Die Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen.

Von

M. Raciborski.

Die Geschlechtsorgane der Blüthenpflanzen sind während der Entwickelung gegen ungünstige äussere Einflüsse durch Blattorgane, durch Achsenbildungen, durch Haare, Emergenzen und deren Ausscheidungen geschützt. Solche Schutzvorrichtungen sind ganz allgemein verbreitet, und es ist mir keine Blüthenpflanze bekannt, welche solche vollständig entbehrt. Die sogenannten nackten Blüthen gehören keineswegs zu den weniger geschützten, nur wird bei ihnen der Schutz nicht durch die Blüthehülle im engeren Sinne, sondern durch andere Organe, z. B. Haare und Blätter bei Typha, Spatha bei den Araceen, bewirkt. Auch sind diese Schutzvorrichtungen keineswegs auf die Angiospermen beschränkt. Wir finden sie überall bei den Gymnospermen, bei den Sporophyllen der Pteridophyten, bei den Blüthen der Bryophyten.

Nur einen Theil der adversen Anpassungen der Blüthenknospen werde ich im Folgenden besprechen, nämlich die morphologischen. Die nicht minder interessanten Anpassungen des Plasma und plasmatischer Organe habe ich unberücksichtigt gelassen. Je nach den biologischen Lebenseigenthümlichkeiten der Pflanze finden wir verschiedene Schutzvorrichtungen, andere bei Xerophyten, andere bei Wasserpflanzen, bei Pflanzen der Tropen und denen der Alpen. Und wieder bei Pflanzen derselben biologischen Formation, die verschiedenen systematischen Gruppen angehören, sind die Schutzeinrichtungen verschieden.

Auf die jungen, meristematischen Primordien der Geschlechtsorgane wirkt in erster Linie die Austrocknung schädlich, event. tödtlich, und wir finden überall Vorrichtungen, um dieselbe zu verhindern. Ebenso schädlich wie die trockene Luft scheint auf die meristematischen Theile der Wasserpflanzen das fortdauernde Abspülen durch das Wasser zu wirken. Auch gegen Thierfrass sind die Blüthen-

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0155-9

knospen geschützt. Obwohl die Anpassungen gegen diese schädlichen Einwirkungen sehr verschieden sind, so ist doch ein gemeinsamer Zug in allen zu finden. Die jungen Geschlechtsorgane sind nämlich auf verschiedene Weise von aussen geschlossen. Eine gut geschlossene Blüthenknospe schützt natürlich die inneren Organe der Blüthe ebenso gegen zu starke Transpiration, gegen ausspülende Thätigkeit des Wassers (bei Wasserpflanzen), wie gegen Eindringen kleinerer Thiere. Der Verschluss der Blüthenknospen wird bedingt durch verschiedene Organe, durch Blätter, und zwar Laub-, Deck-, Vor-, Kelch- und Kronblätter, durch Achse, durch Trichome und Emergenzen, sowie durch Ausscheidungen der Drüsen. Der Verschluss wird vielfach durch besondere Einrichtungen verstärkt, von welchen an der ersten Stelle die Nahtbildungen zu setzen sind. Die schützenden Organe sind ihrerseits angepasst an die Lebensweise der Pflanzen, um nur die starken Cuticularbildungen, Anhäufungen des Schleimes in den Schleimzellen bei vielen Xerophyten, oder Luftreservoire bei manchen Wasserpflanzen zu erwähnen. Für die mechanische Festigkeit der Knospen sorgen die sklerenchymatischen Zellen, dicke Cuticula, manchmal Collenchym. Die älteren grösseren Knospen zeigen vielfach besondere Einrichtungen gegen Thierfrass, z. B. Anhäufungen der Gerbstoffe, des Kalkoxalats oder der Kieselsäure, Anwesenheit von Stacheln u. s. w. Diese und andere Vorrichtungen kommen vielfach neben einander und bedingen so die grosse Mannigfaltigkeit im Baue der Blüthenhülle der Blüthenknospen, welche jedem Morphologen bekannt ist, die jedoch von dem biologischen Standpunkte betrachtet in neuem Lichte erscheint.

Nicht immer ist es möglich, nur die Vorrichtungen, welche allein die Blüthenknospen schützen, zu berücksichtigen. Bei vielen Pflanzen schützen die Bracteen, Kelch oder Kronenblätter nicht nur die Blüthenknospen, sondern bleiben nach der Befruchtung als Schutzvorrichtungen der Früchte stehen, oder dienen zur Blüthenzeit als Schauapparat der Pflanze. Andererseits dienen vielfach die schützenden Vorrichtungen der Vegetationsspitzen oder Blattknospen zugleich als Schutz der jungen Blüthenanlagen.

Noch einige Worte über die Methode der Untersuchung will ich zufügen. Da wo es sich um genaue Ermittelung der Verschlussvorrichtungen der Blüthenknospen handelt, liefern uns die Handschnitte nur selten brauchbare Resultate, häufig führen sie uns irre. Durch Mikrotomschnitte kann man solche Uebelstände vollständig vermeiden. Es ist merkwürdig, wie wenig Nutzen die Systematik der Phanero-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0156-5

gamen von der Mikrotomtechnik gezogen hat, die hier wenigstens ebenso grosse Dienste, wie auf anderen Gebieten der mikroskopischen Forschung leisten kann. Das Herbarmaterial eignet sich zum Mikrotomschneiden mehr, als man glaube möchte. Ich verfahre in dieser Hinsicht folgendermassen. Die trockenen Herbarobjecte werden einige Stunden im Alkohol, später 2—3 Stunden in Wasser, dann etwa 24 Stunden in 50 proc. Ammoniak bei einer Temperatur von etwa 40° gehalten, wo sie vielfach vollständig aufquellen und in den meisten Fällen brauchbar geworden sind. Nach dem Auswaschen des Ammoniaks durch Wasser und später durch Alkohol und Toluol folgt Einbettung in Paraffin. Ankleben der Präparate bewirke ich jetzt nur durch Klebeeiweiss (Eisweiss zum Schaum geschlagen, filtrirt und zur Hälfte mit Glycerin verdünnt). Wenn die Präparate sich falten, so übertrage ich sie auf einen mit äusserst dünner Eiweissschicht und etwas Wasser überzogenen Objectträger und lasse das Wasser bei 40—45° austrocknen, wobei die Präparate sich vollständig ausbreiten. Den Faltungen kann man noch auf andere Weise vorbeugen, die ich besonders gerne beim Schneiden sehr brüchiger, an Sklerenchym reicher, oder schlecht eingebetteter Objecte benütze, nämlich durch Bestreichen des Paraffinklotzes vor jedem Schnitt mit einer dünnen Schicht leichtflüssigen Paraffins. Mit Hilfe eines solchen Verfahrens kann man an einer Knospe des häufig so dürftigen Herbarmaterials sich über den Bau derselben genau orientiren und ist man dabei sicher, die Unrichtigkeiten in der Lage oder Deckung der Organe zu vermeiden. An den richtig behandelten Blüthenknospen eines sehr alten Herbarmateriales kann man noch vielfach die Lage der Tapetenzellen oder der Embryosackanlage, die Zellkerne der Pollenkörner sehen.

Im Verlaufe dieser Untersuchungen wurde ich von verschiedener Seite reichlich mit Material versorgt. Besonders dankbar bin ich dem Herrn Prof. Dr. Goebel für die Ueberlassung seiner sehr reichen Tropenmaterialien sowie der Pflanzen des Münchener botanischen Gartens. Herr Prof. Radlkofer und Herr Kustos Dr. Solereder unterstützten meine Untersuchungen durch trockenes Material des Münchener Herbars. Viele Pflanzen verdanke ich der Freundlichkeit der Herren Prof. Dr. Caruel in Florenz, Prof. Dr. Juranyi in Budapest, Prof. Dr. Magnus in Berlin, Prof. Dr. M. Cornu und Dr. G. Poirault in Paris, Prof. Dr. Schröter und Prof. Dr. Schinz in Zürich, Dr. v. Tubeuf in München. Allen spreche ich meinen verbindlichen Dank aus.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0157-1

Die Verschlussvorrichtungen der Blüthenknospen.

Nur in verhältnissmässig wenigen Fällen sind die Knospen der Blüthen von einer geschlossenen Calyptra umgeben, die bei dem Aufblühen zersprengt oder abgeworfen wird. In den meisten Fällen sind die Hüllblätter der Blüthenknospe ganz oder theilweise frei, und der feste Verschluss solcher durch mehrere freie Blattorgane gedeckter Blüthenknospen kann auf sehr verschiedene Weisen erfolgen (Fig. 1 et sg.) Im Allgemeinen können wir zwei Formen der Aestivation unterscheiden, die klappige, wo die Blätter mit den Rändern an einander stossen, und die deckende, imbricate Aestivation mit allen ihren Formen, wo die Ränder der Blätter übereinander greifen. Schon durch festes

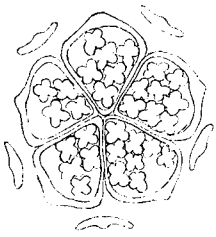


Fig. 1.
Blumenbachia Hieronymi Urb. Querschnitt einer Blüthenknospe. Die Gruppen der Staubblätter sind von den kapuzenartig ausgebildeten Kronblättern eingehüllt.

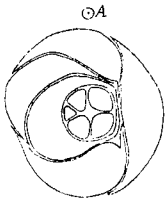


Fig. 2.
Jacquinia aurantiaca Dryander. Querschnitt einer jungen Blüthenknospe, zeigt die bedeutende Dicke der Kelchblätter. Innen die 5 Kronblätter.

Aneinanderlegen der sich deckenden Blatttheile können die Knospen bei imbricater Lage verschlossen werden (Fig. 2), besonders wenn die deckenden Flächen ganz glatt und sehr breit sind, wie das z. B. bei so vielen Pflanzen mit gedrehter Lage der Blüthenhülle der Fall ist.

Doch kann der Verschluss der Blüthenknospe noch auf andere Weisen verstärkt oder hergestellt werden.

Die männlichen Blüthen der Carica gracilis Reg. haben dicke gedrehte Kronlappen. Diese schmiegen sich fest aneinander an, ihre Cuticula ist sehr fein gerippt und da die Rippen des deckenden Kronblattes in die Furchen des gedeckten fallen, so ist durch diese Cuticularververzahnung der Verschluss dichter gemacht. Er wird jedoch auf noch andere Weise verstärkt, wie das deutlich die beigegebene Abbildung eines Querschnittes demonstrirt. Auf der Dorsal-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0158-7

seite jedes Kronlappen zieht sich über der Mittellinie desselben eine Reihe von unregelmässigen Leisten. Die am weitesten nach rechts stehende ist gewöhnlich die stärkste; zwischen ihr und der Oberfläche des Petalum ist eine Furche gebildet, in welche der Rand des nächsten nach links gedrehten Petalum fest eingekeilt ist (Fig. 3). Dieselbe Vorrichtung haben die Knospen einer Asclepiadeae Trichostelma Koerberi Fournier; aber noch bei vielen anderen Pflanzen sind die Ränder zweier Hüllblätter in eine Furche des nebenstehenden Blattes eingekeilt, z. B. bei manchen Orchideen (Sobralia macrantha, Coelogyne fuliginosa, Phalaenopsis, Physosiphon Loddigesii), bei mehrerern Mimusopsarten (Sapotaceae) etc.

Aehnlich verhalten sich viele solche Liliaceen, deren Knospen durch die Deckblätter ungenügend geschützt sind. Bei Smilax bona nox L. sind die Knospen durch sechs Perigonblätter eingehüllt, von

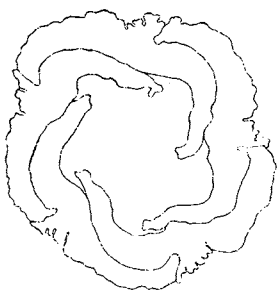


Fig. 3.
Carica gracilis Regel. Querschnitt einer männlichen Blüthenknospe, den Verschluss der Kronblätter zeigend.

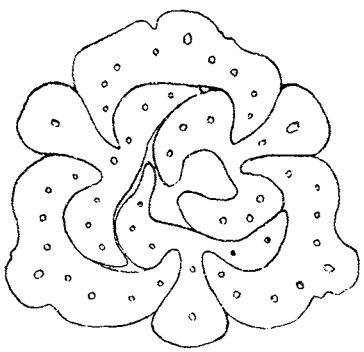


Fig. 4.
Lilium Martagon. Querschnitt einer Blüthenknospe oberhalb der Antheren.

welchen nur die drei äusseren bis zum Scheitel reichen und da mit Hilfe einer Zellennath ein festes Gewölbe bilden. In der mittleren Zone sind in die Zwischenräume zwischen den drei äusseren Perigonblätter die inneren eingeschaltet. Die letzten tragen an der Dorsalseite eine hohe Leiste und in die beiderseits derselben liegenden Furchen passen genau die Ränder der äusseren Blätter. Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt Lilium Martagon (Fig. 4) und manche Aloe und Gasteriaarten.

Eine äusserst häufige Erscheinung ist die Deckung der Blüthenknospen durch Haare, welche als Schutzmittel gegen zu starke Transspiration functioniren. In dem speciellen Theile habe ich zahl-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0159-5

reiche solche Fälle erwähnt, hier möchte nur auf einige hinweisen. Am häufigsten sind mit den Haaren die äusseren Flächen der Blüthenhülle bedeckt, viel seltener nur die inneren. So z. B. bei den grossen Blüthenknospen der Cobaea scandens sind die fünf valvaten grünen Kelchblätter sehr bedeutend revolutiv, so dass die Knospen mit breiten grünen Flügeln erscheinen. Am Querschnitt sieht man, dass jeder Flügel aus zwei an einander anliegenden Rändern der Sepala besteht, die durch dichte geschlängelte Haare mit einander verbunden sind. Nicht selten sind die Blüthenhüllblätter beiderseits mit dichtem Haarfilz bedeckt, die bei imbricater Deckung wie zwei Pelze an einander angedrückt sind. So besonders bei vielen Bombaceen. Bei Phoenocoma prolifera, wo die Blätter (cfr. Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen II p. 33) mit einem aus lufthaltigen Haaren bestehenden Pseudoparenchym bedeckt sind, sind auch die äusseren Hüllblätter des Blüthenköpfchens mit ebensolchem bedeckt. Noch mehr interessant sind jedoch die aus wasserhaltigen Haaren gebildeten Pseudoparenchyme, welche durch den Schleim verklebt die jungen Blüthenknospen und Stammspitzen bei manchen Rubiaceen bedecken, z. B. bei Cephaelis sp., Myrmecodia und Hydnophytumarten. Interessant ist auch die Weise, wie durch die Sternschuppen, welche dachig über einander greifen, die Blüthenknospen bei vielen Euphorbiaceen, Durioneen, Elaeagnaceen gepanzert sind. Bei manchen Elaeagnusarten (Fig. 5), die vierkantige männliche Blüthenknospen haben (z. B. E. rigida Bl., E. floribunda), sind die vier Perigonblätter an den Kanten der Knospe durch eine Zellennaht verzahnt. Die Sternschuppen, welche näher der Mitte der Perigonblätter stehen, sind flach und decken dieselben vollständig, die mehr randständigen biegen sich über der Naht, die auf jeder Kante verläuft, den Verschluss verstärkend. Aehnlich sonnenschirmartig bedecken die Sternschuppen die winzig kleine apicale, punktförmige Oeffnung der Calyptra des Durio zibethinus.

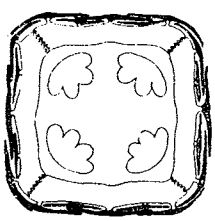


Fig. 5.
Eleagnus rigida Bl. Querschnitt einer männlichen Blüthe. Die Sternschuppen biegen sich über den Nahtverzahnungen der Perigonblätter um.

