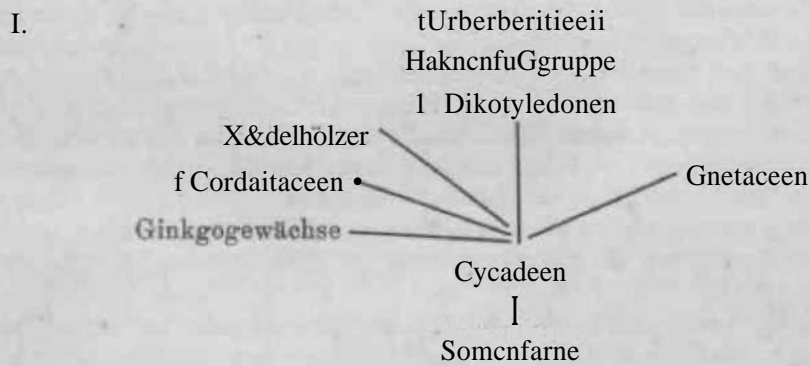
So kommt Karsten zu einer aktinomorphen von zwei Brakteen gestützten perianthlosen Blüte mit spiralförmig angeordneten Staubb. und zahlreichen apokarpen Fruchtbl., wie sie die Blüten der *Eupomatiaceae* und noch mehr die der *Himantandraceae* besitzen, beides Familien der Ranales mit wenigen Arten, von denen erstere den Anonaceen, letztere den Magnoliaceen nahe stehen. Läßt man dann aus den äußeren Staubb. (Stam.) Perianthbl. (Tep.) hervorgehen, so kommt man zu den Blüten von *Calycanthus*, welche mit ihrer becherförmigen Blütenachse an *Eupomatia* erinnern und in ihrem mit zahlreichen Makrosporen versehenen Nucellus noch ein weiteres primitives Merkmal besitzen.

*) Das Androeum trägt bei *Gnetum gnemon* und Verwandten zwei einfächerige Antheren, bei *G. Rumphianum* und Verwandten nur eine; daher eignet sich *G. gnemon* für die Konstruktion dieser Hypothese.

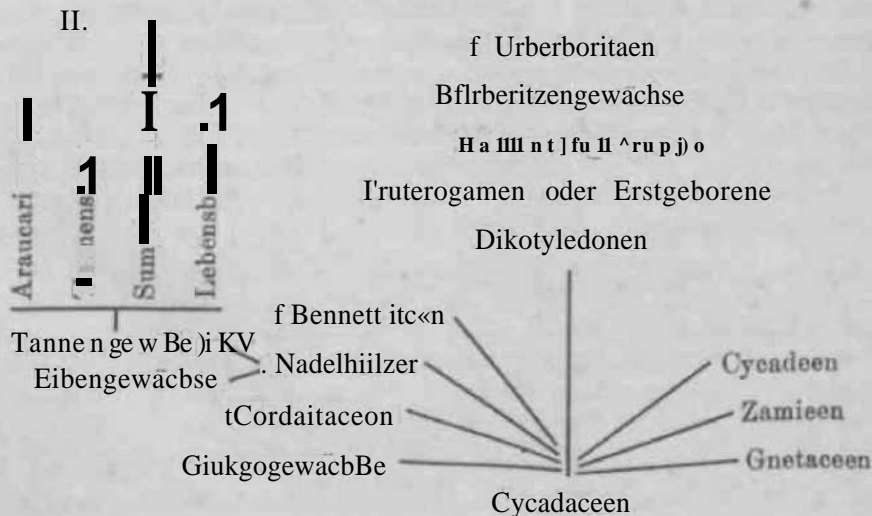
Abgesehen von den in dieser Hypothese angeiommienen unwahrscheinlichen Reduktionen und Umwandlungen ist der Befruchtungsapparat der Angiospermen doch so eigenartig, daB voder bei *Ephedra noeli* bei *Gnetum* ein AnschluB leicht gefunden werden kann.

Schon A. Pyr. De Gandolle hatte 1818 in seinem Regium vegetabilie systems, nature eine ganze Anzahl Familien, welche jetzt als *Polycarpicae* oder *Raitales* bezeichnet werden, an die *Ranunculaceae* anschlieBend an den Anfang der Dikotyledonen gestellt, wiihrend er den *Mowvhlamydeae* ihre Plaz am Ende der Dikotyledonen anwies, ohne dabei ausgesprochen phylogenetische Prinzipien zu verfolgen, lediglich von morphologischen Gesichtspunkten ausgehend. In neuerer Zeit (seit 1901) hat nun zuerst Haller in zahlreichen Veroffentlichungen vom phylogenetischen Standpunkt aus entschieden ausgesprochen, daB die *Polycarpicae* und zwar unter diesen zunachst die *Magnoliaceae* direkt von den Gymnospermen abzuleiten seien. Er sagt in dem vorlaufigen Entwurf des natirlichen (phylogenetischen) Systems der Blttenpflanzen (Bull. de l'Herb. Boissier 1803, S. 307): »Die Urblute der Angiopermen ist die Magnoliaceen-Blute, d. h. eine S, mit langer Achse, vielgliedrigem Perianth und extrorsen, ditheeiHelieu Cycew-Staub. veracheoe polyandrische, polygynische, azylclische Cycadeen-Blute mit vtoleigen, geschlossenen Fruchtbl. Aus ihr leiten sich alle durch Reduktion, Divergenzierung oder auch Verwachsung der vorhandenen Organe die Bltten samtlicher Dikotylen und Monokotylen.

In der Schrift: Der Stammbaum des Pflanzenreichs (Sonderabdruck aus Reinhardt, vom Nebelfleck zum Menschen, 2. Aufl. [1914]) finden wir folgendes Diagramm:



Das Diagramm 3, Anil. (1924) des genannten Werkes finden wir obige Stelle folgendermaßen verändert:



Zu diesem Diagramm ist noch zu bemerken, daB Ballat vor 1014 die *Bennettitales* mehr berücksichtigt hat. So sagt er:

1. in Mitteil. aus den Botan. Staatsinstituten (3. Beiheft zum Jahrb. der Hamburgischen Wissenschaftl. Anstalten) XIX (1902), S. 105 in seiner Zusammenfassung: 18. Die Bennettitaceen sind ein ausgestorbenes Verbindungsglied zwischen Cycadaceen und Magnoliaceen (S. 95—97).
2. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XX (1902) S. 478:18. Die Bennettitaceen sind ein ausgestorbenes Verbindungsglied zwischen Cycadaceen und Magnoliaceen.
3. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXIII (1905) S. 87: I. *Polycarpicae* (mit runden Olzellen). — Ia. *Magnoliineae* (meist hypogyn): 1. *Magnoliaceae*. a) *Drimytomagnolieae* (hypothetische, die ursprünglicheren Eigenschaften von b, c und d verbindende Gruppe, abstammend von Bennettitaceen oder nahe diesen von Cycadaceen).

Die oben wiedergegebenen Teile der 1914 und 1924 erschienenen Stammbäume zeigen deutlich, daß H a l l i e r später die Ableitung der *Polycarpicae* mit den Magnoliaceen über die Bennettitaceen hinweg aufgegeben hat.

Die Annahme H a l l i e r s, daß die *Polycarpicae* von Formen wie *Bennettites* abzuleiten und als die primitivsten Angiospermen anzusehen seien, haben besonders ausgearbeitet N. A r b e r und J. P a r k i n in der Abhandlung: »On the origin of Angiosperms« (Journ. of the Linn. Soc. Bot. XXXVIII [1907]). Sie bezeichnen die Blüte der Angiospermen als Anthostrobilus, die der mesozoischen Vorfahren als Proanthostrobilus. Bei diesem finden wir zum erstenmal im Gegensatz zu anderen Strobili der Pteridophyten die Megasporophylle o b e r h a l b der Mikrosporophylle. Die tertiären und rezenten Angiospermen leiten sie von einer bis jetzt völlig hypothetischen mesozoischen Pflanzengruppe ab, die sie *Hemiangiospermae* nennen und welche von den *Bennettiteae* etwas abweicht. An Stelle der zyklisch angeordneten farnartigen doppeltgefiederten Mikrosporophylle sind solche mit kurzen Filamenten und langen Antheren in spiraliger Anordnung anzunehmen; an Stelle der Megasporophylle (Interseminalschuppen) von *Bennettites* werden von A r b e r und P a r k i n bei den Hemiangiospermen einfache offene Fruchtblätter mit Makrosporangien am Rande derselben gesetzt. Durch Verwachsung der Carpellränder und Entwicklung einer Einrichtung zum Auf f a n g e n des Pollens sollen die h y p o t h e t i s c h e n H e m i a n g i o s p e r m e n zu A n g i o s p e r m e n geworden sein. Außerdem besaßen sie wie schon die *Bennettiteae* ein Perianth. *

Ein Jahr nach dem Erscheinen der besprochenen Abhandlung von A r b e r und P a r k i n veröffentlichten dieselben Autoren eine zweite die Entwicklung der Angiospermen betreffende Studie: The Relationship of the Angiosperms to the Gnetales (Annals of Botany, Vol. XXII [1908] 489—515). Diese Abhandlung ist das Ergebnis vorbereitender Studien zu der im Jahr 1907 erschienenen Abhandlung. Es wird ausgegangen von der Blüte (Anthostrobilus) von *Welwitschia*, welche das Rudiment eines Megasporangiums besitzt. Die Blüte der Gnetales wird als ein Proanthostrobilus aufgefaßt, der in höherem Grade reduziert ist, als der der Hemiangiospermen. A r b e r und P a r k i n sind daher der Ansicht, daß von den Hemiangiospermen zwei Reihen ausgingen, die Ranales und die primitiven Gnetales, von deren Nachkommen die lebenden Gattungen allein übriggeblieben sind. Hierzu ist noch zu bemerken, daß v. W e l l s t e i n in der zweiten Auflage seines Handbuchs die als äußeres Integument bezeichnete Hülle des Megasporangiums von *Ephedra* und *Gnetum* und ebenso die äußere Hülle von *Welwitschia* als Fruchtbl. bezeichnet. Dieser Auffassung möchte ich gern zustimmen. (In der Beschreibung der *Gnetum*-Blüte von Band XIII ist diese Hülle als äußeres Integument bezeichnet).

Was die direkte Ableitung der Angiospermen von den *Bennettiales* oder *Cycadales* Oder den *Gnetales* betrifft, so kann ich mich mit keiner der erwähnten Hypothesen ganz einverstanden erklären. Allen steht entgegen die Stellung und der anatomische Bau der Mikrosporangien der Angiospermen, welche, wie G o e b e l in der 3. Auflage seiner Organographie besonders hervorhebt, ein Endothecium besitzen, während alien Pteridophyten und Gymnospermen mit Ausnahme von G i n k g o ein Exothecium zukommt. Ferner ist die haploide Generation der Angiospermen mit keiner haploiden Generation der bekannten Gymnospermen in Einklang zu bringen. Die verschiedenen Modifikationen, welche wir nach den sehr zahlreichen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen kennen gelernt haben, lassen sich leicht auf die 2 X 2 X 2 Kernteilung zurückführen. Vgl. R u t g e r s, Reliquia Treubiana III. Embryosac and Embryo of *Moringa oleifera* Lam. in Annales du Jardin botan. de Buitenzorg XXXIII, 1^e partie (1923), S. 66, und G o e b e l, Or-

ganographie, 3. Aufl., 10. Kapitel, § 10, S. 1749—1754. Letzterer sagt hier: »Diese Hoffnungen (aus den Variationen der Keimungstypen der Makrosporen der Angiospermen in phylogenetischer Beziehung wichtige Aufschlüsse oder doch wenigstens für die engeren verwandtschaftlichen Beziehungen brauchbare Anhaltspunkte zu gewinnen) sind nicht verwirklicht worden. Es sind keine Keimungstypen gefunden worden, die wir als »primitive« betrachten und etwa denen der Gymnospermen annähern könnten, und auch für die Erkennung verwandtschaftlicher Beziehungen sind sie bis jetzt nicht erheblich gewesen.« In § 9, S. 1747 heißt es ferner: »So wenig wir nach dem früher Ausgeführten die Angiospermen mit den lebenden Gymnospermen in unmittelbare verwandtschaftliche Beziehungen bringen können, so sehr berechtigt ist doch die Frage, ob bei beiden übereinstimmende Gesetzmäßigkeiten wahrnehmbar sind oder nicht.«

Es ist noch darauf hinzuweisen, daß Arber und Parkin die *Polycarpicae* nicht direkt von den *Bennettiteae* ableiten; vielmehr nehmen sie, wie schon oben gesagt, eine bis jetzt völlig hypothetische Pflanzengruppe an, die *Hemiangiospermae*, welche von den *Bennettiteae* etwas abweicht. Dem können wir gern zustimmen, daß es sich bei den *Hemiangiospermae* um Analogien von Gestaltungsvorgängen handelt, welche wir bei den *Bennettitaceae* antreffen. Aber diese ursprünglich zwitterblütigen Hemiangiospermen müssen, wenn die Angiospermen von ihnen abstammen sollen, die Antheren der Angiospermen, ein Endothecium und den typisch 8kernigen Embryosack besessen haben. Ferner müssen sie zahlreiche Staubblätter und mehrere oberständige Carp., besessen haben; auch ein Perianthium, aus hochblattartigen Phyllomen bestehend, dürfte bei einem Teil derselben vorhanden gewesen sein, wie wir ja auch jetzt neben der Hauptmasse der perianthiumlosen Coniferen einige mit Perianthium (*Taxus*, *Torreya*) finden.

Da nun die Arber-Parkinschen *Hemiangiospermae* nicht allen Anforderungen entsprechen, welche für die Vorläufer der heutigen Angiospermen angenommen werden müssen, sehe ich mich genötigt, eine andere hypothetische Abteilung anzunehmen, welche ich als *Protangiospermae* bezeichne und die die Möglichkeit bietet, daß von ihr auch die perianthlosen oder mit einfachem Perianth versehenen Angiospermen ebensogut wie die *Ranales* abgeleitet werden können, und dabei noch die Wahrscheinlichkeit zuläßt, daß die ersteren vielleicht älteren Ursprungs sind als die *Ranales*.

Zur Erleichterung der Übersicht über alle Merkmale der Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen, welche für die phylogenetischen Hypothesen zur Herkunft der Angiospermen in Betracht kommen, habe ich die S. 140—145 beigegebene tabellarische Zusammenstellung entworfen. Dieselbe läßt auch namentlich erkennen, daß die einzelnen Abteilungen oder Stämme der höheren Pflanzen, zum mindesten die große Mehrzahl ihrer jetzt lebenden Vertreter, sich nebeneinander und nicht auseinander entwickelt haben. Es ist ja auch sehr leicht einzusehen, daß eine Umgestaltung, welche bei einem Individuum eines nach Millionen zählenden Organismus auftritt, auch bei mehreren ebenso oder mit kleinen Abweichungen auftreten kann.

In wie hohem Grade durch Reduktion die Zahl der Staubblätter oder der Carpelle vermindert werden kann, sehen wir namentlich bei vielen Familien der Angiospermen mit diklinisch gewordenen Blüten, z. B. bei Rosaceen (Gynözeum und Androezeum), Salicaceen (Androezeum), Euphorbiaceen (Androezeum), Araceen (Gynözeum und Androezeum), *Gramineae* (Androezeum). So ist es auch wahrscheinlich, und das ist das Neue meiner Auffassung, daß die im Eichler-Engler'schen System am Anfang der dikotyledonen Angiospermen stehenden, meist gattungsarmen und ziemlich isolierten Reihen, wie die *Verticillatae* (*Casuarinaceae*), die *Piperales* (die den *Protangiospermae* näherstehenden *Saururaceae* und *Piperaceae*), die *Salicales* (*Populus* und *Salix*), die *Myricales*, die *Juglandales*, die *Fagales* (namentlich die *Betulaceae*) u. a. zwitterblütige polyandrische und polycarpische oder pleiocarpische Ahnen gehabt haben. Alle diese Familien besitzen, wie ja auch Wettstein ausgeführt hat, Merkmale, welche auf ein hohes Alter*) hinweisen, so die *Piperales* wechselnde Zahl der Staubblätter (10—1), keine Blütenhülle, Endosperm und Perisperm; bei den älteren *Saururaceae* kommen noch hinzu Zwitterblüten und apocarpes Gynözeum. Auf hohes Alter deuten ferner hin bei den *Casuarinaceae* die hochblattartige Blütenhülle, das vielzellige Archosporium und die Windblütigkeit, bei

*) Zu diesen Merkmalen rechne ich nicht die häufig vorkommende Apogamie.

den *Salicales* Zwitterblütigkeit einzelner (himalaiensischer) *Populus*, hochblattartiges Perigon von *Populus*, Polyandrie bei dieser Gattung und Pleiandrie bis Diandrie bei *Salix*; bei den *Myricales* Diklinie, Achlamydie, Pleiandrie bis Oligandrie und Anemophilie; bei den *Leitneriales* Diözie, Achlamydie der § Blüthen, hochblattartige Blüthenhülle der §, Pleiandrie bis Oligandrie und Anemophilie; bei den *Juglandales* Achlamydie oder Haplochlamydie, Diklinie, Pleiandrie bis Oligandrie (40—3 Staubblätter); bei den *Fagales* bracteoide Homiochlamydie oder Haplochlamydie, Pleiandrie bis Oligandrie, mehrzelliges Archespor, Anemophilie. Auch bei den *Aristolochiales* ist noch *Rafflesia* durch starke Polyandrie und ein wahrscheinlich aus Polycarpie hervorgegangenes Gynazeum ausgezeichnet. Bei alien diesen Familien sprechen entweder fossile Funde (*Salicaceae*, *Myricaceae*, *Juglandaceae*, *Betulaceae*, *Fagaceae* schon in der Kreidezeit reich entwickelt) oder die geographische Verbreitung für ein hohes Alter, durch welches ja auch die weitgehende Reduktion und bei mehreren Familien (*Rafflesiaceae* und *Santalales*) der eingetretene Parasitismus erkiart werden kann.

Gegen diese Ausftthrungen kdnte man einwenden, dafi wir doch im allgemeinen mit Recht gewohnt sind, in Verwandtschaftskreisen mit stark wechselnder Anzahl von Staubblättern und Carp, die Formen mit geringerer fixierter Zahl dieser Organe als jüngere den älteren mit grÖfierer und unbestimmter Zahl derselben Organe gegenüberzustellen, wie z. B. bei den Guttiferen, den Rosaceen, den Papaveraceen und anderen. Das ist unbedingt richtig; aber immer nur für Gattungen eines engeren Verwandtschaftskreises und eines engeren Florenbezirkes; wie z. B. bei den *Guttiferae-Clusieae*; bei der Gattung *Salix*, bei den *Rosaceae-Potentillinae* und *Dryadinae* usw.; aber schon innerhalb einer Familie oder Gattung kann eine asiatische oligandre Art älter sein als eine amerikanische polyandre, welche auf dem ursprünglichen Zustand stehengeblieben ist. Wenn wir annehmen, dafi die Protangiospermen eine grÖflere Anzahl von Staubblättern oder Carp, besafiien, so haben die Gattungen, welche jetzt eine geringe Anzahl von Staubblättern oder Carp, aufweisen, mehr Stufen der Reduktion durchmachen müssen als diejenigen, welche noch die Merkmale der Pleiandrie und Pleiocarpie besitzen; es ist wahrscheinlich, dafi sie eher entstanden, älter sind als die (jetzt noch) pleiandrischen und polykarpischen. Das letztere werden wir um so mehr annehmen, je mehr sie von den Eigenschaften besitzen, welche Wettsteinal's Merkmale alterer Typen anführt. Hingegen werden pleiandrische und pleiokarpe Sippen als jtingeren Alters zu gelten haben, je weniger ein hthteres Alter anzeigende Merkmale sie aufzuweisen haben.

