Führer durch die biologisch-morphologischen Abteilungen des Königl. botanischen Gartens zu Dahlem, mit 2 Plänen, 1 Bild und 31 Figuren

Author(s): A. Engler

Source: *Notizblatt des Königl. botanischen Gartens und Museums zu Berlin*, Bd. 4, Appendix XVI. Führer durch die biologisch-morphologischen Abteilungen des Königl. botanischen Gartens zu Dahlem, mit 2 Plänen, 1 Bild und 31 Figuren (Apr. 8, 1905), pp. 1-66

Published by: [Botanischer Garten und Botanisches Museum, Berlin-Dahlem](#)

Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/3994219>

Accessed: 16/06/2014 01:29

Your use of the JSTOR archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use, available at <http://www.jstor.org/page/info/about/policies/terms.jsp>

JSTOR is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship. For more information about JSTOR, please contact support@jstor.org.

Botanischer Garten und Botanisches Museum, Berlin-Dahlem is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to *Notizblatt des Königl. botanischen Gartens und Museums zu Berlin*.

<http://www.jstor.org>

Führer
durch die
biologisch-morphologischen
Abteilungen

des
Königl. botanischen Gartens zu Dahlem,

mit 2 Plänen, 1 Bild und 31 Figuren,

von
A. Engler.

Vorwort.

Die biologisch-morphologischen Abteilungen des neuen botanischen Gartens sind nichts Neues. Schon im Jahre 1890 habe ich, als ich die Direktion des Berliner botanischen Gartens übernahm, in demselben neben der pflanzengeographischen Abteilung zwei biologisch-morphologische anlegen lassen; aber auf dem neuen Terrain konnte ich denselben erheblich mehr Raum geben und mancherlei Erfahrungen, nicht bloß meine eigenen, sondern auch die meiner Mitarbeiter, des Herrn Custos Dr. **Gräbner**, des Herrn Inspektor **Perring** und Obergärtner **Peters**, zu einer instruktiven Gestaltung verwerten; um die zweckmäßige Einrichtung der Wasserpflanzenbassins hat sich auch der Leiter der baulichen Anlagen des neuen Gartens, Herr Baurat **Koerner**, in dankenswerter Weise bemüht.

Drei Gesichtspunkte sind es, welche das Studium der Pflanzenformen auf eine höhere Stufe zu heben vermögen: die vergleichende Betrachtung ihrer äußeren und inneren Gestaltung, verbunden mit dem Streben nach Ermittlung ihrer Verwandtschaftsverhältnisse, — die vergleichende Untersuchung der Pflanzenorgane mit Rücksicht auf ihre Funktionen unter Berücksichtigung ihrer Veränderlichkeit und Anpassungsfähigkeit, — die Untersuchung der Pflanzenverbreitung auf Grund ihrer gegenwärtigen und ehemaligen Existenzbedingungen.

Lange Zeit hatte man sich in den botanischen Gärten damit begnügt, die im freien Lande gedeihenden Pflanzen unter Berücksichtigung des ersten Gesichtspunktes anzuordnen, schon deshalb, weil damit auch ein leichteres Auffinden der Arten oder Gattungen nach irgend einem eingebürgerten System möglich war; andere Gruppierungen nahm man meist nur dann vor, wenn mit ihrer Durchführung gewisse praktische Vorteile verbunden waren, wie bei der Vereinigung der Wasserpflanzen, der Moorpflanzen, der Felsenpflanzen. Allmählich aber hat es sich doch in größeren botanischen Gärten, welche dem Unterricht dienen, als nützlich erwiesen, auch den anderen Gesichtspunkten mehr Rechnung zu tragen, da nach denselben durchgeführte Zusammenstellungen auch denjenigen, welche eine umfassendere Pflanzenkenntnis nicht besitzen

und sich nicht anzueignen vermögen, einige Vorstellungen von den wichtigeren Erscheinungen des Pflanzenlebens verschaffen können.

Der starke Besuch der pflanzengeographischen Anlagen des Gartens hat bewiesen, daß diese in weitesten Kreisen anregend zu wirken vermögen, weil hier mit der Betrachtung der Pflanzen selbst sich die Vorstellung von der Art ihres Vorkommens, von ihrer Gesellschaft, von ihrer Verbreitung und schließlich auch (wenigstens in der Erinnerung) von den Ländern, in denen sie gedeihen, verbindet. Ebenso ist von den biologisch-morphologischen Abteilungen zu hoffen, daß sie nicht bloß ihren Zweck bei den für die Studierenden bestimmten Vorträgen erfüllen, sondern auch andere Besucher zum tieferen Studium anregen werden. Sollen sie doch nicht bloß mit der Pflanzengestalt als solcher, sondern namentlich auch mit den Beziehungen derselben zum Pflanzenleben bekannt machen. Die in der ersten Abteilung zusammengestellten Gruppen sollen einmal zeigen, wie bei den höheren Pflanzen Anordnung und Gestalt der seitlichen Angliederungen, der Blattorgane, die Tracht oder den Habitus der einzelnen Pflanzenformen bestimmen, wie ferner die verschiedenartige Ausbildung der Sprosse und ihrer Glieder in enger Beziehung steht zu der Art ihrer Vegetation und ihrer Ernährung, wie anderseits aber auch derselbe Effekt bei den einzelnen Arten auf verschiedene Weise erreicht wird. In der zweiten Abteilung zwischen Schauhausgruppe und Wirtschaftshof ist ein großer Raum der Darstellung der Variabilität der Pflanzenteile gewidmet. Sodann sind daselbst Beispiele für die verschiedenen Arten der Bestäubung und des dazu in Beziehung stehenden Blütenbaues in übersichtlicher Weise angeordnet. Auch sind Beispiele für die bei der Verbreitung der Früchte hauptsächlich in Betracht kommenden Typen zusammengestellt. Endlich finden wir einige Gruppen zur Erläuterung der bei den höheren Pflanzen auftretenden Bewegungserscheinungen. Die hier vorgeführten Erscheinungen der Pflanzengestaltung und des Pflanzenlebens findet man in zahlreichen Handbüchern und populären Schriften behandelt, vielfach in nüchterner, rein beschreibender Weise, häufig aber auch verbunden mit Erklärungsversuchen. Man wird dabei bisweilen auf Ausführungen stoßen, welche vorzugsweise den Zweck betonen und jede Organisation mit einem „um zu“ oder „damit“ erläutern. Man nehme derartige Erklärungen nicht ohne weiteres an, man frage nach der Begründung und man wird vielfach finden, daß demselben Zweck auch andere Organisationen dienen können oder aber auch, daß eine und dieselbe Organisation für verschiedene Erscheinungen des Pflanzenlebens, welche zur Erhaltung derselben beitragen, von Vorteil sein kann. Man versuche es auch mit anderen Fragestellungen und vergleiche vor allem jede Organisation einer Pflanze mit der entsprechenden ihrer

nächsten Verwandten, man suche vor allem nach Antworten auf die Frage: „wodurch“.

Hierbei wird man genötigt sein, auf die Bedingungen einzugehen, unter denen die Pflanze an ihrer Heimstätte existiert, und man wird nicht selten finden, daß denselben Bedingungen an entfernten Stellen der Erde eine übereinstimmende Reaktion in der Gestaltung einzelner Organe entspricht, gerade so, wie auf bestimmte Reize genau festzustellende äußere Bewegungserscheinungen der Organe oder innere Stoffbewegungen eintreten. Durch den Vergleich der miteinander verwandten Formen und ihrer verschiedenartigen Existenzbedingungen wird man dazu geführt werden, die einzelnen Organisationen nicht als etwas Gegebenes, sondern als etwas Gewordenes aufzufassen. Daß man aber damit noch nicht am Ende der sich aufdrängenden Fragen angelangt ist, wird jeder, der sich nicht mit Phrasen begnügen will, bald merken. Man wird aber auch, ohne die letzten Fragen zu stellen, bei einer denkenden und vergleichenden Betrachtung der Pflanzen genug finden, was unserem Geiste Anregung gewährt, und die Befriedigung durch Erkenntnis wird um so größer sein, je mehr man sich in den Grenzen der Dinge hält, welche der Forschung zugänglich sind.

Dahlem-Steglitz b. Berlin den 20. Februar 1905.

A. Engler.

Biologisch - morphologische Abteilung I.

Die Besichtigung dieser Abteilung möge man beginnen in der Nähe des aus dem alten botanischen Garten übergeführten Denkmals von A. Braun*).

A. Blattstellungsverhältnisse.

Die Anordnung der Blätter am Sprosse, welche auch für den ganzen Charakter eines Sproßsystems von Wichtigkeit ist, kann man vielfach nur an den jungen Sprossen, an den Knospen, genau studieren, doch sind die einfacheren Verhältnisse auch an ausgewachsenen wahrzunehmen.

*) Alexander Braun, geb. am 10. Mai 1805 zu Regensburg, wurde zuerst Professor der Botanik in Freiburg i. B., 1850 in Gießen und 1852 in Berlin, wo er auch die Direktion des bot. Gartens übernahm; auch wurden unter seiner Leitung die Pläne für das Palmenhaus im Alten botanischen Garten und für das daselbst errichtete botanische Museum ausgearbeitet; er starb am 29. März 1877. Braun war einer der universellsten Botaniker des vorigen Jahrhunderts und besaß eine umfassende Kenntnis aller Abteilungen des Pflanzenreiches; er war ebenso vertraut mit den niederen Pflanzenformen, wie mit den höheren und war immer bestrebt, die für die einzelnen Gruppen besonders charakteristischen Entwicklungserscheinungen festzustellen. Er selbst und auch viele seiner Zeitgenossen legten einen ganz besonderen Wert auf das Bestreben, alle Blattstellungsverhältnisse der höheren Pflanzen auf eine ursprünglich spiralige, auf eine die Entwicklungsfolge der Blätter beherrschende Spiraltendenz zurückzuführen. A. Braun hat unendliche Arbeit darauf verwendet, Material für die Begründung dieser Anschauung herbeizuschaffen (besonders in seiner Abhandlung über die Ordnung der Schuppen der Tannenzapfen und der Blüten der Sonnenblumen); aber diese Anschauung hat anderen Platz machen müssen, welche bei der Anordnung der Angliederungen am Stengel mechanischen Ursachen einen größeren Einfluß zuschreiben. Besonders wertvoll waren seine Abhandlungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, über das Individuum der Pflanze in seinem Verhältnis zur Spezies, über Parthenogenese und Polyembryonie, über einzellige Algen, über die Characeen, über *Isoetes*, *Selaginella*, *Marsilia* usw. Auf Grund seiner vielseitigen Studien hat Braun auch wesentlich zur Verbesserung des natürlichen Pflanzensystems beigetragen.

a. Quirlige Blattstellungen. An einem Knoten des Stengels stehen 2 oder mehrere Blätter. Die Glieder jedes Quirles fallen (mit einigen Ausnahmen in Blüten) über die Lücken des vorangehenden.

1. Beispiele für zweigliedrige Quirle, welche gekreuzte Stellung ergeben: *Thuja*, *Dianthus*, *Aesculus*, *Acer*, *Cornus*, *Fraxinus*, *Vinca*, *Asclepias*, *Origanum*, *Thymus*, *Veronica*, *Plantago ramosa* (Gil.) Aschers (= *P. arenaria* W. et K.), *Sambucus*, *Lonicera*, *Asperula odorata* L., *Galium*, letztere zugleich als Beispiele für scheinbar mehrgliedrige Quirle.

2. Beispiele für dreigliedrige Quirle: *Juniperus communis* L., *Lythrum salicaria* L. var., *Lysimachia vulgaris* L. var., Blüten der meisten Liliifloren (*Juncus*, *Luzula*, *Tulipa*, *Galanthus*, *Iris* usw.). Siehe auch *Elodea* bei den Wasserpflanzen.