Von dem Haarverschluss haben wir alle Uebergänge zu den Nahtverbindungen. Neben den Calyptraverbindungen muss man den Nahtverschluss für das beste und dabei am wenigsten Materialaufwand erfordernde Verschlussmittel der Knospen betrachten. Während jedoch eine echte Calyptra bei der Oeffnung der Blüthe zerreisst oder (viel häufiger) abgeworfen wird,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0160-6

öffnet sich eine durch Naht verschlossene Knospe (mit sehr wenigen Ausnahmen, z. B. Vitis etc.) ohne Verlust der Hüllblätter, die während der Blüthezeit andere biologische Functionen ausüben können.

Man kann verschiedene Formen der Nahtverbindungen bei den Pflanzen unterscheiden. Entweder wachsen die im Contact stehenden Epidermzellen benachbarter Blätter zahnartig zwischen einander, eine Zellennaht bildend. Oder die Blattorgane sind nur durch Cuticularrippen und Zapfen verzahnt, dann reden wir von einer Cuticularnaht (Fig. 6). Besonders starken Verschluss finden wir bei den Pflanzen, wo die beiden Verzahnungsarten neben einander vorkommen, wie z. B. bei den Rhizophoreen, wo an den spitzen Epidermpapillen noch tiefeingreifende Cuticularzapfen und Rippen vorhanden sind. Die Nahtverbindungen sind in den Pflanzen, besonders in den Blüthen, sehr häufig zu finden; für die klappigen Blumenblätter sind sie fast typisch. In dem reichen Materiale, welches ich untersucht habe, waren nur wenig Arten mit valvaten Perigonblättern ohne Nahtbildungen zu finden. So z. B. Epidendron variegatum (Fig. 7), wo die drei äusseren Perigonblätter mit breiter, ganz glatter Fläche eng an einander anliegen, und verschiedene Columniferen (Büttneria und Ayenia besitzen jedoch eine Zellennaht) mit valvaten Kelchblättern, die durch gekreuzte Haare verschlossen sind. Besonders instructive Fälle von Zellennahtverbindungen finden wir bei den Kelchen der Onagrarieen (Fig. 8), Rhizophoreaen, Perigonblättern der Proteaceen, valvaten Kronblättern der Rubiaceen, Compositeen, Asclepiadeen (Ceropegia, Stapelia), Loganiaceen (Gardneria), Campanulaceen, Vaccinieen, Olacineen,

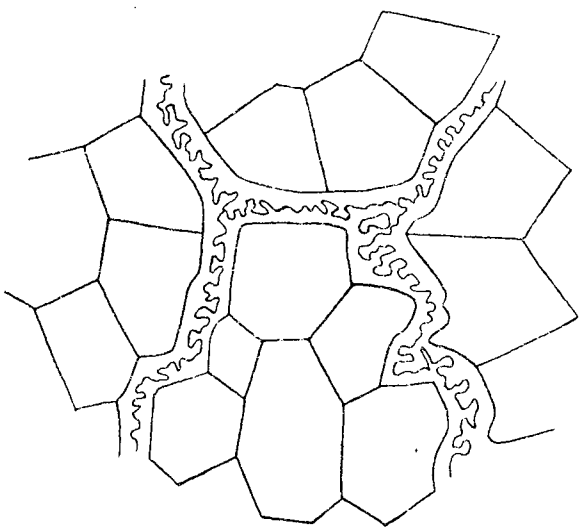


Fig. 6.
Hedera Helix. Querschnitt durch die Spitze der Blüthenknospe; eine Cuticularnaht.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0161-2

Elaeagnaceen, Loranthaceen, Cornaceen, Umbellifereen, Burseraceen, Meliaceen (Guarea) und sehr vielen anderen Familien. Bei den Zapfen der Gymnospermen hat C. v. Tubeuf die Nahtbildungen schon vor drei Jahren genau geschildert (Beitrag zur Morphologie etc. des Samenflügels 1892).

Die Nahtverbindungen der Blüthenhüllblätter erinnern morphologisch an die Nahtverbindungen der Osteologie. Durch Druck von aussen wird die Nahtverbindung immer verstärkt, durch von innen

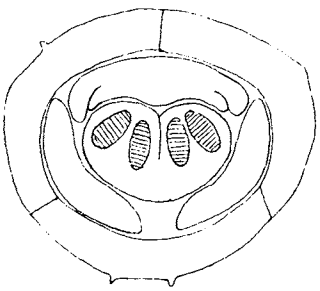


Fig. 7.
Epidendron variegatum Hook. Querschnitt einer Blüthenknospe.

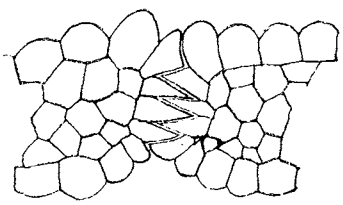


Fig. 8.
Boisduvallia concinna Spach. Der Zellennahtverschluss der Kelchblätter.

ausgeübten Druck wird die geschlossene Knospe geöffnet, ähnlich wie durch ebensolchen Druck ein Schädel in die einzelnen Bestandtheile zerlegt werden kann.

Manchmal ist jedoch die Verzahnung so stark, dass der Druck von innen die Nahtverbindung nicht mehr loslösen kann, die Hülle wird dann verschlossen bleiben, wie bei den kleistogamen Blüthen der Myrmecodia oder sogar abgerissen und abgeworfen. So z. B. bei den Vitisarten. Bei Vitis biegen die fünf Kronblätter ihre Spitzen in sehr jungen Stadien nach innen bis zur Berührung der noch im Entstehen begriffenen Carpelle ein. Die Petala sind durch eine starke Zellennaht verbunden, ausserdem kommen noch Cuticularrippen als Verstärkung der Verzahnung dazu. Bei der Blüthenreife lösen sich die einzelnen Kronblätter nicht mehr von einander ab, aber werden an der Basis abgerissen und abgeworfen. Eine deutlich ausgeprägte Trennungsschicht ist nicht vorhanden, doch ist die Abreisszone sehr dünn, bei V. anthriscifolia sieben Mal dünner als die Scheiteldicke der Kronealyptra.

Aehnliche, starke Verzahnungen verursachen auch bei anderen Pflanzen das Festhalten der einzelnen Blumenblätter oder ihrer Theile an den reifen Blüthen an einander, z. B. an dem Röhrentheile der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0162-8

Blüthenkrone der Phyteuma comosum oder an der Spitze des Perigons bei Garrya elliptica.

Verschieden davon sind die den nachträglichen Verwachsungen der gepropften Pflanzen ähnlichen Vorkommnisse, wo eine Cuticula an den sich berührenden verzahnten Stellen der Blumenblätter sich nicht entwickelt, und die Blätter so fest mit einander verwachsen, dass die Grenze einzelner Organe in erwachsenen Stadien nicht mehr erkennbar ist. Hier gehören z. B. die Verwachsungen der Spitzen der Kronenblätter der Adlumia und der verwandten Fumariaceen, sowie die einiger Ceropegiaarten. Die Entwickelungsgeschichte zeigt in diesen Fällen deutlich den Sachverhalt und den Gang der Verwachsung; die Fälle wie die von Reiche bei manchen Lobelia-Arten beschriebenen, wo die Cuticula nur an gewissen Strecken nicht ausgebildet wird, bilden den Uebergang zu den gewöhnlichen Zellennahtverbindungen. Viel häufiger als bei den Blüthenhüllblättern kommen solche innige Verwachsungen bei den Carpellen, und zwar auf sehr verschiedene Weise zu Stande, ebenso im Griffel wie in den Ovarhöhlen vor.

Die nachträglichen Verwachsungen der frei angelegten Organe haben nichts Gemeinsames mit der durch intercallares Wachsthum bedingten Verwachsung, und obwohl die beiden Fälle in den Endstadien vielfach einander sehr ähnlich sind, so zeigt doch immer die Entwickelungsgeschichte, dass es sich um zwei grundverschiedene Vorgänge handelt. Man darf also der Meinung Schumann's (Pringsheim's Jahrbücher XVIII p. 168) nicht beistimmen, welcher meint: „Wer die Neigung hat, phylogenetisch die Abstammung der gamophyllen Blüthencyclen abzuleiten, der wird in den noch heut sich vollziehenden nicht seltenen Verschmelzungen ursprünglich freier Cyclenglieder zahlreiche Analoga finden können".

Die echte Gamophylie, also durch ein intercalares Wachsthum bedingte sog. congenitale Verwachsung, kommt in verschieden hohem Grade ausgebildet in verschiedenen Cyclen der Blüthenhülle vor. Auf diese Vorkommnisse brauche ich hier nicht näher einzugehen, da die Sache in jedem Lehrbuche der Morphologie und in der systematischen Litteratur zur Genüge besprochen ist, obwohl nur wenig von dem biologischen Standpunkte des Knospenschutzes. Mehr interessant sind die Calyptrabildungen, die in keine freien Blattlappen an der Spitze auslaufen und die Blüthenknospe vollständig umhüllen. Die Calyptren der Blüthen haben einen verschiedenen morphologischen Werth. Bald entsprechen sie den Brakteen, z. B. bei Aetoxicon, Durio, Eupomatia etc., am häufigsten dem Kelche, z. B. bei vielen Bigno-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0163-3

niaceen, Melastomaceen, Capparideen, Elscholtzia und sehr vielen anderen Pflanzen, seltener den Kronblättern, wie z. B. bei den Markgravien und solchen Eucalyptusarten, die sowohl eine Kelch- wie Kroncalyptra besitzen. Da solche calyptraartige Mützen durch das Wachsthum eines ringförmigen Wulstes entstehen, so müssen sie immer eine kleine Öffnung aufweisen. Dieselbe ist fast immer apical, bei der Euphorbiaceae Pera jedoch seitenständig. Diese Oeffnung wird auf verschiedene Weise verschlossen. Entweder durch das Aneinanderwachsen der Ränder derselben, oder durch einen mehr oder weniger dichten Haarstöpsel. Im ersten Falle wird der Verschluss durch Bildung einer der „Treufelspitze" ähnlich ausgezogenen Calyptraspitze verstärkt, z. B. bei der Myriaspora und manchen Bignoniaceen.

Eine äusserst verbreitete, besonders für manche Familien typische Schutzvorrichtung der Blüthenknospen ist das Ueberziehen derselben mit schleimigen Massen. Sehr verbreitet ist diese Erscheinung bei den Wasserpflanzen, aber auch sehr zahlreiche Landpflanzen, speciell Pflanzen der Tropen, zeigen dieselbe Schutzeinrichtung, so z. B. habe ich dieselbe gesehen bei Arten der Rhizophoreen, Lecythideen, Clusiaceen, Rubiaceen, Scrophularineen, Apocyneen, Loganiaceen, Asclepiadeen, Euphorbiaceen etc. Die Organe der Schleimabsonderung sind sehr verschieden. Bei Pachystroma scheiden denselben die Epidermiszellen der Perigonhülle in Gestalt von kleinen Tröpfchen, ähnlich wie es in den Intercellularräumen der Nymphaeaceen und vieler anderer Pflanzen zu sehen ist. Bei den Nymphaeaceen und Calombeen sind es specielle Schleimhaare, die die jungen Blüthenknospen vollständig umhüllen, bei den meisten Pflanzen jedoch sind es grosse Drüsen, an welchen aussen ein secernirendes Drüsenepithel, innen ein kleinzelliges Innengewebe (analog der Tunica propria der thierischen Histologie) zu sehen ist. Ich habe im Folgenden für diese Drüsenemergenzen den Hanstein'schen Namen Colleteren (in etwas engerem morphologischen Sinne) gebraucht. Zwischen solchen Colleteren und den einfachen Schleimhaaren sind jedoch, wie aus den Untersuchungen Hanstein's und Schilling's zu sehen ist, alle Zwischenstufen vorhanden.

Die Colleteren stellen sehr hoch organisirte pflanzliche Schleimdrüsen dar. Nach der Beschaffenheit des secernirenden Epithels sind bei ihnen zwei Gruppen zu unterscheiden: erstens die Colleteren mit einer Schicht von Cylinderepithelzellen und zweitens solche mit mehrschichtigem Drüsenepithel. Die letzten habe ich nur bei Garcinia angetroffen, wo die Epidermzellen durch Zelltheilungen ein

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0164-9

mehrschichtiges Gewebe bilden (Fig. 9). Die Drüsenzellen sind mit dichtem Plasma erfüllt und mit grossen Zellkernen versehen. Die Colleteren mit Cylinderepithel sind dagegen sehr verbreitet; als Typus kann die Hanstein'sche Abbildung von Coffea arabica (Bot. Zeit. 1868) dienen. Sie variiren sehr in der Gestalt und Länge, sowie in der Gestalt der Epithelzellen. Besonders unregelmässig gebaut, breit und dick sind sie bei Rhizophora, wo auch die Epithelzellen ihre grösste Länge erreichen. Bei vielen Onagrarieen, Asclepiadeen, Apocyneen, Couroupita sind die Colleteren sehr lang, aber schmal, gewöhnlich allseitig mit Drüsenepithel bedeckt oder (bei Allamanda cathartica L.) im unteren Theile nur an der Innenseite secernirend. Die Colleteren mit cylindrischem Epithel erinnern im Baue desselben sehr stark an manche thierische Schleimdrüsen und zwar an die schleimabsondernden Epithelien der Magenoberfläche, sowie an die Epithelien der Halstheile der Pylorusdrüsen. Die Aehnlichkeit beruht nicht nur in der Gestalt der Zellen, sondern auch in der basalen Lagerung der Zellkerne und dem Bau des Plasma; die Differenz liegt in Anwesenheit der Cellulosemembran bei den pflanzlichen Drüsen.

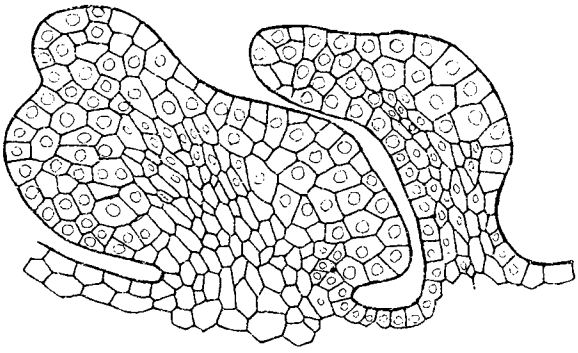


Fig. 9.
Garcinia Xanthochymus Hook. fil. Die schleimabsondernden Colleteren.

Eine andere Schutzvorrichtung der Blüthenknospen stellt uns der berühmte, von Treub ausführlich beschriebene Fall der Flüssigkeitansammlung in der Kelchcalyptra der Bignoniaceae Spathodea campanulata vor. Die Flüssigkeit wird hier offenbar durch die niedrigen köpfigen Schilddrüsen, welche die Innenseite des Kelches bedecken, secernirt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass solche Flüssigkeitsansammlungen auch bei anderen Gattungen vorkommen, besonders bei den unten näher beschriebenen Bignoniaceen und Melastomaceen. Den wahren Sachverhalt kann man jedoch nur an lebendem Material, welches mir nicht zu Gebote stand, entscheiden. Deswegen bleibt mir auch die biologische Bedeutung der sonderbaren Schüsseldrüsen,

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0165-5

welche an der ausgezogenen Spitze der Kelchcalyptra einer Dolichandroneart vorhanden sind, und vielleicht mit Myrmekophilie in Beziehung stehen, unbekannt.

Specieller Theil.