Auch bei mehreren monokotyledonen Familien finden wir noch starke Polyandrie und Polykarpie, oder eines von beiden, so vor allem bei den *Pandanaceae*, bei den *Allsmataceae* (insbesondere *Sagittaria*, *Echinodorus*, *Lophiocarpus*, *Ccddesia*, *Limnophyton*), *Hydrocharitaceae* (*Ottelia*, *Boottia*, *Hydrocharis*, *Stratiotes*, *Blyxa*), bei den *Gramineae-Bambuseae* (*Ochlandra* mit 120—6 Staubblättern und 6—3 Narben, andere Gattungen dieser wohl (der Ansicht von H a y e k s entsprechend) unbedenklich als eine der aitesten oder als älteste anzusehenden Tribus oder Unterfamilie auch mit 6 bis vielen Staubblättern), bei den *Gramineae-Oryzeae* (*Luziola* mit 18—6 Staubblättern, *Oryza*, *Leptaspis* und *Strep-tochaete* mit 6 Staubblättern, die beiden letzteren mit 3 Narben); die von H a c k e l zu den *Hordeae* gestellte Gattung *Pariana* in den § Blüthen mit 10—40 fruchtbaren Staubblättern, in den 2^{mit 6} Staminodien. Es wird zwar von Schuster (Über die Morphologie der Grasblüte in Flora C [1909], 247, Fig. 29,30) aus dem Vorkommen von 9 Leitbtindeln im unteren Teil der von vielen Staubblättern gebildeten RÖhre der Gattung *Ochlandra* geschlossen, dafi hier eine Spaltung von 6 Staubblattanlagen stattgefunden habe, doch scheint mir die Annahme von Spaltungen bei Phyllomen der Gramineen recht gewagt; auch geht die Zahl von 9 Leitbtindeln schon tiber die Zahl von 6 Staubblättern hinaus. Bemerken mÖchte ich noch, dafi ich die Entwicklung zahlreicher Staubblätter durch Spaltung von Staubblattanlagen in einigen anderen Fallen für erwiesen halte, so namentlich bei den Papaveraceen und anderen Rhoeadales, bei denen im Gegensatz zu den Gramineen auch die Laubblätter eine starke Neigung zur Spaltung zeigen. Unter den *Cyperaceae*, die durch ihre Mikrosporen so stark von den Gramineen abweichen, fallt die australische Gattung *Evandra* mit 20 bis 16 Staubblättern und 8 Narben auf. Auch bei den *Paltinae*, deren Blüthen zur Ausbildung von Blüthenhüllchen (meist 3 + 3 Hochblätter) gelangt sind, finden wir häufig Polyandrie. Bei *Phytelphas* sind die § Blüthen haplochlamydeisch mit zahlreichen Abschnitten, die § Blüthen heterochlamydeisch mit 3 Kelchblättern und 5—10 Blumenblättern;

ferner finden wir 90—30 Staubblätter in den § Blüten, oo Staubblätter oder Staminodien und ein aus 4—9 Carp, gebildetes Gyn&zeum in den g oder £ Blüten. In alien anderen Gruppen der Palmen mit Ausnahme der *Coryphinae* gibt es einzelne Gattungen mit mehr als den typischen 6 Staubblättern, so *Orbignya* mit 24—12, *Attalea* mit oo—6, *Jubaea* 15—12, *Actinorhysis* 30—34, *Ptychococcus* mit 200—110, *Ptychosperma* 20—30, *Drymophloeos* und *Kentipopsis* mit oo, *Phoenicophorium* mit 20—15, *Nepkrosperma* mit 50—40, *Howea* mit 40—30, *Sclerosperma* mit oo, *Caryota* mit oo—9, *Eugeissona* mit oo, *Raphia* mit '06—6, *Latania* mit 30—15. In alien Gruppen finden sich auch Gattungen mit 12 oder mit 9 Staubblättern und nur wenig Gattungen mit 3; Carp, sind meist nur 3, bei den *Cocoinae* bis zu 6 vorhanden, so dafi schließlic eine grofie Anzahl Palmengattungen iibrigbleibt, welche dasselbe 3gliedrige pentazyklische Diagramm besitzen, das bei den *Liliiflorae* und *Farinosae* typisch geworden ist und welches ebenso wie dasjenige einer pentazyklischen oder tetrazyklischen Dikotyledone als Diagramm eines Euanthostrobilus bezeichnet werden kann. Das Diagramm der 3gliedrigen pentazyklischen Blüte, welches jetzt bei der Mehrzahl der Palmen vorherrscht, finden wir auch bei den *Liliiflorae* und *Farinosae*, so wie bei den *Spathiflorae*, jedoch mit anderer Stellung und Beschaffenheit der Samenanlagen. Während aber bei den *Liliiflorae* das Diagramm nur ganz selten eine schwache Reduktion aufweist, fallen bei den *Farinosae* h&ufiger einzelne Glieder oder ganze Kreise aus, und bei den *Spathiflorae* mit den *Araceae* (und *Lemnaceae*), deren .Vorfahren denen der *Liliiflorae* sehr nahe gestanden haben können, hat neben der mannigfachen Gestaltung des Hiillblattes der Inflorescenz der Prozeß der Reduktion in staunenerregender Weise Mannigfaltigkeit erzeugt. Hingegen hat bei den ebenfalls von den Liliifloren meist abgeleiteten *Scitamineae* und *Microspermae* (mit den *Orchidaceae*) neben der Reduktion auch die Zygomorphie Modifikationen des bei den *Liliiflorae* herrschend gewordenen Diagramme hervorgebracht. Aber es ist nicht ausgeschlossen, dafi die jetzt noch existierenden Vertreter dieser Reihen von anderen polyandrischen und polykarpischen Vorfahren abstammen, als von denen der *Liliiflorae* und *Farinosae*. Die in der Nahe der Palmen stehende, aber durch zahlreiche an parietalen Placenten stehende Samenanlagen und sehr eigenartige Geschlechterverteilung in den Blütenständen ausgezeichnete Reihe der *Synanthae* stammt ebenfalls unzweifelhaft von polyandrischen Vorfahren ab. Die Gruppe der *Carludoviceae* besitzt § Blüten mit einer aus zahlreichen vereinigten Bl&ettern gebildeten Blütenhülle und einer grofien Zahl von Staubb., während bei *Cyclanthus* eine Fixierung der Staubb. auf die Zahl 6 eingetreten ist. Diese Bemerkungen iiber die Ableitung der Blüten der Monokotyledonen von polyandrischen und polykarpischen (oder mit nackten § Strobilis versehenen) Vorfahren sind der von mir bereits im Jahre 1892 in den Abhandl. der Preuß. Akademie der Wiss. veröffentlichten Arbeit »Die systematische Anordnung der monokotyledoneen Angiospermen« entnommen.

Wenn wir bis jetzt keine Protangiospermen aus der mesozoischen Zeit kennen, so ist damit keineswegs bewiesen, dafi sie nicht existiert haben, zumal Blüten, die Teile, auf deren Beschaffenheit die Bestimmung beruht, ebenso wie die der Angiospermen selbst für die Erhaltung wenig geeignet gewesen sein ktfnnen. Die Samen und das Holz k5nnen von denen der Angiospermen nur wenig verschieden gewesen sein. Auch kann ein grofier Teil der Protangiospermen krautig gewesen sein, wenn auch diejenigen Protangiospermen, von denen die jetzt noch monochlamydeen oder haplochlamydeen Dikotyledonen abstammen kQnnten, Holzgew&chse gewesen sein mttgen.

Jedenfalls ist nicht ausgeschlossen, dafi die sogenannten Apetalen, von denen viele nur reduzierte und eingeschlechtliche Blüten besitzen, ebenso wie die Magnoliaceen von Vorfahren mit strobilusartigen Zwitterblüten abstammen. Diese Ahnen der echten Apetalen (von denen die Apopetalen scharf zu unterscheiden sind), besafien nur eine einfache hochblattartige Blütenhülle (bisweilen auch keine), die ursprünglich grfffiere Zahl von Staubblättern und Carp, wurde allmfhlich reduziert, auch traten bei einigen Verwachsungen der Carp. ein, wie das ja auch bei den *Ranales* der Fall gewesen ist. Familien, wie die *Pandanaceae* kommen den hypothetischen Protangiospermen sehr nahe. Als filtere Typen gehfren sie an den Anfang der siphonogamen Embryophyten, auf welche die mit corollinischen und zweierlei Blütenhüllen versehenen Familien zu folgen haben, nicht als direkte Nachkommen dieser Apetalen, sondern anderer, welche neben diesen existiert batten.

Recht befriedigend für unser Suchen nach dem Ursprung der Angiospermen ist diese Betrachtung nicht ausgefallen. An einer Entwicklung der heutigen Pflanzenwelt aus der

vergängerer Zeiten kann man nicht zweifeln; vor allem wird dies durch die geographiſche Verbreitung vieler Gattungen bewieſen, deren engere Verwandtschaftskreiſe auf natürliehe Florengebiete beſchränkt ſind. Auch fehlt es nicht an Beiſpielen von groſſen Verwandtschaftskreiſen, bei denen ein Merkmal ſo außerordentlich konſtant auftritt, daß man an einer Art von »Blut«verwandtschaft nicht zweifeln kann und leicht zu der Annahme kommt, daß alle Typen eines ſolchen Verwandtschaftskreiſes von einer Urform und deren Nachkommen entſtanden ſind. Man denke z. B. an die durch eine orthotrope Samenanlage charakteriſierten Polygonaceen oder an die Cyperaceen, bei denen, wie es ſcheint, konſtant von einer Mikroſporentetrade drei Mikroſporenanlagen ſteril werden und nur eine ſich zu einer keimfähigen Mikroſpore entwickelt. Während man also an einer Entwicklung der geſtrigen Pflanzenwelt durch Descendenz nicht zweifeln kann, muß man ſich über die Frage, von welchem Stamm die Angiospermen abzuleiten ſind, mit Hypotheſen begnügen. Wenn wir die Gymnospermen als Endglieder der Archegoniaten anſehen und nach jetzt lebenden Gymnospermen keine Angiospermen konſtruieren können, ſind wir genötigt, zu den *Bennettiales* und *Cycadofilices* herabzuſteigen, um einen Anſchluß zu ſuchen. An den *Bennettiales* locken die Zwitterblüten zur Annahme näherer verwandtschaftlicher Beziehungen zu den Angiospermen; aber wir wiſſen nichts über den Befruchtungsapparat der Megaspore, und das Gynäzeum mit ſeinen die langen ſtielartigen Fruchtblätter umgebenden ſchuppenartigen Blattgebilden iſt ſchwer mit einem Gynäzeum der Angiospermen in Einklang zu bringen. Zudem ſind auch die Mikroſporophylle der *Bennettiales* von denen der Angiospermen ſehr verſchieden. Auch bei den Pteridophyten kann man für Angiospermen oder Protangiospermen keinen rechten unmittelbaren Anſchluß finden, nur das können wir annehmen, daß die Ahnen der letzteren möglicherweise den euſporangiaten *FMcales*, von denen *Ophioglossales* auch Fasciculurcambium aufweiſen, nahe geſtanden haben. Es iſt leider wenig Ausſicht vorhanden, daß Fossilien gefunden werden, deren Haploidgenerationen ſo erhalten ſind, daß wir deren Träger mit Sicherheit als Protangiospermen anſprechen können.



Übersicht über die Merkmale der Psilophyten, Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen, welche für die phylogenetischen Hypothesen zur Herkunft der Angiospermen in Betracht kommen.

P s i l o p h y t a*)	P t e r i d o p h y t a	
	Filicales eusporangiatae**)	Articulatae
1. Sporophylle fehlend. Sporangien an besonderen Sporangien terminal.	1. Sporophylle meist nicht Blüten bildend, während solche bei einigen Leptosporangiaten (<i>Struthiopteris</i> , <i>Blechnum</i>) vorkommen.	1. <i>Sphenophyllales</i> , <i>Cheirostrobales</i> , <i>Pseudoborniales</i> , <i>Equisetales</i> , Sporophylle Blüten bildend, Ufflerlich isospor, bei <i>Calamariaceen</i> heterospor.
2. —	2. —	2. Blüten ohne Perianth.
3. Sporophyt krautig, mit mehrfach verzweigtem Stammchen mit zentralem Leitbündel, blattlos oder mit kleinen spitzlichen unregelmäßig verteilten Blättern ohne Leitbündel.	3. Sporophyt in Eusporangien Isosporen erzeugend bei <i>Marattiales</i> und <i>Ophioglossales</i> .	3. Sporophyt in Eusporangien zweierlei gleich erscheinende Sporen erzeugend, aus denen ♂ oder ♀ Gametophyten (oder Prothallien) hervorgehen.
4. Im unteren, mittleren und Ober-Devon.	4. <i>Marattiales</i> seit dem Karbon existierend.	4. <i>Equisetales</i> seit dem Karbon existierend; <i>Calamariales</i> und <i>Sphenophyllales</i> nur bis in das Rotliegende.
5. Isosporangien zylindrisch, ziemlich groß ohne Öffnungsspalt.	5. Isosporangien an der Unterseite der Tropophylle oder der sporophyllen Abschnitte derselben.	5. Isosporangien oder Heterosporangien an der Unterseite kleiner Sporophylle, erstere bei <i>Equisetales</i> , letztere bei <i>Calamariales</i> .
6. —	6. Sporangien sich vermöge aktiver Zellen eines Exotheciums Öffnend. Sporen keimen nach Abfall vom Sporophyten.	6. Sporangien sich vermöge aktiver Zellen eines Exotheciums Öffnend. Sporen keimen nach Abfall vom Sporophyten.
7. Gametophyt nicht bekannt.	7. Gametophyt oder Prothallium aus der Spore herauswachsend, langlebig zwitterig, bei der Ophioglossacee <i>Helminthostachys</i> auch eingeschlechtlich. Die in den Antheridien erzeugten polyziliaten Spermatozoiden durch Wasser auf die Archegonien übertragen. — Asiphonogamic.	7. Gametophyten eingeschlechtlich, aus den Sporen herauswachsend. ♂ Prothallien bei <i>Equisetac.</i> nur wenig kleiner als die ♀, in den eingesenkten Antheridien polyziliate Spermatozoiden bildend. — Asiphonogamic.
8. —	8. —	8. —
9. —	9. —	9. —
10. —	10. Das ziemlich dicke, zwitterige Prothallium trägt eingesenkte Antheridien mit polyziliaten Spermatozoiden und mehrere Archegonien mit großer Eizelle und mit Kanalzellen.	10. Das Prothallium trägt einige Archegonien mit großer Eizelle und mit Kanalzellen.
11. —	11. Embryo nur bei <i>Botrychium obliquum</i> mit einem Suspensor, bei <i>Marattiales</i> und <i>Ophioglossales</i> mit einem Kotyledon.	11. Embryo ohne Suspensor.
12. Hadron mit Troppentracheiden.	12. Bei den <i>Ophioglossaceae</i> kommt auch Faszikularkambium vor. Hadron mit Spiral- und Leiter-(Treppen-)tracheiden.	12. <i>Sphenophyllales</i> und <i>Calamariales</i> mit sekundärem Dickenwachstum. Hadron bei den <i>Sphenophyllac.</i> mit netzförmig getupfelten Tracheiden, im sekundären Hadron mit Hoftupfeltracheiden, bei den <i>Equisetac.</i> mit Spiral- und Ringtracheiden, bei den <i>Calamariac.</i> mit Leiter-(Treppen-)tracheiden und mit mehrreihigen Hoftupfeln versehenen Tracheiden.

*) Diese Unterabteilung ist nur wegen des Vergleichs mit den *Heridophyta* hier angeführt.
 **) Die *Filicales leptosporangiatae* kommen für die Ableitung der *Angiospermae* trotz der geschlechtlichen Differenzierung der Gametangien bei *Marsileaceen* und *Salviniaceen* nicht in Betracht.

Pteridophyta		
Lycopodiales	Psilotales	Isoetales
1. Sporophylle isospor Bltten bildend bei <i>Lycopodiales eligulatae</i> ; Sporophylle heterospor bei <i>Lycopodiales ligulatae</i> (<i>Selaginellac.</i> , <i>Lepidodendrac.</i> , <i>Sigillariac.</i>).	1. Sporophylle zweispaltig isospor, nicht Bltten bildend.	1. Mikro- und Meffasporophylle.
2. Bltten ohne Perianth.	2. —	2. BIUtenformation undeutlich abgegrenzt.
3. Sporophyt in derselben BIUte Mikrosporangien und Megasporangien erzeugend, also Bltten zwittrig, bei <i>Selaginellac.</i> , <i>Lepidodendrac.</i> , <i>Sigillariac.</i> Bei den <i>Selaginellac.</i> die Megasporephylle entweder am Orund oder bei dorsiventraler Ausbildung auf der Unterselte der Blttenachse ausgebildet, nie am oberen Bnde derselben, also nie entsprechend der Stellung der Karpelle in den Zwitterbltten der Angiospermen.	3. Sporophyt mit locker stehenden Blättern, von denen die oberen zweispaltigen Sporangien tragen.	3. Sporophyt unterhalb der Mikrosporephylle Megasporephylle tragend. Beiderlei Sporangien gefittchert. — Zugehörigkeit fossiler Reste aus der Kreide zu dieser Reihe wahrscheinlich.
4. Seit dem Karbon existierend; <i>Lepidodendrac.</i> und <i>Sigillariac.</i> nur bis ins Rotliegende.	4. —	4. Wahrscheinlich seit der Kreidezeit auftretend.
5. Isosporangien oder Heterosporangien am Grande der Oberseite oder in den Achseln der Sporophylle.	5. Isosporangien Stfcherig bei <i>Tmesipteris</i> , 3fächerig bei <i>Psilotum</i> , Fächer durch Lttngsspalten sich Öffnend.	5. Sporangien am Grunde der Blattoberseite in einer Grube entwickelt.
6. Sporangien sich vermöge aktiver Zellen eines Exotheziums Öffnend. Sporen keimen nach Abfall vom Sporophyt, jedoch verbleiben sie bei einzelnen <i>Selaginella</i> bis zur Embryobildung auf dem Sporophyt.	6. Sporangien sich vermöge eines Exotheziums Öffnend	6. Sporen durch Verwesung der Blätter frei werdend.
7. Gametophyt bei <i>Lycopodiaceae</i> aus der Spore herauswachsend, zwittrig, eingeschlechtlich bei <i>Selaginellac.</i> ; & Prothallium sehr reduziert, wie das 9 in der Spore eingeschlossen bleibend, nur die biziliaten Spermatozoiden entlassend, welche zu dem aus der Makrospore nur mit seinem Archegonien tragenden Scheitel heraustretenden 9 Prothallium vordringen. — Asiphonogamie.	7. Gametophyt zwittrig, Spermatozoiden polyzillat.	7. (J Gametophyt oder <*) Prothallium sehr reduziert, wenigzellig, wie das 9 Prothallium eingeschlossen bleibend; nur die polyziliaten Spermatozoiden heraustretend, welche zu dem mit einigen am Scheitel befindlichen Archegonien versehenen 9 Prothallium vordringen. — Asiphonogamie.
8. Megasporephylle unterhalb der Mikrosporephylle oder auf einer Seite der Blttenachse.	8. —	8. Megasporephylle unterhalb der Mikrosporephylle, tber letzteren unmittelbar anschleifiend Tropophylle.
9. —	9. —	9. —
10. Das zwittrige knollige Prothallium der <i>Lycopodiaceae</i> mit vielen eingesenkten Antheridien mit biziliaten Spermatozoiden und mehreren Archegonien mit grofier Eizelle und Kanalzellen. Prothallium der <i>Selaginellac.</i> mit wenig Archegonien am Scheitel, diese mit grofier Eizelle und Kanalzellen.	10. Prothallien klein, zylindrisch, unterirdisch, saprophytisch, mit endotrophischer Mycoorrhiza.	10.9 Prothallium knollig, mit einem eingesenkten Archegonium am Scheitel, dieses mit grofier Eizelle und mit Kanalzellen.
11. Embryo an einem Embryoträger, mit 2 Keimblättern bei <i>Lycopodiaceae</i> und <i>Selaginellac.</i>	11. —	11. Embryo mit einem Keimblatt, ohne Suspensor.
12. Sekundäres Dickenwachstum bei <i>Lepidodendrac.</i> und <i>Sigillariaceae</i> . Hadrom bei den <i>Lycopodiaceae</i> mit Spiral- und Leiter-(Treppen-)tracheiden.	12. Hadrom mit Treppentracheiden.	12. Sekundäres Dickenwachstum. Hadrom mit Spiral- und Netztracheiden.