3. Beispiele für viergliedrige Quirle: *Paris*, Blüten von *Calluna vulgaris* (L.) Salisb., *Erica tetralix* L.

4. Beispiele für fünfgliedrige Quirle: *Linum perenne* L., *Viscaria*, *Melandryum*, *Lychnis*, *Agrostemma*.

5. Beispiel für vielgliedrige Quirle: *Equisetum*. Siehe auch *Hippuris* bei den Wasserpflanzen.

b. Beispiele für 2-zeilige und zickzackförmige Stellung: *Arundo donax* L. und andere Gräser, *Iris* und andere Iridaceen, *Ravenala* (im Schauhaus), *Luzula silvatica* (Huds.) Gaud. mit Übergang in kleinere Divergenz, *Ulmus*, *Celtis*, *Fagus*, *Vitis*, *Tilia*, *Vicia*. — Blütenstände von Borraginaceen.

c. „Spiralige“ Blattstellungen.

1. Beispiele für 3-zeilige Stellung ($\frac{1}{3}$): *Carex*, *Scirpus*.

2. Beispiele für 5-zeilige Stellung ($\frac{2}{5}$): *Salix*, *Ribes*, *Rosa*, *Rubus*, *Pirus communis* L. und andere Rosaceen, *Symphytum*, *Anchusa* und andere Borraginaceen, *Nicotiana* und viele andere Dikotyledonen.

3. Beispiele für 8-zeilige Stellung ($\frac{3}{8}$): *Brassica*, *Raphanus*, *Antirrhinum majus* L., *Parietaria officinalis* L., *Hieracium pilosella* L.

4. Beispiele für 13-zeilige Stellung ($\frac{5}{13}$): *Verbascum phlomoides* L. und Verwandte, *Rhus typhina* L., *Tsuga canadensis* (L.) Carr.

5. Beispiele für 21-zeilige Stellung ($\frac{8}{21}$): Zapfen von *Abies alba* Mill. und *Picea excelsa* (Lam.).

6. Beispiele für 34-zeilige Stellung ($\frac{13}{34}$): Blüten von *Rudbeckia laciniata* L.

7. Beispiele für 55-zeilige Stellung ($\frac{21}{55}$): Blätter der Haupttriebe vieler *Picea* und *Abies*.

8. Beispiel für 144-zeilige Stellung ($\frac{55}{144}$): Bracteen und Blüten kräftiger Blütenscheiben von *Helianthus annuus* L.

Man kann sich leicht davon überzeugen, daß bei derartigen Blattstellungen die Beleuchtungsverhältnisse für die einzelnen Blätter sehr

günstig liegen und daß auch die Blätter einer Seite sich gegenseitig wenig Licht wegnehmen, da die oberen Blätter kleiner sind, als die unteren oder kürzere Stiele haben, als diese. Ebenso kann man leicht sehen, wie an vielen Zweigen die Blätter, namentlich mit Hilfe ihrer Blattstiele, aus den ursprünglichen Stellungsverhältnissen herausrücken und sich möglichst günstig zum Licht stellen, z. B. die dekussierten Blätter an niederliegenden Zweigen von *Helianthemum*, an Seitenzweigen von *Lonicera* und *Diervilla*, an *Broussonetia*, *Acer platanoides*; bisweilen bilden auch die Blätter eine Art Mosaik (vgl. C. h.).

B. Blattformen.

Der gegen die Schauhausgruppe gelegene Teil der morphologisch-biologischen Abteilung I ist dazu bestimmt, einen Vergleich der verschiedenen Blattformen zu erleichtern.

Man beginne links, wo sich Arten mit ericoiden Blättern befinden, welche keine Gliederung in Scheide, Stiel und Spreite zeigen. Es folgen hierauf Pflanzen mit Stiel und ungeteilter Blattspreite; daneben befinden sich einzelne heterophylle, wie *Morus* und *Sassafras*, welche neben ungeteilten Blattspreiten auch gelappte besitzen. Dann folgen zahlreiche Beispiele von Arten mit handförmig-gelappten und geteilten sowie mit gefingerten Blättern, endlich solche mit fiederig gelappten und geteilten sowie gefiederten Blättern. Unter den letzteren befinden sich auch solche, welche nyktitropische Bewegungen, d. h. Tag- und Schlafstellung zeigen (vgl. auch Abteilung II E). Auch eine kleine Gruppe mit fußförmigen oder cymös verzweigten Blättern (*Helleborus*) ist vorhanden.

C. Verschiedenartige Anpassungen der Sprosse und Blätter, hauptsächlich mit Rücksicht auf die Assimilation.

Auf dem zwischen der vorigen Abteilung und dem Wasserpflanzen-Stück gelegenen Grasplatze finden sich eine ganze Anzahl kleiner Beete mit Typen für verschiedenartige Anpassung an die Assimilation. Man wird auch hierbei zu berücksichtigen haben, daß häufig verschiedene Funktionen ineinander greifen, und im Auge behalten müssen, daß in der Heimat der einzelnen Pflanzen dieselben bei sonst gleichen klimatischen Verhältnissen unter dem Einflusse verschiedener Bodenverhältnisse stehen und daß an ihnen auch die Korrelationen der einzelnen Organe untereinander sehr verschiedenartig sein können.

a. Zwergwuchs infolge mangelnder Wärme. Pflanzen arktischer Länder und der Hochgebirgsregionen, welche in der kurzen

Vegetationsperiode nur kleine Blattflächen entwickeln, zumal sie auch nur geringe Wassermengen aufnehmen. — Beispiele: *Juniperus communis* L. subspec. *nana* Willd., *Pinus montana* Mill., *Salix reticulata* L. und *S. retusa* L., *Rubus arcticus* L., *Rhamnus pumila* L., *Rhododendron ferrugineum* L. und *Rh. hirsutum* L.

b. Immergrüne Pflanzen. Der Laie bezeichnet gewöhnlich nur solche Pflanzen als „immergrüne“, deren Blätter, wie bei dem „Immergrün“ (*Vinca*) und dem „Lorbeer“ (*Laurus*), zugleich mehr oder weniger lederartig, hartlaubig und von mehr als einjähriger Dauer sind. Es gibt aber, wie zahlreiche hier vorhandene Beispiele zeigen, auch viele krautblättrige und fleischigblättrige (sukkulente) Pflanzen, deren Blätter den Winter überdauern. Da dies vielfach nicht beachtet wird, so sind neben den dauerblättrigen immergrünen Pflanzen auch zahlreiche andere ausgepflanzt, welche in folgendem alphabetischem Verzeichnis durch einen * gekennzeichnet sind: **Ajuga reptans* L., *Andromeda polifolia* L., **Arabis albida* Steven, *Arctostaphylos uva ursi* (L.) Spr., *Armeria maritima* (Mill.) Willd., *Asarum europaeum* L., **Bellis perennis* L., *Blechnum spicant* (L.) With., **Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Calluna vulgaris* (L.) Salisb., **Carex digitata* L., **C. ericetorum* Poll., *Carlina acaulis* L., **Cerastium arvense* L., **Cheiranthus cheiri* L., **Dianthus arenarius* L. und *D. plumarius* L., *Empetrum nigrum* L., **Epilobium roseum* Schreb., *Equisetum hiemale* L., *Eryngium planum* L., *Hedera helix* L., **Helianthemum chamaecistus* Mill., *Ilex aquifolium* L., *Ledum palustre* L., *Ligustrum vulgare* L., *Linnaea borealis* Gronov., *Luzula pilosa*, *Lycopodium*-Arten, **Milium effusum* L., *Polystichum lonchitis* (L.) Roth., *Picea excelsa* (Lam.), *Pinus silvestris* L., *Pirola*-Arten, **Plantago major* L., **Polypodium vulgare* L., **Sanicula europaea* L., **Cytisus scoparius* (L.) Link [= *Sarothamnus scoparius* (L.) Koch], **Sedum*-Arten, **Sempervivum*-Arten, *Taxus*, *Ulex europaeus* L., *Vaccinium vitis idaea* L., **Viola odorata* L. und **V. silvestris* L.

c. Haare und Blätter, welche Tau und Regen zurückhalten oder ableiten. Während für gewöhnlich in der Luft wachsende Blätter Wasser nicht aufnehmen und auch von Haarbekleidungen derselben das Regenwasser in der Regel abfließt, finden sich in einzelnen Fällen Haare mit dünnwandiger, wasserdurchlassender Basis an Stengelkanten abwärts gerichtet und führen das an ihnen herablaufende Regenwasser zum Teil den Stengelknoten zu; so bei *Stellaria media* (L.) Cirillo. Auch können bei einzelnen Pflanzen (*Pelargonium*) die die Blätter bekleidenden Drüsenhaare mit ihrem Köpfchen Wasser aufnehmen, indem bei Benetzung mit Wasser die kutikularisierte Membran abgehoben wird (nach A. Kerner). Hingegen befinden sich am Grunde der Blattrinnen der gegenständigen Blätter von *Gentiana excisa*

Presl, in denen Wasser längere Zeit stehen bleibt, ebenso am Grunde der Blätter vieler Bromeliaceen mit breiten einen Wasserbecher bildenden Blattbasen (*Nidularium*, im Schauhause) wasseraufsaugende Haare. Schildförmige, wasseraufsaugende Haare findet man ferner in kleinen Grübchen an der Blattunterseite der Preiselbeere (*Vaccinium vitis idaea* L.) und der Alpenrose (*Rhododendron hirsutum* L.), auch in den oberseitigen Rinnen der Blattspindel der Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Ferner sind zu erwähnen die wasseraufsaugenden Näpfe am Grunde der Blattspreite der Zitterpappel (*Populus tremula* L.) und die Sauggrübchen am Blattrande von *Saxifraga aizoon* Jacq. und zahlreicher verwandter Arten. Bei der genannten Art und ihren Nächstverwandten erfolgt außerdem an denselben Stellen die Ausscheidung von Schüppchen kohlen sauren Kalkes, welche vermöge einer eigentümlichen, hier nicht näher zu schildernden Einrichtung bei Befeuchtung, ohne abzufallen, in die Höhe gehoben werden können. Ähnliche Saugnäpfchen kommen zerstreut vor auf der ganzen Oberfläche von Blättern der Plumbaginaceen *Statice*, *Goniolimon*, *Acantholimon*.

Endlich seien hier noch erwähnt die Beckenbildungen, welche sich bei verschiedenen Pflanzen finden, so an dem Schildblatt von *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl., am Grunde der gegenständigen und miteinander verwachsenden Blätter von *Dipsacus laciniatus* L. und *Silphium perfoliatum* L., die bauchigen Blattscheiden von *Angelica*, *Archangelica* und *Heracleum*. Teils im Grunde dieser Becken befindliche Drüsenhaare, teils dünnwandige Oberhautzellen nehmen das in den Becken sich ansammelnde Wasser auf, welches tatsächlich für Zeiten der Trockenheit als Reserve dient. Außerdem werden aber auch die in diese Schalen gelangten Insekten von den sich dort ebenfalls einstellenden Bakterien zersetzt.

d. Assimilation durch große zusammenhängende Blattflächen. Da die Assimilation unter sonst gleichen Verhältnissen proportional ist der dem Lichte dargebotenen Fläche, außerdem bei der Vergrößerung der Blattflächen noch die Transpiration zunimmt und durch diese wieder der Stoffwechsel entsprechend vergrößert wird, so vermögen Pflanzen mit großen Blattflächen eine gewaltige Arbeit zu leisten, eine große Menge von Kohlenhydraten und dementsprechend eine große Menge von Pflanzensubstanz überhaupt zu produzieren, was sich in besonders hohem Maße bei der innerhalb weniger Monate aus einem nicht sehr großen Samen herangezogenen *Victoria regia* Lindl. zeigt. Hier sind folgende Beispiele großblättriger Pflanzen zu sehen; einjährige Stauden: *Lappa officinalis* All., *Helianthus annuus* L., *Cucurbita pepo* L.; mehrjährige Stauden mit starkem Rhizom: *Rheum undulatum* L., *Rh. Emodi* Wall., *Petasites officinalis* Moench und