Von dem verhältnissmässig reichen untersuchten Materiale habe ich der Kürze halber im Folgenden nur die mehr interessanten Fälle berücksichtigt. Mit der Gruppirung und Anordnung des Materials waren manche Schwierigkeiten verbunden, und da die systematische Eintheilung, sowie auch die morphologische, mir nicht entsprechend erschien, so habe mich für eine — zwar nicht ganz streng durchgeführte — nach biologischen Gruppen entschieden. Auch diese hat ihre Schattenseiten. Hier möchte ich noch auf eine Thatsache hinweisen, welche bei meinen diesbezüglichen Untersuchungen in fast ermüdender Wiederholung beständig klar in Vordergrund der Betrachtung kam, hinweisen. Nicht nur an den ausgebildeten Blüthen sollen wir die Anpassungen an ihre Functionen bewundern, an jeder Entwickelungsstufe treten uns Anpassungen und Schutzvorrichtungen entgegen. Von den ersten Primordien angefangen haben wir mit wechselnden Anpassungen zu thun, und die Phasen der Entwickelung kann man biologisch als Ergebnisse eines Compromisses zwischen den augenblicklich thätigen Anpassungen und den erst später im Verlaufe der Entwickelung zur Geltung kommenden betrachten. Auch die Entwickelungsgeschichte fordert eine biologische Betrachtung.

Die Pflanzen der trockenen Standorte.

Die bei vielen Arten grossen Blüthenknospen der Eucalypten, welche, ohne durch die Laubblätter oder Hochblätter geschützt zu werden, an den stark insolirten Gipfeln hoher Bäume, z. Th. in recht trockenen Gegenden vorkommen, erwecken unser besonderes Interesse wegen ihrer Schutzvorrichtungen zur Verminderung der Transspiration. Die Rolle der eigentlichen Schutzorgane haben hier die Kron- und Kelchblätter übernommen. Diese sind von aussen mit einem dicken Wachsüberzug bedeckt und zeichnen sich durch enormen Reichthum an Oellücken aus. In Betreff des Baues der schützenden Kron- und Kelchhülle kann man unter den sehr zahlreichen Arten drei Gruppen unterscheiden.

Bei sehr vielen Arten ist Krone und Kelch vorhanden, beide als Calyptra entwickelt. Die Kroncalyptra ist in die Kelchcalyptra

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0166-1

eingeschachtelt. Die Gipfelöffnung der Calyptra ist immer durch Anschmiegen der dick cuticularisirten Epidermzellen ganz verschlossen. Die äussere Mütze, also der Kelch, wird in den meisten Fällen sehr früh abgeworfen und die Knospen sind in späteren Stadien nur durch die Kroncalyptra geschützt. Nur bei wenigen Arten bleibt die Kelchmütze länger erhalten, so z. B. bei den von Bentham (Fl. austr.) citirten E. platyphylla, E. eximia, E. variegata, zu welchen ich noch Eu. incrassata Labill. und E. largiflorus F. v. M. hinzufügen kann. Die meisten systematischen Werke, z. B. Bentham et Hooker, Genera plantarum, Niedenzu in Natürliche Pflanzenfamilien, sind in dieser Hinsicht fehlerhaft, was um so mehr merkwürdig erscheint, als schon Payer die Entwickelungsgeschichte des E. cordata, welche diese Verhältnisse deutlich genug zeigt, beschrieben hat (Fig. 10, 11).

Die äussere Calyptra wird bei den meisten Arten sehr früh abgeworfen und die ringförmige Wunde durch eine Korkbildung vernarbt. Solche vernarbte Abbruchstellen der Kelchcalyptra habe ich bei E. Globulus, longifolius, rostrata Sieb., corynocalyx F. v. Mitt. gesehen.

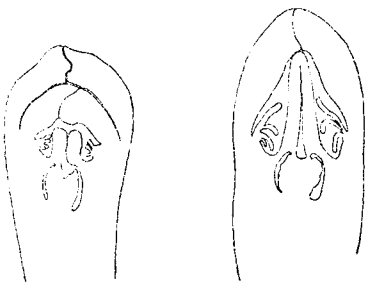


Fig. 10. Fig. 11.

Eucalyptus largiflorus F. v. Müll. (Fig. 10). Eucalyptus diversifolius Lk. (Fig. 11). Längsschnitte durch junge Blüthenknospen. Bei E. largiflorus ist die Kelch- und Kroncalyptra, bei E. diversifolia nur eine Calyptra vorhanden.

Zu einer anderen Gruppe muss man diejenigen Eucalyptusarten rechnen, an welchen die Kelchcalyptra nicht ausgebildet wird und der Schutz der Blüthe ausschliesslich durch die Kronenmütze bewirkt wird. So z. B. zeigen die kaum 1 mm langen Blüthenknospen von Euc. diversifolia Lk. im Längsschnitt ein Bild, welches die beigefügte Figur 11 wiedergibt. Die sehr dicke Kronenhaube übernimmt allein die Rolle des Knospenschutzes. Aehnlich scheinen sich auch Eu. obliquus L'Herit., E. acmenioides Schauer, E. gracilis F. v. M., E. Gunni Hook. zu verhalten, von welchen ich jedoch nur ältere Knospen untersuchen konnte. An diesen war vom Kelch keine Spur zu finden, auch keine Narbe oder Abbruchstelle desselben; dicke Cuticula überzieht ganz gleichmässig den Fruchtknoten und geht ohne Unterbrechung auf die Kronenmütze über.

Eine andere Gruppe bilden vielleicht jene Eucalyptusarten, bei

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0167-6

welchen nach den Beschreibungen freie Kelchblätter vorhanden sind, z. B. E. tetragonus u. a. Ich konnte leider keine derselben näher untersuchen.

Die Calyptra der Eucalypten kann als Muster eines gut schützenden Organes gelten. Aussen ist diesselbe von einer dicken, bei einigen Arten sehr dicken, Cuticula überzogen. Innen sind zahlreiche sehr grosse Oellücken vorhanden, welche die mechanische Festigkeit derselben herabsetzen. Dieselbe ist jedoch durch sclerenchymatische, dickwandige, zum Theil verzweigte Zellen erhöht, die bei einigen Arten den grössten Theil des Calyptragewebes ausmachen. Die Dicke der Calyptra ist immer am grössten an der Spitze oder unmittelbar unterhalb der Spitze, verengert sich gegen die Basis, wo die Abbruchstelle am dünnsten ist. Die apicale Schliessung der Calyptra wird durch festes Aneinanderliegen der beiderseitigen Epidermen hergestellt, manchmal wird sie noch wirksamer gemacht durch ein Uebereinandergreifen eines Randes über den anderen. Bei den Arten mit dünnwandiger Abbruchstelle ist keine deutliche Trennungsschicht ausgebildet; sehr schön ist dieselbe bei den Arten mit dickerer Basis der Calyptra, z. B. bei E. Globulus, E. longifolius entwickelt. Bei diesen Arten zieht sich von der Ansatzstelle der Staubblätter bogig nach unten eine mehrschichtige Trennungszone, deren flache, dünnwandige Zellen lückenlos mit einander verbunden sind und noch vor dem Abwerfen der Calyptra verkorken. Die Hauptrolle bei der Abtrennung der Calyptra scheint hier die Vertrocknung der Mütze zu spielen, welche infolge der Verkorkung der Trennungszellen bedingt wird. In dem Maasse wie die Verkorkung von aussen nach innen fortschreitet, hebt sich der Aussenrand der Calyptra nach oben, während der Innenrand noch festhält. Erst später wird auch er losgelöst. Die Staubblätter scheinen bei dem Abwerfen der Calyptra keine Rolle zu spielen, wahrscheinlich ist jedoch der Griffel thätig, der wie ein Finger im Handschuh in einer apicalen Höhlung der Calyptra verborgen ist.

Manche interessante Vorrichtungen finden wir auch bei anderen, an trockene Standorte angepassten leptospermen Myrtaceen Australiens. Bei vielen sind die Blüthen zu Köpfchen gedrängt, und der Blüthenstand durch die sehr stark cuticularisirten Brakteen von imbricater Deckung geschützt, nach Art der Compositen. So z. B. bei Darwinia-, Actinodium- oder Calycothrixarten. Aeusserst dicke Cuticularüberzüge zeigen manche Darwiniaarten, besonders an den Kronblättern. Diese sind bei D. Meissneri sehr dünn (Fig. 12), an den

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0168-2

Rändern nur aus den beiden Epidermschichten gebildet, decken jedoch die Knospe durch ihre dachige Lage und kappenförmiges Uebereinandergreifen an der Spitze sehr fest. Sehr stark cuticularisirt sind auch die beiden nebenblattähnlichen Anhängsel an der Basis jedes Staubblattes. Bei Verticordia schützen die Knospe die beiden Vorblätter, welche unten einen verschlossenen Krug bilden. Die Zwischenräume zwischen dem Vorblattinvolucrum und dem Fruchtknoten ist besonders bei den Arten, wo das Involucrum vor dem Aufblühen abfällt, mit dickwandigen Haaren vollgestopft. Bei V. Fontanesii sind die Epidermzellen des Fruchtknotens sehr hoch und schmal, der Gestalt nach fast manchen Drüsenepithelien ähnlich, doch dickwandig, stark cuticularisirt und laufen an der Spitze in cylindrische, schief nach oben geneigte Fortsätze aus, welche nur einen sehr engen Canal haben. Auch die vielfach getheilten, charakteristischen Kelchblätter der Verticordieen, die trockenhäutig sind, dienen den Knospen als Schutz gegen Transspiration.

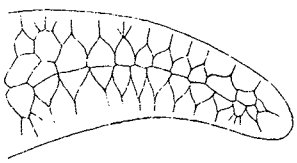


Fig. 12.
Darwinia Meissneri Benth. Querschnitt des Kronblattes zeigt die sehr starke Verdickung der Epidermwände.

Eine sehr bedeutende Länge erreicht der unterständige Fruchtknoten bei Lhotzkya ericoides Schauer. Er ist durch die beiden Vorblätter, die unten eine Scheide bilden, geschützt. In dem Winkel zwischen den Vorblättern und dem Fruchtknoten sind mehrere cylindrische oder etwas verflachte am Querschnitt aus 6—16 Zellen gebaute Squamulae sichtbar, die eine äusserst dünne Cuticula besitzen. Sie sind ganz ähnlich gebaut, wie verschiedene schleimabsondernde Squamulae intravaginales, doch konnte ich an dem ungünstigen Materiale über das Wesen ihres Secrets nichts ermitteln.

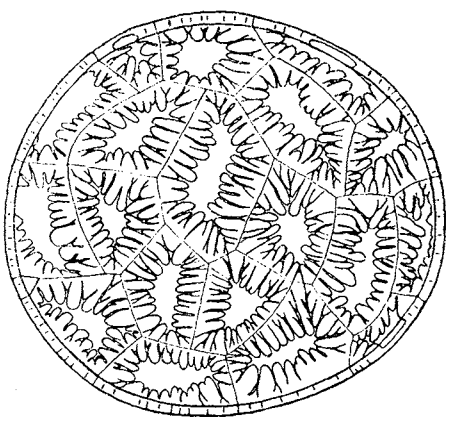


Fig. 13.
Pileanthus filifolius Meissn. Querschnitt einer Oellücke.

Pileanthus filifolius Meissn. (Fig. 13) hat in dem Fruchtknoten eine zusammenhängende Schicht von grossen Oellücken, die nur durch

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0169-1

eine oder sehr wenige Zelllagen von einander getrennt sind. Die mechanische Festigkeit des Fruchtknotens wird auf eine einfache, aber sonderbare Weise erhöht. Alle die flachen, polygonalen, tafelförmigen Zellen, die eine Oellücke begrenzen, verholzen, ihre radiären Wände wachsen sehr stark in die Dicke, grosse, verästelte Tüpfel bildend. Von der Fläche gesehen erscheint eine Tapetenzelle der Oellücke dem Querschnitte einer Steinzelle ganz ähnlich.

Eine andere grosse Familie von Holzgewächsen, die besonders in subtropischen Gegenden mit einem ausgeprägten Wechsel der Trocken- und Regenperiode reichlich vorkommen, sind die Proteaceen. Die Schutzvorrichtungen der Blüthen sind bei ihnen, soweit ich untersucht habe, sehr gleichmässig ausgebildet. Die vier Perigonblätter, welche unten häufig eine Röhre bilden, endigen mit freien Lappen von valvater Aestivation. Der Verschluss der Knospe wird bewirkt durch eine starke Zellennaht, indem die spitzen Epidermzellen, die mit dicker Cuticula überzogen sind, zwischen einander greifen. So z. B. bei Hakea leucoptera, Grevillea sericea R. Br., Telopea truncata R. Br., Leucodendron sp., Isopogon anemonaefolius, Lomatia obliqua R. Br., Oreocalyx grandiflora R. Br., Cardvellia sublimis F. v. Müll., Helicia excelsa Roxb. Verstärkt wird bei vielen Arten dieser Verschluss durch zahlreiche dichte, dickwandige Lufthaare, welche die Oberfläche des Perigons bedecken, z. B. bei den erwähnten Leucodendron-, Grevillea-, Telopea- und Lomatiaarten. Bei den Proteaarten, welche köpfige Inflorescenzen besitzen, sind die Perigonblätter nicht besonders dick, bei ihnen übernehmen nämlich die starken, vielfach an der Spitze und Basis lang und dicht behaarten Bracteen die Schutzrolle. Diese Bracteen sind sehr stark gebaut und durch grosse Mengen sclerenchymatischer Elemente ausgezeichnet. Bei P. speciosa R. Br. ist eine ununterbrochene Zone von Sclerenchymzellen vorhanden, welche von der Dorsalepidermis durch ein einschichtiges Hypoderma getrennt ist, ausserdem treten noch getrennte Gruppen von Sclerenchymzellen unter der Epidermis der Oberseite auf. Bei P. Scolymus R. Br. sind die Sclerenchymzellen nicht so stark, wie bei der vorigen Art verdickt, dagegen noch zahlreicher. Die Zwischenräume zwischen den Bracteen und Blüthen sind bei der letztgenannten Art durch sehr lange, dickwandige Haare vollständig ausgefüllt. Die mechanisch wirkenden, sclerenchymatischen Zellen kommen auch in den Perigonblättern vieler Arten vor, in sehr grosser Zahl und besonders dickwandig bei Cardvellia sublimis.

Von der kleinen südafrikanischen Gruppe der Pennaeaceen konnte

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0170-2

ich nur wenige Arten untersuchen. Die Blüthen sind durch die Tragblätter gut eingehüllt; diese zeichnen sich durch eine dicke Cuticula und zahlreiche Sclerenchymzellen und Fasern aus. Die Perigonblätter sind valvat, bei Pennaea mucronata L. sehr dick, durch starke Rippen der Cuticula fest mit einander verbunden. Bei Sarcocolla spicata DC. und S. squamosa L. sind die Perigonblätter zurückgebogen und auf der ganzen Breite der zurückgebogenen Flanken mit den benachbarten durch Cuticularrippen verzahnt.

Die xerophyten Asclepiadeen, z. B. Stapelia, Apteranthes, Ceropegia, besitzen dicke quincunciale Kelch- und valvate Kronblätter. Bei Stapelia, wo die sehr jungen Blüthen durch kleine Hochblätter geschützt sind, sind die Ränder der letzteren unmittelbar über der Basis colleterartig ausgebildet. Es sind zwar keine Emergenzen oder Trichome gebildet, doch die Epidermzellen der Bracteenkante sind vergrössert, epithelartig gestaltet und scheiden eine gummiartige, schleimige Substanz aus, welche die Kelche ganz junger Knospen überzieht. Zwischen den Kelch und den Kronblättern findet sich bei Ceropegia stapeliaeformis (Fig. 14) ein Kranz von sehr dicken und langen Colleteren. Bei Stapeliaarten sind diese Colleteren viel spärlicher, bei St. tridentata zwischen je zwei Kelchblätter je eine kurze und dünne. Die Kronblätter sind verzahnt durch eine Zellennaht. Die Verzahnung ist besonders an dem Scheitel der Knospe sehr stark, bei Apteranthes Gussoniana wird sie noch verstärkt durch scharfe, dünne Cuticularspitzchen, die an den Spitzen der conischen Epidermzellen stehen und zwischen die entsprechenden Epidermzellen des benachbarten Kronblattes hineinragen. Bei Stapelia reflexa wird der Verschluss der Krone verstärkt durch die Haare, welche an der Innenseite der Petala, neben den Berührungskanten derselben entspringen und über der Zahnnaht sich kreuzen.