G y m n o s p e r m a e		
<i>Cyca6oI\\ ca es (Pteridospermac.)</i>	Cycadales	Bennettitales
1. Sporophylle keine BIUten bildend.	1. Mikro- und Megasporophylle eingeschlechtliche BIUten bildend.	1. Mikro- und Megasporophylle, ZwitterblUten oder eingeschlechtliche BIUten bildend.
2. —	2. BIUten ohne Perianth.	2. BIUten mit mehrblättrigem Perianth oder ohne solches.
3. Sporophyt diözisch, mit Mikrosporophyllen oder mit Megasporophyllen.	3. BIUten eingeschlechtlich, diözisch.	3. BIUten zwltterlg mit am oberen Ende stehenden Megasporophyllen oder eingeschlechtlich.
4. Vom Karbon bis in das Rotliegende.	4. Seit dem Rotliegenden bis in die Gegenwart. reichste Entwicklung im Jura.	4. Von der Trias bis in die untere Kreide.
5. Mikrosporangien (<i>Crossotheca</i>) an der Unterseite der reichgliederten Sporophylle zahlreich; Zugehörigkeit zu dieser Klasse nicht ganz sicher.	5. Mikrosporangien an der Unterseite der einfachen ungegliederten Sporophylle, sehr zahlreich.	5. Mikrosporangien Synangien bildend, an zahlreichen, grofen, doppelt gefiederten oder einfachen, freien einen Quirl bildenden' oder zum Teil verwachsenen Sporophyllen.
6. Mikrosporangien wahrscheinlich sich vermflge aktiver Zellen eines Exotheziiums 5ffnend.	6. Mikrosporangien sich vermttge aktiver Zellen eines Exotheziiums ttfnend.	6. Mikrosporangien sich vermOge aktiver Zellen eines Exotheziiums öföfnend (?). Mikrosporen mit Ltngafalten, wie bei <i>Cycadales</i> .
7. J Gametophyt unvollkommen bekannt.	7. (J Gametophyt, das S Prothallium stark reduziert, in der Mikrospore eingeschlossen, durch Wind, seltner durch Käfer auf das Megasporangium in dessen Pollenkammer Übertragen, in dieser den durch ein Haustorium sich befestigenden Pollenschlauch entwckelnd. 2 Spermatozoiden (bis 20 bei <i>Microcyca</i>). Die 2 Spermatozoiden werden aus dem Pollenschlauch in die Archegoniumkammer (den aufgelösten Xucellusscheitel) entlassen und eines gelangt zwischen den Halszellen hindurch in die Eizelle zur Vereinigung mit deren Kern. — Siphonogamie.	7. (J Gametophyt, das £ Prothallium stark reduziert, mit 2—5 (?) Zellen, durch Wind auf die Über das Perikarp hinwegragende Mikropyle der (orthotropen) Samenanlage Übertragen. — Siphonogamie wahrscheinlich.
8. Mefrasporanfrum am Rande des Sporophyllteiles.	8. Megasporen am Rande der Sporophylle.	8. Megasporangium am Ende von langen, stielartigen Fruchtblättern, welche von sterilen, nach oben verdickten Blattgebilden umgeben sind.
9. Megasporangium mit einem Integument und Pollenkammer.	9. Megasporangium mit einem Integument und Pollenkammer.	9. Megasporangium mit einem Integument.
10. Megaspore das 9 Prothallium einschleßend. bei der Keimung im Mejr^poranjium verbleiben.	10. Das Megasporangium schließt die Megaspore und das 9 Prothallium mit seinen Archegonien ein und verbleibt auf den Sporophyten bis zur vollständigen Samenreife; nur bei <i>Ceratozamia</i> tritt er vor der Samenreife ab und wird erst am Boden keimf&hig. An der Oberfläche des 9 Prothalliums entstehen mehrere Archegonien mit großer Eizelle, Bauchkanalern und Halszellen.	10. Megaspore schließt das 9 Prothallium ein. Befruchtungsapparat nicht bekannt.
11. Embryo nicht bekannt.	11. Embryo mit 2 häufig verwachsenden Kotyledonen, an langem Suspensor, in reichlichem Endosperm.	11. Embryo dikotyl, nicht von Endosperm umgeben.
12. Protohadrom mit Spiral- und Leitcr-Tracheiden, sekundäres Hadrom mit araucariold-gettlpfelten Tracheiden.	12. Sekundäres Hadrom mit Tracheiden, die mit quergzogenen Hofupfeln versehen, oder treppenförmig-nctzfaserig verdickt sind.	12. Sekundäres Hadrom mit leitcrförmig verdickten Tracheiden.

G y m n o s p e r m a e		
Ginkgoales	Cordaetales	Conferae
<p>1. Mikro- und Megasporophylle eingeschlechtliche BIUten bildend.</p> <p>2. BIUten ohne Perianth.</p> <p>3. BIUten eingeschlechtlich. diozisch.</p> <p>4. Seit dem Rotliegenden bis in die Gegenwart. Stärkste Entwicklung im Jura und der Kreide.</p> <p>5. Mikrosporangien an der Unterseite der Sporophylle. einige bis 2.</p> <p>6. Mikrosporangien sich vermöge aktiver Zellen eines Endotheciums Öffnend.</p> <p>7. (J Gametophyt, das § Prothallium stark reduziert, auf dem Megasporangium den Pollenschlauch entwickelnd, dessen unterer Teil als Haustorium fungiert, während der obere Teil in die Pollenkammer erst etwa 2 Monate nach der Bestäubung 2 Spermatozoiden enthält. — Siphonogamie.</p> <p>8. Megasporangien an der vorderen Kante der Sporophylle.</p> <p>9. Megasporangium mit einem Integument, mit Pollen- und Archegonienkammer.</p> <p>10. Megaspore schließt das § Prothallium mit seinen 2. bisweilen mehr Archegonien ein, deren Befruchtung meist erst in der abgefallenen Sainenanlage erfolgt.</p> <p>11. Embryo dikotyl, ohne Embryotritter, umgeben von Nährgewebe.</p> <p>12. Sekundäres Hadrom mit gegliederten Tracheiden.</p>	<p>1. Mikro- und Megasporophylle.</p> <p>2. 9 BIUten mit Perianth, von spiralig angeordneten Brakteen gebildet.</p> <p>3. BIUten eingeschlechtlich, dittzisch oder montizisch (?).</p> <p>4. Vom Karbon bis in das Rotliegende.</p> <p>5. Mikrosporangien (reduzierte Sporophylle) je 3—6 der Länge nach sich öffnend, eine gestielte & Blüte bildend (möglicherweise der Stiel¹⁴ verwachsenen Filamenten entsprechend).</p> <p>6. —</p> <p>7. (5 Gametophyt das § Prothallium mit einigen Zellen.</p> <p>8. Megasporangien an spiralig angeordneten Sporophyllen, welche mit den ebenfalls spiralig angeordneten, nach unten anschließenden, hochblattartigen Perianthblättern einen Strobilus bilden.</p> <p>9. Megasporangium mit einem Integument und Pollenkammer.</p> <p>10. Megaspore schließt das § Prothallium ein. Archegonien am Scheitel desselben.</p> <p>11. Embryo nicht bekannt. wahrscheinlich dikotyl.</p> <p>12. Sekundäres Hadrom mit araucarioid gegliederten Tracheiden. ohne Gefäße.</p>	<p>1. Mikro- und Megasporophylle zu mehreren bis wenigen BIUten bildend, bisweilen die 9 BIUten (<i>Taxus</i>, <i>Torreya</i>) mit nur einem terminalen Sporophyll.</p> <p>2. Blüten meist ohne Perianth, mit solchem bei <i>Taxus</i> und <i>Torreya</i>.</p> <p>9. BIUten eingeschlechtlich monoözisch oder (seltener) diozisch.</p> <p>4. Seit dem Rotliegenden bis in die Gegenwart.</p> <p>5. Mikrosporangien an der Unterseite der einfachen ungegliederten Sporophylle, einige bis 2.</p> <p>6. Mikrosporangien sich vermöge aktiver Zellen eines Exotheciums Öffnend.</p> <p>7. (5 Gametophyt, das § Prothallium stark reduziert, in der Mikropore eingeschlossen, (durch Wind auf das Megasporangium übertragen, auf diesem den Pollenschlauch entwickelnd, der durch den Scheitel des Megasporangiums (Nucellus) bis zu einem Archetronium vordringt und einen Spermakern in die Eizelle des Archegoniums zur Vereinigung mit deren Kern gelangen läßt. — Siphonogamie.</p> <p>8. Megasporen am Rande oder an der Oberseite oder in den Achseln der Sporophylle.</p> <p>9. Megasporangium mit einem Integument.</p> <p>10. Das Megasporangium schließt die Megaspore und das § Prothallium mit seinen Archegonien ein und verbleibt auf dem Sporophyten bis zur Samenreife. An der Oberseite des § Prothalliums entstehen mehrere (<i>Araucaria</i>) bis 2 Archegonien mit großer Eizelle, Bauchkanalzelle (oder Bauchkanalkern) und Halszellen.</p> <p>11. Embryo mit 2 bis mehreren Kotyledonen, an einem Suspensor, umgeben von Endosperm.</p> <p>12. Sekundäres Hadrom des Sporophyten mit Tracheiden, die vorzugsweise auf den Radialwänden mit einer Reihe gegliederten Tupfel oder mit mehreren dicht aneinanderliegenden Reihen von Tupfeln versehen sind; letzteres bei Araucariaceen.</p>

Gymnospermae	Hemlangiospermae
Gnetales	(Hypothetische Gruppe von Arber und Parker.)
<p>1. Mikro- und Megasporophylle eingeschlechtliche Blüten bildend.</p> <p>2. Blüten mit Perigon choritopal bei <\$ <i>Ephedrac.</i> und ♂ <i>Welwitschiac.</i> (<i>Tumboac</i>), syntopal bei <J und ♀ <i>Qnetac.</i>, ♀ <i>Ephedrac.</i> und <i>Welwitschiac.</i> (?), ohne Perigon bei ♀ <i>Ephedrac.</i> und ♀ <i>Welwitschiac.</i>, wenn deren äußere Hülle als Fruchtblatt angesehen wird. (Letztere Auffassung von Wettstein bei ♀ <i>Welwitschia</i> angenommen, könnte auch für ♀ <i>Ephedra</i> gelten.</p> <p>3. Blüten eingeschlechtlich, typisch diozisch, ausnahmsweise monoösch.</p> <p>4. Aus den vergangenen Perioden nicht bekannt.</p> <p>6. Mikrosporangien apikal, 2-3-fächerig, an der Unterseite von Sporophyllen, deren Filamente zu einem Säulchen (<i>Ephedrac.</i>, <i>Qnetac.</i>) oder zu einer Röhre (<i>Welwitschia</i> [<i>Tumboac</i>]) vereinigt sind.</p> <p>6. Mikrosporangien sich vermöge aktiver Zellen eines Exotheziums öffnend.</p> <p>7. 5 Gametophyt, das <J Prothallium stark reduziert, mit 2 Spermakernen schon im reifen Pollenkorn (bei <i>Ephedra</i>) auf dem Megasporangium den Pollenschlauch entwickelnd, welcher durch das Nucellargewebe zur Makrospore vordringt. — Siphonogamie.</p> <p>8. Megasporangium von einem schlauchartigen Fruchtblatt umgeben, fraglich bei <i>Ephedra</i> und <i>Welwitschia</i>.</p> <p>9. Megasporangium mit einem griffelartigen Integument.</p> <p>10. Das Megasporangium schließt die Megaspore und das ♀ Prothallium ein; letzteres bei den <i>Ephedrac.</i> vollständig und mit 3-5 Archegonien mit Bauchkanalzelle und Halszellen; bei <i>Welwitschia</i> vollständig, in dessen oberem Teil mehrere auf lange schlauchförmige Zellen reduzierte Archegonien den Pollenschläuchen durch den Nucellus entgegenwachsen und von diesen befruchtet werden; bei den <i>Qnetac.</i> unvollständiger aus zahlreichen Kernen bestehend, von denen einzelne als Eikerne fungieren, mit denen sich je ein Spermakern zur Befruchtung vereinigt.</p> <p>11. Embryo dikotyl, an langem Suspensor, bei <i>Qnetum</i> und <i>Welwitschia</i> mit Nährfortsatz des Embryos im Endosperm.</p> <p>12. Sporophyt im sekundären Habitat mit Gefäßen.</p>	<p>1. Mikro- und Megasporophylle.</p> <p>↳ Blüten mit mehrblüttrigem Perianth.</p> <p>3. Blüten zwittrig, mit am oberen Ende stehenden Megasporophyllen.</p> <p>4. Hypothetisch als im Mesozoikum existierend angenommen.</p> <p>5. Mikrosporangien an reduzierten, spiralg angeordneten Sporophyllen.</p> <p>6. Mikrosporangien sich vermöge aktiver Zellen eines Endotheziums öffnend.</p> <p>7. <\$ Gametophyt, das <\$ Prothallium stark reduziert, in der Mikrospore eingeschlossen, durch Wind auf die Mikropyle der (orthotropen) Samenanlagen übertragen. — Siphonogamie.</p> <p>8. Megasporangien am Rande von offenen Fruchtblättern.</p> <p>9. Megasporangium mit einem Integument.</p> <p>10.</p> <p>11. Embryo dikotyl.</p> <p>12.</p>

Protangiospermae (Hypothetische Gruppe von A. Engler.)	Angiospermae
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mikro- und Megasporephyll. 2. Blüten ohne Perianth oder mit Anfängen eines solchen. 3. Blüten zwittrig, mit am oberen Ende stehenden Megasporephyllen. Sporophyll in unbestimmter oder spiralliger oder zyklischer Anordnung. 4. Hypothetisch als im Mesozoikum existierend angenommen. 5. Mikrosporangien an der Ober- und Unterseite in der Nähe der Kanten der Sporophyll, welche unbestimmt oder spiralig oder zyklisch angeordnet waren. 6. Mikrosporangien selb. Vermöge eines Endotheziums stehend. 7. Gametophyt, das <math>\leq</math> Prothallium stark reduziert, in der Mikrospore eingeschlossen, meist durch Wind auf die Narbe des Megasporephylls übertragen. — Siphonogamie. 8. Megasporangien an den vereinten Rändern der apokarpen Megasporephyll oder am Grunde derselben. 9. Megasporangium mit oder ohne Integument. 10. Das Megasporangium entwickelt mehrere bis mehrere Makrosporenmutterzellen, von denen eine 4—1 keimende Megaspore bilden konnte. Schließlich wurde typisch ein rudimentäres Prothallium mit einem Befruchtungsapparat von einer Eizelle und 2 Synergiden, sowie mit 2 Polkernen und 8 Antipodenzellen. Der Befruchtungsapparat entspricht einem Archegonium, entsteht jedoch in anderer Weise als dieses. 11. Embryo monokotyl oder dikotyl. 12. Sporophyt mit geschlossenen und offenen Leitbündeln, ohne oder mit Faszikularkambium, wahrscheinlich zum großen Teil krautig und so, wie die Moose, zur Erhaltung als Fossilien wenig geeignet. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mikro- und Megasporephyll, zwittrige oder eingeschlechtliche monttische oder diözische Blüten bildend. 2. Blüten mit Perigon oder Kelch und Blumenkrone oder ohne Blütenhülle, entweder typisch oder infolge von Abort. 3. Zwitterblüten allein oder mit eingeschlechtlichen auf derselben Pflanze oder eingeschlechtliche Blüten monttisch oder dittisch. 4. Seit der Kreidezeit reich entwickelt. 5. Mikrosporangien typisch 4, 2 an der Oberseite, 2 an der Unterseite, je 2 der rechten und je 2 der linken Seite vereinigt, bisweilen nur die der Oberseite entwickelt. Auch kommen mannigfache Vereinigungen der Mikrosporephyll vor. 6. Mikrosporangien selb. Vermöge eines Endotheziums offen. 7. Gametophyt in der Mikrospore auf das Kußrste reduziert, vom Wind oder Insekten oder Vögeln auf die Narben derselben oder häufiger anderer Blüten übertragen, vor der auf den Narben stattfindenden Keimung mit einem vegetativen und einem generativen Kern, der im Pollenschlauch sich in 2 Spermakerne teilt oder der generative Kern schon innerhalb der Mikrospore diese Teilung vollziehend, so daß die Mikrospore 3 Kerne enthält. Auch können (bet Kleistogamic) die Pollenschläuche in die Narbe derselben Blüten vordringen und bei Wasserpflanzen (<i>Zostera</i>) die schon in der Anthese entwickelten Pollenschläuche an die Narben anderer Blüten herangetrieben werden. — Siphonogamie. 8. Megasporangien vorzugsweise an der Oberseite (Innenseite der Fruchtblätter), meist am Hand, bei in die Fruchtknotenröhre einspringenden Plazenten auch am Rand der Unterseite, bisweilen am Grunde der Fruchtknotenröhre oder rings um die zentrale Plazenta. 9. Megasporangien mit 1 oder 2 Integumenten, selten ohne solches. 10. Das Megasporangium entwickelt mehrere bis (meistens) eine Megasporenmutterzelle, von deren 4 Tochterzellen gewöhnlich nur die unterste zur keimfähigen Megaspore wird, selten auch die anderen. Bei der Keimung der im Megasporangium eingeschlossenen Megaspore (des Embryosacks) werden gewöhnlich 8, selten weniger (7—4) Kerne nach wiederholter Zweitteilung der Megasporenkerns erzeugt, von denen 3 der Mikropyle zugekehrte Kerne (der Eizelle und zweier Synergiden) den einem Archegonium entsprechenden, aber in anderer Weise entstandenen Sexualapparat darstellen. Die der Chalaza zugekehrten Kerne der Antipoden stellen einen Teil des Prothalliums dar, der meist aus nur 3, bisweilen aus weniger Kernen besteht, auch ganz fehlen kann, während andererseits die 3 typischen Antipodenkern durch wiederholte Teilungen sich sehr stark, bei <i>Pandanus</i> bis zu über 60 Kernen vermehren können. Forter vereinigen sich nach der Befruchtung die beiden sogenannten Polkerne und erzeugen das Prothallium vervollständigende Nahrungsgewebe des Sarcos. — Embryostücke bisweilen 2—4sporig, ohne Ausbildung von Zellwänden, zugleich mit Reduktion der Kerne der einzelnen Megasporen und dann bei 4 Megasporen 16kernig. 11. Embryo monokotyl oder dikotyl, selten (bei der Proteaceen-Gattung <i>Persea</i>) mit 3—8 schmalen Keimblättern. an einem Embryoträger oder ohne solchen. 12. Sporophyt im sekundären Hadrom mit Gefäßbündeln, nur mit gebogenen Tupfeln versehenen Tracheiden bei den Magnoliaceen <i>Drimys</i> und <i>Zigogynum</i>, sowie bei den Trochodendraceen <i>Trochodendron</i> und <i>Tetracentron</i>. Spuren eines Faszikularkambiums auch bei einzelnen Monokotyledonon als Fortsetzung des Primärtrichostems (welches meist als Folgeristem bezeichnet wird).

Anhang.

Prinzipien der systematischen Anordnung mit besonderer Berücksichtigung der Angiospermen.

Nach Engler, in Engler und Gilg, Syllabus der Pflanzenfamilien, 9. und 10. Aufl., 1924, S. IX—XXII, mit einigen Ergänzungen in Absatz 29 und 34.

1. fiber Verwandtschaft. Das Streben der wissenschaftlichen Klassifikation der Pflanzen oder der botanischen Systematik ist zunächst darauf gerichtet, die Pflanzenformen nach ihrer natürlichen Verwandtschaft in Gemeinschaften niederen und höheren Grades (in Arten, Gattungen, Familien, Familienreihen oder Ordnungen, Elassen, Abteilungen) zu gruppieren. Wenn hier von natürlicher Verwandtschaft gesprochen wird, so ist dies ein gewisser Pleonasmus; denn Verwandtschaft im wahren Sinne des Wortes ist immer eine natürliche. Aber in unendlich vielen Fällen, und namentlich in älteren Werken über Systematik der Pflanzen wird von Verwandtschaft gesprochen, wenn es sich nur um Ähnlichkeiten handelt, es wird sehr häufig von Familien angegeben, daß sie mit 2—5 oder mehr anderen verwandt seien, während sie mit denselben nur darin übereinstimmen, daß gewisse auch bei noch vielen anderen Familien auftretende Eigenschaften, wie z. B. Polystemonie, Haplostemonie, Polykarpie, Schopfhaarbildung an Samen usw. bei den als verwandt bezeichneten Familien ebenso auftreten, wie bei der in Rede stehenden Familie. Es kommt sogar vor, daß der Begriff »verwandt« unrichtig angewendet wird, wenn zwei Familien nur in der Blattgestaltung Übereinstimmung zeigen, während wirkliche genetische Verwandtschaft sich sowohl in Übereinstimmung der höheren Gliederung, des anatomischen Baues der Vegetations- und Fortpflanzungsorgane und auch der chemischen Eigenschaften äußert, außerdem auch die Möglichkeit eines gemeinsamen Ursprunges auf demselben Gebiet der Erde erfordert. Oft ist genetische Verwandtschaft auch bei äußerlich einander sehr unähnlichen Pflanzenformen nachweisbar, wenn die auffallenden äußeren Eigenschaften durch klimatische Verhältnisse bedingt sind. Wenn man von der Ansicht ausgeht, daß alle Pflanzengruppen auf eine und dieselbe Art von Urzellen zurückgehen, dann kann man allerdings sagen, daß alle Pflanzenformen miteinander verwandt sind; aber es ist bei der großen Verschiedenheit einzelliger Organismen und der an ihnen hervortretenden verschiedenen Entwicklungstendenzen das Wahrscheinlichste, daß diese Urganismen, aus denen die verschiedenen Stämme des Pflanzenreichs hervorgegangen sind, sich innerlich schon erheblich unterscheiden; es empfiehlt sich daher, den Begriff der Verwandtschaft im engeren Sinne für Angehörige desselben Stammes oder überhaupt nur da zu gebrauchen, wo vielseitige Erwägungen zur Erkenntnis eines genetischen Zusammenhanges führen. Das bedingt allerdings, daß bei der Feststellung der Verwandtschaft subjektives Ermessen nie ganz auszuschließen ist.