P. spurius Rehb. (= *P. tomentosus* DC.), *Bergenia cordifolia* (Haw.) A. Br., *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl., *Gunnera chilensis* Lam.; Bäume: *Magnolia obovata* Thunb. und *hypoleuca* Sieb. et Zucc., *Catalpa bignonioides* Walt. und *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steudel.

e. Assimilation durch vielfach geteilte Blattflächen. Gegenüber von d. gruppiert. — Beispiele: *Athyrium filix femina* (L.) Roth, *Paeonia mutan* Sims (= *P. arborea* P. Donn), *Thalictrum foetidum* L., *Th. majus* Dum. und *Th. aquilegifolium* L., *Chamaebatiaria millefolium* (Torr.) Maxim. (Rosacee), *Seseli Pallasii* Bess., *Laserpitium latifolium* L., *Achillea millefolium* L., *A. tanacetifolia* All.

f. Assimilation durch grofse geteilte Blattflächen. Ebenfalls gegenüber von d. — Beispiele: *Actaea*, *Aralia cachemirica* Deene., *A. mandschurica* (Rupr. et Maxim.) Seem. und andere Arten, *Archangelica officinalis* Hoffm., *Heracleum barbatum* Ledeb., *H. Mantegazzianum* Somm. et Lev. Die auffallendsten Beispiele hierfür bieten jedoch tropische Gewächse, so die Baumfarne aus den Gattungen *Alsophila* und *Cyathea*, die Marattiacee *Angiopteris*, *Raphia*-Palmen mit fiederteiligen, bis 15 m langen Blättern, die Palme *Caryota*, mit mehrfach fiederteiligen Blättern, sodann die Araceen-Gattungen *Dracontium*, *Amorphophallus* und *Hydrosme*, bei welchen die Assimilation durch ein einziges großes Blatt mit senkrechtem Stiel und vielfach geteilter Spreite verrichtet wird. So trägt *Dracontium gigas* (Seem.) Engl. in Nicaragua auf 3 m langem Stiel eine Spreite von 4 m Durchmesser, *Amorphophallus titanum* Becc. im westlichen Sumatra auf 5 m langem Stiel eine 6 m breite Spreite.

g. Assimilation durch vergrößerte Nebenblätter. — Beispiele: *Lathyrus aphaca* L., *L. pisiformis* L., *L. latifolius* Lambertye, *Pisum sativum* L. Bei diesen Pflanzen ist der größere Teil der Blättchen in Ranken umgebildet.

h. Blattmosaik (vgl. oben Schluß der Blattstellungsverhältnisse). — Beispiele: *Ulmus*, *Corylus*, *Tilia*, *Spiraea*, *Hedera*, *Atropa belladonna* L., *Lysimachia nummularia* L., *Selaginella helvetica* (L.) Link.

i. Kompakspflanzen. Bei einigen Pflanzen trockner, sonniger Standorte sind, wenn sie frei stehen, ihre Blattflächen nach Osten und Westen gekehrt, so daß dieselben von den heißen Strahlen der Mittags-sonne nur gestreift werden. — Beispiele: *Lactuca scariola* L. und *Sylphium perfoliatum* L.

k. Vertikal stehende Blätter mit allseitiger (isolateraler) Entwicklung des Assimilationsgewebes. — Beispiele: *Iris*, *Gladiolus*, *Phormium tenax* Forst., *Callistemon*, *Eucalyptus*.

l. Faltung und Einrollung der Blätter, die Transpiration herabsetzend, damit auch weniger Assimilationsgewebe dem Lichte darbietend. — Beispiele: *Amorpha fruti-*

cosa L., *Aira flexuosa* L., *Stipa capillata* L., *Avena planiculmis* Schrad., *Festuca ovina* L., *F. indigesta* Boiss., *F. punctoria* Sibth. et Sm., *Saxifraga caesia* L., *Dryas octopetala* L., *Calluna vulgaris* (L.) Salisb., *Andromeda polifolia* L., *Empetrum nigrum* L.

m. Blattarme Pflanzen, vorzugsweise mit dem Stengel assimillierend. — Beispiele: *Equisetum hiemale* L., *Ephedra*, *Scirpus lacustris* L., *Juncus effusus* L., *Casuarina*, *Spartium junceum* L., *Cytisus praecox* Zabel (= *albus* × *purgans*), *Carmichaelia*, *Euphorbia canariensis* L., *Cactaceae*.

n. Einschränkung der Transpiration (und zugleich der Assimilation) durch Reduktion der Blattspreite. — Beispiele: *Rubus australis* Forst., *Cytisus* (*Sarothamnus*) *scoparius* (L.) Link, *Genista radiata* Scop., *G. sagittalis* L., *Passerina filiformis* L.

o. Phyllocladien. Assimilation vorzugsweise durch den blattartigen Stengel. — Beispiele: *Asparagus*, *Ruscus*, *Mühlenbeckia platyclados* Meissn. (Polygonaceae), *Bossiaea*, *Colletia* (Rhamnaceae).

p. Phyllodien. Blattstiel hauptsächlich assimillierend. — Beispiele: *Acacia*-Arten Australiens.

D. Schutzmittel der Pflanzen gegen schädlichen Wasserverlust durch Transpiration.

Die Transpiration ist für die Pflanzen von Vorteil, weil sie zur Wasserbewegung in denselben und somit zum Stoffwechsel anregt; sie wird aber schädlich, sobald nicht genug Wasser nachströmen kann, was sowohl bei großer Trockenheit im Sommer, wie auch im Frühjahr bei noch gefrorenem Boden der Fall ist. Da diejenigen Pflanzenformen, welche nicht gegen zu großen Wasserverlust geschützt sind, zugrunde gehen, so konnten sich in denjenigen Formationen, in welchen die Wasserzufuhr aus dem Boden beschränkt ist, nur diejenigen erhalten, bei denen sich Schutzmittel gegen zu starke Transpiration herausgebildet hatten. In vielen Fällen lehrt die einfache Überlegung, daß gewisse Organisationen, welche man als Schutzmittel der Xerophyten oder Xerophilen (unter Trockenheit gedeihender Pflanzen) bezeichnet, durch die Trockenheit selbst bewirkt werden mußten; man sieht auch vielfach, daß bis zu einem gewissen Grade reichlichere Wasserzufuhr Keimpflanzen solcher Arten in einer Richtung sich entwickeln läßt, welche als die ursprüngliche, durch die Trockenheit allmählich modifizierte angesehen werden kann.

a. Pflanzen mit Wachsüberzügen. Die Wachsabscheidung an der Oberhaut vieler Pflanzen ist erkennbar als grauer oder schwach bläulichgrauer Reif, der leicht durch Abwischen entfernt werden kann. —

Beispiele: *Juniperus communis* L., *Festuca punctoria* Sibth. et Sm., *Iris germanica* L. und *I. pallida* Lam., *Myrica cerifera* L., *Salix acutifolia* Willd. und *S. purpurea* L., *Dianthus caesius* Sm. und *D. arenarius* L., *Brassica oleracea* L., *Papaver somniferum* L., *Rubus biflorus* Buch.-Ham. und *R. leucodermis* Dougl., *Pisum sativum* L., *Tropaeolum majus* L.

b. Dichte Filzbekleidung die Transpiration herabsetzend. — Beispiele: *Salix lapponum* L. und *S. adenophylla*, *Lychnis flos Jovis* Desr., *Elaeagnus angustifolius* L., *Marrubium candidissimum* L., *Stachys argentea* Tausch, *St. byzantina* C. Koch und *St. lanata* Jacq., *Phlomis Russeliana* Lag., *Verbascum olympicum* Boiss., *Plantago nitida* Roem. et Schult., *Gnaphalium lanatum* Forst., *Helichrysum arenarium* L., *Leontopodium alpinum* Cass., *Senecio cineraria* DC., *Artemisia maritima* L., *Centaurea axillaris* Willd., *Hieracium lanatum* Waldst. et Kit.

c. Starke Entwicklung von Drüsen die Transpiration herabsetzend. Die bei vielen Pflanzen trockener Gebiete reichlich entwickelten Drüsen enthalten häufig ätherische Öle, durch deren Verdunstung die Verdunstung des Zellsaftes herabgesetzt wird. Andererseits werden jedoch auch die von den Drüsen gebildeten Sekrete mit Recht als Schutzmittel gegen Tierfraß angesehen. Bei anderen Pflanzen lassen auch Drüsenhaare oder innere Drüsen ein Sekret auf die Blattoberfläche austreten, welches auf der Oberhaut eine homogene, stark lichtbrechende Decke, eine Art Lacküberzug der Blätter bildet. Der Schutz durch diese Bildungen kommt namentlich den jungen Blättern zugute. — Beispiele für Drüsenbildung: *Melandryum noctiflorum* (L.) Fr., *Chamaebatiaria millefolium* (Torr.) Maxim., *Ruta graveolens* L., *Dictamnus albus* L., *Salvia glutinosa* L. und *S. silvestris* L., *Nicotiana fragrans* Hook., *Verbascum lychnitis* L., *Hieracium pulmonarioides* Vill. — Beispiele für lackierte Blätter: *Cistus laurifolius* L., *C. ladaniferus* L., *Inula viscosa* (L.) Dryand., *Grindelia squarrosa* Dunal, *Escallonia rubra* Pers. Auch die Harzüberzüge der Knospenschuppen vieler Bäume, namentlich von *Populus* und *Aesculus* tragen zum Schutze der von den Schuppen bedeckten zarten Blätter gegen Verdunstung bei.

d. Starke Korkentwicklung. Es ist klar, daß starke Korklagen und Borke einen kräftigen Schutz gegen Verdunstung bilden. Die stärkste Korkbildung findet statt bei der hier nicht vertretenen Kork-eiche (*Quercus suber* L.). Als Beispiele bei uns gedeihender Arten mit auffallender Korkbildung dienen: *Ulmus campestris* L. var. *suberosa* (Ehrh.), *Acer campestre* L., *Evonymus alata* (Thunb.) K. Koch.

Vollständiger Abschluß gegen Transpiration durch Kork wird verhindert durch die Lenticellen. — Beispiel: *Syringa Emodi* Wall.

e. Pflanzen mit Dornen und Stacheln. Bei vielen Pflanzen trockener Gebiete bleiben in der kurzen Vegetationsperiode

Stengel und Blätter oder auch Blattabschnitte, vielfach auch Nebenblätter, in der Entwicklung zurück und werden infolge geringen Wasserzuflusses mehr oder weniger dornig. Die hierbei an den Blättern vor sich gehende Flächenverminderung hat zugleich eine Herabsetzung der Transpiration zur Folge. Nebenbei dienen die Dornen auch mitunter zur Abwehr von Tierfraß. — Beispiele für Stengeldornen: *Mespilus oxyacantha* Gaertn., *M. coccinea* (L.) Mill., *M. crus galli* (L.) Du Roi, *Prunus spinosa* L., *Hippophaësrhamnoides* L., *Genista germanica* L. und *G. anglica* L. — Beispiele für Blattdornen: *Robinia pseud-acacia* L., *Berberis vulgaris* L., *Carduus*, *Cirsium lanceolatum* (L.) Scop., *Onopordon acanthium* L., *Carlina acaulis* L., *Eryngium campestre* L., *Solanum pyracanthum* Jacq., *Acanthus spinosissimus* Desf., viele *Astragalus*, *Caragana jubata* (Pall.) Poir. und zahllose andere Arten der Xerophytengebiete, namentlich auch des östlichen Mediterrangebietes und der Sahara. Auch die stechenden Gebilde der Cactaceen sind verdornete Blattanlagen. Nicht zu verwechseln mit den Dornen sind die als Emergenzen auftretenden Stacheln, welche in gleicher Weise wie die Dornen auch der Abwehr von Tieren dienen. Ausgezeichnete Beispiele bieten *Rubus* und *Rosa*.

f. Schutz durch Schuppenbildung, Nebenblätter und Scheidenbildungen. Vorzugsweise in den gemäßigten und kalten Zonen sind die jungen Blattanlagen, denen häufig schon eine dichte Haarbekleidung einen gewissen Schutz gegen die Transpiration gewährt, noch besonders geschützt durch trockene, häutige oder lederartige oder auch von klebrigem Saft überzogene Knospenschuppen, welche weiter nichts sind als etwas umgebildete Scheidenteile von Blattanlagen, die nicht zur Spreitenbildung gelangen, oder sie sind geschützt durch ähnlich beschaffene, aber nur selten klebrige Nebenblätter, welche bei der Entwicklung der Hauptspreiten früher oder später vertrocknen und abfallen. Auch die sogenannte Ochrea der Polygonaceen, eine am Grunde der Blätter auftretende stengelumfassende Stipularbildung wirkt als Schutz für die folgenden von ihr bedeckten und sie schließlich durchbrechenden Sproßglieder. — Beispiele: *Populus balsamifera* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Picea*, *Viburnum lantana* L., *Salix*, *Fraxinus*, *Fagus*, *Quercus*, *Magnolia*, *Liriodendron*, *Platanus*, *Ficus carica* L., *Laserpitium latifolium* L., *Rheum officinale* Baill.

g. Sukkulenten. Einschränkung der Transpiration durch dicke Cuticula und Schleimgehalt der Zellen. Das Wasser wird durch Schleim zurückgehalten und sammelt sich daher, auch noch unter dem Schutz einer oft dicken Cuticula, in der Pflanze reichlich an, so daß diese für lange Zeit der Trockenheit versorgt ist.