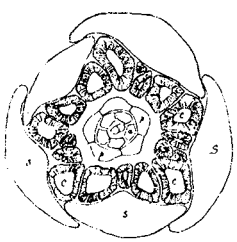


Fig. 14.
Ceropegia stapeliaeformis Haw. Querschnitt einer Blüthenknospe, die Lage der Colleteren zeigend, die Kelchblätter sind beziffert, p die Kronenblätter.

Eine Modification des Kronverschlusses finden wir bei der kleinen Gruppe der Ceropegien, nämlich bei C. Saundersi, C. Monteiroae Hook. und C. Galpinii Schlechter. Nur die erste dieser Arten habe ich untersucht. Die Kronblätter sind in dem unteren Theile so wie bei anderen Ceropegieen verzahnt, gegen die Spitze sind die Epidermen ganz mit einander verwachsen. Im ausgewachsenen Stadium kann man an Querschnitten die Grenze zweier Petala nicht mehr erkennen,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0171-7

da die Cuticula an den Epidermzellen der Contactzone nicht ausgebildet ist, dieselben aber von den Parenchymzellen weder in der Grösse, Gestalt oder Beschaffenheit des Zellkernes zu unterscheiden sind. Wir haben hier eine solche Verwachsung wie die der Petalaspitzen einiger Fumariaceen, und ebenso wie bei den letzten öffnet sich die Krone nur im unteren Theile, an der Spitze bleiben die Petala schirmartig verwachsen, so dass sie ein laternenartiges Gebilde darstellt. Aehnliche innige Verwachsungen, finden wir bei allen Asclepiadeen in dem Fruchtknoten, wo die beiden Carpelle unten frei bleiben, oben auf dieselbe Weise verwachsen und eine einheitliche Narbe bilden, in welcher die Grenze beider Fruchtblätter in älteren Stadien nicht mehr zu erkennen ist.

Den Verschluss der Perigonblätter durch spitze Epidermzellen, durch eine Zellennaht finden wir bei sehr zahlreichen Pflanzen der trockenen Standorte. So z. B. an den valvaten Kelchblättern des Zizyphus Spina Christi (wo die Kelchblätter an der Innenseite einen Collenchymbeleg haben), bei Tetragonia expansa, Grubbia rosmarinifolia Berg, bei den Kronblätter der Acacia armata, Brunonia australis, Scaevola Thunbergii Ecklon, Dampiera eriophora Vriese, den Kelchblättern der Frankenia intermedia.

Die Mesembryanthemumarten verbergen ihre jungen Blüthenknospen tief zwischen den fleischigen Blättern, welche dieselben auch von oben bedecken. Die Blüthenanlagen bei diesen Xerophyten entwickeln sich von Aussen vollständig durch die dicken, schleimreichen Laubblätter geschützt. Von den Cacteen habe nur wenige Arten untersucht. Bei den meisten Mamillarien sitzen die jungen Blüthenknospen sehr tief zwischen den Mamillen versenkt. Bedeckt sind sie durch einen dichten Haarpelz, vielfach von blendend weisser Farbe. Solche in einer dichten Haarhülle eingesenkte Blüthenknospen kommen bei zahlreichen Arten anderer Cacteengenera vor, ich will nur an Pilocereus oder an die in Cephalien der Melocactusarten verborgenen Blüthenknospen erinnern. Die Perigonblätter sind dachig, eng anschliessend, aber ohne Nahtbildungen.

Den Schutz der Blüthenknospen durch Haare finden wir bei einer grossen Anzahl der Wüstenpflanzen, z. B. vielen Astragalusarten, Convolvulus lanatus, Heliotropium persicum etc.

Nur der Vollständigkeit halber will ich hier erwähnen, dass die Pflanzen, welche in zeitweise ganz trockenen Erdstrichen wachsen, sehr häufig Zwiebelbildung zeigen, ohne auf die näheren Verhältnisse näher einzugehen in Bezug auf welche ich an die Arbeit

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0172-3

Tavel's verweise. Unter der Erde, zwischen den dicken, saftigen Niederblättern verborgen, entwickeln sich die Blüthenstände so zahlreicher Steppenliliaceen und Amaryllideen. Die Blüthenanlagen bilden sich bei ihnen während der trockenen Periode aus, sind sie doch zu dieser Zeit wie von einem Wasserreservoir von den saftreichen Schuppen fest umschlossen.

Im Gegensatz zu den oben besprochenen Pflanzen trockener Standorte, deren Blüthenknospen mit morphologischen Schutzvorrichtungen reichlich versorgt sind, stehen einige annuelle Pflanzen, bei welchen die Blätter der Blüthenhülle kaum die Knospe umhüllen, wo die Perigonblätter nicht verschlossen, sondern auch in der Knospe geöffnet sind. Hierher gehören in erster Linie die Resedaarten, welche merkwürdig sorglos ihre wachsenden Geschlechtsorgane, Staubblätter, Carpelle, auch die Samenanlagen in den nicht geschlossenen Ovarhöhlen zur Schau tragen. Die kleinen grünlichen Kronblätter der Resedaarten haben eine offene Aestivation, dünnwandige Epidermzellen, zahlreiche, wenig vertiefte Spaltöffnungen. Im Gegensatz zu allen untersuchten Pflanzen ist an der Oberseite der Kronblätter eine Pallisadenschicht vorhanden. Und trotzdem leben dieselben an recht trockenen Standorten, manche gehören sogar zu den ausgesprochenen Wüstenarten, z. B. Caylussea canescens L., Oligomeris subulata Del., mehrere Resedaarten. Ebenso offene ältere Blüthenknospen hat Cleome violacea, eine Capparideae der trockenen Standorte Spaniens. Dass alle diese Pflanzen mit so ungenügend geschützten Blüthenknospen an trockenen Standorten wachsen, Blüthen entfalten und Samen bringen können, erklärt uns zum Theil die Erwägung, dass sie alle annuelle Kräuter von sehr raschem Wuchs sind, die während der kurzen Regenperiode schnell ihre Blüthen entfalten und Samen zur Reife bringen. Wahrscheinlich besitzt bei ihnen jedoch das Plasma selbst eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung, als bei anderen Pflanzen.

Die Blüthenknospen der Strandpflanzen.

Wie bekannt, finden wir „in der Blattstructur der Strandbäume alle Eigenthümlichkeiten wieder, welche sonst mit xerophiler Lebensweise verknüpft vorkommen und als Schutzmittel gegen Transspiration aufgefasst werden" (Schimper, Strandflora, 13). In den Blüthenknospen derselben finden wir auch, wie es zu erwarten war, zahlreiche und interessante Schutzvorrichtungen, auf welche ich hier kurz hinweisen möchte.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0173-9

Bei Brugiera eriopetata sitzen die Blüthenknospen in den Achseln der Laubblätter, von diesen in jungen Stadien gut verhüllt. Die 12 bis 14 Sepala sind sehr dick, am Querschnitt dreieckig von dicker Cuticula überzogen, mit den benachbarten in der Knospe sehr fest verbunden. Die Cuticula ist an der Aussenseite dick, doch bedeutend dünner als an der Innenseite, wo sie eine sehr grosse Dicke erreicht, und an dieser Aussenseite kommen zahlreiche Spaltöffnungen vor. Die Spaltöffnungen liegen in kleinen Vertiefungen an der Aussenseite derselben, zwei Cuticularvorsprünge der Schliesszellen bilden zwei über einander stehende Vorhöfe, an der Innenseite ist noch ein Hinterhof vor der Athemhöhle ausgebildet.

Am Querschnitt zeigen die Sepala einen sonderbaren Bau, der mir sonst bei keiner Pflanze begegnet ist. Die Kelchblätter erscheinen hoch dreieckig, wobei die Spitze des spitzen Dreiecks nach dem Innern der Blüthe gerichtet ist. Das Gewebe ist durch eine bogig gekrümmte, aus einer Reihe grosser dünnwandiger Zellen bestehenden Zone in zwei Hälften getheilt, nämlich in eine äussere, am Querschnitt linsenförmige, die aus Schwammparenchym gebildet ist, und in eine innere, welche von einer Reihe von Gefässbündeln überzogen ist. Die Zellen des aussenliegenden Schwammparenchyms sind dickwandig und lassen zwischen einander grosse Intercellularräume, welche mit den Spaltöffnungen kommuniziren. Die Zellen besitzen spärliche Chlorophyllkörner, die Intercellularräume sind nur unmittelbar unter den Luftspalten lufthaltig, sonst mit einer dicken, schleimigen, stark quellbaren, mit Jod oder Chlorzinkjod gelb färbbaren, Farbstoffe (Anilinfarben oder Haemotoxylin) speichernden Masse dicht erfüllt. In dieser Schlammmasse sind die Schwammparenchymzellen ganz eingebettet.

Die innere Hälfte der Kelchblätter ist auch grösstentheils durch Schwammparenchym gebildet, deren Zellwände dick, äussere an Intercellularräume grenzende Membranschichten, quellbar, die Intercellularräume durch Schleim grösstentheils ausgefüllt sind. In der mittleren Zone dieser inneren Kelchblatthälfte verlaufen zahlreiche Gefässbündel von spärlichen Sclerenchymfasern begleitet.

An der Grenze beider Hälften verläuft eine Reihe grosser plasmareicher, dünnwandiger Zellen, deren Wände Cellulosereaction zeigen und dicht aneinander schliessen. Ueber die physiologische Bedeutung dieser interessanten Grenzschicht will ich aus Mangel aller Anhaltspunkte keine Meinung aussprechen, entwickelungsgeschichtlich stellt sie eine Hypodermschicht dar, und das ausserhalb derselben liegende

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0174-5

chlorophyllhaltige Schwammparenchym ist entwickelungsgeschichtlich ein Epidermgewebe, welches durch tangentiale und radiale Theilungen der einzigen Epidermschicht der jungen Blüthenknospen entstanden ist.

An der jüngsten Blüthenknospe, die ich untersuchen konnte, waren die Kelchblätter an dem Rande des breiten, flachen Blüthenbodens als kleine, gegen den Blüthenboden geneigte und denselben mit ihrer Innenseite berührenden Höcker entwickelt. Die inneren Blüthenorgane waren noch nicht angelegt. An diesen Knospen ist, besonders an den Längsschnitten deutlich erkennbar, die oben erwähnte Grenzschicht schon angelegt, welche unterhalb der Basis der Sepala anfängt und sich bis zur Spitze derselben zieht. An dem unteren Ende geht dieselbe in die tiefer unten gar nicht differenzirte subepidermale Periblemschicht über, nach oben ist sie von der oberflächlichen Epidermschicht durch 1, 2, höher 3—4 Zelllagen getrennt. Aus der Lagerung der Zellwände ist deutlich zu erkennen, dass diese bis jetzt nur wenigen Zelllagen der äusseren Zone alle durch tangentiale Theilungen der Epidermzellen entstanden sind. Alle Zellen der Kelchblätter sind in diesem Entwickelungsstadium noch meristematisch; diejenigen der inneren Grenzschicht unterscheiden sich von den übrigen durch etwas grössere, mehr compacte Zellkerne, durch dichtes, stärker tingirbares Plasma und etwas bedeutendere Grösse. Die Zellen der Grenzschicht theilen sich im weiteren Verlaufe gar nicht mehr tangential, diejenigen der mehrschichtigen Epidermis dagegen theilen sich noch längere Zeit, und bilden sich schliesslich zu grossen Schwammparenchymzellen mit Gruppen von Tüpfeln an den Berührungsflächen der benachbarten aus. Die biologische Function der sonderbar gebauten Kelchblätter der Brugiera beruht einerseits im Schutz der Knospe gegen Austrocknung, bedingt durch dicke Cuticula und grosse Schleimmengen in den Intercellularräumen; mit dieser Function ist die assimilatorische Thätigkeit verbunden, die hier von der als Schwammparenchym ausgebildeten Epidermis ausgeübt wird. Jedenfalls ist es nöthig, an der lebenden Pflanze die Functionen dieser Kelchblätter näher zu untersuchen.

Abwechselnd mit den Kelchblättern stehen die Petala und weiter in zwei alternirenden Kreisen die Staubblätter. Die Kronblätter sind am Rücken tief in zwei Seitenlappen eingeschnitten, in der Einbuchtung derselben steht ein Zipfel. Diese Lappen legen sich schotenartig aneinander, hinten sind sie mit einander sehr fest durch äusserst scharfe, dünne, dichte Cuticularrippen verbunden, vorne durch Haare verschlossen. In je einer durch die Lappen eines Kronblattes ge-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0175-1

bildeten, hülsenartigen Höhle sind die Staubbeutel zweier Staubblätter, eines vor dem anderen stehend, eingeschlossen. Die äusseren Staubblätter sind die der epipetalen Reihe, die vor ihnen (also gegen die Mitte der Blüthe) stehenden gehören dem ersten Staubblattkreise an, sind an der Basis zur Seite gekrümmt und gelangen so mit ihren Antheren in die schützende Hülle der Kronblätter.

Die Cuticula der Kronblätter ist noch kurz vor dem Oeffnen der Blüthe dünn. Ungefähr von dem Momente der Theilung der Pollenmutterzellen angefangen, bis zur Oeffnung der Blüthenknospe, wächst dieselbe sehr stark in die Dicke, und die Cuticularüberzüge der Kronblätter einer offenen Blüthe der Brugiera gehören zu den dicksten, überhaupt bekannten Cuticularbildungen (bis 35 μ dick!).

Bei Rhizophora conjugata L. stehen die Dichasien in den Achseln abgefallener Blätter. Die kurz gestielten Dichasien sind von zwei Bracteen umgeben, welche unten einen Becher bilden. Am Boden desselben wird keine Gipfelblüthe angelegt, nur zwei seitliche, die ihrerseits von je zwei sehr dicken, unten eine Urne bildenden Vorblätter sehr dicht umschlossen sind.

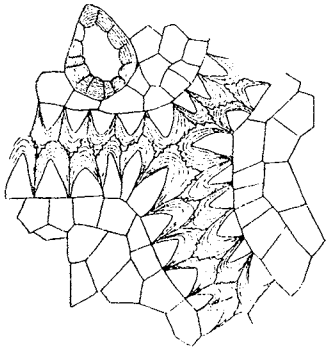


Fig. 15.
Rhizophora Mangle L. Querschnitt durch die Spitze einer Blüthenknospe, die Nahtverbindung der Kelchblätter zeigend.

Am Boden der durch die ersten zwei Vorblätter des Dichasiums, wie auch am Boden der Vorblätter jeder Einzelblüthe, sind zahlreiche, dichtgedrängte, grosse, unregelmässige, häufig gelappte, zu einem Ringe angeordnete Colleteren entwickelt, welche die Zwischenräume zwischen den Vorblättern und zwischen diesem und dem Kelch mit Schleim füllen. Die Colleteren der Rhizophora sind ausgezeichnet durch eine sehr bedeutende Höhe ihres Drüsenepithels.

Die vier dicken Kronblätter sind valvat, mit einander an den breiten flachen Berührungsflächen durch Zahnnaht sehr fest in der Knospenlage verbunden (Fig. 15). Die Verzahnung wird hergestellt durch das Auswachsen der Epidermiszellen in spitze, conische Papillen, welche mit dicker Cuticula bedeckt sind. Die Cuticula ist jedoch nicht glatt, sondern mit sehr spitzen Stacheln bedeckt, die in die Räume zwischen ebensolche Cuticularstachelchen des benachbarten Kelchblattes hineinwachsen, diese ganz ausfüllen und eine sehr feste Vernahtung herstellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0176-6

Die Vorblätter wie die Kronblätter zeichnen sich durch grosse Mengen der verästelten, verholzten Trichoblasten, sowie durch Gruppen von Steinzellen, welche die bedeutende, mechanische Festigkeit dieser Organe bewirken, aus. An der Dorsalseite der älteren Kelchblätter der Rhiz. conjugata entwickelt sich (noch vor dem Aufblühen) eine mehrschichtige Peridermschicht, die ich sonst an keinen anderen Kelchblättern beobachtet habe. Im Innern des Kelchblattes ist ein mehrschichtiges Wassergewebe entwickelt; unterhalb der Dorsalseite finden sich zahlreiche Gerbstoffzellen, die hier eine ununterbrochene Lage bilden. Es fehlte mir an Material von sehr jungen Inflorescenzen, und deswegen konnte ich nicht genau feststellen, inwieweit an dem Aufbau des Kelchblattes die Epidermis betheiligt ist. Die jüngsten Stadien, die mir vorgekommen sind, scheinen doch anzudeuten, dass die Epidermzellen der Dorsalseite des Kelchblattes sich lebhaft tangential theilen, doch ist die Grenze zwischen dem vermuthlich aus Epidermis entstandenen Gewebe und dem eigentlichen Blattmesophyll in erwachsenen Blüthen nicht scharf genug trennbar.