2. Fluktuierende Variationen und Mutationen. Anzeichen von Ueberschneidungsphasen derselben Art. Ähnliche Organismen in verschiedenen Klassen und Abteilungen des Systematischen Baues. Wichtigkeit der Entwicklungsgeschichte (Ontogenese). Parallelsippen. Bei der Feststellung der Gemeinschaften niederen oder höheren Grades muß so viel als möglich induktiv, nach Beobachtungen an lebenden Pflanzen, sei es an ihren natürlichen Standorten, sei es in der Kultur vorgegangen werden. Dies läßt sich namentlich bei einem großen Teil der niederen Pflanzen, deren Generationen ihren Entwicklungsgang in kurzer Zeit vollenden, durchführen. Auch viele »höhere« Pflanzen können in der Kultur in allen Phasen ihrer Entwicklung beobachtet werden. In vielen Fällen zeigt schon die rohe Beobachtung von massenhaften Aussaaten solcher Pflanzen, bei denen eine Vermischung mit einer anderen Art ausgeschlossen war, daß äußerlich sehr verschieden schein-

nende Formen denselben Ursprung haben können. So entstehen manchmal bei Aussaat von Nutzpflanzen und Gartenpflanzen neben Tausenden der Mutterpflanze ± gleichenden Formen einige oder mehrere mit anders gestalteten Blättern, reicher oder schwächer entwickelten Blütenständen, kleineren oder größeren oder anders gefärbten Blättern. Wenn die einzelnen Organe nach Maß, Gewicht und Zahl variieren, so handelt es sich meist um fluktuierende Variationen; wenn dagegen neue Merkmale ohne Zwischenstufen auf treten und dieser Merkmale erblich sind, so haben wir es mit Mutationen oder Mutanten zu tun. Sehr deutlich tritt die Verwandtschaftstuflichkeit verschiedener Bildungen hervor, wenn auf demselben Stock verschieden gestaltete Blüten (Pelorien bei Scrophulariaceen und Labiataen, ungeschlechtliche Blüten neben geschlechtlichen, gefüllte neben ungefüllten) oder anders belaubte Sprosse (geschlitzblättrige neben ganzblättrigen bei unseren Laubbaumen, mit einfachen Blättern versehene neben solchen mit geteilten Blättern) auf treten, und wenn es gelingt, durch Ableger oder Samen solche Abänderungen oder Variationen zu vermehren. Hierbei ist dann ferner zu beobachten, daß aus diesen Variationen auch wieder die ursprünglichen Formen entstehen können, was als Rückschlag oder Atavismus bezeichnet wird. Besonders wertvolle Einblicke in die Verwandtschaftsverhältnisse der Pflanzen ergeben experimentell hergestellte Bastarde von Varietäten und Arten*). Noch auffallendere Erscheinungen, welche den Begriff der natürlichen Verwandtschaft illustrieren, zeigt die Entwicklungsgeschichte verschiedener niederer (Algen, Pilze) und höherer Pflanzen (Moose, Farn), bei denen aus verschiedenartigen Keimzellen einer Pflanze neue Individuen derselben Art wieder entstehen können und andererseits so verschiedenartig ausgestaltete Generationen (Phasen) auftreten, daß man sie, bevor ihre Entwicklungsgeschichte bekannt war, als Vertreter verschiedener Gattungen oder noch entfernter stehender Pflanzensippen angesehen hat. Aus solchen Beobachtungen und Betrachtungen ergibt sich, daß in den äußerlich verschiedenen Keimzellen derselben Pflanzen ein Teil ihrer Eigenschaften bei gewissen Nachkommen in die Erscheinung tritt, bei anderen verborgen (latent) bleibt und erst wieder bei der Einwirkung bestimmter äußerer Einflüsse (Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, Nährstoffe) zum Vorschein kommt. Solche direkten Beobachtungen über natürliche Verwandtschaft lassen sich aber nur da machen, wo es sich um Sippen niederer Ordnung handelt, um Arten, Unterarten, Varietäten, Untervarietäten und Standortsformen. Dagegen sind wir bei der Feststellung der Verwandtschaft höherer Sippen genötigt, auf indirektem Wege die natürliche Verwandtschaft zu ermitteln, und dabei leicht irrftmlichen Auffassungen ausgesetzt. Es hat die Erfahrung gelehrt, daß nicht selten häufig sehr ähnliche Organismen (namentlich die durch dieselben stark wirksamen klimatischen Verhältnisse, wie excessive Feuchtigkeit oder Trockenheit beeinflussten) nur eine entfernte Verwandtschaft

*) Während man betreffs der Verwandtschaft von Gattungen oder Familien flich meist mit Hypothesen auf Grund der morphologischen Befunde begnügen muß, hat man in den beiden letzten Jahrzehnten auf Grund sehr eingehender und zeitraubender zytologischer Untersuchungen größere Fortschritte in der Erkenntnis des Verhaltens der Kleinarten artenreicher Gattungen (*Hieracium*, *Taraxacum*, *Rubus*, *Rosa*, *Alchimilla*) gemacht. Als gemeinsame Eigentümlichkeit hat sich ergeben ausgedehnte Polymorphie und Konstanz der Kleinarten oder Varietäten. Als ein Beispiel einer in dieser Richtung besonders fruchtbaren Untersuchung sei hier angeführt die Arbeit: G. Täckholm, »Zytologische Studien über die Gattung *Rosa*, in *Acta Horti Bergiani* VII. No. 3, S. 97—381, mit 33 Fig. (1922)«. Untereucht wurden 293 Arten aus verschiedenen Sektionen. Ein Jahr vorher hatten K. Blackburn und J. W. H. Harrison in den *Ann. of Botany* XXXV, 159—188 eine Abhandlung über 25 britische Rosen publiziert: »The status of the British rose forms as determined by their cytological behaviour.« So liegen zytologische Untersuchungen über mehr als 300 Arten, davon etwa 100 *Caninae* vor. Als gemeinsames Ergebnis der 3 Forscher ergibt sich, daß die Mehrzahl der Rosen polyploid mit der Grundzahl 7 ist, nur einzelne aneuploid. Aus beiden Abhandlungen geht auch hervor, daß bei der Entstehung der Sippen die Bastardierung eine wichtige Rolle gespielt hat und die entstandenen Sippen infolge von Apomixis konstant geblieben sind. Täckholm stellt außerdem fest, daß die hochchromosomigen Arten nördlichen Gebieten angehören. Er sieht ferner in den *Canina*-Rosen uralte in präglazialer Zeit entstandene Primärbastarde, deren hochchromosomige Eltern ausgestorben sind. Durch vegetative Mutation in einem sehr frühen Stadium der Entwicklung (Embryomutation wird angenommen) haben sich zahlreiche Lokalrassen entwickelt. — Es ist wohl klar, daß derartige Untersuchungen nur bei einzelnen Gattungen durchgeführt werden können.

besitzen. Man denke z. B. an Crassulaceen und *Mesembrianthemum* (Aizoaceen), an die succulenten *Euphorbia* und Cactaceen. Je weniger die äußere Gliederung eines Organismus vorgeschritten ist, eine desto größere Beachtung muß seinem inneren Bau und den chemischen Eigenschaften seines Zellinhalts zugewandt werden. So ist man zu der Erkenntnis gelangt, daß einzellige, kugelige, also äußerlich sehr ähnliche Organismen, nicht bloß sehr verschiedenen Familien, sondern auch verschiedenen Klassen und Abteilungen angehören können. Vorhandensein oder Fehlen von Zellkernen, von Chromatophoren, Kopulationserscheinungen, die Fähigkeit, gewisse Elemente (Schwefel, Kieselsäure) in größerer Menge aufnehmen zu können, das Vorherrschen bestimmter Teilungsrichtungen u. a. m. sind Eigenschaften, welche bei diesen niederen Organismen besonders beachtet werden müssen. Tut man dies, so sieht man, daß durch solche herrschenden oder dominierenden Eigenschaften mit jenen äußerlich auf niederster Stufe (einzelne kugelige Zelle) stehenden Pflanzen nicht selten andere in naher Beziehung stehen, welche eine weitergehende Gliederung und Arbeitsteilung zeigen. So gelangt man zur Feststellung von Verwandtschaftskreisen, deren systematischer Rang lediglich danach bestimmt wird, bis zu welchem Grade der Entwicklung ein durch gewisse Eigenschaften oder Dominanten charakterisierter Typus gelangen kann, d. h. welcher Progression er fähig ist. Wir erkennen hierbei, daß vielfach parallele Entwicklungsreihen auftreten und daß man sich hüten muß, die Parallelercheinungen mit den eine Sippe charakterisierenden Erscheinungen auf gleiche Stufe zu setzen. So wie man verschiedene Verwandtschaftsreihen, von einzelligen Organismen ausgehend, erkennen kann, so lehrt auch die Entwicklungsgeschichte eines jeden pflanzlichen und tierischen Organismus, daß seine Entwicklung, wieweit er auch morphologisch vorgeschritten sein mag, von einer Zelle ausgeht. In diesem Entwicklungsgang treten nicht selten Gestaltungen auf, welche den höchst differenzierten Stufen niedrigerer Verwandtschaftskreise außerordentlich ähnlich sind. Dies hat zu der Vorstellung geführt, daß die Ontogenese eines Organismus die Entwicklungsgeschichte, welche eine Sippe, ein Stamm, eine Phyle, von niederen Anfängen ausgehend, in geologischen Zeiträumen durchgemacht hat, wiederhole, das heißt, daß die Ontogenese eines Organismus seiner Phylogenese entspreche. Dies ist häufig, aber keineswegs immer der Fall. Gerade bei der Beurteilung dieser Verhältnisse muß man sich immer gegenwärtig halten, daß viele Stämme eine Parallelentwicklung aufweisen; man muß sich hüten, Analogien für Beweise von Verwandtschaft zu halten. Alle diese Verhältnisse zeigen aber auch, daß für das Verständnis der Verwandtschaft und der systematischen Anordnung, insbesondere der Hauptstämme, die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte durchaus notwendig ist. Derartige systematische Forschungen sind etwas völlig anderes, als die praktischen Zwecken dienenden Klassifikationen; sie können nur geordnet werden durch monographische Studien aller bekannten Formen einer Sippe und der verschiedenen Entwicklungszustände derselben. Leider zeigt aber die Erfahrung, daß dies innerhalb größerer Verwandtschaftskreise, schon innerhalb größerer Gattungen nicht für alle Arten derselben durchzuführen ist. Da selbst über Jahrzehnte ausgedehnte Bemühungen, z. B. beim Studium größerer Gattungen der nördlich gemäßigten Zone, es nicht ermöglichen, alle bekannt gewordenen Sippen derselben in Kultur zu bringen und vergleichend zu beobachten. Selbst ein mit großen Mitteln arbeitender Monograph ist genötigt, bei vielen Sippen sich mit oft recht unvollständigem Herbarmaterial zu begnügen. In noch viel höherem Grade ist man oft bei der Bearbeitung tropischer Pflanzenfamilien durch unzureichendes Material gehindert, die Untersuchungen so auszuführen, wie es die wissenschaftliche Behandlung erfordert. Das Auftreten von Parallelsippen in entfernten Gebieten hat auch zu der Hypothese Veranlassung gegeben, die Entstehung neuer Formen ohne weiteres als Folge der Versetzung einer Art nach einem neuen Gebiet und als die unmittelbare Ursache für die Erzeugung einer neuen Art oder Varietät anzusehen, obgleich man doch sicher weiß, daß neue Rassen neben der Stammart kollateral auf demselben Boden entstehen. Die Sache liegt so: Die aus ihrer Heimat in neue Verhältnisse gelangten Arten können entweder nicht abweichende Nachkommen erzeugen oder oft erst nach längerem Zeitraume mutieren, dies können sie an 2, 3 und mehr Stellen tun, zugleich auch durch die neuen klimatischen Verhältnisse bis zu einem gewissen Grade (wenn auch nur selten

erblich) beeinflusst; so entstehen Parallelformen eines ursprünglichen Typus, die wir je nach dem Grade der Verschiedenheit von der Stammart als Basse, Untervarietät, Varietät, Unterart bezeichnen.

3. Familien mit sehr gleichförmigen und solche mit ineinander flbergelenden Merkmalen. Zu einer Familie werden einerseits diejenigen Formen vereinigt, welche in alien wesentlichen Merkmalen des anatomischen Baues, der Blattstellung, des Blütenbaues, der Sporenbildung oder der Frucht- und Samenbildung eine augenfüllige Übereinstimmung zeigen, wie z. B. die Bacteriaceen oder Stäbchenbakterien, die Mucoraceen, die Lamellenschwämme oder Agaricaceen, die Armleuchtergewächse oder Characeen, die Polypodiaceen, die Gramineen, die Iridaceen, die Orchidaceen, die Cruciferen, die Umbelliferen, die Borriginaceen, die Labiaten, die Compositen, — anderseits diejenigen Formen, welche zwar untereinander in einzelnen der genannten Verhältnisse Verschiedenheiten zeigen, aber doch durch ein gemeinsames Merkmal, sei es der Zellbeschaffenheit, des anatomischen Baues, der Blüte oder Frucht verbunden sind, wie z. B. die Jungermanniaceen unter den Lebermoosen, oder aber durch Merkmale, welche offensichtlich ineinander übergehen, wie z. B. die Ranunculaceen. Hierbei erscheint die Zusammengehörigkeit um so sicherer, je mehr die Verschiedenheiten schrittweise auftreten. Ist letzteres nicht der Fall, dann machen sich häufig verschiedene Ansichten oder Hypothesen geltend, die von unkritischen Personen, welche andere Möglichkeiten nicht in Erwägung ziehen, nur zu oft als Tatsachen angenommen werden.

4. Monophyletische und polyphyletische Entwicklung. Große Verschiedenheiten des Umfangs der einzelnen Familien. Schon unter 1 wurde darauf hingewiesen, daß bei Beurteilung der Verwandtschaft von Pflanzenformen oder Pflanzensippen auch subjektives Ermessen eine Rolle spielt. Dies hängt namentlich mit den Vorstellungen zusammen, welche man sich von der Entwicklung der Organismen macht. Die Anhänger der Abstammungslehre oder der Descendenztheorie sind sich darüber einig, daß die heutige Pflanzenwelt das Produkt einer allmählichen Entwicklung ist, und meistens wird diese so aufgefaßt, daß dieselbe von einer Urzelle ausgegangen ist, deren Nachkommen verschiedene Eigenschaften annehmen und unter dem Einfluß ihrer Umgebung sowie innerer Vorgänge verschiedene Entwicklungsrichtungen einschlagen. So seien Hauptstämme entstanden, welche sich weiter verzweigten in Äste erster, zweiter, dritter Ordnung usw., das heißt also, es müssen alle späteren Entwicklungsglieder durch Spaltung früherer entstanden sein. Entweder sind diese neben den späteren Entwicklungsgliedern erhalten geblieben, oder sie sind ganz oder teilweise ausgestorben und damit sind die in größerer Zahl vorhandenen Lücken zwischen den vorhandenen Entwicklungsgliedern zu erklären. Eine derartige Entwicklung ist die monophyletische. Dieser Auffassung steht aber eine andere gegenüber, welche mir immer mehr für sich zu haben scheint. Wenn einzellige Organismen entstehen konnten, so ist ohne weiteres die Annahme berechtigt, daß dies an verschiedenen Stellen der Erde geschehen konnte und daß von vornherein die Verschiedenheiten der Existenzbedingungen eine verschiedenartige Konstitution zahlreicher Organismen bewirkten. Man bezeichnet jetzt allgemein die erblichen Eigenschaften der Organismen als idioplasmatische Unterschiede, Erbinheiten, Faktoren oder Erbfaktoren, auch als Gene, welche bei normaler Fortpflanzung immer erhalten bleiben, bei Bastardierungen sich mischen, bei Mutationen andere Zusammensetzungen eingehen. Mir scheint die Annahme berechtigt, daß bei der Entstehung einzelliger Organismen gleich anfangs mit verschiedenen Genen ausgestattete Schizophyten, Schizomyceten und Schizozphyceen, Myxomyceten, Flagellaten, Dinoflagellaten, Bacillariaceen und Conjugaten entstanden. Chlorophyceen, Phaeophyceen und Rhodophyceen dürften aber auch das Flagellaten-Stadium durchgemacht haben, die Urformen der Phycomyceten und anderer Fungi das Chlorophyceen-Stadium, ebenso die Archegoniaten, die Gymnospermen und Angiospermen. Es ist aber wohl zu beachten, daß die den Antheridien und Oogonien der Chlorophyceen entsprechenden Antheridien und Archegonien von den Bryophyten an aufwärts bis zu den Pteridophyten durch ihre mehrzellige, die Sexualzellen einschließende Wandung auffallend verschieden sind, da wir diese Gametangien der Archegoniaten von den Gametangien der Phaeophyceen (Ectocarpaceen und Sphacelariaceen) nur durch Annahme von steril gewordenen peripherischen Sexualzellen primitiver Gametangien ableiten können. Daß die Blätter der Bryophyten und die der Pteridophyten nicht als homologe Bildungen

angesehen werden können, sei hier auch bemerkt. Auch bin ich entschieden der Ansicht, daß der Stamm (die Phyle) der Angiospermen nicht eine von den Gymnospermen abgezweigte Art darstellt, sondern sich neben diesen entwickelt hat. Somit müssen die Stämme, welche sich zu Bryophyten, den einzelnen Klassen der Pteridophyten, der Gymnospermen und Angiospermen ausbildeten, frühzeitig von den niederen Phaeophyceen nahestehenden Chlorophyceen sich abgezweigt haben, wenn sie nicht von vornherein selbständige, den Chlorophyceen nebengeordnete Urarchegoniaten oder Urembryophyten darstellten. Wie aber schon die Rhodophyceen und die Pilze frühzeitig eigenartige Entwicklungsrichtungen einschlugen, sind auch die Stämme, welche auf dem Lande die Vorherrschaft gewannen, frühzeitig im Karbon, einzelne auch schon im Silur und Devon (Psilophyten) hochentwickelt gewesen. Auch von den für die Erhaltung im fossilen Zustande wenig geeigneten Moosen wurden in neuerer Zeit Reste in älteren Formationen aufgefunden. Diese Entwicklung der Landflora folgte jedenfalls bald der im Kambrium beginnenden, im Silur und Devon vorschreitenden Zunahme des über das Meer sich erhebenden Landes. Aber ebenso wie einzellige Organismen an verschiedenen Stellen der Erde, und zwar zum Teil mit verschiedenen Eigenschaften, aufgetreten sein mußten, so mußte auch die Entstehung von Archegoniaten an verschiedenen Stellen der Erde begonnen und verschiedene Wege eingeschlagen haben. So ist es zu erklären, daß zwischen Bryophyten und den übrigen Archegoniaten, ferner zwischen den Hauptstämmen der Archegoniaten, den *Lycopodiales*, *Sphenophyllales*, *Equisetales*, den *Fucales*, keine Mittelglieder existieren, daß innerhalb der *Fucales* die Sporophyten auf recht verschiedenem Wege Sporen erzeugten (als Eusporangiaten und als Leptosporangiaten). Die innerhalb derselben Klassen auftretende Heterosporie dürfte dagegen jedesmal auf Abzweigung vom primären Stamm beruhen. Neben den *Fucales* entwickelten sich wohl ziemlich gleichzeitig die *Pteridospermeae* oder *Cycadofilices* als erste Samenpflanzen in großer Menge und auch in nicht geringer Verschiedenheit ihrer Blattgestaltung, sodann die *Cordaitales*, *Cycadales*, *Bennettitales* und Coniferen. Bekanntlich sind mit Sicherheit Angiospermen erst aus der Kreidezeit nachweisbar, und zwar tritt gleich eine größere Anzahl von angiospermen Familien, besonders solche mit einfacher Blütenhülle auf. Eine Ableitung dieser Angiospermen von Gymnospermen, namentlich vom Typus der noch jetzt lebenden, scheint mir nicht möglich. Vielmehr bin ich der Ansicht, daß die Anfänge der Angiospermen in Zeiten zurückreichen, welche ihrem uns bekannten Auftreten in Europa und Nordamerika vorangingen, und in (meist tropischen) Gebieten, aus denen fossile Pflanzenreste nicht erhalten sind, sich entwickelt haben mußten. Auch ist es möglich, daß die ersten Angiospermen zwar, für die Erhaltung als Fossilien nicht geeignete Pflanzen waren, wie sie Arthur Meyer*) für eine bis zur Kreidezeit vorhandene Vorvegetation der Pteridophyten usw. annimmt. Jedenfalls spricht aber die Verbreitung vieler Familien, der Unterfamilien, Gattungen und Untergattungen dafür, daß 1. Angiospermen in verschiedenen Teilen der Erde als Angehörige verschiedener Stämme entstanden sein müssen; 2. die Angehörigen desselben Stammes unter verschiedenen Existenzbedingungen sich zu verschiedenen Sippen entwickelten, welche jetzt neben einzelnen gemeinsamen Merkmalen nicht durch Übergänge miteinander verbundene unterscheidende Merkmale aufweisen. Diese Art der Entwicklung oder Deszendenz bezeichnen wir als polyphyletische. Es muß mit einer Parallelentwicklung auch eine eigenartige Entwicklung verbunden gewesen sein, durch welche die Lücken zwischen den Sippen der größeren Verwandtschaftskreise entstanden. Zudem hat die Erfahrung gelehrt, daß neue Formensprünge sowohl als Mutanten wie als Hybride entstehen, doch ist bei solchen in der Gegenwart stattfindenden Neubildungen die Zugehörigkeit zur Gattung nicht zweifelhaft.

Aus obigen Ausführungen geht hervor, daß Verschiedenheiten von Sippen nicht immer schrittweise, sondern sehr häufig auch sprungweise oder richtiger von vornherein unvermittelt aufgetreten sein müssen und demzufolge einzelne Formen oft isoliert stehen oder noch häufiger nur wenige Formen eine engere Gemeinschaft bilden. Dies hat zur Folge, daß bei der Begrenzung der Familien sich vielfach das subjektive Ermessen der einzelnen Forscher geltend machen muß. So kommt es, daß nicht bloß zu verschiedenen

*) Arthur Meyer: Die Vorvegetation der Pteridophyten, der Gymnospermen, Angiospermen und Bryophyten. Eine Hypothese. In Berichten der Deutschen botan. Gesellschaft, XXVIII (1910) 308-819.