1. Die Assimilation erfolgt durch den Stamm. — Beispiele: *Cereus*, *Echinocereus*, *Mamillaria*, *Opuntia*, *Euphorbia canariensis* L.

2. Die Assimilation erfolgt durch den Stengel und die fleischigen Blätter. — Beispiele: *Agave*, *Aloë*, *Haworthia*, *Gasteria*, *Mesembrianthemum*, *Tetragonia expansa* Murray, *Cotyledon*, *Sedum*, *Crassula*, *Sempervivum*.

h. Zwiebel- und Knollengewächse. Eine große Anzahl Pflanzen läßt nur für einen Teil der Vegetationsperiode die Laub- und Blütensprosse über die Erde treten; ihre Blätter welken meist nach dem Blühen, nachdem die in ihnen enthaltenen Kohlenhydrate der unterirdischen, sich eine Zeitlang vergrößernden Zwiebel oder Knolle zugewandert sind. Dann erfolgt unter der Erde die Anlage neuer Sprosse und zwar in sehr vielen Fällen auch gleich die ihrer Blüten, um in der nächsten Vegetationsperiode rasch auf Kosten der in der unterirdischen Knolle oder Zwiebel gespeicherten Reservestoffe auszuwachsen. Die Speicherung kann auch in knollig angeschwollenen Wurzeln erfolgen. Bei einigen Knollenpflanzen mit längerem windenden oder kletternden Stengel erfolgt die Entwicklung der Blütenstände erst an den über die Erde getretenen Sprossen. Ein großer Teil dieser Gewächse, namentlich der Frühjahrsblüher, tritt in Gebieten mit längerer Trockenperiode auf; wenigstens herrscht in diesen ein größerer Formenreichtum an Zwiebel- und Knollengewächsen, als in Gebieten mit regenreichen Sommern. Da sie unter der Erde gegen Verdunstung geschützt sind und den oberirdischen Organen auch Wasser liefern können, wenn der Boden schon trocken ist, so sind sie im Vorteil gegenüber anderen Gewächsen, deren oberirdische Stengel leicht durch starken Wasserverlust geschädigt werden können.

1. Gewächse mit Zwiebel oder mit Stammknolle:

α. Frühlingsblüher:

Bulbocodium verum L., *Ornithogalum umbellatum* L., *Allium neapolitanum* Cyr., *Erythronium dens canis* L., *Tulipa*, *Fritillaria imperialis* L. und *F. meleagris* L., *Puschkinia scilloides* (Willd.) Adams, *Scilla bifolia* L., *Sc. amoena* L., *Sc. cernua* (L.) Salisb., *Chionodoxa Luciliae* Boiss., *Hyacinthus orientalis* L., *Muscari botryoides* (L.) DC. u. a., *Trillium grandiflorum* Salisb., *Galanthus*, *Leucoium verum* L., *Narcissus*, *Crocus*, *Eranthis hiemalis* L., *Ranunculus asiaticus* L., *Anemone coronaria* L., *Sanguinaria canadensis* L., *Corydalis Semenowii* Reg. et Herd. und *C. solida* (L.) Sw.

β. Sommerblüher:

Allium narcissiflorum Vill. und *A. fistulosum* L., *Lilium bulbiferum* L., *L. candidum* L., *L. tigrinum* Ker-Gawl., *L. chalcidonicum* L., *Muscari comosum* L., *Alstroemeria aurantiaca* D. Don, *Dioscorea batatas* Decne., *Sisyrinchium bermudiana* L., *Tritonia*, *Apios tuberosa* Moench, *Lathyrus tuberosus* L., *Oxalis rosea* Jacq.,

Begonia Froebelii A. DC. u. a., *Solanum tuberosum* L., *Stachys affinis* Bge. (= *S. tuberifera* Naud.), *Bryonia dioeca* L.

γ. Herbstblüher:

Colchicum autumnale L., *Kniphofia*, *Galtonia candicans* (Baker) Decne., *Crocus iridiflorus* Heuff., *C. sativus* L., *Gladiolus gandavensis* Van Houtte, *Canna indica* L. u. a., *Aconitum variegatum* L., *Oxalis Deppei* Lodd., *Cyclamen europaeum* L., *Helianthus tuberosus* L., *Dahlia variabilis* (Willd.) Desf.

2. Gewächse mit Wurzelknollen:

α. Zweijährige:

Beta vulgaris L. var. *rapa* Dumort. (Zuckerrübe), *Daucus carota* L. (Mohrrübe), *Brassica rapa* L. var. *rapifera* Metzger (weiße Rübe), *Raphanus sativus* L. (Rettig).

β. Mehrjährige mit spindelförmigen verdickten Wurzeln:

Asphodelus albus Mill., *Hemerocallis flava* L., *Mirabilis jalapa* L., *Ranunculus neapolitanus* Ten., *Paeonia officinalis* L., *Sedum telephium* L., *Filipendula hexapetala* Gill., *Ipomoea batatas* Lam., *Dahlia variabilis* (Willd.) Desf.

E. Wasser- und Sumpfpflanzen.

Die Wasser- und Sumpfpflanzen sind nach mehreren Richtungen interessant und einer genaueren Beachtung zu empfehlen; sie lassen in vielen Fällen leicht Ausbildungen erkennen, welche man auf ihren Aufenthalt im Wasser zurückführen kann; nicht selten ist es sogar möglich, zu zeigen, wie ein und dieselbe Pflanze die Entwicklung ihrer Organe ändert, je nachdem dieselben mehr oder weniger unter dem Einflusse des Wassers stehen. Auch ist es interessant, zu sehen, wie oft Pflanzen von sehr entfernter systematischer Verwandtschaft sich im Wasser recht ähnlich verhalten.

Es sei hier hauptsächlich auf folgendes aufmerksam gemacht:

a. Untergetauchte Pflanzen, ohne Wurzeln oder mit schwachen Wurzeln, welche im wesentlichen nur der Anheftung dienen. Die Stengel sind dünn, mit schwach entwickeltem Leitungsgewebe versehen; die Blätter (mit wenigen Ausnahmen) tief zerschlitzt, mit dünnen, schmalen Abschnitten, deren oberflächliche Zellen Chlorophyll führen und nicht kutikularisiert sind, so daß sie mit ihrer ganzen Oberfläche das Kohlensäure enthaltende Wasser aufnehmen. — Beispiele: *Ceratophyllum*, *Utricularia*, *Myriophyllum*, *Hottonia*, die 3 letzteren mit Luftblüten. Einfache schmale Blätter haben: *Elodea*, *Vallisneria*, *Callitriche*, mehrere *Potamogeton*, etwas breitere, längliche oder eiförmige untergetauchte Blätter nur Arten letzterer Gattung.

Von niederen, ganz untergetaucht wachsenden Pflanzen findet man hier vertreten: *Chara foetida* Desv. und *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Migula.

b. Schwimmende Wasserpflanzen oder wurzelnde Wasserpflanzen mit Schwimmblättern. Bisweilen haben sie, wie *Salvinia*, *Trapa*, *Brasenia*, *Cabomba* (Victoria-Haus), *Ranunculus*, Untergattung *Batrachium*, noch untergetauchte, zerschlitzte Wasserblätter neben den Schwimmblättern oder nur solche, wie *Hydrocharis*, *Elisma*, *Limnanthemum*, *Nuphar*, *Nymphaea*, *Euryale*, *Victoria*. Die Schwimmblätter sind an ihrer Oberseite so gebaut, wie die Blätter von Landpflanzen, an der Unterseite meist reich an Intercellularräumen, welche die Blätter schwimmend erhalten. Ähnlich sind auch die schwimmenden, nicht in Stengel und Blatt gegliederten Sprosse der Lemnaceen *Lemna* und *Spirodela* beschaffen.

c. Wasserpflanzen, deren Blätter über das Wasser empor treten. Von diesen gibt es einige schwimmende wie *Stratiotes aloides* L., in den Tropen *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms und *Pistia stratiotes* L., mit zahlreichen in das Wasser tauchenden Wurzeln, anderseits zahlreiche im Schlamm wurzelnde, mit über das Wasser tretenden Blattspreiten, wie *Alisma*, *Sagittaria*, *Sparganium* und andere. Bisweilen entwickeln diese Pflanzen auch nur linealische, im Wasser untergetaucht bleibende Blätter.

d. Sumpfpflanzen, deren zahlreiche feine Faserwurzeln in den Schlamm oder in feuchten Sand eindringen, während die Stengel mit Blättern und Blüten in die Luft ragen. Hierher gehören die meisten Pflanzen der Abteilung. Mehrere von ihnen, wie die Ericaceen und einige Carices sind Bewohner von Hochmooren.

Auch sind in der Abteilung einige Pflanzen untergebracht, welche wohl etwas feuchte Standorte lieben, aber nicht gerade Sumpfpflanzen zu nennen sind. Bei den allermeisten der Sumpfpflanzen mit periodischem Laub wird man bemerken, daß dasselbe saftreich ist und, von der Pflanze losgelöst, leicht welkt, da es eben auf fortdauernden Wasserzufluß von unten angewiesen ist.

F. Pflanzen, welche organische Substanzen zur Ernährung verwenden.

Bei weitem die meisten Pflanzen ernähren sich, indem sie durch das in den grünen Organen enthaltene Chlorophyll die aus der Luft aufgenommene Kohlensäure zersetzen, Kohlenhydrate bereiten und dabei Sauerstoff abgeben. Dieselben Pflanzen nehmen aus dem Boden

Fig. 1. Die 3 deutschen Sonnentau-Arten: **A** *Drosera rotundifolia* L.,
B *D. intermedia* Hayne und **C** *D. anglica* Hudson.

im Wasser gelöste mineralische Bestandteile in gewisser Menge auf und verarbeiten dieselben bei der Herstellung ihrer Eiweißstoffe. Andere Pflanzen weichen davon ab, und von diesen finden sich auch einige Beispiele in der biologischen Abteilung.

F I. Fleischfressende Pflanzen.