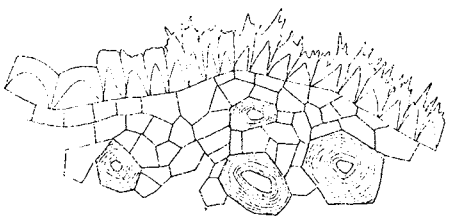


Fig. 16.
Ceriops Roxbourghiana Wall. Der Rand eines Kelchblattes quergeschnitten. Eine Cuticularnaht.

Bei Ceriops Roxburghiana Wall. (Fig. 16) sind die am Querschnitt dreieckigen, valvaten Kelchblätter deutlich in zwei gleich dicke Partieen differenzirt. Aussen unter einigen Gerbstoffreihen tritt ein mächtiges Lager von grossen, dünnwandigen Wasserzellen auf. Die innere Partie des Kelchblattes, welche allein von Gefässbündeln durchzogen ist, zeigt eine enorme Menge von Trichoblasten. Die Ränder der Kelchblätter sind verzahnt, ähnlich wie bei Rhizophora. Ebenso verzahnt sind auch die sehr dicken, von mächtiger Cuticularschicht überzogenen Kelchblätter der Kandellia Rhedii Wall. (Fig. 17), die dagegen nur sehr

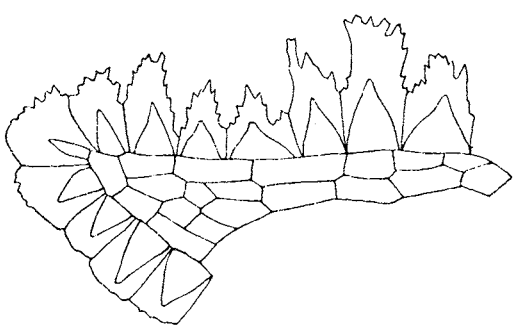


Fig. 17.
Kandellia Rhedii Wight. Rand des Kelchblattes.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0177-2

spärliche Trichoblasten aufweisen. Das Wassergewebe liegt hier in der Mitte des Kelchblattes.

Die Knospen des Aegiceras majus Gaertn., eines kleinen Mangrovebaumes der altweltlichen Tropen, sind durch gedrehte, sehr eng anliegende Kron- und Kelchblätter gut geschlossen. Die Kelch- und Kronblätter sind beide rechts gedreht und zeichnen sich durch zahlreiche verholzte, polygonale Zellen aus, die jedoch ihre Wandungen erst kurz vor dem Aufblühen stärker verdicken. Die anatomischen Schutzvorrichtungen gegen zu starke Transspiration sind nicht stark ausgebildet; an der Dorsalseite der Kelchblätter befinden sich zahlreiche, nicht vertiefte Spaltöffnungen; die Cuticula ist nicht besonders dick, Haare, mit der Ausnahme spärlicher Schilddrüsen, fehlen. Eine sehr dicke Cuticula besitzen dagegen die Kronblätter der Avicennia officinalis L., die Kronblätter sind bei ihr mit dichten langen Haaren und sehr zahlreichen, sitzenden Drüsen bedeckt.

Im Gegensatz zu den oben besprochenen Mangrovepflanzen der alten Welt besitzt die südamerikanische Laguncularia racemosa Gaertn. (Combretaceae) keine interessanten Verschluss- oder Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen. Die imbricaten Kelchblätter machen nicht den Eindruck eines besonders festen Verschlusses, die Cuticula ist sehr dünn, Trichoblasten fehlen, nur wenige Epidermzellen wachsen in kurze cylindrische Haare aus.

Die Epiphyten.

Zwischen den epiphytisch lebenden Pflanzen finden wir in Bezug auf die Verschlussvorrichtungen der Blüthenknospen sehr starke Differenzen, was ganz verständlich erscheint, da die Lebensbedingungen derselben speciell in Bezug auf die Feuchtigkeit der Luft sehr verschieden sind. Schimper hat zwischen den amerikanischen Epiphyten zwei Gruppen unterscheiden können, die Epiphyten der Urwaldschatten und die der trockenen Savannenwälder. Zwischen beiden kommen jedoch alle Mittelstufen, vielfach im Bereiche einzelner Familien, vor, z. B. bei den Bromeliaceen. Die an luftigen, exponirten Stellen wachsende Tillandsia usneoides hüllt ihre Kronblätter vollständig unter den schirmartig ausgebreiteten, dachig deckenden, eng anliegenden Sternschuppen. In einem schroffen Gegensatz zu solchen grau behaarten Arten stehen die epiphytischen Bromeliaceen, welche den stark beschatteten Stämmen der Urwälder anhaften, oder auf dem beschatteten Erdboden gesellig vorkommen. Bei vielen solcher Formen, die Wassertrichter besitzen, entwickeln

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0178-8

sich die Blüthenstände vollständig unter Wasser, und man könnte erwarten, bei ihnen Anpassungen an dieses Wasserleben zu finden.

Diese finden wir bei Nidularium spathulatum des hiesigen botanischen Gartens, bei welcher die Blüthenknospen fast bis zum Oeffnen unter Wasser stehen. Die äusseren Perigonblätter sind anders gebaut, als die inneren. In den Epidermzellen der Kelchblätter finden sich kieselsaure Körper in grosser Menge gelagert. Zwischen den einzelnen Gefässbündeln bilden sich grosse Intercellularräume, die von sehr lockerem Sternparenchym ausgefüllt sind. Die Sternparenchymzellen sind gewöhnlich 4—5eckig, langarmig, nicht so graziös regelmässig gebaut wie bei Juncus oder Nelumbo, aber ähnlich denen von Thalia dealbata. Die Bildung des Sternparenchyms, wie das Ausscheiden der intercellulären Kieselsäurekörper in den Epidermzellen sind zwei bei Wasserpflanzen sehr verbreitete Erscheinungen, die bei Nidularium in den von dem Wasser des Trichters umspülten Kelchblättern entwickelt sind.

Die Orchideen haben im Allgemeinen wenig bemerkenswerthe Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen. Die Blüthenstände sind gewöhnlich sehr lange Zeit durch die Laubblätter fest eingehüllt, ausserdem schützen auch die Deckblätter die jüngeren Knospen gut. Die Perigonblätter decken gewöhnlich dachig; bei manchen Arten, z. B. Phalaenopsis amabilis, Physosiphon Loddigesii, Coelogyne fuliginosa, Sobralia macrantha, decken die äusseren Perigonblätter klappig, dabei sind die aneinander stossenden Ränder eingebogen und in eine Rinne der Dorsalseite des tiefer liegenden Perigonblattes eingedrückt. Die saftigen Blüthenknospen des Epidendron variegatum haben auch valvate Knospendeckung der dicken, äusseren Perigonblätter. Der Verschluss wird hier jedoch weder durch solche Rinnenbildungen wie bei den vorigen Arten, noch durch Verzahnung oder Behaarung, wie wir solche fast immer bei valvater Aestivation finden, verstärkt. Die sehr breiten, glatten Ränder der betreffenden Perigonblätter liegen jedoch so fest aneinander an, dass an den Schnitten die Grenze zweier Blätter nicht sogleich merkbar ist. Interessant bei diesem Epidendron sind ferner die perlenartigen Emmergenzen an der Aussenfläche der Perigonblätter, welche fast immer eine Wasserspalte an dem Scheitel tragen. Die starke Entwickelung der wasserausscheidenden Spalten steht offenbar im Zusammenhange mit einer enormen Anhäufung der Salze, die durch Alkohol als grosse Sphaerokrystalle in den Perigonblättern ausgeschieden werden.

Mehr interessante Vorrichtungen finden wir an den Knospen der

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0179-6

an mehr trockeneren Standorten wachsenden Epiphyten, von welchen ich einige untersuchen konnte. Die Sprossspitze der Myrmecodia echinata (M. vitchiensis und Hydnophytum formicarum verhalten sich ähnlich) ist zwischen den opponirten, an der Basis eine Scheide bildenden jungen Blattanlagen tief verborgen. Die Blätter eines Quirles haben flache Knospenlage und sind mit den ganzen, glatten Laminatheilen mit einander verklebt. Unterhalb dieser verklebten Blatttheile befindet sich eine ganz abgeschlossene Höhle, wo junge Blattprimordien und später die Blüthenknospen entstehen. An der inneren Basis der jungen Blätter stehen ringsum dicke Colleteren, welche denen von Coffea (Hanstein in Bot. Zeitung 1868) ganz ähnlich gebaut sind. Zwischen diesen stehen massenhaft die langen, mehrzelligen, dünnwandigen Haare. Diese Haare sind mit wässrigem Zellsaft erfüllt und durch das schleimige Secret der Colleteren so fest mit einander verbunden, dass sie ein pseudoparenchymatisches Gewebe bilden. Die Quer- oder Längsschnitte durch die Sprossspitze zeigen uns das ungewöhnliche Bild der Blattanlagen, die von einem dem Saftparenchym ähnlichen Gewebe, in welchem die Durchschnitte der Colleteren erscheinen, umschlossen sind. Hydnophytum formicarum zeigt ebenso compactes Wasserpseudoparenchym, dagegen ist dasselbe bei der hier cultivirten Myrmecodia vitchiensis wenig entwickelt.

Die Blüthen der Myrmecodia echinata stehen vertieft in den Rinnen, die von den verbreiteten Blattpolstern umrahmt sind und deren Eingang durch starke, sich kreuzende Stacheln bewaffnet ist (cfr. die Abbildung bei Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen I, Tab. VIII, Fig. 2). Den Blüthenbau beschreibt Burck in Annales de Buitenzorg VIII, p. 225, Tab. XX, Fig. 1—3. Die jungen Blüthenknospen sind von dem krugartigen Kelch ganz umschlossen. Die Petala sind valvat mit einander sehr fest verzahnt, und besonders an der Wölbung der Knospe, wo sie mit einander stossen, sehr dick. Die Verzahnung ist so fest, dass sich die ausgebildeten Blüthen — nach Burck — gar nicht öffnen, sondern kleistogam befruchten. An der Basis der ausgewachsenen Blüthen sind noch die Reste der oben erwähnten Colleteren und Haare sichtbar.

Während bei der Myrmecodia echinata die Kronblätter durch eine feste Zahnnaht die geschlossene, aber aus vier Blättern gebildete Calyptra erzeugen, ist die Kroncalyptra der amerikanischen Epiphyten der Gattung Markgravia anders gebildet. Nicht durch nachträgliche Verzahnung, sondern als eine einheitliche Mütze wird die Calyptra

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0180-7

der Markgraviaarten gebildet. An der ursprünglichen Scheitelöffnung derselben verwachsen die aneinander stossenden Epidermzellen durch Verzahnung der zackigen Unebenheiten der Cuticula ganz, ohne eine Oeffnung zu lassen. Die unbehaarte Kroncalyptra ist von der dicken Cuticula überzogen, und mit der Ausnahme einer schmalen, sehr dünnen Basalzone, der späteren Abreisszone, sehr dick und lederartig hart. Die Härte ist verursacht durch grosse Mengen verholzter Elemente, Steinzellen und Trichoblasten. In der Verbreitung dieser mechanischen Elemente in der Calyptra ist insoweit eine gewisse Regelmässigkeit zu erkennen, als in der äusseren, subepidermalen Schicht die polygonalen Steinzellen prävaliren, weiter nach innen folgt ein parenchymatisches Gewebe und erst noch weiter die Masse der verzweigten Sclereiden, welche in der Nähe der inneren Fläche der Kronmütze grösstentheils radiär gestreckt sind.

Bei Markgravia wird die Kronhülle mützenartig abgeworfen, vielleicht zum Theil infolge des Druckes der sich streckenden Staubblätter. Die Krone reisst an der Basis ab, an der früher erwähnten sehr dünnen Trennungszone. Die Trennungszone entbehrt der mechanischen, verstärkenden Elemente vollständig, dagegen treten hier zahlreiche Schleimzellen und Raphidenbündel vor, welche die Festigkeit des Gewebes herabsetzen. Diese schwache, aus kleinen dünnwandigen Zellen gebaute basale Zone der Kronmütze wird von aussen durch die gut deckenden, starken, aber niedrigen Kelchblätter geschützt.

Wie bedeutend dünner die Kronwand an der Trennungszone als höher oben ist, zeigen folgende Messungen.

	Markgravia umbelata	M. Sintenisii	M. rectiflora
Dicke der Ansatzstelle der Calyptra	0,25 mm	0,06 mm	0,17 mm
Dicke an der halben Höhe der Knospe	1,4 mm	0,7 mm	0,9 mm

Von einer Collenchymschicht in der Calyptra, die Noel bei M. polyantha erwähnt, konnte ich bei den drei untersuchten Arten nichts entdecken.

Die Krone der Markgravia war schon mehrfach interpretirt, so von Baillon, Delpino und Noel. Baillon und Noel wollen sie aus vier Petalen aufgebaut sehen, Delpino aus fünf. Szyszylowicz, der Bearbeiter der Markgraviaceen in den „Natürlichen

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0181-3

Pflanzenfamilien, schreibt (III. p. 159): „Die 2—4, ein wenig noch von einander getrennten Zähne, welche manchmal an der Spitze der Calyptra bei der Gattung zu finden sind, liefern den Beweis, dass nur eine einfache Verwachsung der vier Blumenblätter vorliegt". Den Beweis liefert dieser Satz allerdings nur darfür, dass der betreffende Verfasser Schlüsse ohne Beweise ziehen kann. Von einer einfachen Verwachsung ist bei Markgravia keine Rede. Aus dem Vorhandensein etwaiger Höckerchen an der Spitze der Calyptra bei dieser Gattung auf die Zahl der „congenital verwachsenen" Kronblätter zu schliessen ist nicht rathsam, da diese Höckerchen oder Lappen durch Verwachsen der kleinen Scheitelöffnung entstanden sind, und wenn die Ränder dieser Oeffnung gleichmässig an einander wachsen, so sind keine Lappen vorhanden, wenn dagegen ein Rand über den anderen übergreift, so wird ein Lappen gebildet. Nur die Entwickelungsgeschichte könnte uns sichere Anhaltspunkte zur Entscheidung dieser Frage liefern; mir fehlte dazu das Material.

Bei anderen Markgraviaceen, die ich gleich hier anhangsweise erwähne, wird der Knospenschutz der Blüthen durch starke, dachig deckende, mit dicker Cuticula versehene Kronblätter bewirkt. Die mechanische Festigkeit wird bei Souroubea guianensis Aubl. durch sehr zahlreiche, verzweigte Trichoblasten bewirkt, bei mehreren Noranteaarten, die ich untersucht habe, sind dieselben spärlicher. Der Verschluss der imbricaten Kronblätter wird bei der erwähnten Souroubea, bei Norantea paraensis Mart. und N. guianensis Aubl. durch die Zahnnaht, spitze Epidermiszellen, verstärkt. Bei N. adamanthum Camb. wachsen zwar die Epidermiszellen nicht zu Papillen heraus, doch ist die Cuticula mit merkwürdigen, gekröseartig gewundenen Leisten bedeckt, die in die entsprechenden Furchen des anliegenden Kornblattes passen und so die Knospe durch eine Cuticularnaht schliessen.