Zeiten, je nach dem Grade der Erfahrung, sondern auch zu derselben Zeit die Familien in verschiedener Weise begrenzt wurden, je nachdem die Wertschätzung dieses Oder jene* Merkmales mehr in den Vordergrund trat, besonders wenn man der Ansicht huldigte, daß jede Pflanzenform im natürlichen System unbedingt einer grttfieren Pflanzengemeinschaft angeschlossen werden mtisse. Das letztere ist aber keineswegs notwendig, wenn man bedenkt, daß gleiche Oder ähnliche Urformen an verschiedenen Stellen der Erde in verschiedener Weise morphologisch fortgeschritten seinktfnnen, — wenn man ferner berttcksichtigt, daß sehr viele Formen ausgestorben sind. Es werden daher oft genug dieselben Formenkreise von den einen nur als Unterfamilien (zumeist mit der Endung *oideae*) oder Gruppen (mit der Endung *eae*), von den anderen als Familien (zumeist mit der Endung *aceae*) bezeichnet.

5. Altere and Jllngore Sippen dor Vonradtochattdurolso. Für den noch immer fortschreitenden Ausbau des »natrtlichen« oder richtiger »einer Verwandtschaft entsprechende Anordnung anstrebenden« Systems empfiehlt es sich, von alien sog. praktischen Rttcksichten, welche Sache des ktnstlichen Systems sind, Abstand zu nehmen und ohne Rttcksicht auf den Umfang sowohl grofle Familien, wie z. B. die der Leguminosen (einschliefiend *Mimosoideae*, *Caesalpinioideae*, *Papilionatae*), aufzustellen, wenn zwischen den verwandten Gruppen nur geringe graduelle Unterschiede auftreten, als auch kleine, ja selbst monotypische (nur eine Art enthaltende) Familien zuzulassen, wenn ein Formenkreis in seinen Merkmalen isoliert dafiteht. Es mufl aber hier darauf aufmerksam gemacht werden, daß leider in noch recht vielen Fallen ein befriedigender Einblick in die genetischen Beziehungen einander nahestehender Familien nicht gewonnen werden kann, weil einerseits unsere Kenntnisse infolge der Mangelhaftigkeit des ftr die Untersuchung zur Verftigung stehenden Materials zu entscheidenden Urteilen nicht ausreichen, andererseits nicht selten liber das Zustandekommen der verwandtschaftlichen Beziehungen zwei oder mehr Annahmen mtglich sind. Namentlich kommt man sehr oft in Verlegenheit, wenn es sich darum handelt, zu entscheiden, welche Sippen in einem Verwandtschaftskreis als die aiteren, welche als die jttngeren anzusehen sind. Vielfach ist man genotigt, sich mit einer vorltufigen Stellungnahme zu begnttgen und Sippen nur deshalb in einer Eategorie zu vereinigen, weil sie auf anrahernd gleicher Entwicklungsstufe stehen. Dann verfährt man also in gleicher Weise wie bei der Aufstellung eines ktnstlichen Systems.

6. Zusammenfassung dor Familien in Unterreihen, RolhoB, Klassen. Die Zusammenfassung der Familien zu Unterreihen, dieser zu Reihen und der Reihen zu Elassen erfolgt mit Rttcksicht auf die mehreren Familien oder mehreren Reihen gemeinsamen Merkmale; jedoch kommt es hierbei nicht selten vor, daß einzelne Gattungen das eine ganze Reihe oder Elasse charakterisierende Merkmal nicht besitzen, nichtsdestoweniger aber in der betreffenden Reihe oder Elasse belassen werden mtssen, wenn sie in ihren tbrigen Eigenschaften mit den Gliedern einer dieser Reihe zuzurechnenden Familie ttbereinstimmen. Dies kann nicht verwundern, wenn man an die Tatsachen denkt, welche deutlich zeigen, daß oft durch viele Generationen hindurch einzelne Merkmale latent bleiben kOnnen (vgl. § 2). Aus diesem Grunde stttft jeder Versuch, einen analytischen Schlttssel ftr das natrtliche System auszuarbeiten, auf die grttfiten Schwierigkeiten; ja ein solcher Schlttssel ist korrekt nur ftr ein bestimmtes Florengebiet herzustellen, dessen Arten dem Verfasser alle so bekannt sind, daß er auch die erwahnten Ausnahmen berttcksichtigen kann.

7. WoiontUoho and UWOSonilcho lorkmilo. Die Erfahrung, daß einzelne Merkmale zur Gharakterisierung grttfierer Pflanzengemeinschaften verwendet werden ktnnen, andere nicht, fthrt zu der Annahme von wesentlichen und unwesentlichen Merkmalen. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß selbst sehr wesentliche Merkmale bei den durch sie charakterisierten Gruppen nicht immer konstant auftreten; es hat sich ferner herausgestellt, daß viele Merkmale in der einen Pflanzengruppe wesentlich, in der anderen unwesentlich sind, so z. B. Art der Eonidienbildung, Blttenfarbe, Sekretzellen, Sekretgänge, Milchsaftschläuche, Beschaffenheit der Samenanlagen (z. B. Araceen), Zahl der Eotyledonen, Nebenblätter, Blattstellung, Verwachsung von Blumenblttern usw.

8. Wertschätzung morphologischer, anatomischer und bei der Fortpflanzung auftretender Merkmale. Serodiagnostik. An verschiedenen Pflanzensippen, sowohl der niederen wie der höheren Pflanzen, welche wir unzweifelhaft als natürliche Familien oder Familienreihen ansehen dürfen, läßt sich leicht zeigen, daß mehrere der von den Systematikern früher oder später sehr in den Vordergrund gestellten Merkmale zur Charakterisierung größerer Gemeinschaften nicht geeignet sind. So hat man z. B. erkannt, daß die früher bei der Klassifizierung der als Thallophyten zusammengefaßten Pflanzen so hochgestellten Fortpflanzungsverhältnisse bisweilen in verwandtschaftlich entfernt stehenden Sippen wiederkehren und demnach eine sekundäre Rolle spielen, daß dagegen die Beschaffenheit der Vegetationsorgane und die Beschaffenheit des Zellinhaltes sich für größere Gemeinschaften konstant erweisen. Ebenso hat man bei den Archegoniaten die Klassifizierung in *Isosporae* und *Heterosporae* nun in zweite Linie gestellt, nachdem man sich von der größeren Konstanz in der Entwicklung der Vegetationsorgane überzeugt hat. Bei den Angiospermen läßt sich nachweisen, daß oft schon in einer und derselben Familie, ja selbst einer Gattung die Formen der Blütelhülle, die Formen der Blütenachse auftreten, nach denen früher die Unterabteilungen der Monokotyledoneen und Dikotyledoneen gebildet wurden. Bei anderen Familien (z. B. bei den Nymphaeaceen, Guttiferen) läßt sich der geringe Wert der sonst oft sehr wichtigen Stellungsverhältnisse der Blütenteile dartun, bei wieder anderen, wie z. B. bei den Araceen, die geringe Bedeutung des in vielen Familien so konstanten Nährgewebes für die Unterscheidung von Unterfamilien. Dagegen erweisen sich in zahlreichen Fällen Sproßverhältnisse, Blattstellungsverhältnisse, Blattnervatur, die Beschaffenheit der Haare, der Bau und das Dickenwachstum der Leitbündel, die Art der Gefäßperforation, die Beschaffenheit des mechanischen Gewebes, namentlich aber das Vorhandensein und die Entwicklung von Sekretbehältern oft von großer Konstanz und somit von hohem, die Verwandtschaft dartuend und zugleich diagnostischem Wert. Andererseits sind aber auch in einzelnen Familien diese anatomischen Merkmale nicht konstant; zur Charakterisierung von Reihen oder noch umfassenderer Gruppen sind sie meist nicht geeignet.

Die größeren Abteilungen der Angiospermen, die Monokotyledoneen und Dikotyledoneen, werden stets nur durch die Beschaffenheit des Embryos und der Leitbündel auseinandergehalten werden können; für die Monokotyledoneen fehlt es vollständig an einem durchgreifenden Merkmal, nach welchem die Familienreihen sich in Gruppen verteilen ließen. Bei den Dikotyledoneen aber ist man trotz der mehrfach vorkommenden Unbeständigkeit der Blütelhülle nicht in der Lage, letztere für die Gruppierung der Familienreihen ganz außer acht zu lassen. Jedenfalls hat sie sich von höherem Wert erwiesen als die Beschaffenheit der Blütenachse.

Eine Art Blutsverwandtschaft zeigt sich auch bei den Arten einer Familie in dem übereinstimmenden Verhalten ihrer Eiweißstoffe zum Blutserum von Tieren, in deren Blutbahn Eiweißstoff einer Art derselben Familie gebracht worden war. Man hat dieses Verfahren der Serumdiagnostik auch zur Feststellung des Verwandtschaftsgrades von Pflanzen verschiedener Familien verwendet, und Prof. Mez hat auf Grund seiner und seiner Schüler serodiagnostischen Untersuchungen einen Stammbaum für das ganze Pflanzenreich aufgestellt, über dessen Zuverlässigkeit weitere Untersuchungen entscheiden müssen. Jedenfalls wird darauf zu achten sein, ob die aus der Serodiagnose sich ergebenden Resultate mit den morphologischen Tatsachen in Einklang stehen.

9. Streben nach Darstellung der wahrscheinlichen genetischen Entwicklung oder wenigstens Berücksichtigung der morphologischen Stofffolge. Die Aufgabe der wissenschaftlichen Systematik ist es aber nicht bloß, die durch gemeinsame Merkmale ausgezeichneten Formen zu Gruppen niederer oder höherer Ordnung zu vereinigen, sondern sie hat danach zu streben, daß bei der Anordnung der Pflanzen die wahrscheinliche genetische Entwicklung oder wenigstens die morphologische Stufenfolge derselben zum Ausdruck kommt.

10. Die möglichst in Berücksichtigung der Paläobotanik gibt nur eine Heckenhafte Grundlage. Wären die Pflanzenformen in den Ablagerungen der vergangenen Erdperioden alle oder zum großen Teil so gut erhalten, daß man mit Zuverlässigkeit ihr Verhältnis zu den gegenwärtigen Formen feststellen könnte und auch einen Überblick über alle Formen bekäme, welche einmal existiert haben, so hätte man einen sicheren Anhalt. Da aber die niederen Pflanzen größtenteils gar nicht und auch von den höheren

Pflanzen nur verhältnismäßig wenige zur Erhaltung im fossilen Zustand befähigt sind, da ferner von den erhaltenen Formen gerade die Blühtenteile, das Innere der Früchte und Samen sowie der anatomische Bau nur auferst selten klarzustellen sind, so bietet die Paläobotanik (Pflanzenpaläontologie) für die Aufstellung des Systems eine zwar nicht ganz von der Hand zu weisende, aber doch nur lückenhafte Grundlage.

11. Vorzugsweise Berücksichtigung des anatomischen Baues und der äußeren Gliederung der Pflanzen. Wir sind daher darauf angewiesen, das System mit Rücksicht auf den anatomischen Bau und die äußere Gliederung der gegenwärtig existierenden Pflanzen und einer verhältnismäßig geringen Anzahl gut erhaltener fossiler Formen aufzustellen.

12. Was ist bei der Ermittlung der Stufenfolge in beachten? Es handelt sich hierbei um die Ermittlung der Stufenfolge, welche in der Entwicklung der einzelnen Organe stattgefunden hat, ferner um die Ermittlung der Merkmale, welche bei den unter verschiedenen Existenzbedingungen lebenden Mitgliedern einer Familie gleich bleiben, im Gegensatz zu denjenigen, welche die Pflanze für das Leben unter besonderen Existenzbedingungen befähigen. Mit der Kenntnis der früheren Existenzbedingungen der Pflanzen eines Typus ausgerüstet, vermöchte man wohl aus der Art der Anpassungserscheinungen auch auf das Alter der Formen zu schließen und danach wenigstens innerhalb der Familien eine phylogenetische Reihenfolge festzustellen. Wir kennen aber nicht die früheren Existenzbedingungen eines Typus, wir wissen z. B. nicht, ob eine heute als Wasserpflanze existierende Art von Landpflanzen abstammt oder von Wasserpflanzen. Wir müssen uns demnach vorzugsweise von den schrittweise auftretenden Veränderungen leiten lassen, welche wir an den lebenden Formen eines Typus wahrnehmen, müssen Erfahrungen darüber sammeln, ob diese häufiger auftreten, und müssen endlich in Erwägung ziehen, ob die Umgestaltungen derartig sind, daß dadurch die Existenzfähigkeit des Typus unter den ihn jetzt umgebenden Verhältnissen erhöht wird.

13. Schwierigkeiten bei der Beurteilung einfacher Formen, ob sie auf Ursprünglichkeit oder Reduktion beruhen. Sowohl die komplizierteren Gestaltungen, welche aus einfacheren hervorgegangen sind, als auch die häufigerlich einfacheren, welche durch gewisse Umstände, z. B. Parasitismus oder Trockenheit des Klimas, dahin beeinflusst wurden, daß die bei ihren Vorfahren weiter entwickelten Organe auf niedriger Stufe stehenblieben oder aber zweckmäßig umgebildet, eingeschränkt (reduziert) wurden, sind spätere Bildungen und müssen im natürlichen System hinter denjenigen Formen folgen, welche noch nie eine höhere Stufe erreicht haben. So unbestreitbar dieser Satz an sich ist, so bereiten doch gerade viele einfach gebaute Formen große Schwierigkeiten, weil es nicht immer leicht, ja manchmal gar nicht zu entscheiden ist, ob eine einfach gebaute Form einen ursprünglichen oder einen reduzierten Typus repräsentiert. So kommt es, daß von den Botanikern in das Pflanzensystem oft genug eine subjektive Meinung hineingelegt werden muß und daß, wenn auch das natürliche System jetzt in seinen Grundzügen (wenigstens betreffs der Stufenfolge) feststeht, dasselbe in Einzelheiten noch immer Schwankungen unterworfen ist und immer unterworfen sein wird. Es ist noch zu bemerken, daß eine jede auf natürlichem Wege später entstandene, nicht individuelle, sondern erblich gewordene Bildung als Progression bezeichnet werden kann, auch wenn ihre Gestaltung in mancher Beziehung zunächst als Rückschritt erscheint. So können bei Parasiten und Xerophyten die Blätter in ihrer Entwicklung sehr zurücktreten und bei manchen Saprophyten die Wurzeln ganz ausbleiben; nichtsdestoweniger nehmen sie phylogenetisch eine höhere Stufe ein als die mit gleichen Blüten und Früchten versehenen Pflanzen, welche vollkommene Blätter und Wurzeln besitzen; denn diese reduzierten Gewächse haben neue Wege der Gestaltung eingeschlagen, welche sie zu einer eigenartigen Existenz befähigen. Es kommt auch vor, daß von 2 Familien einer Reihe die eine die Stufe x , die andere die Stufe $x + 1$ erreicht, wie es z. B. bei den beiden Familien der *Rosales*, den *Saxifragaceae* und *Podostemonaceae*, der Fall ist; aber damit ist durchaus nicht gesagt, daß die letzteren direkt von den ersteren abzuleiten seien, sondern es ist vielmehr wahrscheinlich, daß beide von einem Urtypus U abstammen, und es ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß die auf der Stufe $x + 1$ stehenden *Podostemonaceae* eher ent-

standen sind als die auf der morphologisch friiheren Stufe x stehenden *Saxifragaceae*. Man kann daher die *Podostemonaceae* entweder an den Anfang der *Rosales* oder bei den *Saxifraginae* hinter die *Saxifragaceae* oder hinter die *Saxifraginae* als *Podostemoninae* stellen.

14. Auf gleicher Progressionsstufe befindliche Formen sind nicht ohne weiteres ab nächstverwandt anzusehen (sogenannte Convergenzien). Berücksichtigung anatomischer Verhältnisse, welche nicht in den höheren Lebensverhältnissen in höherer Beziehung stehen, und Berücksichtigung der geographischen Verbreitung sind von hohem Wert für die Systematik. Bei der Verfolgung der Progressionen ist immer festzuhalten, daß bei weit verbreiteten Formen dieselbe Progression mit geringen Variationen an verschiedenen Stellen eintreten kann. Es liegt demnach die Gefahr nahe, daß man die auf der gleichen Progressionsstufe befindlichen Formen (sogenannte Convergenzen) ohne weiteres als nächstverwandt ansieht, während doch vielmehr eine reale Verwandtschaft zwischen denjenigen Formen besteht und bestanden hat, welche eine Progressionsreihe ausmachen. Man wird daher vorzugsweise auf diejenigen Merkmale zu achten haben, welche in den einzelnen Progressionsreihen sich gleich bleiben. Formen, welche hinsichtlich des Blütenbaues Progressionen darbieten, erweisen sich oft zusammengehörig durch die gleichartige Beschaffenheit ihres anatomischen Baues, und Formen, welche hinsichtlich ihres ernährungsphysiologischen Verhaltens Progressionen zeigen, sind eng verbunden durch gleichartigen Bau ihrer Blüten und gleiche Verhältnisse ihrer Blattorgane. Früher stützte man sich bei der Umgrenzung der Verwandtschaftskreise fast ausschließlich auf die Blütenverhältnisse, aber es gehört hierbei auch eine wesentliche Stütze die Berücksichtigung der Anatomie und der geographischen Verbreitung. Es hat sich nämlich bei neueren Untersuchungen schon sehr oft herausgestellt, daß der rote Faden zur Verbindung der inniger miteinander verwandten Formen gefunden wird, wenn man namentlich diejenigen anatomischen Verhältnisse berücksichtigt, welche nicht zu den flüchtigen Lebensverhältnissen in naherer Beziehung stehen. Ebenso führt die Berücksichtigung der geographischen Verbreitung zu wichtigen systematischen Resultaten, namentlich dann, wenn es sich um Formen handelt, deren Verbreitungsmittel nur eine beschränkte Wanderung über die Erde zulassen. — Im folgenden werden die Progressionen, welche an den verschiedenen Teilen der Pflanze wahrgenommen werden, aufgeführt.

15. Progressionen im anatomischen Bau. In anatomischer Beziehung können — abgesehen von den bekannten, in dem in diesem Werk durchgeführten System klar hervortretenden, einer speziellen Erläuterung kaum bedürftigen Stufen, die von den einzelligen, einzeln oder in Kolonien lebenden Pflanzen zu den aus Zellkomplexen bestehenden Zellen- und Gefäßpflanzen hinauf führen — nur noch wenige Stufen unterschieden werden. Diese beruhen auf einer weitergehenden Differenzierung der Gewebe, auf einer weitergehenden Verteilung der physiologischen Aufgaben auf verschiedene Zellen oder Zellkomplexe, bei reduzierten Formen auch auf einer Reduktion einzelner Gewebesysteme. Wenn die Trichome zu Sekretionsorganen oder zu Absorptionsorganen werden, wenn im Hautgewebe sich ein besonderes Wassergewebe ausbildet, wenn die sonst gleichmäßig an der Stengeloberfläche verteilten Spaltöffnungen nur in den Furchen des Stengels entwickelt werden, wenn das Assimilationsgewebe sich lokalisiert, wenn im Grundgewebe Sekretbehälter entstehen, wenn dieses von Spikularzellen durchsetzt wird, wenn in den Leitbündeln das Kambium sich regeneriert, wenn im Grundgewebe ein Bündel erzeugendes Meristem auftritt, wenn an Embryonen sich Fortsätze bilden oder die Keimlinge schon auf der Mutterpflanze sich kräftig entwickeln und heranzuwachsen beginnen, so sind dies alles Progressionen. Eine andere Frage aber ist die, ob diese Progressionen einen systematischen Wert haben. Das gilt in erster Linie von solchen, welche eine Sippe charakterisieren, deren Glieder unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen gedeihen, in zweiter Linie auch von solchen, welche bei einer zwar nur unter bestimmten klimatischen Verhältnissen vegetierenden, aber formenreichen Sippe konstant auftreten. Viel häufiger als durch solche Progressionsmerkmale werden natürliche Sippen charakterisiert durch diejenigen anatomischen Merkmale, deren Verschiedenartigkeit nicht mit der Erfüllung anderer Aufgaben in Verbindung steht. Der Schutz, welchen dicht stehende Trichome

jungen Organen gegen übermäßige Transpiration gewähren, bleibt derselbe, mtigen die Trichome einzellige, gegliederte oder aber Schuppenhaare sein; ganze Sippen und Familien sind aber oft durch eine Form der Haare charakterisiert. Die physiologische Leistung der Schließzellen der Spaltöffnungen ändert sich nicht mit den verschiedenen, bei einzelnen Sippen aber gleichartigen Teilungsvorgängen der jungen Oberhautzellen vor der Entwicklung der Spaltöffnungen; daher ist die Art der Ausbildung von Nebenzellen der Schließzellen von systematischem Wert. Die für einzelne Sippen charakteristische Verteilung der mechanischen Gewebelemente dient trotz ihrer Verschiedenheit dem gleichen Zweck, und die mit bikollateralen Leitbündeln versehenen Pflanzen leben unter gleichen Verhältnissen, wie solche mit kollateralen Bündeln; daher ist das Vorhandensein bikollateraler Bündel systematisch wichtig. Auch ist kaum anzunehmen, daß es für die mit Sekretbehältern versehenen Pflanzen physiologisch von Bedeutung ist, ob sich jene bei gleichem Sekret schizogen oder schizolytisch entwickeln, und so verdienen auch diese Verhältnisse bei systematischen Fragen Beachtung.