Die fleischfressenden Pflanzen (karnivore, insektenfangende, insektenfressende Pflanzen) sind imstande, direkt Eiweißstoffe von außen aufzunehmen und durch zahlreiche populäre, oft sensationell aufgebaute, Darstellungen in weiten Kreisen, wenigstens unter der angeführten Bezeichnung, bekannt. Die hierher gehörigen Arten sind, soweit sie im Freien kultiviert werden können, in einigen Bassins (No. 76—82) der Wasserpflanzenanlage untergebracht, da sie alle Bewohner feuchter Standorte sind. Sie zeigen alle schwache Wurzelentwicklung und nehmen aus dem Boden nur wenig Nahrung auf; sie sind alle mit absorbierenden Zellen versehen, welche zumeist sogenannten Verdauungsdrüsen angehören und neben Säure ein klebriges, peptonisierendes Enzym ausscheiden, welches die mit den Drüsen in Berührung kommenden Eiweißstoffe (Insekten, Fleisch, Eiweiß) zersetzt, worauf dann die Absorption der gelösten Stoffe durch die Verdauungsdrüsen erfolgt. Hierzu kommen noch besondere Eigenschaften, welche das Fangen der Insekten begünstigen und an den ausgestellten Pflanzen in die Augen fallen.

a. Droseraceen mit fangenden

Tentakeln. — *Drosera rotundifolia* L.,

D. intermedia Hayne, *D. anglica* Huds., Sonnentau-Arten unserer Hochmoore (in Bassin No. 78), *Drosophyllum lusitanicum* Lk. (heimisch in trockenen Kieferwäldern Portugals, Südspaniens und Marokkos; im Schauhaus).

Die auf den Blättern stehenden langen Emergenzen, auch Tentakeln genannt, halten durch ihr klebriges Sekret anfliegende Insekten fest, und zwar wirkt der von denselben ausgeübte Reiz auch auf die übrigen, anfangs nicht berührten, Tentakeln, welche sich nun nach dem Insekt oder zum Experiment verwendeten Eiweißstückchen hinbiegen und auf dasselbe ihr Sekret ergießen. Es ist experimentell festgestellt, daß die *Drosera* ohne tierische Nahrung auch gedeihen, bei Zuführung von Eiweiß oder Insekten aber kräftiger werden und reichlicher Samen produzieren (Fig. 1 und 2).

Fig. 2. Blatt von *Drosera rotundifolia* L., an dem die Tentakeln der einen Seite eine Reizkrümmung ausführen, vergl. — Nach Pfeffer.

b. Droseraceen mit zusammenschließenden Blättern.

— *Dionaea muscipula* L., die sogenannte „Venusfliegenfalle“ (im Schauhaus) auf sandigen Plätzen in Südkarolina (nicht in Torfmooren), besitzt am Rande gefranste Blätter, deren beide Hälften schnell zusammenklappen, sobald ein fester Körper eins der 3 auf jeder Hälfte stehenden reizempfindlichen Haare (Borsten) berührt (Fig. 3 und 4). — *Aldro-*

Fig. 3. Die Venusfliegenfalle *Dionaea muscipula* L. (nach Drude).

Fig. 4. *Aldrovandia vesiculosa* Monti.

vandia vesiculosa Monti, wurzellose, im Wasser schwimmende Wasserpflanze, in Europa und Asien zerstreut vorkommend, besitzt in der Nähe der Mittelrippe zahlreichere reizempfindliche Haare, deren Berührung durch kleine Wassertierchen ein Zusammenklappen bewirkt (Fig. 5).

Fig. 5. Blatt von *Dionaea*, A im ungereizten Zustand, die reizempfindlichen Haare zeigend; B ein zusammengeschlagenes Blatt, welches einen Ohrwurm gefangen hat. — Nach Pfeffer.

c. Lentibulariaceen ohne Schlauchbildung. — *Pinguicula vulgaris* L., zerstreut an feuchten Plätzen der ganzen nördlich gemäßigten Zone und des subarktischen Gebietes, *P. alpina* L., arktisch-alpin, besonders häufig im Alpenvorland, tragen gestielte und sitzende Drüsen. Die ersten halten die Insekten fest und bringen sie mit den eigentlichen Verdauungsdrüsen, welche nun stark secernieren, in Berührung; gleichzeitig erfolgt ein langsames Einrollen des Blattrandes.

d. Lentibulariaceen mit Fangschläuchen. — *Utricularia vulgaris* L., *U. neglecta* Lehm., *U. intermedia* Hayne, *U. ochroleuca* Hartm., *U. minor* L. sind die bei uns in Sümpfen und Torflöchern vorkommenden Arten, mit untergetauchten vielteiligen Blättern, an denen einzelne Zipfel sich zu runden Schläuchen ausbilden, deren Höhle mit einer von steifen Borsten umgebenen Öffnung versehen ist, an welcher sich oben eine dünnhäutige elastische Klappe befindet, welche

Fig. 6. Fangschlauch von *Utricularia vulgaris* L., der Länge nach durchgeschnitten; g ihre bauchige Wand, auf der Innenseite mit mehrarmigen Haaren; zwischen a und b die Mündung an der Ober- und Unterlippe mit Borstenhaaren a und i; b eine Art starker Kinnlade, welche den unteren Teil der Mundhöhle begrenzt, bc der durchschnittene Vordertheil, de der an der Hinterwand der Blase angewachsene Teil; f der durchschnittene am oberen Teil der Mundhöhle angewachsene Gaumen mit nach außen gerichteten Borsten h; k Stiel der Blase. In der Blasen-höhle ein gefangener *Cyklops*. —

Nach Ferd. Cohn.

kleinen Wassertierchen, insbesondere kleinen Crustaceen, den Eintritt gestattet, zurtückschnellend aber an die verdickte Unterlippe angeedrückt, die Tierchen gefangen hält (Fig. 6).

e. Sarraceniaceen mit Fangschläuchen. — *Sarracenia purpurea* L. auf Mooren im atlantischen Nordamerika bis Neufundland, *S. Drummondii* Croom, *S. rubra* Walt., *S. flava* L., *S. variolaris* Michx. und andere, im südlichen atlantischen Nordamerika von Carolina bis Florida, besitzen Schlauchblätter mit einem aufrechten Deckel, welcher bei *S. variolaris* und *S. flava* L. am Grunde Honig ausscheidet, der Insekten anlockt. Unter der Mündung des Schlauches befindet sich eine matt erscheinende Gleitzzone, an welcher Insekten heruntergleiten, darauf folgt eine zweite Zone, bedeckt mit kurzen, ihre Spitze nach unten richtenden Reusenhaaren, auf diese zuletzt unten die stark glänzende Absorptionsschicht, welche das verdauende Sekret bildet. — *Darlingtonia californica* Torr. in Gebirgsstümpfen der Sierra Nevada in Kalifornien vorkommend, weicht ab durch einen helmförmigen Verschluß der Schlauchöffnung, der mit geschwänztem Anhang versehen ist. Diese Pflanzen gedeihen bei uns schlecht im Freien und sind im Schauhaus zu sehen.

f. Nepenthaceen mit Fangblättern. — *Nepenthes*. — Arten, auf Madagascar, den Seychellen und im Monsungebiet heimisch, Bewohner feuchter Wälder, in unserm Schauhaus reichlich vertreten, sondern am Rande ihrer Kannen Honig aus, welcher Insekten anlockt. Diese gleiten an der auch hier vorhandenen Gleitfläche herunter und fallen in die den unteren Teil der Kanne erfüllende Flüssigkeit, in welche zahlreiche schildförmige Drüsen ihr Sekret ergießen.

F II. Pflanzen, welche mit den Stickstoff der Luft bindenden Bakterien in Symbiose leben.

Eine der interessantesten Entdeckungen wurde im Jahre 1888 durch Hellriegel gemacht. Bis dahin galt als feststehend, daß Nitrate und Ammoniaksalze die einzigen Verbindungen seien, welche der Pflanze den für die Bereitung ihrer Eiweißverbindungen nötigen Stickstoff zuführen. Durch den genannten Forscher wurde nachgewiesen, daß die in den Wurzeln von Leguminosen knöllchenartige Anschwellungen hervorrufenden Bakterien (*Bacillus radicicola* Beyerinck) den Stickstoff der Luft aufnehmen und daß die Leguminosen, in deren Zellen die Bakterien eindringen, diesen Stickstoff binden und verarbeiten. So ist es erklärlich, daß auf stickstofflosem Boden Leguminosen gut gedeihen und Lupinen z. B. auf einem Hektar über 200 Kilogramm Stickstoff gewinnen.

Wie die Leguminosen verhalten sich auch *Elaeagnus argenteus* L. und *Alnus glutinosa* L., an deren Wurzeln sich auch von Bakterien erfüllte Knöllchen befinden. Außer diesen sind zu Demonstrationszwecken angeflanzt: *Lupinus luteus* L., *Vicia faba* L., *Pisum sativum* L. und andere Leguminosen.

F III. Grüne Pflanzen, welche mit *Mycorrhiza* in Symbiose leben.

Eine große Zahl von grünen Waldpflanzen, von Bewohnern humusreichen Bodens und der Heiden lebt in Symbiose mit Pilzen, welche als *Mycorrhiza* bezeichnet werden. Dies sind sehr fein gegliederte Mycelfäden, welche wahrscheinlich Ascomyceten angehören und an der Oberfläche der Wurzeln einen dichten Filz bilden. Solche „ektotrophische“, d. h. nur an der Oberfläche befindliche Mycorrhiza findet sich bei Coniferen, Fagaceen, *Salix*, *Tilia*. Bei andern grünen Pflanzen, den Ericaceen und *Empetrum*, sowie den nicht grünen Saprophyten, ist „endotrophische“ Mycorrhiza vorhanden, deren Fäden in der Epidermis und den innern Rindenschichten der Wurzeln Knäuel bilden und feine Fäden in den Humus entsenden. Während für die letztere wahrscheinlich gemacht wurde, daß sie den Wurzeln Stickstoff in gebundener Form zuführe, ist für die erstere die Annahme, daß sie Bodensalze zuleite, nicht zurückzuweisen (Fig. 7).

F IV. Saprophyten, auf toten Organismen und Pflanzenresten lebende Pflanzen.

Außer den zahlreichen Myxomyceten (Phytosarkodina), Schizomyceten (Bakterien) und Pilzen, welche nicht bloß auf Pflanzenresten, sondern auch auf Tierleichen leben, gibt es auch höhere Pflanzen, welche als Humusbewohner ihr Chlorophyll fast oder ganz verloren haben, da sie sich daran gewöhnt haben, auch die zu ihrer Ernährung nötigen Kohlenstoffverbindungen aus dem an solchen reichen Humus aufzunehmen. Dieselben sind reichlicher in tropischen Wäldern, bei uns spärlich vertreten und schwer zu kultivieren, wie *Neottia nidus avis* (L.) Rich., die Nestwurst, *Pirola*-Arten, *Monotropa hypopitys* L., der Fichtenspargel, *Coralliorrhiza innata* R. Br., die Korallenwurz. Alle diese sind auch mit endotropher Mycorrhiza versehen. Ausgesprochene Humusbewohner sind ferner die Arten von *Cardamine*, welche früher als *Dentaria* bezeichnet wurden. Saprophytisch ist ferner das noch grüne *Melampyrum pratense* L. geworden, dessen Saugorgane (Haustorien) nur in abgestorbene Pflanzenteile eindringen, während die übrigen Arten der Gattung der folgenden Gruppe angehören.

Fig. 7. Mycorrhiza der Fagaceen. — **A** eine Wurzel der Rotbuche, *Fagus silvatica* L., in einem durch Sterilisieren pilzfrei gemachten Waldhumus gewachsen, unverpilzt, mit Wurzelhaaren **h**; **c** Wurzelspitze mit Haube. — **B** eine ebensolche Wurzel, in demselben, nicht sterilisierten Humus erwachsen, mit *Mycorrhiza*, von welcher Pilzfäden und Pilzfadenstränge **p** in den Humus eindringen und wie bei **a** mit Teilchen desselben verwachsen. — **C** eine Seitenwurzel der Hainbuche, *Carpinus betulus* L. mit einem Büschel von *Mycorrhiza* in nat. Gr. — **D** Längsschnitt durch die Spitze einer Wurzel von *Carpinus*, **m** der Pilzmantel, welcher an seiner Spitze **s** aus den jüngsten Zellen besteht, darunter von **c**, bis **c** der Wurzelscheitel mit schwacher Haubenbildung, **e** die Epidermis, **r** die Wurzelrinde, **pl** Plerom. — **E** ein Stück dieses Längsschnittes, stärker vergrößert, zeigt, daß die Fäden des Pilzmantels **m** auch in die Epidermiszellen **e** und in die subepidermalen Zellen **a—b** eindringen. — Nach Frank.