Blüthenschutzvorrichtungen bei verschiedenen Pflanzen der Tropenflora.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen habe ich zahlreiche Pflanzen der tropischen Floren in Bezug auf die uns hier interessirende Frage untersucht, und verschiedene Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen gefunden. Die klare Bedeutung der gefundenen einfachen und complicirten Vorrichtungen wird zwar im vollen Lichte erst im Zusammenhange mit den Lebensgewohnheiten der betreffenden Art erscheinen, doch ist es mir sehr schwer geworden, dieselben bei vielen Pflanzen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0182-9

genau feststellen zu können. Das ist die unangenehme Lage eines Botanikers, der in Europa die biologischen Anpassungen der fremden Gewächse berühren will. Da jedoch manche von den gefundenen morphologischen Thatsachen interessant und zum Theil wenigstens in ihrer Bedeutung ohne Weiteres verständlich sind, so gebe ich hier in bunter Aufeinanderfolge die interessanteren Thatsachen wieder.

Durio zibethinus (Bombaceae) entwickelt seine grossen Blüthenknospen an den Gipfeln hoher Bäume. Wie die vegetativen Organe, so sind auch die Blüthenknospen durch einen dichten Panzer der verholzten Sternschuppen bedeckt, welche dachig über einander greifen. Die Blüthenknospen sind aussen von dem Nebenkelche, der hier als eine dicke Calyptra ausgebildet ist, die bei dem Aufblühen unregelmässig zerreisst, umgeben. Die enge, punktförmige Scheitelöffnung derselben ist durch einen Propf der geschlängelten dichten Büschelhaare verstopft und ausserdem oben durch die Schildhaare verdeckt. Die Kelchblätter sind ebenso wie die Calyptra an der Dorsalseite durch einen Sternschuppenpanzer bedeckt, an der Innenseite tragen sie das sonderbare Nectarium. Wie bei anderen verwandten Gattungen treten in den Kelchblättern (und in der Calyptra) sehr zahlreiche grosse Schleimzellen auf. Der Fruchtknoten der Blüthenknospe ist auch von besonders breiten Sternschuppen umzogen; diese sind hier jedoch nicht kurz gestielt und der Oberfläche eng anliegend, sondern sitzen an Spitzen conischer Emergenzen an, die nach der Befruchtung zu langen, starken Stacheln auswachsen.

Ebenso starke, obwohl andere Schutzvorrichtungen gegen Transspiration finden wir bei vielen anderen Bombaceen. Quararibea turbinata L. besitzt einen sehr dicken, an Schleimzellen reichen, als Calyptra entwickelten Kelch, welcher unregelmässig zerreisst und deren enge Scheitelöffnung durch Haarpropf verstopft ist. Die Kronblätter decken dachig. Chorisia crispiflora St. Hil. besitzt einen krugartigen, sehr dickwandigen Kelch, eng anliegende Kronblätter decken sich convolutiv. Sehr starke Haarüberzüge an den Kelchblättern besitzen viele Bombaxarten; von einem besonders dichten langhaarigen Pelz sind die Aussenflächen der Kelch- und Kronblätter bei Ceiba pubiflora bedeckt, während bei Pachira macrocarpa Schlecht. die Kelchblätter beiderseits dicht behaart sind. Den Verschluss der Kelchblätter dieser Art könnte man mit zwei mit der Haarseite aneinander angepressten Pelzen vergleichen.

In ähnlichen Rahmen variiren die Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen bei anderen Columniferen. Sloanea ochrocarpa Mart., Monocera tuberculata Hooker, Elaeocarpus floribundus Blume haben dicke

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0183-5

klappige Kelchblätter, welche durch geschlängelte oder sich kreuzende Haare verschlossen sind. Bei der letzten Species umhüllt jedes Kronblatt eine Gruppe der Staubblätter. Die imposanten Knospen des Cheirostemon platanoides Humboldt et Bonpl. haben sehr dicke, dachige, durch Haarüberzüge verschlossene Kelchblätter. Von den Tiliaceen hat Apeiba membranacea Spruce und A. hypoleuca Steud. sehr dicke klappige Kelchblätter; diejenigen der Columbia celebica Blume sind dünner, aber zurückgebogen und an den breiten zurückgebogenen Flügeln mit Haarverschluss versehen. Berrya amomilla Roxb. besitzt eine Kelchcalyptra, deren Scheitelöffnung durch Haarpfropf verstopft ist. Die Haarverschlüsse der valvaten Kelchblätter finden wir sehr häufig bei den Sterculiaceen, so bei Theobroma- und Sterculiaarten. Bei einigen Ayenia- und Büttneriaarten (B. pilosa Roxb., catalpaefolia Jacq., microphylla Cav.) finden wir wenigstens in der Mitte der Berührungsfläche der Kelchblätter eine Zellennaht und bei allen grosse Mengen von Schleimzellen in den Kronblättern, welche bei Theobroma Cacao L. reichlicher als bei allen anderen untersuchten Pflanzen vorkommen.

Eine grössere Mannigfaltigkeit in den Verschlussvorrichtungen der Blüthenknospen zeigen die Euphorbiaceen. Die kleinblüthigen Phyllanthus- und Xylophyllaarten haben dachige, sehr dünne, unbehaarte Kelchblätter. Bei Jatropha podagrica sind die convolutiven Kronblätter durch eine Zellennaht verbunden. Bei Croton pungens sind die Sepala durch Sternschuppen und lange Haare geschützt, auch die Räume zwischen einzelnen Staubblättern sind durch die Haare ganz ausgefüllt. Aehnlich ist bei Euphorbia pulcherrima der Eingang in das zygomorphe Cyathium verstopft. Häufig ist in dieser Familie eine calyptraartige Hülle der Blüthe vorhanden. Bei Capellenia (Endospermum) molluccana Tejsm. ist der Kelch calyptraartig ausgebildet, und in den männlichen Blüthen durch das Synandrium ganz ausgefüllt. Die Scheitelöffnung der Calyptra wird durch Haare geschützt, später auch durch die stumpfe Spitze des Synandriums verdeckt. Aehnlich sind die ♂ Blüthen der Pachystroma ilicifolia Müll. Arg., wo jedoch an der Spitze der Calyptra noch drei kurze, kleine Zipfel ausgebildet sind. An der Innenfläche der Calyptra, aber auch an den Epidermzellen der jungen Antheren, werden kleine kuglige Schleimtröpfchen ausgeschieden, ähnlich wie in den Intercellularräumen der Nymphaeaceen. Bei der Gattung Pera (untersucht wurde Pera obtusifolia Müll. Arg. und Pera sp. aus Trinidad Eggers 1104) ist die Bractee als eine Calyptra entwickelt, die an der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0184-0

Seite unterhalb der Basis gespalten ist. Die Spalte ist verschlossen durch Haare, die Oberfläche durch Sternschuppen beschirmt. Das an trockenen Standorten Chilis wachsende Aextoxicon punctatum R. P. schützt seine Blüthen auch durch eine kuglige, unregelmässig zerreissende Bractealcalyptra. Die Scheitelöffnung derselben ist verschlossen durch Uebereinandergreifen der Ränder und verdeckt wie

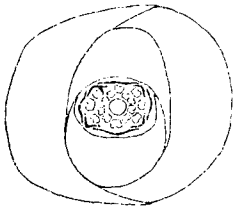


Fig. 18.
Payenia polyandra B. H. Querschnitt einer jungen Blüthenknospe. Die Kelchblätter sind sehr dick.

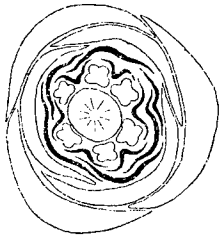


Fig. 19.
Achras Sapota L. Querschnitt einer Blüthenknospe.

die ganze Calyptra durch eine dichte Lage der Sternschuppen. In den imbricaten Kelchblättern, die sehr breit über einander greifen, liegt eine zusammenhängende Lage der sclerenchymatischen Zellen; spärlicher sind solche auch in der Calyptra vorhanden.

Bei den Sapotaceen sind die jungen Blüthenknospen durch die Kelchblätter geschützt. Die Deckung derselben ist bei Bumelia, Chrysophyllum, Bassia, Sideroxylon, Payenia imbricat. Interessant ist die Deckung der Kelchblätter bei Payenia polyandra B. H., welche die beigefügte Zeichnung (Fig. 18) wiedergibt. Die Deckung der äusseren Kelchbätter bei Achras Sapota habe ich entgegen den Angaben der Autoren immer gedreht gefunden (Fig. 19), die der inneren dachig. Valvate Deckung kommt bei Mimusops und Imbricaria vor. Ein besserer Verschluss der Kelchblätter wird durch die zahlreichen, für Sapotaceae charakteristischen Lufthaare hergestellt. Nur bei Bumelia liceoides Gaertn., wo die Cuticula an den Kelchblättern dick ist und diese eng an einander geschmiegt liegen, habe ich keine Haare an der Oberfläche der Blüthenknospe gesehen. Bei Chrysophyllum Cainito sind dieselben sehr spärlich, dagegen sind die imbricaten Kelchblätter durch eine Cuticularnaht verzahnt. Sonst habe ich bei keiner der untersuchten Sapotaceen die Nahtbildungen gesehen, auch nicht bei den klappig deckenden Imbricaria- und Mimusopsarten. Dagegen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0185-6

spielen die Lufthaare eine bedeutende Rolle als Schutzvorrichtung der Sapotaceenblüthenknospen. Und zwar sind entweder nur die Aussenseiten der Kelchblättter mit denselben dicht bedeckt (Sideroxylon Marmulana), oder die Aussenseiten und die Innenseiten, die letzteren jedoch nur am Rande und unterhalb der Spitze (Achras Sapota), oder es sind endlich die beiden Seiten mit einem dichten Haarüberzug bedeckt, was bei imbricater Deckung den Eindruck zweier aneinander eingedrückter Pelze hervorruft (Bassia latifolia). Bei Mimosops haben wir Uebergänge zwischen der imbricaten und

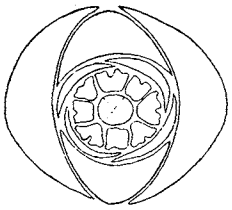


Fig. 20.
Isonandra Candolleana Wight. Querschnitt einer Blüthenknospe.

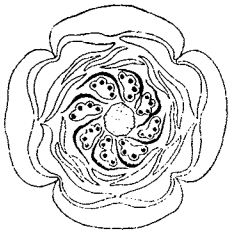


Fig. 21.
Imbricaria maxima Poir. Querschnitt einer Blüthenknospe.

valvaten Kelchdeckung. Bei M. surinamensis decken sich die Kelchblätter zwar nicht bedeutend, aber deutlich dachig. Bei anderen Mimusopsarten habe ich eine valvate Aestivation gefunden, wo jedoch die Ränder der äusseren Kelchblätter eingebogen, und je zwei sich berührende der benachbarten Sepala in eine mehr oder weniger tiefe dorsale Furche der inneren Kelchblätter eingekeilt sind. Diese dorsale Rinne ist besonders schön bei Mimusops Kumel und Imbricaria maxima (Fig. 21) ausgebildet, immer mit langen dichten Haaren ausgekleidet, die den Verschluss der äusseren Kelchblätter verstärken. Interessant ist bei manchen Mimusopsarten die Umhüllung der jungen Antheren durch die Kronlappen, welche schief nach innen der Blüthe zwischen die Antheren einwachsen (ähnlich wie die Petala vieler Malpighiaceen) und eine Drehung der Anthere hervorrufen. Bei Imbricaria maxima ist der basale, nicht umhüllte Theil der Anthere normal extrors und tangential gerichtet, höher ist dieselbe Anthere gedreht und zeigt am Querschnitt die schiefe Lage der Pollensäcke.

Sehr viele Sapotaceen zeichnen sich durch sehr bedeutende Dicke ihrer Kelchblätter aus, eine Erscheinung, die besonders bei solchen Pflanzen häufig uns begegnet, die ihre Blüthe ohne genügenden Schutz durch

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0186-2

Laub oder Hochblätter aus dem alten Holze hervorbringen. Dieselbe Erscheinung finden wir andererseits bei vielen Bombaceen und den Diospyrosarten, die aus dem alten Holz ihre Blüthen bringen, z. B. Diospyros ramiflora Roxb.

Manche interessante Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen haben die Rubiaceen. Bei Gardneria floribunda bilden die steifen, grossen Kelchzipfel durch Aneinanderschmiegen ein festes Gewölbe über den gedrehten Kronblättern. Später treten diese Zipfel weiter auseinander und der Scheitel der Krone ist durch dieselben nicht mehr geschützt. Dagegen ist die Krone aussen von einer dicken schleimigen Masse überzogen. Diese wird durch die Colleteren producirt, welche in einer ringförmigen Zone hoch an den Kelchblättern eben an der Grenze zwischen der Kelchröhre und den Kelchzipfeln stehen und die anfangs tiefer liegende Krone an der Oberfläche mit ihrem Excret überziehen. Die Colleterenbildung ist bei den Rubiaceen sehr verbreitet, schon Hanstein hat dieselben bei Coffea gut beobachtet und abgebildet, ich habe dieselbe bei Myrmecodia und Hydnophytum oben beschrieben. Sehr schön sind sie auch bei der Cephaelis Beerii (Fig. 22) des hiesigen botanischen Gartens entwickelt. Die Blüthen sind bei dieser Species zu kopfigen Inflorescenzen gedrängt, aussen von grossen Brakteen umgeben. Ueber den Blüthenknospen und Brakteen sammelt sich eine schleimige Substanz, welche dieselben vollständig überzieht. Aus den Blüthenstielen und dem Boden der Inflorescenz wachsen sehr zahlreiche dünnwandige, mehrzellige, cylindrische Haare hervor, die mit Zellsaft erfüllt sind und mit den Oberflächen eng aneinander anliegen. Zwischen

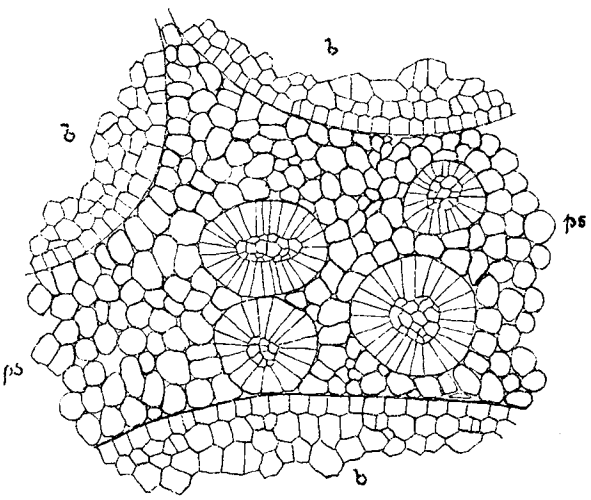


Fig. 22.
Cephaelis Beerii Teissm. Querschnitt durch einen Blüthenstand. Die Räume zwischen den Blüthenstielen (b) sind durch ein pseudoparenchymatisches Wassergewebe (ps) erfüllt, in welchem die schleimabsondernde Colleteren verlaufen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0187-8

diesen Wasserhaaren treten sehr zahlreiche, lange, dicke, mit einem Drüsenepithel bedeckte Colleteren hervor, welche die schleimig gummöse Substanz secerniren und die erwähnten Haare zu einem mächtigen Pseudoparenchym, ähnlich denen von Myrmecodia oder Hydnophytum, verkleben. Dieses Pseudoparenchym, welches hier als Wassergewebe funktionirt, umschliesst vollständig die jungen Blüthenknospen und verhindert deren Vertrocknung. Auch zwischen den Kelch- und Kronenblättern finden sich zahlreiche Colleteren, welche die Petala mit Schleim überziehen. Die valvaten Kronblätter sind durch eine feste Zellennaht in der Knospenlage verbunden. Den Verschluss der Krone durch eine Zellennaht (Fig. 23) habe ich bei mehreren Rubiaceen gefunden, so z. B. bei valvater Deckung bei Pogonopus Ottonis, Uragoga citrina, Bouvardia hirtella, Galium Mollugo L., bei dachiger Aestivation bei Hamelia patens und Isertia parviflora Vahl, wo der Verschluss be-

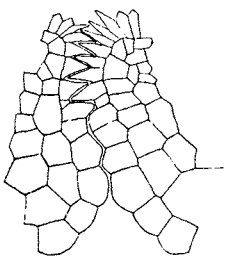


Fig. 23.
Uragoga citrina Baill. Querschnitt der Kronblätter einer jungen Knospe. Die Zellennaht.