16. Progression In der Entwicklung der Sprosse. Spross mit alternierender und quirlständiger Blattstellung. In der Entwicklung der Sprosse bestehen zunächst Progressionen vom einfachen Spross zum Sprossverband, sodann vom Sprossverband mit gleichartigen Sprossen zum Sprossverband mit verschiedenen Aufgaben dienenden Sprossen, vom Sprossverband mit entwickelten oberirdischen Internodien zum Sprossverband mit unterirdisch gestauchten Internodien (Knolle oder Zwiebel), vom Spross mit assimilierenden Laubblättern zum Spross mit vorzugsweise oder ausschließlich assimilierendem Stamm. In vielen großen Familien (*Liliaceae*, *Araceae*) können wir fast alle diese Progressionen der Sprossentwicklung in verschiedenen Gruppen verfolgen, sehen aber dabei andererseits die Blattstellung fast immer gleich (alternierend) bleiben. — Wenn in anderen Familien alternierende und echt quirlständige oder dekussierte Stellung der Sprossblätter wahrgenommen wird, so ist die eine nicht als eine Progression von der anderen her anzusehen. Wohl aber kann man von einer Progression sprechen, wenn bei einer Form mit typisch spiraliger Stellung der Blätter an einem unterwärts alternierende Blätter tragenden Spross die oberen zu einem Quirl zusammentreten und nunmehr die folgenden Blätter einen mit dem vorigen alternierenden Quirl bilden, wie dies z. B. bei der *Liliaceae Paris* der Fall ist. An den Blättern selbst können wir mannigfache Progressionen in der Gliederung und Verzweigung unterscheiden, die unendlich oft wiederkehren, aber auch bisweilen wie die vorher angedeuteten Progressionen der Sprossentwicklung konstant werden.

17. Progression In der Entwicklung der Blütenstände. Komplizierte, einer Blütenstandsachse entspringende Blütenstände. Auch bei den Blütenständen sind Progressionen nachzuweisen. Zwar kann man nicht den racemösen Typus höher stellen als den cymösen oder umgekehrt, zumal sich auch beide von einer Urform, der Rispe, ableiten lassen; aber in beiden Fällen können mannigfache Komplikationen eintreten, zunächst dadurch, daß die Hauptachsen oder die Nebenachsen oder beide sich nicht strecken, daß anstatt des Längswachstums Breiten- oder Dickenwachstum in den Achsen eintritt, daß sich Dorsiventralität ausbildet, ferner darin, daß die Hochblätter der Blütenstände untereinander verwachsen, daß einzelne Zweige des Blütenstandes steril werden und anderen Zwecken, als den ursprünglichen, dienen, daß endlich die einzelnen Teile des Blütenstandes verschieden ausgebildete Blüten tragen. Die phylogenetisch am weitesten vorgeschrittenen Blütenstände sind diejenigen, welche so kompliziert sind, daß sie einer Zwitterblüte entsprechen, wie z. B. die Blütenstände mancher *Araceen*, *Euphorbiaceen* und *Compositen*.

18. Progression bei den Organen der geschlechtlichen Fortpflanzung. Haploide Gametophyten, diploide Sporophyten. Voraltototopie von Kryptogamen und Phanerogamen. Blüten (Komplexe von Sporophyllen) auch bei mehrzelligen Phanerogamen. Samenpflanzen nicht nur bei Gymnospermen und Angiospermen. Asporangium und sporogamisches Embryophyten. Die mannigfachsten Progressionen finden sich bei den Organen der geschlechtlichen Fortpflanzung. Wiederholt sehen wir bei tiefer stehenden Abteilungen des Pflanzenreiches Isogamie in Heterogamie oder Oogamie übergehen, wobei immer haploide Gametophyten (d. h. Pflanzen, deren Zellkerne die einfache ihnen zukommende Chromosomenzahl besitzen) nach der in der Vereinigung zweier mit einem

Zellkern versehenen Gameten bestehenden Befruchtung eine *diploide* (d. h. mit einem die doppelte Zahl der Chromosomen aufweisenden Zellkerne versehene) Zygote oder Spore bilden, die entweder für sich allein schon einen Sporophyten darstellt oder sich zu einem solchen weiter entwickelt. Häufig ist schon mit dem Keimungsprozeß der Zygote eine Reduktionsteilung des Zellkerns verbunden, so daß aus den neugebildeten Zellen wieder haploide Pflanzen entstehen, während bei anderen mehrzellig gewordenen Pflanzen diese Reduktionsteilung erst an den ausgewachsenen Sporophyten eintritt. Bei wiederum anderen niederen Pflanzen (Florideen, Ascomyceten, Basidiomyceten) führt die Befruchtung zur Entstehung einer mit der Mutterpflanze in Verbindung bleibenden, bisweilen (bei Uredineen) auch noch von der Mutterpflanze losgelöst auf anderer Wirtspflanze sich weiter entwickelnden diploiden Sprossfruchtform, die man je nach ihrer Entwicklung als Gonimoblastom, Ascoblastom, Basidioblastom bezeichnen kann. Bei den Ascoblastomen und Basidioblastomen erfolgt die Reduktionsteilung bei der Bildung der Ascosporen oder Basidiosporen, bei der Floridee *Scinaia* erfolgt die Reduktionsteilung bei der Keimung der diploiden Oospore, so daß aus derselben ein haploides Gonimoblastom mit haploiden Karposporen hervorgeht, während bei anderen Florideen aus der diploiden Oospore ein diploides Gonimoblastom sich entwickelt, aus dessen diploiden Karposporen diploide Tetrasporenpflanzen entstehen, auf welchen bei Entwicklung der Tetrasporen Reduktion eintritt. Schon diese Tatsachen zeigen, daß die sog. Kryptogamen sehr verschiedenen Stämmen angehören und daß die haploide oder diploide Chromosomenzahl nicht die verschiedene Ausgestaltung der einzelnen Generationen bedingt. Die schönste Stufenfolge aber können wir bei den Archegoniaten und von denselben aufwärts in der Entwicklung der Sporophyten sowie der Gametophyten (Prothallien) verfolgen. Während bei den Sporophyten eine Progression von wenig gegliederten Körpern (thalloidische Lebermoose*) zu Kormophyten stattgefunden hat, macht sich bei den Prothallien die Progression darin geltend, daß die \$ massiger werden und meist nur wenige (Ausnahmen bei einzelnen Lycopodiaceen und Cycadaceen) Archegonien entwickeln, bisweilen auch in den Sporen eingeschlossen bleiben, während bei den \$ immer weiter gehende Reduktion bis an die Grenze der MBGlichkeit eintritt. Schließlich sehen wir die \$ Prothallien auch noch während der Befruchtung in der Spore größtenteils eingeschlossen bleiben und sogar in ihnen den Embryo zur Ausbildung gelangen (*Selaginella apus* und *S. rupestris*). Der haploide Gametophyt der Archegoniaten, Gymnospermen und Angiospermen zeigt einerseits sehr verschiedene Stufen vom Thallom eines Teiles der Lebermoose und aller Pteridophyten bis zu dem Kormophyten der Moose und vom reduzierten \$ Prothallium der Hydropteridineen und *Lycopodiales ligulatae* zum Pollenpflänzchen, andererseits von dem in der Makrospore eingeschlossenen \$ Prothallium der Hydropteridineen und *Lycopodiales ligulatae* zum \$ im Embryosack eingeschlossenen, vollkommenen Prothallium der Gymnospermen oder dem reduzierten der Angiospermen. Bei alien diesen Pflanzen, seien sie thallophytisch, seien sie kormophytisch, ist der aus der befruchteten Eizelle hervorgehende diploide Embryo anfangs in dem Archegonium oder in dem die Megaspore (Makrospore) ausfüllenden Prothallium eingeschlossen und wird wie das Gonimoblastom, das Ascoblastom und das nicht Wirte wechselnde Basidioblastom von der proembryonalen Generation ernährt, bis er als Sporophyt weiter auswächst und mit Reduktionsteilung der Zellkerne seine Sporen (Isosporen oder Heterosporen) entwickelt. Nun spricht man vielfach immer noch von Kryptogamen und Phanerogamen, obwohl ein Teil der ersteren, eben die Archegoniaten, zusammen mit den letzteren einem und demselben Urtypus entsprossen sein muß, die übrigen Kryptogamen aber ganz anderen Typen angehören und bei den »Phanerogamen« die Gameia ebenso oder noch mehr verborgen vor sich geht, wie bei den Archegoniaten. Man bezeichnet auch noch bisweilen die Phanerogamen unrechtmäßig allein als Blütenpflanzen im Gegensatz zu den kryptogamischen Sporenpflanzen, obwohl Pollen und Embryosack den Sporen homolog sind und die Sporophylle von *Equisetum*, von vielen *Lycopodium*, *Selaginella*, *Struthiopteris*, *Blechnum spicant* und anderen gerade so eine Blüte bilden, wie die Sporophylle der Gymnospermen und nacktblütigen Angio-

*) Neuerdings ist man geneigt, eine Progression in umgekehrter Richtung (vom Kormophytismus zur Thalloidie) anzunehmen.

spermen. Ebenso wenig kann man die Phanerogamen und die Pteridophyten allein als Kormophyten bezeichnen, da eben doch der größte Teil der Moose auch, allerdings in der Gametophytengeneration, Kormophyten sind. Auch Samen kommen nicht ausschließlich den Phanerogamen zu; denn wir haben Samen nicht nur bei den Pteridospermen, welche ich jetzt zu den Gymnospermen stelle, sondern auch bei *Selaginella apus* und *S. rupestris*, deren Embryo von dem der Mutterpflanze aufsitzenden Megasporangium eingeschlossen ist, während andererseits bei den *Cycadales* der eigentliche Befruchtungsprozess in der Samenanlage erst nach dem Abfallen derselben erfolgt, wie bei den abgelösten Megasporangien der Hydropteridinen und der meisten Selaginellen. Auf Grund dieser Erwägungen bin ich dazu gekommen, die Bryophyten, Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen als Embryophyten zu bezeichnen und den asi-phonogamen Embryophyten (Bryophyten und Pteridophyten) die siphonogamen Embryophyten (Gymnospermen und Angiospermen) gegenüberzustellen.

19. Blütenbau. In den Blüten kommt zunächst die Blütenachse in Betracht. Da die Blüte ein Spross ist, so entsprechen die Blüten mit konvexer Blütenachse am meisten dem ursprünglichen Typus. Dagegen führen zu weiter vorgeschrittenen Stufen: a) interkalare Streckung einzelner Internodien zwischen einzelnen Formationen der Blüte; b) scheibenförmige Verbreiterung der Blütenachse, also die Entwicklung eines Diskus und die Ausgliederung von Diskuseffigurationen; c) schüssel- und becherförmige Gestaltung der Blütenachse mit perigynischer und epigynischer Insertion. Die Stufen der Perigynie und Epigynie werden in den verschiedenen Verwandtschaftskreisen und oft auch in einem und demselben Verwandtschaftskreise zu verschiedenen Malen erreicht; andererseits gibt es sowohl unter den *Archichlamydeae*, als auch unter den *Metachlamydeae* oder *Sympetalae* viele Familien, bei welchen namentlich die Epigynie konstant geworden ist, und diese werden wir, solange sich nicht ein innigerer Anschluß an Pflanzen mit flacher oder konvexer Achse nachweisen läßt, an das Ende der genannten Sippen stellen, wenn die Versenkung des Gynazeums in die Blütenachse auch mit der Vereinigung der Carpelle zu einem unterständigen Fruchtknoten verbunden ist.

20. Progression von der Spiralstellung der Blütenphyllome zur Quirlstellung. Da es Sippen mit durchgehend spiraler Stellung der Laubblätter, andererseits solche mit durchgehend quirliger (inkl. dekussierter) Stellung derselben gibt, so haben wir, wie schon unter 16 angedeutet wurde, keinen Grund, die Spiralstellung stets als die primäre, die Quirlstellung stets als die sekundäre Stufe anzusehen. An und für sich sind beide Stellungen für die systematische Stufenfolge gleichwertig. Es werden aber in einem Formenkreis mit vorherrschend spiraler Stellung der Blätter an den Laubspalten und ebensolcher an den Blütenprossen die verwandten Formen mit Quirlstellung der Blütenteile als weiter vorgeschritten anzusehen sein. Da ferner erfahrungsgemäß die quirlige Stellung der Blütenteile den Anstoß zu weiteren Komplikationen, vor allem zum konsoziierten Emporwachsen von Blütenteilen gibt, auch bei Quirlstellung Versenkung des Gynazeums in die Achse, ferner Zygomorphie und Abort viel häufiger eintreten, als bei Spiralstellung, so ist die quirlige Stellung meist als eine vorgeschrittene Stufe anzusehen.

21. Progression in der Zahl der Uelder der einzelnen Formationen der Blüte. Blüten-typen mit nicht vierter und mit vierter Quirlzahl. Bezüglich der Zahl der Glieder einer Blüte kann man, abgesehen von den später zu besprechenden Fällen im Androeum und Gynaeum, kaum eine Stufenfolge aufstellen. Bei den Blüten mit spiraler Anordnung der Blütenteile ist die Zahl der Glieder in den einzelnen Formationen bei ein und derselben Art recht wechselnd, zum Teil gewiß von der Stoffzufuhr abhängig; aber auch in quirligen Blüten treten Verschiedenheiten in der Zahl der Glieder auf, welche für sich allein einen Fortschritt nicht bedeuten können. Wenn aus dem Samen eines dreigliedrigen *Lilium* ein solches mit zweigliedrigen Blüten, wenn ferner aus dem Samen einer viergliederigen *Paris* eine solche mit 5- oder 7gliederigen Blüten, aus dem Samen eines *Sempervivum* mit vielgliederigen Blüten Pflanzen mit wenigergliederigen Blüten hervorgehen, so kann hierbei von einer Progression nicht die Rede sein, solange bei den Nachkommen einer solchen Pflanze die Zahl der Glieder bald steigt, bald fällt. Wir haben daher auch keine Veranlassung, in Familien, bei denen Gattungen mit 2-, 3-, 4-, 5- und mehrgliederigen

Bliiten vorkommen, die eine hftber als die andere zu stellen, solange die Quirle unter sich gleichzählig sind. Dasselbe gilt auch hinsichtlich der Zahl der Quirle einer Formation; es gibt mehrere Arten, bei denen die einzelnen Individuen in ihrer Bliite bald 2, bald 3, bald 4 Quirle von Staubbl. oder Fruchtbl. entwickeln, bei denen also bald die hftbere, bald die geringere Zahl eine spätere Entwicklung repräsentiert. Aber es ist wohl zu beachten, daß diese Zahlenverhältnisse nur gleichgültig sind, solange sie schwankend sind. Ist erst in einem Typus die Zahl der Quirle eine beschränkte geworden, dann tritt eine Steigerung äußerst selten ein und ist gewöhnlich noch mit Umgestaltung der Bliitenformationen verbunden. Somit kann man immer den Bliitentypen mit nicht fixierter Quirlzahl diejenigen mit fixierter als weiter vorgeschritten gegenüberstellen; jedoch ist es nicht immer notwendig, daß der Typus mit beschränkter Quirlzahl sich aus einem Typus mit unbeschränkter Zahl entwickelt hat. Die Bliiten mit fixierter Quirlzahl sind auch diejenigen, bei denen nicht bloß die Arbeitsteilung der einzelnen Quirle, sondern auch der Glieder eines Quirls am meisten vorschreitet.

22. Ableitung zygomorpher Blüten. Dafür, daß zygomorphe Blüten von aktinomorphen Blüten abzuleiten sind, finden sich so zahlreiche Belege, daß wir unbedenklich die Zygomorphie als eine Progression gegenüber der Aktinomorphie ansehen.

23. Progression in der Bloschale der Blüthenhülle, Achlamydie, Apotalie, Apotallo, Apochlamydie. Unter den einzelnen Formationen der Bliite kommt zunächst die Bliite ohne Hülle in Betracht. Diejenigen Blüten, welche nur Sporangien tragende Blätter oder Sporophylle (d. h. nur Staubblätter und Fruchtblätter) besitzen, haben wir als auf der niedersten Stufe stehend anzusehen, sofern nicht irgendwelche triftige Gründe vorliegen, den Abort einer Blüthenhülle anzunehmen. Jene typisch nackten Blüten heißen achlamydeisch. Als solche sind auch diejenigen zu bezeichnen, bei welchen Hochblätter in derselben Stellung wie an den vegetativen Sprossen den Schutz der jungen Sexualblätter übernehmen. — Eine zweite Stufe ist diejenige, bei welcher die Sexualblätter von Blattgebilden umhüllt sind, welchen entweder noch Vorblätter vorangehen, oder welche den Sexualblättern genähert und von dem Tragblatt durch ein Internodium getrennt sind, so daß sie mit den Sexualblättern zusammen ein Ganzes bilden. Sind gleichartige Blüthenhüllblätter spiralig angeordnet oder ist nur ein Kreis von auf derselben Hüllstufestehenden Hüllblättern vorhanden, so ist die Bliite haplochlamydeisch. Unter den Monokotyledoneen wie unter den Dikotyledoneen finden sich mehrere Familien, bei denen durchweg die Blüthenhülle diese Beschaffenheit zeigt; außerordentlich groß ist die Zahl derjenigen Familien, von welchen noch einzelne Glieder diese niedere Ausbildung der Blüthenhülle aufweisen. — Sind die äußeren Blätter einer spiraligen Blüthenhülle anders beschaffen, als die inneren oder sind zwei oder mehr Ereise da, so nennt man sie diplochlamydeisch. Bei der ersten Kategorie und einem Teil der zweiten sind die Blätter der Hüllen gleichartig; sie sind in ihrer Ausbildung brakteoid oder hochblattartig, wenn die Blüthenhüllblätter den Hochblattcharakter behalten haben, dagegen petaloid, korollinisch, wenn sie nicht mehr grün, sondern weiß sind oder andere Färbungen zeigen. Die diplochlamydeischen Blüten mit gleichartiger Ausbildung der Ereise nennen wir homiochlamydeisch, dagegen diejenigen mit verschiedenartiger Ausbildung der Kreise heterochlamydeisch. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß eine heterochlamydeische Blüthenhülle auch dadurch entstanden sein kann, daß die flüchtigen Staubblätter einer haplochlamydeischen Bliite zu Blumenblättern wurden. Ferner sind bei vielen Familien mit 2- und 3gliedrigen Quirlen 2 + 2 oder 3 + 3 oder auch 2 + 3 gleichartige Blüthenhüllblätter miteinander vereinigt, so daß eine solche aus 2 Quirlen bestehende homiochlamydeische Blüte haplochlamydeisch erscheint; sie ist aber als homiochlamydeisch daran zu erkennen, daß die alternierend an die Blüthenhüllblätter (Tepala) sich anschließenden Staubblätter, ebenfalls in zwei zusammengezogenen Quirlen stehend, vor die ersteren zu stehen kommen; Tepalen und Staubblätter entwickeln sich hierbei oft miteinander gepaart — Während bei einem Teil der Pflanzen die Blätter der Blüthenhülle getrennt bleiben, sehen wir bei anderen dieselben vereint (konsoziiert) emporwachsen und ein Symphyllodium bilden. Ziemlich selten tritt dieser Fall bei haplochlamydeischen brakteoiden Blüthenhüllen ein, kommt aber doch vor: häufiger ist er bei homiochlamydeischen korollinischen und noch

häufiger bei heterochlamydeischen Blütenthillen. Auch diese Stufe wird oft in einer und derselben Familie, z. B. bei den Liliaceen, zu verschiedenen Malen erreicht — Während in den besprochenen Fällen ein morphologischer Fortschritt sich in der weiteren Ausbildung der Blütenthille bemerkbar macht, gibt es andererseits auch Fälle, wo in derselben (durch Reduktion Umgestaltungen herbeigeführt werden, welche ebenfalls als Progressionen anzusehen sind. Diese Fälle sind bei dem Versuch einer phylogenetischen Anordnung schwierig, da es nicht immer leicht ist, zu entscheiden, ob Reduktion oder eine der ersten Stufen der Blütenthillbildung vorliegt. Einzelne Autoren neigen dazu, alle achlamydeischen oder haplochlamydeischen Blüten als reduzierte und nicht als ursprüngliche, primäre anzusehen; aber nur da, wo Übergangsglieder vorhanden sind, kann man sich für die eine oder andere Deutung entscheiden. Wenn die Blüten durch Reduktion ihre Blumenkrone verloren haben, so sind sie apetal; haben sie ihre ganze Blütenthille verloren, so heißen sie apochlamydeisch, im Gegensatz zu den achlamydeischen. Wenn aber typisch keine Kronenblätter in einer haplochlamydeischen Blüte vorhanden sind, ist die Blüte apetal. Im allgemeinen ist man früher in der Annahme von Abort der Kronenblätter oder der Blütenthille viel zu weit gegangen. Es ist namentlich nicht zuzugeben, daß Familien mit durchweg windblütigen Pflanzen ohne Blütenthille oder mit einfacher sich aus insektenblütigen mit einfacher oder doppelter Blütenthille entwickelt hätten.

24. Progression der Zwitterblüten in eingeschlechtlichen Blüten. Mit Ausnahme sehr weniger Fälle liegt bei den Angiospermen klar zutage, daß die Formen mit Zwitterblüten phylogenetisch älter sind als die sonst sich gleich verhaltenden eingeschlechtlichen Blüten. Diese Progression tritt unendlich oft ein und ist zur Gruppenbildung kaum zu verwerten.