Von saprophytischen Pilzen finden sich hier auch zeitweise einige Beispiele, z. B. *Psalliota campestris* (L.) Fries, der Champignon.

F V. Grüne Parasiten.

Als Parasiten werden alle diejenigen Pflanzen bezeichnet, welche mit anderen lebenden Organismen so verbunden sind, daß sie denselben Nährstoffe entziehen. Nicht wenige dieser Pflanzen sind grün und assimilieren noch selbst; sie werden daher auch Halbparasiten genannt. Sie entwickeln alle Senker oder Haustorien, welche in das Gewebe der Wirtspflanze eindringen und dabei ihr Leitungssystem (insbesondere den Wasser leitenden Teil) mit dem der Wirtspflanze in Verbindung setzen.

a. Grüne Zweigparasiten, den Stämmen und Ästen von Holzgewächsen aufsitzend. Hierher gehören die in den tropischen Gebieten in unendlicher Mannigfaltigkeit auftretenden Loranthaceen. Bei

Fig. 8. a Unterer Teil des Stammes der Mistel *Viscum album* L.; h sein Holz, i seine Hauptwurzel, ff die in der Rinde des Nährastes c wachsenden Rindenwurzeln, bei g 2 Knospen erzeugend; ee die Senker, welche durch das Cambium in das Holz b h eindringen; bei d d ist das letztere halb quer durchschnitten. — Nach Sachs.

uns kommt von dieser Familie nur die bekannte und auch hier in Kultur vorgeführte immergrüne und hartlaubige Mistel, *Viscum album* L. vor; sie wächst vorzugsweise auf Kiefern, Pappeln, Birken, Apfel- und Birnbäumen (Fig. 8). In Böhmen, Mähren, Niederösterreich und Südeuropa findet sich auch der auf Eichen wachsende *Loranthus europaeus* L.

b. Grüne Wurzelparasiten, den dünnen Seitenwurzeln anderer Pflanzen durch kleine Haustorien aufsitzend. Solche gehören namentlich den Santalaceen an, wie die auch in der deutschen Flora vertretenen *Thesium*-Arten, und den *Scrophulariaceae-Rhinanthoideae*, wie die Arten von *Rhinanthus*, *Melampyrum*, *Bartschia*, *Euphrasia*, *Odontites*, *Pedicularis*. Übrigens können mehrere dieser Pflanzen, namentlich die Arten der letztgenannten Gattungen unter Umständen auch ohne Parasitismus gedeihen. Auch gehören noch hierher Arten von *Polygala*.

F VI. Chlorophyllose und chlorophyllarme Parasiten.

Im Gegensatz zu den vorigen haben andere Parasiten ihr Chlorophyll fast oder ganz verloren. Zu einem erstaunlichen Formenreichtum haben sich die parasitischen Pilze entwickelt, von denen sich auch im botanischen Garten hier und da einige nicht gern gesehene Vertreter finden.

Von siphonogamen Embryophyten unterscheiden wir wie bei den Halbparasiten:

a. Zweigparasiten. Als einheimische leichter zu kultivierende Vertreter sind hier zu sehen Arten der Flachsseide, *Cuscuta*. — *C. europaea* L. auf *Urtica*, *C. epilinum* Weihe auf *Linum usitatissimum* L., *C. obtusifolia* H. B. Kunth var. *breviflora* Engelm. auf *Impatiens*, *C. lupuliformis* Krock. auf *Salix*, *C. racemosa* Mart. auf *Medicago* (Fig. 9).

Fig. 9. Längsschnitt durch einen Stengel von *Cuscuta epilinum* Weihe, aus dessen Leitbündel g ein Haustorium entspringt, welches in den Stengel eines *Linum* eindringt, die Epidermis E und Rinde R desselben durchbrechend und bis zum Holz H vordringend. — Nach Sachs.

b. Wurzelparasiten. Während in den Tropen als solche mehrere Balanophoraceen, Rafflesiaceen und Hydnoraceen auftreten, im Mittelmeergebiet der purpurrote *Cytinus hypocistus* L. und der eigenartige „Malteserschwamm“ *Cynomorium coccineum* L., finden sich bei uns noch Arten von *Orobanche* und *Lathraea*. Von *Orobanche* werden hier gewöhnlich einige Arten kultiviert ausgestellt, namentlich *O. ramosa* L. auf Hanf und Tabak, *O. Hederae* auf Epheu, *O. speciosa* DC. auf *Vicia faba* L.; andere Arten, auch die in der Mark wild vorkommenden, sind schwer zu kultivieren. *Lathraea squamaria* L., die fleischfarbene Schuppenwurz, welche in schattigen humusreichen Laubwäldern vermöge ihrer scheibenförmigen Haustorien den Wurzeln der Hasel, der Erle und Buche aufsitzt und sich im alten botanischen Garten erhalten hatte, konnte bis jetzt hier noch nicht herangezogen werden, desgleichen auch nicht die in West- und Südeuropa auf Weidenwurzeln wachsende *Lathraea clandestina* L., welche sich im alten botanischen Garten vollständig eingebürgert hatte.

Hin und wieder werden einzelne Arten, über welche die Etiketten Auskunft geben, in dieser Gruppe zu sehen sein, so z. B. das auf den Blättern des Ahorn große schwarze Flecke erzeugende *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr.

G. Schattenpflanzen.

Es ist jedermann, der bei seinen Spaziergängen durch Wald und Flur auch nur etwas die Pflanzenwelt beobachtet hat, bekannt, daß nicht wenige Pflanzen vorzugsweise oder nur an schattigen Plätzen gedeihen. Diese Schattenpflanzen unserer nordischen Wälder, insbesondere der Laubwälder, der Fichten- und Tannenwälder sind zum großen Teil verbreitet im ganzen nördlichen und mittleren Europa und Asien, manche von ihnen auch in Nordamerika. Bekanntlich haben die jetzt sehr eingeschränkten Waldgebiete früher eine große Ausdehnung gehabt, und so konnten die Waldpflanzen sich ehemals leicht weiter verbreiten, als gegenwärtig. Die Schattenpflanzen erfreuen sich meist größerer Bodenfeuchtigkeit und stehen unter dem Einfluß des diffusen Lichtes; die Transpiration ist bei ihnen nicht so stark, wie bei den Lichtpflanzen. Besonders instruktiv sind solche Arten, welche sowohl an sonnigen, wie an schattigen Standorten vorkommen; bei ihnen zeigt sich sofort der Einfluß der Vegetationsbedingungen; so entwickeln sich am sonnigen Standort die Blätter zu geringerer Größe, werden aber dicker, weil sie ein stärkeres, bisweilen um 1—2 Zellschichten mächtigeres Palissadenparenchym entwickeln, auch sind ihre Interzellularräume enger, als bei der Schattenform derselben Art. Ferner werden bei derselben Art im Licht die Internodien kürzer, als im Schatten, auch werden häufig

weniger Blätter entwickelt, dagegen eine größere Zahl von Blüten, die auch rascher ihre Samen reifen, als im Schatten. Alle diese Veränderungen können wir als ökologische Regulationen zusammenfassen, die sicher auch bei der Entstehung der Arten eine Rolle gespielt haben. Jeder Gartenbesitzer wird diese Einflüsse von Licht und Schatten auf die Entwicklung vieler Arten leicht wahrgenommen haben. Auch ist es unschwer, sich davon zu überzeugen, daß einzelne Schattenpflanzen Entziehung des Schattens nicht ertragen können und dabei zugrunde gehen. Daher sieht man stets nach dem Abholzen eines Waldes einen großen Teil der ursprünglichen Waldpflanzen verschwinden und an ihrer Stelle merkwürdig rasch eine Anzahl Lichtpflanzen, meist wenige Arten in großer Individuenzahl auftreten. Solche Pflanzen sieht man in der, wie ich glaube, mir recht gelungenen Nachbildung der Holzschlagflora in dem für die Sudeten bestimmten Teil der pflanzengeographischen Abteilung.

Wiesner hat Pflanzen mit aphotometrischem Laub und solche mit photometrischem Laub unterschieden. Die ersteren zeigen keine feste Beziehung zum Lichteinfall, so die Kiefern, für welche es gleichgültig ist, von welcher Seite das Licht einfällt; die anderen dagegen treiben Lichtökonomie. Entweder sind sie euphotometrisch und stellen ihre Blätter so, daß sie genau senkrecht auf das stärkste diffuse Licht des ihm zugewiesenen Lichtareals zu liegen kommen — oder sie sind panphotometrisch, indem sie eine Stellung erlangen, welche einen Teil des direkten Sonnenlichtes abwehrt. An Holzgewächsen mit dichter Belaubung sind die peripheren Blätter panphotometrisch, die inneren euphotometrisch.

Auf eine Aufzählung der Schattenpflanzen soll hier verzichtet werden. Den Besuchern dieser Gruppe werden aber die zahlreichen Farne auffallen, welche zum größten Teil Schattenpflanzen sind und hier vortrefflich gedeihen. Es sind hier 2 wertvolle Sammlungen vertreten, welche dem Botanischen Garten als Geschenk überwiesen worden waren.

1. Sammlung des am 15. Januar 1900 zu Berlin verschiedenen Geheimen Oberbergrat Dr. Hauchecorne, überwiesen von seinen Söhnen, Herrn Kammergerichtsrat Hauchecorne und Herr Dr. med. Hauchecorne. Diese Sammlung enthielt fast alle deutschen Farne und viele andere Schattenpflanzen.

2. Sammlung des in Trier verschiedenen Herrn Apotheker Bochkoltz, überwiesen von Herrn Dr. med. Hauchecorne. Dieselbe ist auf dem gegen die Schauhäuser zu gelegenen Abschnitt der Abteilung ausgepflanzt und besonders reich an Varietäten; sie ist geordnet nach der Übersicht in Englers Syllabus.

H. Sproßverbände und verschiedenartige Entwicklung der Stengel, namentlich bei Schling- und Kletterpflanzen.

H I. Sproßverbände.

Die Tracht oder der Habitus der Pflanzen wird außer durch die Blattstellung und Blattform auch wesentlich bestimmt durch die Entwicklung der einzelnen Sprosse und durch ihr Verhalten zueinander.

a. Sproßfolge. — Nur wenige Pflanzen entwickeln das Ende der primären Achse zur Blüte, bei den meisten werden erst die Achsen zweiten, dritten, vierten, x-ten Grades zu Blüten. — Beispiele: einachsige: *Papaver somniferum* L., zweiachsige: *Capsella bursa pastoris* L., dreiachsige: *Veronica chamaedrys* L.

b. Zwiebel- und Knollengewächse, als Beispiele von Pflanzen, bei denen der Sproß längere Zeit nur als Kurztrieb existiert, bevor er selbst zum Langtrieb wird oder solche entwickelt, bei denen sich ferner Blätter oder Achse stark verdicken. — Beispiele: *Tulipa*, *Allium fistulosum* L., *Saxifraga granulata* L., *Stachys affinis* Bge. (= *St. tuberosa* Naud.), *Helianthus tuberosus* L. — Mit oberirdischer Verdickung des Stengels: *Brassica oleracea* L. var. *gongylodes* L. (Kohlrabi).

c. Pflanzen mit (oberirdischen) Lang- und Kurztrieben. — An einzelnen Sprossen strecken sich die Internodien, an anderen bleiben sie kurz. — Beispiele: *Larix decidua* Mill. (Lärche), *Taxodium distichum* L., *Pirus malus* L.

d. Ver- und Anwachsungen. Seitensprosse wachsen gleich bei ihrer Entstehung zusammen mit dem benachbarten Achsenteil oder mit dem Stiel ihres Tragblattes empor. — Beispiele: *Symphytum*, *Solanum*, *Atropa belladonna* L., *Datura stramonium* L. Vergl. auch *Sparanium simplex* Huds. bei den Wasserpflanzen.