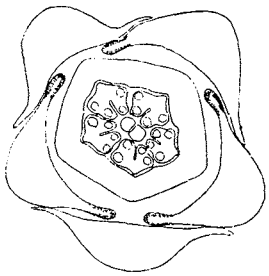


Fig. 24.
Ochrosia borbonica Gmel. Querschnitt einer Blüthenknospe, die Lage der Colleteren zeigend.

sonders stark ist. Bei Coffea mauritanica sind die gedrehten Petala durch eine Cuticularnaht verbunden.

Die Schleim absondernden Colleteren sind auch bei den verwandten Familien zu finden, besonders bei den Apocyneen, Asclepiadeen, auch bei den Loganiaceen.

Bei der Apocynacee Ochrosia borbonica Gmel. (Fig 24) sind die Kelchblätter quincuncial deckend, die basalen Theile der Ränder der nach dem Innern der Knospe fallenden Sepala sind mit dem Drüsenepithel überzogen und functioniren als Colleteren. Bei Allamanda catharthica L. stehen vor jedem jungen Blatt der Sprossspitze, zu einer gedrängten Reihe angeordnet, 4—6 dicke, cylindrische Colleteren, welche in dem oberen Theile ganz von Drüsenepithel bedeckt sind,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0188-4

in der basalen Partie dagegen nur an der Innenseite dasselbe besitzen. Bei Apocynum androsaemifolium steht an jeder Flanke des Deckblattes ein dünner, kurzer, cylindrischer Colleter. Bei Allamanda Schottii in dem Zwischenraume zwischen dem Kelch und Krone steht ein Ring abgeflachter Colleteren. Bei Nerium Oleander forma plena (Fig. 25) stehen dieselben nicht nur vor dem Kelch, sondern auch vor den Kronblättern.

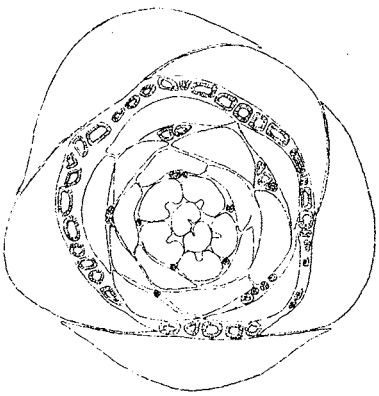


Fig. 25.
Nerium Oleander. Querschnitt einer gefüllten Blüthenknospe, die Lage der Colleteren zeigend.

Aehnlich bei den Asclepiadeen. Ceropegia und Stapelia habe ich schon früher erwähnt. Die Colleteren stehen hier gewöhnlich einzeln zwischen den Sepalen an deren Innenseite, so bei Asclepias curassavica, Gomphocarpus synaicus, Vincetoxicum officinale, Physianthus albens, Gonolobus sp., Periploca graeca. Die convolutiven Kronblätter decken sehr gut durch ihre gedrehte Lage und sehr enges Aneinanderschmiegen die jungen Geschlechtsorgane; bei Trichostelma Körberi Fournier ist der Verschluss der Krone noch verstärkt durch eine tiefe Einbuchtung am Rande jedes Petalum, in welche der Rand des anstossenden Blattes genau eingepasst ist.

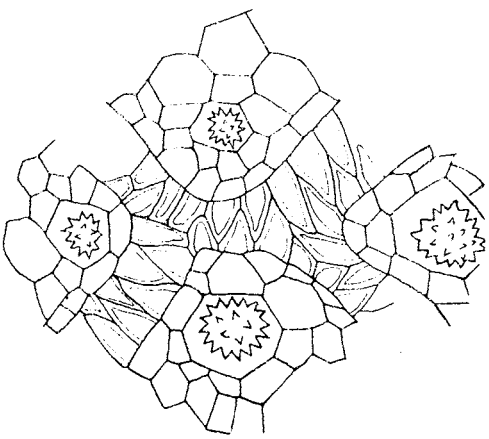


Fig. 26.
Gardneria ovata Wall. Querschnitt durch die Spitze der Blüthenknospe, die Vernahtung der vier Kronblätter zeigend.

Bei der Loganiacee Fagraea bedecken zahlreiche niedrige, denen der Rhizophoreen ähnliche Colleteren den Grund der Kelchröhre. Viele Loganiaceen sind durch sehr dichte Haarüberzüge an der Innenseite der Krone ausgezeichnet. So z. B. die Gardneria nutans, Usteria, viele Strychnosarten. Bei Gardneria nutans und G. ovata (beide Arten sind generisch zu trennen, G. ovata besitzt in dem Staubblatt nur zwei, seitliche, den Asclepiadeen ähnlich gelagerte Pollensäcke, die freistaub-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0189-2

blättrige G. nutans deren vier) sind die valvaten Kronblätter durch eine Zellennaht sehr fest verzahnt (Fig. 26).

Enorme Schleimmengen produciren die Colleteren der Sprossspitzen mancher Clusiaceen. Bei Garcinia Xanthochymus Hook. fil. sind die, die Sprossspitze umgebenden Blattbasen scheidenartig verbunden und tragen an ihrer Innenseite sehr zahlreiche, dicke, unregelmässig geformte, manchmal gelappte Colleteren, die kein cylindrisches Drüsenepithel haben, aber deren zwei bis drei äusseren Zelllagen durch ihr dichtes Plasma charakterisirt sind. Die jungen Organe sind in die durch diese Colleteren secernirten Schleimmassen ganz eingebettet. Sonst sind bei den Clusiaceen die Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen wenig interessant. Vielfach sind die dachigen Kelchblätter sehr dick, sehr häufig ganz glatt, eng anliegend, mit ganz dünner Cuticula. Nur bei Clusia ramosa Rusby sind die Petala durch eine Cuticularnaht verzahnt. Etwas dickere Cuticula besitzt Tovomita amazonica Rupp., sehr dicke dagegen die Aussenfläche der Kronblätter der Renggeria comans Meissn.

Anders gebaut sind die Colleteren der Lecythideae Courupita guianensis, von welcher vollständiges Blüthenentwickelungsmaterial mir Dank der Güte des Prof. Goebel zur Verfügung stand. An dieser Stelle will ich von den entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen nur die den Knospenschutz betreffenden Eigenthümlichkeiten erwähnen. Die Blüthen entstehen in den Achseln dicker Deckblätter und ziemlich früh unterhalb der Sprossspitze. Ueber dem ersten sichtbaren Blüthenprimordium sind noch 6—7 Hochblätter ohne Achselgebilde angelegt. An den Blüthenprimordien entwickeln sich gleich zwei transversale Vorblätter, die das Primordium von oben bedecken, während die Deckblätter mit den anderen imbricat deckend ein fest schliessendes Gewölbe über dem jungen Blüthenstandgipfel formen. Die Berührungsflächen der Trag- und Deckblätter sind mit einer schleimigen Substanz bedeckt, die viele Farbstoffe stark imbibirt, und von cylindrischen, sehr langen und schmalen, anfangs geraden, dann in den Zwischenräumen zwischen den Deckblättern geschlängelten Colleteren producirt wird. Die Colleteren stehen einzeln an jeder Flanke des Deckblattes und sind von einem Drüsenepithel mit basal gelagerten Zellkernen bedeckt. In der weiteren Entwickelung übernehmen die jungen Kelch-, später die Kronblätter die Schutzrolle der Knospe. Die Kronblätter sind dicht aneinanderliegend, dachig, mit einer dünnen Cuticula. Die Kelchblätter sind schwach behaart, zwischen den Haaren stehen die Spaltöffnungen auf kleinen Emporwölbungen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0190-6

Eine Eigenthümlichkeit vieler Lecythis, Gustavia und Foetidiaarten bilden die stumpfen grossen Emergenzen an der basalen Zone der Kelchblätter. Die biologische Bedeutung derselben ist mir ganz unbekannt. Bei Lecythis albiflora sind an der Basis des Kelchblattes nach unten dicke wallartige Absätze gebildet, die den unterständigen Fruchtknoten ein wenig bedecken. Die Kelch- und Kronblätter sind bei den meisten untersuchten Arten dick, glatt, eng anliegend, mit imbricater Deckung, nur bei Gustavia Poeppigiana sind die Kronblätter durch einen dichten Haarüberzug bedeckt. Bei der grossblüthigen Foetidia retusa Blume fehlt die Krone; in den sehr dicken und festen Kelchblättern sind sehr zahlreiche Hartbastgruppen vorhanden. Die Kelchblätter sind revolutiv, aber nicht alle valvat, wie das allgemein behauptet wird. Ein Kelchblatt ist klappig, die beiden seitlichen greifen jedoch mit ihren Rändern über das vierte. Der Verschluss der Kelchblätter wird durch eine Zellennaht bewirkt.

Von den Bignoniaceen konnte ich leider nur wenige Arten, und diese dazu sehr unvollständig untersuchen. Ueber die Blüthenknospen der Spathodea campanulata Beauv. besitzen wir jedoch die interessante Arbeit Treub's (Les bourgeons floraux du S. c. Annales du jardin botanique de Buitenzorg VIII, p. 38). Bei dieser Art bildet der Kelch eine dickwandige Mütze, welche an der Spitze etwas ausgezogen erscheint. In dem grossen Innenraum dieser Calyptra sitzt an der Basis die von den Kronblättern eingehüllte Blüthenknospe. Die Höhle der Calyptra wird von einer Flüssigkeit ausgefüllt, welche die kleinen flachen Knopfdrüsen ausscheidet, und so wird die Vertrocknung der inneren, von der Krone umhüllten Knospe verhindert. Aehnliche Vorrichtungen scheinen auch bei anderen Bignoniaceen stattzufinden, und deswegen sind die Untersuchungen des lebenden Materials sehr erwünscht. Ich habe trockenes Herbarmaterial mancher verwandten Arten untersucht. Heterophragma sp. (Herb. Ind. or. Hook. & Thompson. Coll. Stock) hat eine dickwandige Kelchcalyptra; diese ist aussen und innen mit einem dichten Haarbeleg bedeckt, die Scheitelöffnung durch die Haare wie mit einem Wattepfropf verstopft. Die innere Haarbekleidung lässt schliessen, dass keine Flüssigkeit im Inneren dieser Calyptra sich

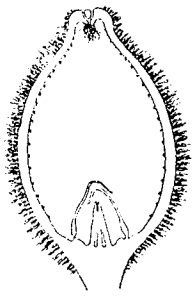


Fig. 27. Dolichandrone adenophylla DC. Längsschnitt einer Blüthenknospe. Die Kelchcalyptra innen mit kleinen Drüsen bedeckt, aussen stark behaart. Die Staubblätter sind nicht getroffen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0191-2

ansammelt, der Haarpelz allein vermindert die Transspiration. Dolichandrone adenophylla DC. (Fig. 27) ähnelt dagegen sehr stark der Spathodea campanulata. Die Kelchcalyptra ist an der Oberfläche dicht mit bäumchenartigen Haaren bedeckt, im Inneren (mit Ausnahme der Spitze, wo ein Haarbüschel unterhalb der Scheitelöffnung sitzt) nur mit Drüsen, die denen der Spathodea ganz ähnlich sind, dicht bedeckt. Die Höhle der Calyptra ist sehr gross, an ihrer Basis sitzt die kleine innere Blüthenknospe. Die Scheitelöffnung wird ähnlich wie bei Spathodea durch aneinander liegende, etwas eingebogene Ränder der Calyptra verschlossen. Viel fester wird der Verschluss der Scheitelöffnung bei Markhamia lutea Seem. oder Dolichandrone tomentosa Seem. (543 Mechow. West-Africa). Bei diesen beiden Arten ist die Spitze der Kelchcalyptra ausgezogen, die Oeffnung ganz verwachsen, so dass im oberen Theile des langen Endzipfels die Lage derselben nicht mehr zu erkennen ist. Bei Markhamia ist die Innenseite der Calyptra wie die Aussenfläche der Kronblätter mit den erwähnten niedrigen Drüsen bedeckt. Bei Dolichandrone tomentosa Seem. (Fig. 28) sitzen aussen an der engen Spitze der dicken Calyptra zahlreiche, sehr grosse, vertiefte Schüsseldrüsen, deren Function mir unbekannt ist. Diese Drüsen sitzen in schüsselartigen Vertiefungen, sind mit hohem, aus cylindrischen Zellen bestehendem Drüsenepithel bedeckt, unter welchem noch eine Schicht cubischer Zellen besonders differenzirt ist. Vielleicht sind es Nectarien, welche mit Myrmekophilie in Beziehung stehen, doch lässt sich diese Frage nur in der Natur entscheiden.

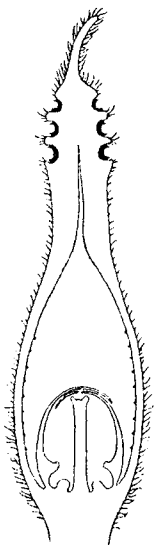


Fig. 28. Dolichandrone tomentosa Seem. Längsschnitt einer Blüthenknospe. Die grosse Kelchcalyptra ist an der Spitze ausgezogen und unterhalb der Spitze mit grossen Schüsseldrüsen bedeckt.

Es ist möglich, dass auch bei anderen Pflanzenfamilien Pflanzen, deren Knospen durch ähnliche als Wasserbehälter functionirende Calyptragebilde geschützt sind, vorkommen. In dieser Beziehung sollte man besonders manche Melastomaceen untersuchen, z. B. Bellucia und Myriasporaarten. Die dicht behaarte Kelchcalyptra der Myriaspora egensis Mart., welche mützenartig abgeworfen wird, hat eine lang ausgezogene Spitze, die apicale Oeffnung ist ganz verwachsen, im Inneren sind zahlreiche lang gestielte Drüsenhaare. Interessant sind die jungen Blüthenknospen der Kibesia echinata (Jack) Cogn. Die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0192-8

apicale Oeffnung der dickwandigen, mützenartig abreissenden Kelchcalyptra wird durch grosse, zugespitzte Epidermzellen ganz verwachsen. Zahlreiche Gruppen der Steinzellen vergrössern die mechanische Festigkeit dieser Blüthenhülle. Aus dem Fruchtknoten wachsen sehr lange, conische, dicke Emergenzen hervor, die an dem jungen Kelche fest anliegen und diesen ganz verdecken.

Calyptraartige Hüllen finden sich noch bei vielen tropischen Pflanzen verschiedener Verwandtschaftskreise vor, so z. B. bei den Anacardiaceen Melanorrhea und Gluta L. Melanorrhea usitata Wall., von welcher ich Exemplare aus Rangoon untersucht habe, besitzt eine Kelchcalyptra und sechs convolutive Kronblätter. Die apicale Oeffnung wird durch Haare verstopft, die an der Spitze entspringen und nach unten ins Innere des Canals ragen, diesen wie mit einem Wattepfropf schliessend. Bei Gluta coarctata L. ist der Haarverschluss der apicalen Calyptraöffnung nicht so fest. Ganz anders verhält sich Anacardium occidentale. Die Blüthen sind zu kleinen Knäueln an den rispigen Inflorescenzen gedrängt und besonders durch die Vorblätter geschützt. Diese Endinflorescenzen stellen Sympodieen dar. Die gipfelständige Blüthe hat zwei Vorblätter, die aus ihren Achseln wieder mit Vorblättern versehene Blüthen bringen. Von den Achseln der vorderen dieser letzten Vorblätter entwickeln sich weiter je eine Blüthe, die hinteren derselben Vorblätter entwickeln keine Achselknospe mehr. Die Kronblätter sind quincuncial, die Kelchblätter gedreht.