25. Progression in der Entwicklung der Antheren. Periplasmodium. Progression vom iwelkernigen zum dreikernigen PoUen. Simultane und simultane Tetradenbildung der Pollenmutterzellen. Bezüglich der Staubblätter ist zunächst klar, daß die der Gymnospermen mit nur auf der Unterseite entwickelten Mikrosporangien oder Pollensäcken den Sporophyllen der Pteridophyten nHerstehen als die der Angiospermen, welche auf beiden Blattflächen an den vier Kanten oder nur auf der Oberseite Pollensacke erzeugen. Progressionen in der Entwicklung der Antheren sind einmal die Fächerung derselben (Loranthaceen, *Rhizophora*), sodann die petaloide Ausbildung einzelner Staubblätter oder deren Umwandlung zu Nektar ausscheidenden Organen. Für mehrere Familien ist charakteristisch die Periplasmodiumbildung, die Bildung eines Syncythiums aus den Tapetenzellen der Antheren nach Auflösung der Tapetenzellen während der Pollenentwicklung; das Einwandern in das Pollenfach erfolgt hierbei während der Tetradenteilung der Pollenmutterzellen, so namentlich bei *Spathiflorae*, *Helobiae*, *Commelinaceae*. Sonst erfolgt die Entleerung der Tapetenzellen ohne vorhergehende Wandauflösung. Zwischen den männlichen Haploidgenerationen*) der Gymnospermen und Angiospermen treten folgende Unterschiede auf, die man vielfach zur Ableitung der Angiospermen von den Gymnospermen benutzt hat. Die Entwicklung der Pollentetraden aus der Pollenmutterzelle oder Mikrosporenmutterzelle erfolgt bei den

*) Bisher hat man bei der systematischen Anordnung der siphonogamen Embryophyten im wesentlichen nur die embryonale oder diploide Generation oder Phase, die kormophytische, Blüten und Früchte tragende Pflanze, die bis zur Erzeugung der Mikrosporen oder Pollenzellen und der Megasporen bzw. der Embryosäcke immer nur somatische Zellen mit der doppelten Zahl der Chromosomen bildet, berücksichtigt; auf die proembryonale oder haploide Generation oder Phase, das thalloidische, § oder ^ Sexualzellen mit einfacher Chromosomenzahl erzeugende Gebilde, hat man weniger Rücksicht genommen, obwohl anzunehmen war, daß bei dieser Phase durch klimatische Einflüsse weniger Änderungen hervorgerufen werden als bei der mehr exponierten diploiden Generation. Es liegt dies daran, daß von der diploiden Generation leicht eine große Anzahl Arten einer Familie ohne große Vorbereitungen untersucht werden kann, während für die Untersuchung der haploiden Generation, besonders der in der Samenanlage versteckten Q, umständliche Manipulationen notwendig sind. Da also naturgemäß für die haploiden Generationen noch verhältnismäßig wenig Untersuchungen vorliegen, darf man die Resultate derselben noch nicht verallgemeinern, sondern man muß sich damit begnügen, in ihnen die ersten Anfänge weiter auszudehnender Untersuchungen zu sehen.

Cycadales nach dem sukzedanen Typus der Wandbildung (2 Tochterzellen, daraus 4 Einzelzellen), der als der ursprünglichere angesehen wird; bei allen übrigen Gymnospermen simultan (Erzeugung von 4 Zellkernen, um welche durch Neuanlage der Phragmoplasten gleichzeitig die Trennungswände gebildet werden). Das Prothallium der männlichen Haploidgeneration der Gymnospermen ist auf der am weitesten entwickelten Stufe mit zwei vegetativen Zellen, einer Stielzelle des Antheridiums und der zwei Spermatozoiden (*Cycas*, *Ginkgo*) oder zwei Spermakerne erzeugenden Antheridiummutterzelle versehen. Als Abweichungen, von denen es teilweise zweifelhaft ist, ob sie als Progressionen und nicht vielmehr als ursprüngliche Verschiedenheiten anzusehen sind, treten auf sekundäre Vermehrung der § Prothalliumzellen (*Podocarpaceae*, *Araucariaceae*), nur Erzeugung von zwei Spermazellen (TVraceae), keine Stielzelle bei *Weluritschia*.— Die männliche Haploidgeneration der Angiospermen bietet folgende für die Systematik wertvolle Merkmale. Die Tetradenteilung der Pollenmutterzellen ist sukzedan (fast ausschließlich bei Monokotylen, sowie bei einigen *Ranales*, z. B. *Ceratophyllum* und *Magnoliaceae*) oder simultan (zumeist bei Dikotylen und bei *Orchidaceae*, *Principes*, *Juncaceae*, *Taccaceae*, *Dioscoreaceae*, *Iridaceae* und *Musaceae*). Die Zellen des Tetradenpollens sind bei vielen Familien konstant vereint, bei den Orchidaceen und Asclepiadaceen zu Pollengruppen, Pollinien und Massulis verbunden. Dyaden (zweizellige Pollen) sind charakteristisch für die *Podostemonaceae*. Nur eine Mikrospore liefert die Mikrosporenmutterzelle bei den *Cyperaceae*, während drei degenerieren. Der Pollen der Angiospermen ist bei den meisten Familien vor der Eimung zweikernig; aber bei einzelnen größeren Familien und sogar Reihen von Familien (z. B. den *Helobiae*, *Glumiflorae* und *Geraniales*) teilt sich die generative Zelle bereits vor der Keimung des Pollenschlauchs, so daß der reife Pollen dreikernig wird. Es ist dies eine beachtenswerte Progression, die aber auch bei einzelnen der in Frage kommenden Familien noch nicht durchweg eingetreten ist. Wenn sich in einzelnen Fällen das § Prothallium oder der Pollenschlauch im Nucellus verzweigt oder vom Chalazende der Samenanlage zum Embryosack vordringt, wenn bei einzelnen Potamogetonaceen der Pollen schon in der Anthere sich fadenförmig entwickelt, so sind auch dies Progressionen; aber da sie durch bestimmte äußere Bedingungen oder die Beschaffenheit anderer Organe bewirkte Organisations-(Anpassungs-)Erscheinungen sind, haben sie keinen hohen systematischen Wert.

26. Progression in der Ausbildung des Androzentrums. Für den Komplex der Staubblätter oder das Androzäum gilt ferner dasselbe, was unter 20 über die Blüte im allgemeinen und unter 21 über die Blütenblätter gesagt wurde. Unter sonst gleichen Verhältnissen ist die zyklische Anordnung als eine Progression gegenüber der spiraligen anzusehen, ebenso die zygomorphe Ausbildung und der damit verbundene Abort einzelner Glieder gegenüber der aktinomorphen, die Konsoziation in mehrere oder in ein Bündel gegenüber der freien Stellung. Desgleichen ist die Stellung oder die Entwicklung von zwei bis mehr Staubblättern an Stelle eines einzigen als eine Progression anzusehen. Was dagegen die Zahl der Staubblattquirle anbetrifft, so scheint kein Grad vorhanden zu sein. weshalb Formen mit drei und mehr Quirlen phylogenetisch tiefer sein sollen als solche mit zwei oder nur einem Quirl, wenn nicht gerade z. B. Formen mit einem Staubblattquirl auch Staminodien besitzen, welche deutlich erkennen lassen, daß bei den Vorfahren noch weitere Staubblattquirle vorhanden waren, oder wenn, wie bei den Iridaceen, die Stellungsverhältnisse des einen Staubblattkreises und bisweilen auftretende Rückschlagsbildungen dazwischen, daß ein Staubblattkreis nicht zur Ausgliederung gelangt ist. Blüten, die nur ein einziges Staubblatt enthalten, lassen in den meisten Fällen sich als zuerst reduziert nachweisen. Dieselben Stufen, welche bei den Staubblättern unterschieden werden, kommen auch bei den Staminodien vor.

27. Wesentliche Progression der Angiospermen gegenüber den Gymnospermen in der Ausbildung einer Narbe. Die Fruchtblätter sind bei den Gymnospermen noch ohne empfangnisfähige Narbe; sie sind bei einem Teil derselben ausgebreitet und schließen erst bei den Gnetaceen zu einem oben offenen Gehäuse zusammen. Eine wesentliche Progression erfolgt bei den Angiospermen durch Entwicklung einer Narbe; hierdurch werden jene auch von den sich ihnen mehr als die Cycadaceen und Coniferen nähernden Gnetaceen scharf gesondert.

28. Progression in der Entwicklung des SynSienma von der Apokarpie inr Synkarpie. flynäxeum mit nraprfinglich einer Samenanlage. Progression der Gynäzeen mit mehreren Samenanlagen in solchen mit einer. Das Gynazeum oder der Komplex der Fruchtblätter zeigt ähnliche Stufen wie das Andrözeum. Die erste Stufe mit freien Carpellen (Apokarpie) ist besonders häufig bei Spiralstellung der Carp.; eine Vereinigung der Carp, untereinander tritt bei dieser Blattstellung verhältnismäßig selten ein (z. B. *Liriodendron*, *Anonaceae*). Freie oder nur wenig vereinte Carp, sind aber auch bei quirliger Anordnung nicht selten. In sehr vielen Familien, bei denen vorzugsweise Synkarpie herrscht, finden sich doch noch einzelne Gattungen mit apokarpem Gynazeum; dies gibt bisweilen Anlaß, Familien von den Ranales abzuleiten, die im übrigen nichts mit denselben zu schaffen haben. Nicht selten finden sich auch Formen, welche, mit einem fertilen Carp, und einigen sterilen ausgestattet, den Übergang zu wiederum auf einer höheren Stufe stehenden Gattungen mit nur einem einzigen freien Carp, vermitteln. Da die Bltten mit den Carp, abschließen, so sind dies bei quirliger Stellung einander immer so genähert, daß naturgemäß Synkarpie leicht eintreten kann. Der Apokarpie kommt diejenige Synkarpie am nächsten, bei welcher das Gynazeum so viel Fächer enthält, als Carp, an der Bildung des Gynazeums beteiligt sind. Eine weitere Progression tritt ein, wenn in dem synkarpen Gynazeum einzelne oder mehrere Fächer steril werden und schließlich nur noch eine einzige Samenanlage enthält, während Griffel und Narben der Zahl der im Gynazeum vereinigten Carp, entsprechen. Dem gefächerten synkarpen Gynazeum mit zentralwinkelständigen Plazenten steht das einfächerige synkarpe Gynazeum mit parietalen Plazenten gegenüber. Wenn in einem Verwandtschaftskreise nur parietale Plazentation beobachtet wird, so ist es nicht gerade nötig, anzunehmen, daß diese Entwicklung des Gynazeums als Progression aus dem gefächerten Gynazeum hervorgegangen sei; denn sobald Synkarpie eintrat, konnte der eine der beiden Fälle, gefächertes Gynazeum oder ungefächertes Gynazeum, entstehen, je nachdem die Fruchtblätter sich mehr oder weniger weit nach innen krümmten. Dagegen steht offenbar in sehr vielen Fällen das einfächerige Gynazeum mit grundständiger, freier, zentraler Plazenta zum gefächerten Gynazeum in naher Beziehung, da in mehreren derartigen Fällen am Grunde des Fruchtknotens die Fruchtblätter noch Scheidewände bilden, während in der oberen Region des Fruchtknotens die Carpellränder ohne Einwärtskrümmung verbunden sind. Ein in manchen Verwandtschaftskreisen auftretender Fortschritt ist der, daß die das Gynazeum zusammensetzenden Carp, sich entweder vom Rücken her zwischen den Samenanlagen einfallen oder daß im Innern zwischen ihnen durch Wucherung der Fruchtknoten wandung sog. falsche Scheidewände gebildet werden. — Im Gynazeum macht sich häufig bei nahe verwandten Formen unter sonst gleichen Verhältnissen in der Zahl der Samenanlagen eine Verschiedenheit geltend. Während bei den einen die Samenanlagen in unbestimmter Anzahl an beiden Carpellrändern auftreten, sehen wir, daß bei anderen die Zahl der Samenanlagen begrenzt ist und bei noch anderen nur eine einzige auftritt. Es gibt auch Gattungen, bei welchen die Carp, derselben Blüte sich in dieser Beziehung verschieden verhalten. Wenn in einem Verwandtschaftskreise sich stets nur eine Samenanlage findet, so ist kein zwingender Grund für die Annahme vorhanden, daß die Vorfahren an ihnen Carp, mehrere Samenanlagen entwickelt hätten. Wenn aber in einem Verwandtschaftskreis Formen auftreten, bei denen ein Teil der vorhandenen Samenanlagen nicht zur Samenreife gelangt, und andererseits auch Formen mit nur einer Samenanlage existieren, so sind die letzteren als vorgeschrittene Bildungen anzusehen. Der Umstand, daß in vielen Fällen trotz der Entwicklung einer größeren Anzahl von Samenanlagen nur wenige oder nur eine im Carp, oder im ganzen Gynazeum zur Samenreife gelangt, beweist, daß, wenn ausreichend Pollen auf die Narbe gelangt, einzelne Samenanlagen für die Befruchtung ungünstig gelegen sind; es wird also bei der Produktion der Samenanlagen unnütz Material verbraucht, und es ist ein Fortschritt anzusehen, wenn nur eine für die Befruchtung günstig gelegene Samenanlage entwickelt wird, die auch zum Samen reift.

20. Wert der Beschaffenheit der Samenanlage für die Systematic Progression von enaporangiaten Samenanlagen in leptosperangiaten; Ton ortotropen in anotropen, kamptotropen und kampylotropen. Embryoaficke, welche dem Pollenschlauch enUregenwachien. Beztiglich der Samenanlage selbst ist anzunehmen, daß ein Teil der nur Samenanlagen mit einem Integument besitzenden Pflanzen [Gymnospermen und mehrere Diko-

tyledonen (s. weiter unten unter 2)] eine phylogenetisch ältere Stufe darstellt als die zwei Integumente besitzenden; es ist aber andererseits auch wahrscheinlich, daß bei vielen Angiospermen die Formen mit nur einem oder ohne jedes Integument in dieser Beziehung eine Reduktion erfahren haben. So besitzt *Peperomia* monochlamyde Samenanlagen im Gegensatz zu *Piper* mit dichlamydeen. Eine Entscheidung kann nur da getroffen werden, wo nahe verwandte Formen sich hinsichtlich der Integumente verschieden verhalten. Die Beschaffenheit der Samenanlagen erweist sich in manchen Familien von großer Konstanz, in anderen (*Ranunculaceae*) von großer Verschiedenheit. Van Tieghem und Warming haben nach der Beschaffenheit des Nucellus und der Zahl der Integumente Typen unterschieden. Hier seien die Warming'schen Bezeichnungen beibehalten. 1. Eusporangiate monochlamyde Samenanlage der Gymnospermen mit dickem Nucellus und dickem von Gefäßbündeln durchsetztem Integument, jedenfalls sehr primitiver Typus, von denen der Angiospermen verschieden. 2. Eusporangiate monochlamyde Samenanlage der Angiospermen, mit dickem Nucellus und einem dicken Integument, bei mehreren apetalen, als alt angenommenen Angiospermen (*Juglandaceae*, *Myricaceae*, *Betulaceae*, *Lauraceae*). 3. Eusporangiate dichlamyde Samenanlage mit dickem Nucellus (oft mehrzelligem Archespor) und 2 oft dünnen Integumenten (die meisten Monokotylen und zahlreiche choripetale, so wie einzelne nacktblütige Dikotylen). 4. Leptosporangiate monochlamyde Samenanlage mit dünnem Nucellus und einem dicken oder dünnen Integument (*Sapotaceae* und viele *Sympetalae* mit einem dicken Integument, *Rafflesiaceae* mit einem dünnen Integument). 5. Leptosporangiate dichlamyde Samenanlage, mit dünnem Nucellus und 2 Integumenten, von denen wenigstens eines dünn ist, wenn nicht beide. Diese Samenanlagen sind als Ausnahmen von den Typen 3 und 4 anzusehen, so *Primulaceae* und *Ebenaceae*. Ferner gehören hierher *Orchidaceae*, *Droseraceae*, *Begoniaceae*, *Parnassia*. Warming sieht den Typus 4 als abgeleitet von 2 oder 3 an. Im allgemeinen kann man sagen, daß bei den Monokotyledonen und bei den Archichlamydeen Samenanlagen mit zwei Integumenten vorherrschen, bei den Metachlamydeen oder Sympetalen dagegen solche mit einem Integument. Aber es ist zu beachten, daß in einem Verwandtschaftskreis Progressionen von einem Typus zum andern vorkommen. Wichtiger als das Verhalten der Integumente ist für die systematische Anordnung die Entwicklung des Nucellus. Bei den noch echte Spermatozoiden erzeugenden *Cycadales* und *Ginkgoales* wird die dicke, die Megaspore oder den Embryosack bedeckende Gewebeschicht am Scheitel schleimig und gewährt ein gutes Substrat für die Keimung der Mikrosporen, sowie für die Bewegung der Spermatozoiden zu den Eizellen. Ein Fortschritt zeigt sich bei den übrigen Gymnospermen darin, daß der Pollenschlauch das Scheitelgewebe des Nucellus durchbohrt und bis zur Eizelle vordringt. Bei den Angiospermen aber sehen wir einen weiteren Fortschritt in der Entwicklung einer empfangnisfähigen Narbe und in der Entwicklung der Papillen im Griffelkanal und Ovarium, welche dem vorwärts wachsenden Pollenschlauch den Weg zur Samenanlage und dem am Scheitel ihres Nucellus gelegenen Sexualapparat erleichtern. Bei einigen Familien der *Santalales* (*Santalaceen* und *Loranthaceen*) zeigt der Embryosack oder die Makrospore ein eigenartiges Verhalten darin, daß sie dem Pollenschlauch entgegenwächst; es ist dies sehr beachtenswert und für die Charakteristik dieser Familien von Wichtigkeit; aber ein Merkmal von höherem systematischem Wert ist es doch nicht, da ähnliches auch bei der *Scrophulariacee Torenia asiatica* vorkommt. Apogamie und somatische Parthenogenesis sind gelegentlich auftretende Progressionen ohne systematische Bedeutung, doch sind sie von Interesse, weil sie viel häufiger auftreten, als man früher angenommen hatte, und zeigen, daß, wenn alle diese Fülle von Samenproduktion ohne vorangegangene Bestäubung und Befruchtung zu Linné's Zeiten bekannt gewesen wären, die Gegner der Lehre von der Sexualität der Pflanzen mit denselben ihre falsche Anschauung hätten stützen können und trotzdem Unrecht gehabt hätten. Es werden bei der Schilderung der einzelnen Familien solche Ausnahmeerscheinungen, wie auch die in der Entwicklung der Embryosacke, hervorgehoben. Hinsichtlich der Form der Samenanlage ist die geradläufige (atrophe oder orthotrophe) als die ursprüngliche, die umgewendete (anatrope und kampylotrophe) als spätere Bildung anzusehen.

30. Die § Haploidgeneration der Gymnospermen und Angiospermen im Begegnungspunkt der Haploidgeneration der Sporophyten. Gegensatz zwischen der ? Haploidgeneration der Sporophyten und der Haploidgeneration der Gametophyten.

spermen und der der Angiospermen- Progression vom vielzelligen Archosporium zum einzelligen. Abweichungen vom typischen 8kernigen Embryosack ist zwar ein einzelner Sattang und Familien charakteristisch, aber nicht in der Charakterisierung von Familiengruppen geeignet. Progression direkt Vermehrung der Archosporien. So wie die § Haploidgeneration der Gymnospermen und Angiospermen verdient auch deren § Haploidgeneration Berücksichtigung bei der systematischen Anordnung der Familien und Gattungen. Während die Homologie der Pollenkörner der siphonogamen Embryophyten mit den Mikrosporen der heterosporen Pteridophyten in Entstehung und Entwicklung deutlich hervortritt, stiftet der Vergleich der Megasporen heterosporer Pteridophyten (= asiphonogamer Embryophyten) und siphonogamer Embryophyten auf auffallende Unterschiede. Die Megasporen der heterosporen Pteridophyten werden in den Sporangien frei wie die Mikrosporen, und keimen erst, nachdem sie aus denselben entlassen sind. Hingegen entsteht die Megasporenmutterzelle der siphonogamen Embryophyten in einem mehr- oder vielzelligen Gewebekörper, dem meist von 1—2 Wucherungen des Fruchtblattes, den Integumenten, umschlossenen Nucellus. Nachdem in dem jungen Nucellus eine Archosporzelle oder mehrere solche im hypodermalen Gewebe entstanden sind, werden dieselben oft durch die vom Archospor nach außen abgegebenen Schichtzellen und die vom Hypoderm nach innen abgegebenen in den unteren Teil des Nucellus versenkt. Selten werden mehrere Archosporzellen zu Megasporenmutterzellen, meist nur eine, die eine Tetrade von Megasporenanlagen erzeugt, von denen meist nur eine, in der Regel die unterste, sich zur Megaspore entwickelt und die anderen verdrängt. Auch kann die Megasporenmutterzelle direkt zur Megaspore werden; dann erfolgt die Reduktionsteilung, welche sonst bei der Tetradenteilung stattfindet, erst bei der Keimung. Die keimende haploide Megaspore wird zum Embryosack, und nun ist das weitere Verhalten der Haploidgeneration bei Gymnospermen und Angiospermen recht verschieden.