e. Pflanzen mit oberirdischen Bulbillen oder Knöllchen. — *Allium sativum* L. var. *ophioscorodon* (Don), *Allium vineale* L., *Lilium bulbiferum* L. und *L. candidum* L., *Polygonum viviparum* L., *Ranunculus ficaria* L., *Cardamine bulbifera* (L.) Crantz (= *Dentaria bulbifera* L.), *Saxifraga bulbifera* L. und *S. cernua* L. Die drei letztgenannten Arten sind hier nicht immer vertreten.

f. Rasenbildende Pflanzen. Arten, deren Sprosse am Grunde verkürzte Internodien besitzen und in den Achseln ihrer Blätter wiederum gleiche Sprosse entwickeln. — Beispiele sehr zahlreich unter den Gräsern und den Pflanzen trockener, insbesondere steiniger Standorte und der Hochgebirge. — *Equisetum variegatum* Schleich., *Avena planiculmis* Schrad., *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv., *Festuca ovina*

L. var. *duriuscula* (L.), *Sesleria argentea* Savi, *S. coerulea* (L.) Ard., *Stipa pennata* L., *Dianthus arenarius* L. und *D. plumarius* L., *Silene pungens* Boiss., *Arabis albida* Steven, *Saxifraga trifurcata* Schrad.

g. Pflanzen mit unterirdisch kriechenden Achsen (Rhizomen). — Beispiele: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Struthiopteris germanica* Willd., *Agropyrum (Triticum) repens* (L.) P. Beauv., *Elymus arenarius* L., *Carex arenaria* L., *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. und *P. sacchalinense* Maxim., *Aesculus parviflora* Walt. (= *Ae. macrostachya* Michx.), *Cornus stolonifera* Michx. Viele dieser Pflanzen können vermöge ihres starken unterirdischen Wachstums in Anlagen recht unangenehm werden, weil sie sich unter der Erde fast unbegrenzt verzweigen, so lange sie Nahrung finden; es würden viele ungehindert sich zu ebenso mächtigen Sproßverbänden entwickeln, wie sie das Geäst eines großen Baumes darstellt.

h. Pflanzen mit Ausläufern. Die Ausläufer sind grundständige Sprosse, welche erst sehr lange Internodien und dann am Ende des Sprosses dicht stehende Blätter, hierauf unterhalb derselben Adventivwurzeln entwickeln, vermöge dessen das Sproßende einwurzelt; infolgedessen wird es selbständig ernährt und wächst allmählich nach Absterben des dasselbe mit dem Muttersproß verbindenden Stengeltheiles zu einem selbständigen Individuum heran. Solche Pflanzen, welche so recht das Verhalten der Mitglieder einer Familie oder das Verhältnis von Kolonien zum Mutterlande versinnbildlichen, tragen viel zur Besiedelung eines offenen Landes bei, weil die Tochtersprosse weniger als bei den rasenbildenden Pflanzen durch den Mutterspross in der Entwicklung behindert sind. — Beispiele: *Fragaria vesca* L. u a., *Potentilla procumbens* Sibth., *Acaena ovalifolia* Ruiz et Pav., *Saxifraga flagellaris* Willd., *Hieracium aurantiacum* L., *H. flagellare* Willd., *H. pilosella* L., *H. praealtum* Vill. Es gibt auch unterirdische Ausläufer, welche sich wie die Rhizome verhalten, aber am Ende dünner Achsen dann mehr oder weniger starke Verdickungen zeigen, wie *Circaea alpina* L. und *Thladiantha dubia* Bunge. Auch betrachte man mit Rücksicht hierauf die schwimmenden Wasserpflanzen in Abteilung E.

i. Pflanzen mit an der Spitze wurzelnden Zweigen. — Die an der Spitze Laubsprosse tragenden Zweige neigen sich zum Boden nieder und wurzeln daselbst. — Beispiele: *Scirpus radicans* Schk., *Ribes alpinum* L., *Rubus plicatus* Weihe et Nees, *R. silvaticus* Weihe et Nees.

k. Pflanzen mit sprossenden Wurzeln. — Die Wurzeln tragen niemals Blätter; aber es können an ihnen Adventivknospen entstehen, welche sich zu selbständigen Sprossen entwickeln. Dies geschieht besonders stark, wenn der Hauptsproß abgeschnitten wird. — Beispiele *Rumex acetosella* L., *Reseda lutea* L., *Pterocarya fraxinifolia*

(Lam.) K. Koch. — Die Zahl solcher Pflanzen ist ziemlich groß; aber man hat sie ebenso wie diejenigen der Gruppe **g** nicht gern in Anlagen, in welchen den einzelnen Pflanzen bestimmte Plätze zugewiesen sind; wir nennen noch: *Populus tremula* L., *Machura aurantiaca* Nutt., *Liriodendron*, *Berberis vulgaris* L., *Rubus idaeus* L., *Rosa*, *Mespilus oxyacantha* Gaertn., *Syringa vulgaris* L., *Lycium halimifolium* Mill., von Stauden: *Lepidium latifolium* L., *Sophora alopecuroides* L., *Euphorbia cyparissias* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Sambucus ebulus* L., *Asclepias Cornuti* Decne.

l. Pflanzen mit (oberirdischen) abgliedernden wurzelnden Teilen. — Wie die Pflanzen der Gruppe **e** verhalten sich auch einige, deren Knüspchen zwar nicht zu Bulbillen oder Knöllchen werden, aber doch genügend Wasser und Nährstoffe enthalten, um nach der Abgliederung von der Mutterpflanze sich so lange erhalten zu können, bis sie Wurzeln gebildet haben. — Beispiele: *Lycopodium selago* L., *Saxifraga stellaris* L., *Sedum dasyphyllum* L., *S. villosum* L., *Sempervivum soboliferum* Sims, *Senecio Kleinia* Schulz Bip. (= *Kleinia neriifolia* Haw.), *S. articulatus* (Haw.) Schulz Bip. (*Kleinia artic.* Haw.).

m. Pflanzen mit Adventivsprossen. — Pflanzen, welche reichlich Nährstoffe besitzen, entwickeln an Stellen, an welchen für gewöhnlich keine Knospen entstehen, solche, die dann zu Laubsprossen auswachsen, Wurzeln entwickeln und an den Boden gelangt, zu einer kräftigen Pflanze werden. So sehen wir bei manchen Gräsern die Ährchen in Laubsprosse auswachsen, z. B. bei *Poa bulbosa* L. var. *vivipara* L. und *Poa alpina* L. Ferner entstehen Adventivsprosse auf den Blättern von *Asplenium bulbiferum* Forst., *Polystichum aculeatum* (L.) Roth, *Scolopendrium rhizophyllum* (L.) Hook., *Woodwardia radicans* (L.) Sm. und zahlreichen anderen Farnen (siehe im Farnhaus), auch bei der Saxifragacee *Tolmiea Menziesii* (Hook.) Torr. et Gray, bei *Cardamine pratensis* L. var. *dentata* (Schult.) Neilr., bei *Bryophyllum calycinum* Salisb. und anderen tropischen Pflanzen, namentlich Waldpflanzen. — Ungemein verbreitet und eine Fülle interessanter Erscheinungen darbietend ist die Bildung von Adventivknospen bei den niederen Pflanzen, bei Süßwasser- und Meeresalgen, bei den Flechtenpilzen, Leber- und Laubmoosen. Da dieselben sehr leicht sind, so werden sie nicht bloß durch das Wasser, sondern zum großen Teil auch durch Luftströmungen verbreitet.

Kehren wir nun zu Gruppe **b** dieser Abteilung zurück und gehen zwischen der Wasserpflanzenanlage und dem Zaun des botanischen Museums entlang, so finden wir Beispiele für die verschiedenartige Ausbildung derjenigen Pflanzen, deren Stengel zu ihrer weiteren Entwicklung Stützen bedürfen.

H II. Schling- und Kletterpflanzen, Epiphyten.

a. Windende Pflanzen. — Über die Erscheinung des Windens vergl. unter N IIa.

1. Rechts und links windend. — *Blumenbachia Eichleri* Urb. *Cajophora lateritia* Benth. (Loasaceen).

2. Rechts windend (in der Richtung des Uhrzeigers). — *Phaseolus multiflorus* Lam., *Calystegia sepium* L. und *C. americana* Aschers., Grb. et Bey. (*C. dahurica* Hort.), *Solanum dulcamara* L., *Lonicera periclymenum* L.

3. Links windend. — *Humulus japonicus* Sieb. et Zucc.

b. Spreitzklimmer. — Pflanzen, welche in Gebüschten wachsen und mehr oder weniger abstehende Äste besitzen, die sie zwischen die Zweige der Büsche hineinschieben, bekommen dadurch Stützen und können, obgleich sie nur dünne lange, nicht sehr tragfähige Stengelglieder ohne Haken entwickeln, in die Höhe, dem Licht zu, wachsen. — Beispiele: *Cucubalus baccifer* L., *Geranium palustre* L., *G. nodosum* L., *Veronica scutellata* L., *Jasminum*, *Lycium halimifolium* Mill. Zahlreiche Arten in den Buschgehölzen der Tropen.

c. Hakenkletterer. — Pflanzen, welche sich ähnlich wie die vorigen verhalten, aber dazu noch viel mehr dadurch befähigt werden, daß sie mehr oder weniger gekrümmte Stacheln entwickeln, vermöge deren sie sich hier und da anhängen. — Beispiele: *Humulus japonicus* L., *Rosa*, *Rubus*, *Galium aparine* L.; im Mittelmeergebiet und Afrika viele *Asparagus*, bei denen am Grunde der schuppigen Blätter sich ein gekrümmter Sporn als Dornbildung entwickelt, in den Tropen auch manche *Caesalpinia*, namentlich auch die Rotangpalmen (*Calamus*, *Plectocomia*) und andere, bei denen die Endfiedern der Blätter zu rückwärts gewendeten Dornen sich umbilden.

d. Rankenpflanzen sind solche, bei denen entweder Sprosse (meist Blütenstände) oder Blätter sich zu Haftorganen umbilden, welche bei Berührung mit einer Stütze sich um dieselbe krümmen und um dieselbe herumwachsen. (Vergl. unter N II d.) Je nachdem die Ranken umgebildete Sprosse oder Blätter sind, werden die Pflanzen als Stengelranker oder Blattranker bezeichnet.

1. Stengelranker. Die Ranken zeigen meist noch kleine schuppenförmige Blätter am Grunde ihrer Zweige, bisweilen auch Blüten. — Beispiele: *Vitis vinifera* L., *V. labrusca* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Passiflora*.

2. Blattranker. Diese sind zahlreicher als die ersteren und sehr verschieden: *a.* mit am Grunde rankenden Blattstielen oder Blattstielchen: *Clematis vitalba* L. und *C. viorna* L., *Tropaeolum majus* L. und

T. aduncum Sm. — β . mit rankenden Nebenblättern: *Cucumis sativus* L., *Cucurbita pepo* L., *Cyclanthera pedata* Schrad. (in der Regel ist nur eines dieser Nebenblätter ausgebildet). — γ . mit rankender Spitze des ungeteilten Blattes: *Gloriosa* (im Gewächshaus). — δ . mit zu Ranken umgebildeten Blattfiedern: *Lathyrus grandiflorus* Sibth., *L. latifolius* L., *L. rotundifolius* Willd.

e. Mit Haftscheiben kletternd. — Bei einigen Pflanzen entstehen am Ende der sonst zu Ranken werdenden Zweigchen Haftscheiben. (Vergl. unter N II d.) — Beispiele: *Parthenocissus Engelmannii* (Wats.) Koehne et Grbn., *P. radicansissima* (Koehne) Koehne et Grbn. und *P. Graebneri* Bolle.

f. Mit Haftwurzeln kletternd. — Der an eine Stütze sich anlegende Stengel entsendet reihenweise Haftwurzeln. — Beispiele: *Hedera helix* L., *Hoya carnosa* (L.) R. Br. *Rhus toxicodendron* L., *Campsis (Tecoma) radicans* (L.) Seem. Zahlreiche derartige Pflanzen in den Tropen als Epiphyten, so namentlich Araceen mit horizontalen an die Stütze sich anlegenden Wurzeln, *Ficus* u. a., von denen sich Beispiele in den Schauhäusern finden.

g. Epiphyten. — Außer den mit Haftwurzeln kletternden Epiphyten gibt es auch andere, welche Baumstämmen und Ästen aufsitzen und nur an beschränkter Stelle wurzeln. Bei uns finden sich außer zahlreichen Moosen nur wenig solche Pflanzen in Wäldern, z. B. *Polypodium vulgare* L. Ungemein zahlreich sind in den Tropen epiphytische Farne, Lycopodiaceen, Bromeliaceen, Orchidaceen usw., von denen zahlreiche Beispiele in den Schauhäusern zu sehen sind.