Bei vielen Monimiaceen werden die Blüthen durch eine krugförmige Achsencupula verschlossen. Bei den weiblichen Blüthen der Monimia ovalifolia Thnb. wird dieselbe an der Spitze durch dickwandige Haare verstopft. Bei Peumus Boldus ♀ endet dieselbe mit drei kurzen Lappen, welche die Oeffnung mit Hilfe zahlreicher Haare bedecken. Bei Mollinedia laurina endet die Blüthenhülle mit vier Zipfeln, von welchen die zwei äusseren die inneren decken, dabei sind die Berührungsflächen durch eine Zahnnaht verschlossen.

Sehr bekannt sind die die Blüthen umhüllenden Achsenbecher der Ficusarten. Der Verschluss der Gipfelöffnung wird erzielt durch sehr zahlreiche kleine Brakteen. Bei F. exasperata bilden die äusseren einen nach oben gewölbten Dachstuhl, während die tieferen nach unten geneigt sind und mit den Rändern sich decken.

Von den Pflanzen der wärmeren Klima, deren Blüthenhüllblätter durch Nahtbildungen verbunden sind, werde ich hier noch anhangsweise mehrere nennen. So die valvate Krone der Rutaceae Correa alba, wo der Verschluss noch verstärkt wird durch ein Gewirr dick-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0193-4

wandiger Büschelhaare. Von den Cornaceen liefern Alangium Lamarkii, Marlea tomentosa L., M. nobilis Clarke hübsche Beispiele sehr starker Zellennahte der Kronblätter, ebenso unsere Cornusarten. Alle untersuchten Loranthaceen, Phoradendron sp., Lepidoceras Kingii Koch ♂, Loranthus obtusatus Wall., L. Lindenianus Zoll. verzahnen ihre valvaten Perigonblätter sehr fest; weniger stark L. europaeus L. Bei den sehr hohen Caryocararten ist der Verschluss der imbricaten Kronblätter des C. brasiliense nur durch eine Cuticularnaht, bei C. glabrum Pers. durch Zellennaht, wobei jedoch die Cuticula der spitzen Epidermiszellen gerippt und höckerig ist und so einen festeren Verschluss bewirkt. Von den untersuchten Olacineen haben alle Zellennahtverschluss, so Olax scandens Roxb., O. acuminata Wall., Cathedra rubricantis Miers, Agonandra brasiliensis Miers, Cassinopsis madagascariensis Baill. Von den Samydaceen zeigte Apherema spicatum Miers den Zellennahtverschluss der valvaten Kronblätter (Fig. 29). Ebenso die Kronblätter der Burseraceen Trattinickia burseraefolia Mart., Hedwigia balsamifera Sw., Protium Aracouchini Mart., Canarium acutum Bennet., der Vaccinieen Thibaudia sp., Macleania punctata, der Meliaceen Guarea alba DC. und G. trichilioides Gris.

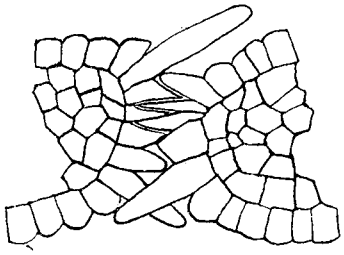


Fig. 29.
Apherema spicatum Miers (Samydaceae). Der Zellennahtverschluss der Kronblätter.

Die Wasserpflanzen.

Bei den meisten Wasserpflanzen sind die jungen Blüthenknospen durch reichliche Schleimbildung geschützt, die Blätter der Blüthenhülle decken sich mit glatter Oberfläche dachig und schliessen sehr eng aneinander, so z. B. bei allen Nymphaeaceen und Cabombeen, Mayaca fluviatilis, Elisma natans, Sagittaria natans, Hydromystria stolonifera, Hetheranthera reniformis, Pontederia coerulea, Batrachium aquatile. Nur bei wenigen Arten sind Nahtverbindungen der valvaten Kelchblätter (Trapa natans) oder klappiger Kronblätter (Limnanthemum Humboldtii, Neptunia oleracea) entwickelt. In den Fällen, wo die Perigonblätter nicht vorhanden sind, z. B. bei Hippuris vulgaris, Callitriche verna sind es die Schleimabsonderungen, die in erster Linie schützend wirken, verstärkt durch die Laubblätter (Hippuris) oder winzige Vorblätter (Callitriche). Näher auf die Ausbildung der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0194-0

Schleimhaare, Schleimdrüsen und der Schleim absondernden „Squamulae intravaginales" werde ich hier nicht eingehen, dieselbe ist bei den meisten der erwähnten Arten von Schilling (Flora 1893) sehr ausführlich beschrieben.

Dagegen finden wir manche andere Schutzvorrichtungen bei nicht submersen Wasserpflanzen, nämlich reichliche Haarbildungen bei Typha zwischen den nackten Blüthen oder an den Perigonblättern, z. B. Phylidrum lanuginosum. Bei Rapatea paludosa sind die drei äusseren Perigonblätter sehr steif und hart. Die mechanische Festigkeit ist bedingt durch eine ununterbrochene, 2—3 Zellen dicke Lage sclerenchymatischer Zellen, die unter der Oberseite der Aussenseite liegen, so dass diese Perigonblätter den Spelzen des Hordeum am Querschnitte ähneln. In jeder Epidermzelle der Aussenseite ist ein Kieselsäurekörper entwickelt, die Härte der Perigonblätter erhöhend. Solche Mengen der Kieselkörper wie in den Epidermzellen der Rapatea kommen sonst selten im Pflanzenreiche vor.

Ganz andere Blüthenschutzvorrichtungen sind bei vielen an das Leben im rasch bewegten Wasser angepassten Podostemaceen zu finden. Bei Oenone Imthurni Goebel aus den Katarakten des Amakuru sitzen die terminalen Blüthen in tiefen Höhlen, die durch congenitale Verwachsung zweier seitlich stehender Blätter entstanden sind (cfr. Näheres bei Goebel, Pflanzenbiol. Schilderungen II, 2). Diese Höhle besitzt an der Spitze eine kleine, schmale, nach oben gerichtete rissartige Oeffnung, deren Ränder aneinander fast anliegen. Zahlreiche Kieselkörper bewirken die Härte dieser Blatthöhle. Am Boden derselben steht die terminale Blüthenknospe, die von einer nervenlosen, dünnen Spathella umgeben ist. Die apicale Oeffnung der Spathella ist durch papillenartig ausgewachsene Epidermzellen verwachsen; ihr Scheitel ist von kleineren Zellen gebaut und wird durch reichliche Kieselkörper verstärkt. Die Perigonschuppen sitzen zwischen den Staubblättern und sind so klein, dass ihnen keine schützende Bedeutung zukommen kann. Interessant sind die sehr zahlreichen Secretzellen, welche besonders in der Spathella und dem Griffel, aber auch n den Blättern reichlich vorhanden sind. Es sind grosse verlängerte Zellen, mit dichtem Plasmabeleg, in welchem zahlreiche, grosse Zellkerne, ähnlich wie in den Endospermbelegen, liegen. Auf die Inhaltsbestandtheile dieser Zellen, die sehr interessant sind, will ich hier nicht eingehen. Erwähnen möchte ich dagegen, dass an einigen Blüthen an dem Blüthenstiel, seitlich eine lange schmale Schuppe sitzt, die vielleicht als ein Hochblatt zu deuten wäre. Manche Epi-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0195-6

dermzellen derselben wachsen in kurze, mit brauner, in Alkohol und Xylol unlöslicher Substanz erfüllbare Haare aus. Eine Schleimabsonderung konnte ich im Inneren der Blüthenhöhle nicht finden.

Alpine Pflanzen.

Im Allgemeinen sind bei den hochalpinen Pflanzen keine sehr interessanten morphologischen Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen vorhanden. Und zwar konnte ich keine solche finden, die als Schutzvorrichtungen gegen niedrige Temperaturen zu deuten wären. Dass trotzdem die Blüthenknospen der alpinen Pflanzen, besonders die der frühblühenden, ohne Schaden die Nachtfröste ertragen können, wird durch Eigenthümlichkeiten des Plasma und des Zellsaftes derselben bedingt. Vielleicht kommen hier noch besondere Wärmeemissions- und Absorbtionsvermögen vor, doch besitzen wir in dieser Beziehung noch keine Untersuchungen.

Dagegen finden wir auch bei den alpinen Blüthenknospen, und zwar besonders bei solchen, die entweder sehr früh im Herbst angelegt sind (Saxifraga oppositifolia, retusa, manche Primeln), oder bei solchen, die an sonnigen exponirten Standorten, an Felsen und dergleichen, erst in den heissen Sommermonaten blühen, Schutzvorrichtungen, die eine Verminderung der Transspiration erzielen, so z. B. die starke Behaarung bei manchen alpinen Compositen (Hieracium, Leontopodium, Artemisia), Labiaten etc.

Bei Primula Clusiana steht der Blüthenstand achselständig und die Blüthen sind schon so weit im Herbst differenzirt, dass die Staubblätter derselben im Stadium der Pollenmutterzellen überwintern. Der Blüthenstand wird, so lange er noch jung und kurz ist, von den Blättern der Blattrosette eingehüllt, und zwar wird die Einhüllung präciser durch eine tiefe dorsale Rinne des hinter dem Blüthenstande stehenden Blattes, in welcher derselbe Blüthenstand, von zwei starken Rippen seitlich umgeben, liegt und so Herbst und Winter überdauert. Dagegen sind die Blüthenknospen, die in den ersten Frühlingstagen über die umhüllende Blattrosette hervorragen, sehr ungenügend geschützt. Dieselbe Erscheinung des mangelhaften Schutzes der fast offenen Blüthenknospen finden wir weiter bei manchen hochalpinen Gewächsen, besonders stark bei den Ranunculaceen: Ranunculus glacialis, rutaefolius, Pulsatilla baldensis, alpina, auch bei den Potentillen, z. B. P. aurea, salisburgensis, Soldanellaarten etc.

Hier möchte ich einige Bemerkungen über den Bau des Blüthenstandes von Empetrum nigrum beifügen. Wir besitzen über diesen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0196-2

Gegenstand die Untersuchungen Buchenau's (Bot. Zeit. 1862 p. 297—301) und die mit ihnen nicht ganz übereinstimmenden Eichler's (Blüthendiagramme 403, II). Nach meinen Untersuchungen, zu welchen ich die in dem hiesigen botanischen Garten cultivirten Exemplare der alpinen Pflanzen benützte, ist die Darstellung Buchenau's richtiger als jene von Eichler. Bekanntlich stehen bei Empetrum die Blüthen als Sprosse III. Ordnung an den Kurztrieben in den Achseln gewöhnlicher Laubblätter. Um die Sache klar darzustellen, gebe ich hier ein Diagramm (Fig. 30) eines etwas stärker, als das gewöhnlich der Fall ist, entwickelten Blüthensprosses mit zwei Blüthen. Nach den zwei ersten Blättern (1 und 2), die transversal inserirt sind, folgen noch die Blätter 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 in einer der $^2/_5$ Spirale nahen Aufeinanderfolge. In den Achseln der Blätter 1 und 2 sind keine Knospen sichtbar, das Blatt 3 trägt eine verkümmerte Knospe mit zwei Vorblättern α und β. Die Blätter 4 und 5 tragen in den Achseln die mit zwei Vorblättern versehenen Blüthen, das Blatt 6 trägt eine verkümmerte Knospe mit mehreren Blattanlagen, die darauffolgenden Blätter 7, 8, 9 haben keine Achselknospen mehr und umgeben die Vegetationsspitze des Blüthenstandtriebes.

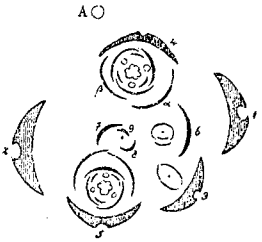


Fig. 30.
Empetrum nigrum L. Diagramm des Blüthenstandes. Das Tragblatt ist weggelassen.

In dem gezeichneten Falle zeigen die Blätter 1—5 eine Laubblattstructur; sie besitzen nämlich die bekannte rinnenartige Vertiefung mit den Spaltöffnungen auf der unteren Seite ihrer Blattlamina, die natürlich kleiner ist als die der gewöhnlichen Laubblätter; erst die Vorblätter (α und β) der Blüthen, wie auch die verkümmerten Blätter 6, 7 etc. zeigen keine Andeutung der erwähnten Laubblattstructur. In anderen Fällen ist die Laubblattstructur nur auf die ersten zwei oder mehrere Blätter des Blüthenstandes beschränkt.

Alle mir sonst bekannten Abänderungen an den Blüthenständen von Empetrum lassen sich an die oben beschriebene Darstellung zurückführen. Nur selten wird der Blüthenstand dreiblüthig, indem die Axillarknospe des Blattes 3 sich zu einer Blüthe entwickelt, oder das Blatt 2 eine Blüthe in der Achsel trägt. Gewöhnlich kommen die zwei Blüthen von den Achseln der Blätter 3 und 4, vielfach wird nur eine Knospe gebildet in der Achsel des Blattes 3. Von einer distichen Anordnung der Blätter 3 und folgenden, wie solche von

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0197-7

Buchenau und Eichler angegeben ist, zeigen die hiesigen Exemplare an den Mikrotomschnitten keine Spur.

Die Deckung der Kelchblätter ist variabel, doch ist die von Buchenau angegebene die gewöhnlichste, wonach das hintere Kelchblatt die beiden vorderen umschliesst. In der Knospenlage sind die Kelchblätter mit einander durch sehr dicht neben einander stehende, ganz dünne, haarähnliche Auswüchse der Cuticula mit einander fest verzahnt und auf diese Weise wird ein ganz fester Verschluss der Blüthenknospe während der Herbst- und Wintermonate bedingt. Im Frühling lösen sich die Kelchblätter von einander ab. Die Aestivation der Kronblätter ist nur in gewissen Stadien offen. Im Herbst untersuchte Knospen zeigen die mit ihren Spitzen dachziegelartig am Scheitel der Blüthenknospe sich deckenden Kronblätter.

Register.

Aegiceras 174, Anacardiaceae 189, Apocyneae 184, Asclepiadeae 155, 167, 185, Avicennia 174, **B**ignoniaceae 187, Blumenbachia 154, Bombaceae 179, Boisduvallia 158, Bromeliaceae 174, Burseraceae 190, **C**acteae 168, Carica 154, Caryocar 190, Clusiaceae 161, 186, Cobaea 156, Cornaceae 190, **E**leagnus 156, Eleocarpaceae 179, Empetrum 192, Euphorbiaceae 180, **F**icus 189, **H**edera 157, Jacquinia 154, **L**aguncularia 174, Lecythideae 186, Liliaceae 155, Limnanthemum 190, Loganiaceae 185, Loranthaceae 190, **M**arkgraviaceae 176, Melastomaceae 188, Meliaceae 190, Monimiaceae 189, Myrtaceae 162, **N**eptunia 190, Nymphaea 190, **O**lacineae 190, Orchideae 155, 175, **P**enneaceae 166, Phoenocoma 156, Podostemeae 191, Primula 192, Proteaceae 166, **R**apateaceae 191, Resedaceae 169, Rhizophoreae 170, Rubiaceae 176, 183, Rutaceae 189, **S**amydaceae 190, Sapotaceae, 181, Saxifraga 192, Sterculiaceae 180, **T**iliaceae 180, Trapa 190, **V**accinieae 190, Vitis 158. — In dem Register sind die Namen der nur kurz in der Arbeit erwähnten Gattungen nicht citirt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0198-3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 81

Autor(en)/Author(s): Raciborski Marian

Artikel/Article: Die Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen. 151-194