Die § Haploidgeneration der Gymnospermen*) erzeugt im Embryosack ein vielzelliges Prothallium, das bei *Microcycas* an allen Seiten zahlreiche Archegonien, bei den anderen Cycadaceen am Mikropylende 10—1, bei den Taxaceen 10—1, bei der Araucariacee *Agathis australis* 15—9, bei den Abieteen 7—1, meist 2, bei den Taxodiaceen zahlreiche bis 5, bei den Cupressaceen zahlreiche bis 4, bei *Callitris cupressoides* 100—30, bei der Gnetacee *Ephedra distachya* 8—5 Archegonien bildet, also in mehreren Gruppen eine Tendenz zur Verringerung einer ursprünglich hohen Zahl von Archegonien erkennen läßt. Die Archegonien sind verschieden in der Größe der Eizellen und in der Zahl der Halszellen, deren meist 2—4, aber auch mehr in 2—3 Stockwerken vorhanden sind. Diese Verschiedenheiten scheinen brauchbar zur Unterscheidung der Gattungen bei den Coniferen. Bei den *Welwitschiaceae* und *Gnetaceae* tritt im Gegensatz zu *Ephedra* stärkere Abweichung vom Verhalten der Coniferen hervor, bei *Welwitschia* (*Tumboa*) Teilung des Prothalliums in ein steriles basales und ein fertiles mikropylares mit langen schlauchförmigen Archegonien, welche den Pollenschläuchen entgegenwachsen, und bei *Gnetum* auch ein basales Prothallium, dessen Zellen vielkernig sind.

Bei der Entwicklung der § Haploidgeneration der Angiospermen sind zunächst zu beachten Verschiedenheiten im Archosporium. Zweifelsohne ist der primäre Typus das vielzellige Archosporium, welches bei den *Verticillatae*, den *Salicales*, *Juglandales*, *Fagales*, manchen *Ranales*, vielen *Rosales*, bei einzelnen *Umbelliferae* und *Compositae*, sowie auch innerhalb der Gattung *Euphorbia* vorkommt. Bei der Mehrzahl der Angiospermen ist das einzellige Archosporium herrschend geworden. Für gewöhnlich wird, auch bei mehrzelligem Archosporium, eine Zelle desselben zur Megasporenmutterzelle, welche sich in 4 Tochterzellen (Mega- oder Makrosporen) teilt, von denen gewöhnlich die innerste zum Embryosack wird, bei den *Qenotheraceae* aber die äußerste. Wenn die Zellwandbildung bei der Tetradenteilung der Megasporenmutterzelle unterbleibt, so wird diese direkt zum Embryosack (Liftum-Typus), wie auch bei den mit vielzelligem Archosporium versehenen *Euphorbia*-Arten. X

Ferner kann diese Reduktionserscheinung sich nur auf die homotypische Teilung erstrecken, und es entstehen dann zweikernige Zellen, von denen gewöhnlich die äußerste bereits den zweikernigen Embryosack darstellt, so bei *Paris*, *Allium*, *Scilla* (drei Gattungen derselben Familie, aber nicht sehr nahe verwandt). Findet die homotypische Teilung

*) Der Inhalt dieses Absatzes ist ausführlich in Bd. XIII behandelt.

nur in der nach innen gelegenen Zelle statt, so ist die obere Tochterzelle einkernig, die untere zweikernig, so bei *Trillium* und den *Podostemonaceae*. Es empfiehlt sich, für systematische Studien den angiospermen Embryosack als einen morphologischen Komplex zu betrachten, doch muß man immer über eine größere Zahl von Untersuchungen verfügen können und sich nicht mit wenigen Ausnahmerecheinungen begnügen. Der skernige Embryosack mit der mikropylaren und chalazalen Kerngruppe kann wohl unbedenklich als der ursprünglichste Typus angesehen werden, von dem sich verschiedene auffallende Abweichungen ableiten lassen. So zeigt es sich, daß die 16kernigen Embryosäcke entweder 2sporig oder 4sporig sind. Unter den *Piperaceae* zeigt *Peperomia* eine regelmäßige Entwicklung von 4 Megasporen und eine regelmäßige Reduktion in der Zahl der von jeder Megaspore erzeugten Kerne. Dieselben Neigungen treten gelegentlich bei *Piper* auf. Bei oberflächlicher Betrachtung scheint das bei *Euphorbiaceae* beobachtete Auftreten von 16-, 8-, 7-, 5-, 4kernigen Embryosäcken jeder Verbindung zu entbehren, doch sind sie eng verwandt, nur die chalazale Kerngruppe ist einem Reduktionsprozeß ausgesetzt, der bis zur völligen Unterdrückung gehen kann; bei den 16kernigen Säcken ist dieser Prozeß mit der Entwicklung aller 4 Megasporen vereint. Ebenso ist es bei den *Penaeaceae*. Auch bei den *Oenotheraceae* tritt dieselbe Reduktion ein; aber außerdem besitzen sie nur eine Makrospore. Bei den Monokotyledonen herrscht eine große Mannigfaltigkeit von Reduktionsprozessen, in der Zahl der Megasporen, der mikropylaren und der chalazalen Kerne; bei den Orchidaceen machen sich diese verschiedenen Entwicklungsrichtungen in derselben Familie geltend, indem bei der einen Art die mikropylare Gruppe normal ist, die chalazale reduziert wird, während bei anderen am Mikropylarende niemals das 4kernige Stadium erreicht wird. Die Reduktionsprozesse, durch welche Megasporenbildung, mikropylare und chalazale Kernentwicklung gelegentlich betroffen werden, lassen sich auf zwei Ursachen zurückführen, auf die Abkürzung der Geschlechtergeneration und gewöhnliche Verkümmerung und Unterdrückung nicht funktionierender Gewebe. Aus diesen Ausführungen ergibt sich, daß diese Abweichungen zur Charakterisierung von Familiengruppen oder Reihen nicht verwendet werden können, wohl aber mitunter bei einzelnen Familien (*Penaeaceae*, *Oenotheraceae*) konstant zu sein scheinen. Es wird von erweiterten Untersuchungen abhängen, ob die neuen Familiencharaktere so konstant sind, daß sie für Monophylie einer Familie sprechen. In vielen anderen Fällen ist es klar, daß die Abweichungen geringen oder gar keinen systematischen Wert haben, gerade so wie viele Merkmale der diploiden Generation (Hypogynie und Epigynie, Sympetalie, Monadelphie, Zygomorphie, Atropie der Ovula usw.) in der einen Familie einen hohen, in der anderen einen niederen systematischen Wert haben.

Progression tritt auch häufig ein durch Vermehrung der dem mdimentären Prothallium angehörigen Antipoden, wie sie besonders stark bei den *Pandanales*, *Gramineae* und *Compositae* auftritt.

3L Progression In der Entwicklung des Endosperms und der Sponsoraustattung. Nach der Befruchtung der Eizelle beginnt mit der Ausbildung des Suspensors und des Embryos, sowie der des Endosperms wieder die Bildung diploider bzw. triploider Kerne. Während die Antipoden, welche dem primären Stadium des Prothalliums angehören, haploid sind, sind die Kerne des Endosperms, welche theoretisch das Prothallium vervollständigen, normalerweise triploid.

Das Endosperm wird entweder nukleär angelegt, mit später einsetzender simultaner Zellwandung (am häufigsten bei den meisten Monokotyledonen, den meisten Archichlamydeen und mehreren Sympetalen), oder zellulär, indem auf jede Kernteilung sofort eine Zellteilung erfolgt (seltener). Wahrscheinlich ist das nukleäre Endosperm der primitive Typus, das zelluläre der vorgeschrittene Typus. Während bei einzelnen Familien nur der eine Typus vorkommt, gibt es auch solche, bei denen beide Typen auftreten, es sind sogar in einzelnen Gattungen außer den beiden Haupttypen auch intermediate anzutreffen. Als progressives Merkmal kann auch angesehen werden, daß bei einigen Familien der Angiospermen eine Teilung des sekundären Embryosackkernes ganz unterbleibt und kein Endosperm gebildet wird, so bei fast allen Orchidaceen und bei den *Podostemonaceen*.

Namentlich bei vielen Familien der Monokotylen, aber auch bei einigen Dikotylen (*Grassulaceen*, *Saxifragaceen* und *Linum*) wird im Endosperm ein sogenannter Basal-

apparat unterschieden, der dadurch zustande kommt, daß bei der ersten Teilung des Endospermkerns eine Zelle oberhalb der Antipoden abgegrenzt wird. (Wird auch als *Helobiae-Typus* des Endosperms bezeichnet.) Gewöhnlich dringt der an der Mikropyle am breitesten entwickelte Embryosack bis zur Chalazalhälfte vor, doch bleibt in der chalazalen Hälfte gewöhnlich ein Teil des Nucellus erhalten.

Von großer systematischer Bedeutung ist die Beschaffenheit und der Inhalt der Endospermzellen (siehe *Farinosae* und *Liliiflorae*, unter den Dikotyledoneen die *Parietales*). Hier handelt es sich um Blutsverwandtschaft, wenn auch morphologische Übereinstimmungen hinzukommen.

Ferner ist zu beachten, ob das Endosperm Haustorienbildungen aufweist, wie sie namentlich bei den Scrophulariaceen und den mit ihnen verwandten Familien schon seit langer Zeit bekannt sind. Hier haben wir es mit einer Progression zu tun, welche sich bei weiterer Prüfung der noch nicht untersuchten Gattungen vielleicht von größtem systematischem Wert erwiesen wird.

Phylogenetisch ist es als ein Fortschritt zu bezeichnen, wenn das Nährgewebe, sei es Endosperm oder Perisperm, von dem Keimling im Samen aufgezehrt wird und der Keimling nach Sprengung der Samenschale sofort selbständig wird. Je weiter ferner die Blattentwicklung der Plumula im Samen gediehen ist, desto weiter ist die Pflanze vorgeritten. •

Beachtung verdienen auch die Suspensorhaustorien, welche gewöhnlich durch starke Vergrößerung der untersten Zelle des Suspensors oder Embryoträgers zustande kommen. Sie finden sich bei den *Helobiae* und *Orchidaceae*, bei den *Podostemonaceae*, *Hydrostachyaceae*, *Saxifraga*, *Crassulaceae*, *Linaceae*, *Oxalidaceae*, *Geraniaceae*, *Tropaeolaceae*, *Callitrichaceae*.

32. Progression In der Fruchtbildung nur selten zur Charakterisierung größerer Gruppen dienlich Die außerordentliche Mannigfaltigkeit in der Fruchtbildung bietet häufig ein wertvolles Hilfsmittel zur Unterscheidung von Gruppen und Gattungen; aber nur bei den oft sehr klar erkennbaren Reduktionserscheinungen hat man ein Recht, die eine oder die andere Fruchtart, Kapsel, Nuss, Beere, Steinfrucht höher als eine andere zu stellen, denn jede dieser Fruchtformen erweist sich unter Umständen als vorteilhaft für die Erhaltung der Art. Bei jeder der einzelnen Fruchtformen kann man leicht Steigerungen einzelner Eigenschaften nachweisen, die für die Verbreitung und den Schutz der Samen von Vorteil sind; jedoch kehren die Progressionen so oft wieder, daß sie bei der Charakterisierung größerer Gruppen nur selten verwendet werden können.

33. Arillarbildung eine Progression. Was von dem Perikarp der Frucht gilt, gilt auch von den Samenschalen. Dagegen ist als eine Progression die Entwicklung von Arillarbildungen aufzufassen, weil damit eine neue Eigenschaft auftritt, die vielen Pflanzen vorher abgegangen ist.

34. Progression Von der Dikotyledonie zur Monokotyledonie und Akotyledonie. Beim Keimling (Embryo) selbst müssen typische Monokotyledonie (Eumonokotyledonie) und typische Dikotyledonie als gleichwertig angesehen werden; die eine ist nicht ohne weiteres von der anderen abzuleiten. Dagegen sind in sonst zweikeimblättrigen Familien die knolligen Arten (Nothomonokotyledoneen*), welche nur ein Keimblatt entwickeln (z. B. *Corydalis cava*, *Bunium bulbocastanum*), jüngere und vorgeschrittenere Bildungen, desgleichen die parasitären Formen, welche gar keine Keimblätter ausbilden. Es wird zwar jetzt von besonders eifrigen botanischen Phylogenetikern, namentlich solchen, welche sich von der Annahme eines monophyletischen Stammbaumes der Angiospermen nicht trennen können, ziemlich allgemein die Anschauung vertreten, daß die Monokotyledonie von Dikotyledonie abzuleiten sei, somit eine Progression darstelle und daß demzufolge die Monokotyledoneen im System auf die Dikotyledoneen zu folgen hätten. Daß aus ursprünglichen Monokotyledoneen durch Spaltung des Keimblattes Dikotyledoneen entstanden seien und aus diesem Grunde im System auf die Monokotyledoneen zu folgen hätten, kann ich nicht für richtig halten. Wohl aber halte ich es für wahrschein-

*) Die Bezeichnung Nothomonokotyledoneen (unechte Monokotyledoneen) dürfte der Bezeichnung Pseudomonokotyledoneen vorzuziehen sein.

lich, daß die echten Monokotyledoneen ursprünglich als solche mit terminalem Keimblatt von Proangiospermen neben den dikotyledonen Angiospermen abstammen.

35. Verschiedene Kombinationen von Progressionen enekweren die systematische Anordnung. Aus der vorausgegangenen Besprechung ergibt sich, daß bis zu einem gewissen Grade in der verschiedenen Ausbildung der Blüten, Früchte und Samen eine Stufenfolge existiert, welche der phylogenetischen Entwicklung entspricht. Das eingehendere Studium der Gattungen größerer Pflanzenfamilien zeigt aber, daß diese häufig nach verschiedenen Richtungen hin vorgeschritten sind, daß ferner eine Gattung nach der einen Richtung vorschreiten, in anderen Merkmalen aber auf niedriger Stufe verharren kann, daß endlich eine und dieselbe Progression zu wiederholten Malen in verschiedenen engeren Formenkreisen eintreten konnte. So entstehen verschiedene Kombinationen von Progressionen, welche die Anordnung oft erschweren. Bei dem leicht erklärlichen Streben, innerhalb einer Familie die Abstammungsfolge der Gattungen festzustellen, wird sehr oft übersehen, daß ein weit verbreiteter Typus in verschiedenen Gebieten in verschiedener Weise variieren kann und daß die möglichen Abänderungen in mannigfacher Weise kombiniert sein können. Die Aufgabe der heutigen auf breiterer Grundlage beruhenden Systematik ist es, diejenigen Eigenschaften, welche sich trotz der mannigfachen Progressionen erhalten haben, aufzufinden. Diese Eigenschaften sind nicht selten anatomische; ferner geben namentlich die Stellung der Samenanlagen und die Ausbildung des Embryos Anhaltspunkte. Es ist jedoch oft, namentlich bei ausländischen Pflanzen, äußerst schwierig, Untersuchungsmaterial zu erhalten, welches gerade die für die Bestimmung der systematischen Stellung wichtigen Pflanzenteile darbietet. Die systematische Gliederung großer Familien muß aber wenigstens die Hauptrichtungen erkennen lassen, in welchen sich die Familie entwickelt hat. Aus diesem Grunde habe ich auch in den letzten Auflagen meines Syllabus bei einzelnen Familien die Reihenfolge der Unterfamilien oder Gruppen etwas anders gefaßt, als die Autoren in der ersten Auflage der natürlichen Pflanzenfamilien getan haben.

36. Die Unebene Anordnung entspricht nur teilweise der Entwicklung eines Typus. Die in Uiterreihen insammengefaßten Familien stehen meist raeinander in einem wakraekelnlich natürlichen (genetischen) Verwandtschaftskreis; die Zusammenfassung der Familien dient mehr dem Zweck der Übersichtlichkeit. Wenn schon innerhalb einer Familie die Kombination der Progressionen und die Wiederholung derselben Progressionen darstellen, daß die lineare Anordnung nur teilweise der Entwicklung eines Typus entspricht, da dessen Glieder an verschiedenen Stellen der Erde oder auch in demselben Gebiet nach verschiedenen Richtungen hin sich verändert haben, so ist dasselbe noch mehr innerhalb der Familienreihen der Fall. Es können bei der einen Familie die weitestgehenden Progressionen nach einer Richtung hin stattgefunden haben, während bei einer phylogenetisch nahe verwandten mit ziemlich gleicher Ausgangsstufe die Progressionen sich nach einer ganz anderen Richtung bewegten. Für die Zusammengehörigkeit der Familien zu einer Reihe kommen namentlich diese Ausgangsstufen in Betracht, so z. B. bei den Ranales, den Rosales und den Parietales. Es ist auch wohl zu beachten, daß vorzugsweise die innerhalb der Reihen von mir unterschiedenen Unterreihen engere, natürliche Verwandtschaftskreise darstellen.

37. Sympetalie vereinzelt auch bei Areklyamydeen. Euymptalen mit großen Teil mit Mottohltmydeen Samenanlagen. Hinsichtlich der Zusammenfassung der Reihen zu größeren Abteilungen kann man nicht verkennen, daß bei den einen Progressionen in der Entwicklung der Blütenhülle entweder ganz unterblieben oder daß wenigstens höhere Stufen nicht erreicht wurden, daß dagegen bei anderen die Entwicklung der Blütenhülle zu den höchsten Stufen vorschritt. Man hat vermutet, daß der Ursprung derjenigen, Dikotyledoneen, welche wir als *Sympetalae* bezeichnen, nicht ein gemeinsamer sei, sondern daß sie sich an verschiedene Reihen der in diesem Werk als archichlamydeische Dikotyledoneen bezeichneten Gewächse anschließen. Diese Möglichkeit ist nicht zu bestreiten, da nicht wenige von den archichlamydeischen Familien einzelne Fälle von Sympetalie aufweisen. Indessen ist andererseits doch auch in Betracht zu ziehen, daß in den wenigen Reihen der sympetalen Dikotyledoneen die einzelnen Familien unterein-

ander in fcehr enger Verwandtschaft stehen, so dafi sie zum Teil schwer gegeneinander abzugrenzen sind. Jedenfalls sind die Unterreihen der Sympetalen (*Metachlamydeae*) recht natürliche. Es ist femer zu beriicksichtigen, dafi wir zwar beinichtwenigen Familien der Sympetalen noch einzelne Gattungen mit chori-petaler Blüthenhiille finden, dafi diese sich aber im sonstigen Bau nicht an bekannte Familien der *Archichlamydeae* anschließen. Wenn z. ^B. wegen Analogien im Habitus eine Verwandtschaft von Gentianaceen und Caryophyllaceen behauptet wurde, so ist dies eine vage Hypothese. Dabei ist zu beachten, dafi bei den meisten Sympetalen das Andrözeum auf einen Kreis beschränkt ist und mit Rücksicht hierauf der Anschluß auch nur an einige wenige archichlamydeische Familien stattfinden könnte. Trotzdem hat sich ein solcher bisher nicht ermitteln lassen. Es ist deshalb wahrscheinlich, dafi wenigstens ein großer Teil der Eusympetalen Typen sind, welche frühzeitig den Weg der Sympetalie eingeschlagen haben. Beachtung verdient auch der Umstand, dafi bei dem größten Teil der Sympetalen, namentlich denen der letzten Reihen, die Samenanlagen durchweg mit nur einem Integument versehen sind, wghrend bei den *Archichlamydeae* und den ersten Reihen der Sympetalen mit einem Integument versehene Samenanlagen seltenfer sind.

So sehr ich mir auch von phylogenetischen Bestrebungen bei dem Studium einzelner Familien namentlich mit Zuhilfenahme der Pflanzengeographie Erfolg verspreche, so stehe ich dooh vielen Versuchen, Familien voneinander, von lebenden oder ausgestorbenen ableiten zu wollen, skeptisch gegenüber. Was man aber mit größerer Sicherheit feststellen kann, das ist die Zugehörigkeit zu einer Familiengruppe oder Unterreihe und vor allem die morphologische Stufe. Mancherlei Verbesserungen bisheriger Anschauungen dürften sich aus weiterer Beriicksichtigung der Haploidgenerationen und bei vorsichtiger Beriicksichtigung serodiagnostischer Untersuchungen ergeben.

Anmerkung. Die Grundzüge für obige Sätze findet man zum größten Teil bereits in meiner Abhandlung: Über den Entwicklungsgang in der Familie der Araceen und über die Blütenmorphologie derselben (Englers Botan. Jahrb. V [1884], S. 160—173), ihre Anwendung in meinem Führer durch den Kgl. bot. Garten zu Breslau 1886, in meiner ersten Ausgabe des Syllabus 1892, in den späteren Auflagen desselben bis 1924, in der Schrift »Über die systematische Anordnung der monokotyledoneen Angiospermen« in Abhandl. d. Kgl. Akad. d. Wiss. Berlin 1892, in der »Übersicht über die Unterabteilungen, Klassen, Reihen, Unterreihen und Familien der *Embryophyta siphonogama** in Engler und Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, Nachträge zum Teil II—IV (1897), S. 341—357, und in den sich' daran anschließenden »Erläuterungen zu der Übersicht über die *Embryophyta siphonogama**, S. 358—380.