Biologisch-morphologische Abteilung II.

Verlassen wir die erste biologisch-morphologische Abteilung, in welcher wir die verschiedenartige Ausbildung und Anpassung der Vegetationsorgane studieren konnten, und gehen an der großen Schauhausgruppe vorbei bis zum großen „Winterhaus“, so stoßen wir am Abfall der Terrasse vor demselben auf eine andere biologisch-morphologische Abteilung, in welcher wir bis zu dem Kolonialpflanzenhaus hin und bis zum Wirtschaftshof zunächst eine große Anzahl Pflanzenformen treffen, welche die außerordentliche Veränderlichkeit oder Variationsfähigkeit vieler Pflanzenarten zeigen. Hierbei ist zu beachten, wie oft eine und dieselbe Art nach verschiedenen Richtungen hin variiert und ferner, daß alle diese Variationen ohne äußere Ursache entstehen.

J. Veränderlichkeit der Laubsprosse und Blätter.

JI. Abweichende Wuchsverhältnisse.

Vorzugsweise solche von Gehölzen, nicht samenbeständig.

a. Pyramidaler Wuchs. Formen mit aufrechten Ästen anstatt der normal abstehenden, „Varietates pyramidales“ oder „fastigiatae“. — Beispiele: *Juniperus communis* L. var. *hibernica* Gord., *Populus alba* L. var. *croatica* (Wesm.), *P. nigra* L. var. *italica* (Moench), *Betula verrucosa* Ehrh. var. *fastigiata* Hort., *Carpinus betulus* L. var. *pyramidalis* Hort. und var. *columnaris* Späth, *Quercus pedunculata* Ehrh. var. *fastigiata* (Lam.) DC., *Ulmus campestris* L. var. *monumentalis* Hort., *Ulmus scabra* L. var. *pyramidalis* K. Koch.

b. Zwergformen. — Beispiele: *Abies balsamea* Mill. var. *hudsonica* Sarg. et Engelm., *Picea excelsa* Lk. var. *pumila* Hort., *P. orientalis* Carr. var. *pygmaea* Th. Ohlend. und var. *nana* Hort., *Pinus strobus* L. var. *pumila* Hort., *Chamaecyparis pisifera* Sieb. et Zucc. var. *nana* Hort., *Acer negundo* L. var. *nana* Dieck.

c. Niederliegende Formen: *Juniperus sabina* L. var. *prostrata* Loud., *Jun. recurva* Hamilton var. *squamata* Parl.

d. Hängeformen. — Beispiele: *Salix caprea* L. var. *pendula*, *Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth.) var. *elegans* Hort., *Fagus sylvatica* L. var. *pendula* Hort., *Quercus pedunculata* Ehrh. var. *pendula* Loud., *Ulmus montana* With. var. *pendula* Hort., *Prunus avium* L. var. *pendula* Hort., *P. fruticosa* Pall. var. *pendula* Hort., *Pirus aucuparia* (L.) Gaertn. var. *pendula* Hort., *Caragana arborescens* Lam. var. *pendula* Hort., *Sophora japonica* L. var. *pendula* Hort., *Fraxinus excelsior* L. var. *pendula* Desf.

e. Kugelbäume. Formen mit kugeliger Krone: *Populus alba* L. var. *globosa* Späth, *Ulmus campestris* L. var. *umbraculifera* DC., *Robinia pseudacacia* L. var. *umbraculifera* Hort., *Aesculus hippocastanum* L. var. *umbraculifera* Hort., *Fraxinus excelsior* L. var. *globosa* Deegen.

f. Jugendformen. Formen mit ausschließlicher oder fast ausschließlicher Entwicklung der Jugendblätter bei mehrjährigem Wachstum. — Beispiele namentlich bei *Pinaceae-Cupressineae*: *Thuja occidentalis* L. forma *Ellwangeriana* Hort., *Thuja orientalis* L. forma *decussata* Beissner, *Chamaecyparis sphaeroidea* Spach forma *andelyensis* Carr., *Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. forma *Keteleeri* Standish, *Cham. pisifera* Sieb. et Zucc. forma *squarrosa* Beissner und forma *plumosa* Beissner, *Juniperus sabina* L. forma *tamariscifolia* Aiton, *Jun. virginiana* L. forma *Bedfordiana* Knight und *tripartita* Hort.

g. Monstrositäten.

1. Fasciationen. Abnorme Verbreiterung des Stengels: *Celosia cristata* L., *Alnus incana* (L.) DC. forma *monstrosa* Spaeth, *Salix* und *Cytisus* (*Sarothamnus*) *scoparius* (L.) Link.

2. Drehungen. *Dipsacus silvestris* Mill. forma *tortus* Magn.

J II. Blattform-Variationen.

Diese sind bei vielen Holzgewächsen von einer erstaunlichen Mannigfaltigkeit und oft an einem ganzen Baum oder Strauch konstant, während anderseits nicht selten plötzlich einzelne Zweige mit normalen Blättern auftreten. Zu beachten ist, daß gewisse Formvariationen bei Arten der verschiedensten Familien wiederkehren. Über die Ursachen dieser Bildungen sind wir noch gar nicht unterrichtet, nur das wissen wir, daß bei Massenkulturen aus Samen gezogener Pflanzen gewisse Varietäten immer wieder auftreten. Anstatt der Aufzählung aller ausgepflanzten Formen seien hier nur die Typen der Variation angeführt:

Varietates latifoliae, mit breiterer Blattfläche, als gewöhnlich.

Varietates longifoliae, mit längerer Blattfläche, als gewöhnlich.

Varietates angustifoliae oder lineares, mit ungewöhnlich schmaler Blattfläche.

Varietates bullatae, mit mehr oder weniger starker Wölbung der Blattfläche nach oben.

Varietates cucullatae oder cochleatae, mit mehr oder weniger starker Wölbung der Blattfläche nach unten, mit kapuzenförmiger oder löffelförmiger Ausbildung des Blattes.

Varietates undulatae, mit welligem Blattrand.

Varietates crispae, mit krausem Blattrand.

Varietates serratifoliae, mit gesägtem Blattrand.

Varietates cristatae oder pectinatae, mit kammförmig gezacktem Rand.

Varietates laciniatae, dissectae, apiifoliae, asplenifoliae, filicifoliae, mit zerschlitzter Blattfläche.

Varietates quercifoliae, mit gelappten Blättern.

Varietates palmatifidae, mit handspaltigen Blättern.

Varietates pinnatifidae, mit fiederspaltiger Blattfläche.

Varietates monophyllae oder simplicifoliae, mit einfacher Blattfläche anstatt der normal gedreiten oder gefiederten.

Varietates heterophyllae, mit verschieden gestalteten Blättern an demselben Stock.

J III. Abweichende Blattfärbungen.

Solche treten oft bei einer und derselben Art in unendlicher Mannigfaltigkeit auf und beruhen darauf, daß an bestimmten Stellen die Zellen

kein oder wenig Chlorophyll enthalten, oder reichlich mit Erythrophyll (Anthocyan) erfüllt sind. Die Färbung und die Verteilung der Färbung auf der Blattoberfläche ist an Ablegern oft merkwürdig konstant.

Auch hier führen wir nur die Haupttypen an*):

Varietates albae, pallidae, argenteae, mit mehr oder weniger weißen Blättern, welche äußerst wenig Chlorophyll enthalten.

Varietates flavescens, lutescentes, aureae, chrysophyllae, mit wenig Chlorophyll enthaltenden, mehr oder weniger gelb erscheinenden Blättern.

Varietates rubescentes, rubrae, purpureae, atropurpureae, mit Blättern, deren Zellsaft mehr oder weniger Erythrophyll gelöst enthält.

Varietates bicolores, maculatae, variegatae, pictae, mit Blättern, deren Fläche an verschiedenen Stellen sich ungleich verhält, weiß, gelb oder rot gestreift oder gefleckt erscheint; sie werden auch als panachiert bezeichnet. Vielfach kann man sehen, wie die Farbverteilung mit dem Verlauf der Leitbündel zusammenhängt.

Dadurch, daß die Farbvariationen kombiniert mit den Gestaltvariationen auftreten, entstehen noch besonders auffallende Formen.

K. Veränderlichkeit der Blüten und Früchte.

In den Blüten treten mannigfache Variationen auf, welche seit langer Zeit von Botanikern beachtet wurden und für die Entwicklungslehre von Bedeutung sind. Zwar fehlen solche Variationen nicht bei den wildwachsenden Pflanzen; aber sie stellen sich besonders gern ein in der Kultur, weil bei derselben durch die abweichende, namentlich sehr reichliche Ernährung im Stoffwechsel der Pflanze Störungen eintreten, die auch zu abweichender Ausbildung der Blütenteile führen. Wir gruppieren die einschlägigen Erscheinungen folgendermaßen:

K I. Veränderungen der typischen Blütenformationen.

a. Durchwachsungen. (Prolifikation, Diaphysis.) Die Blütenachse wächst über die Karpelle hinaus und erzeugt oberhalb der ersten Blüte eine neue, mehr oder weniger von der normalen abweichende, manchmal auch einen Laubsproß. — Beispiele: *Rosa*. Normal ist dies bei den weiblichen *Cycas*.

*) Eine ebensoweit gehende Variation des Wuchses, der Blattgestalt und der Blattfärbung, wie hier die Holzgewächse zeigen, ist auch bei manchen krautigen Gewächsen wahrzunehmen, insbesondere bei dem seit langen Zeiten kultivierten Kohl, *Brassica oleracea* L. Diese und andere findet man in der Abteilung der Nutzpflanzen der gemäßigten Zone.

b. Vergrünungen. Die Teile der Blüte verlauben, d. h. es unterbleibt die sonst eintretende Ausbildung der Blütenfarbstoffe und der Sexualzellen. Hiermit kann auch eine Vermehrung der typisch in der Blüte vorhandenen Phyllome (Blattgebilde) verbunden sein. — Beispiele: *Rosa bengalensis* var. *viridiflora* Hort., *Plantago major* L. var. *viridiflora*, *Dahlia variabilis* Desf. var. *viridiflora*, *Trifolium repens* L. var.

c. Phyllodie des Kelches. Laubige Ausbildung der Kelchblätter. — Beispiele: *Geum rivale* L., *Rosa*, *Primula*.

d. Blüten mit doppelter Krone. Zwischen der normalen Korolle und dem Staubblattkreis wird eine zweite Korolle ausgebildet (Pleotaxie). — Beispiele: *Campanula persicifolia* L. var. *semiterna* Hort., *Platycodon grandiflorus* A. DC., *Mimulus luteus* L. var. *duplex* Hort., *Primula officinalis* (L.) Jacq. var. *duplex* Hort., *Aquilegia vulgaris* L. var. *duplex* Hort.

e. Gefüllte Blüten. Solcher kann man zwei Typen unterscheiden.

1. **Luxuriation.** (Pleotaxie.) Die Zahl der Blütenteile wird gesteigert und diese werden zugleich petaloid. Hierbei können auch in den Achseln der Blumenblätter Sprosse mit petaloiden Blättern entstehen (Ekblastesis). — Beispiele: *Tulipa*, *Hyacinthus*, *Narcissus*, *Lilium candidum* L. u. a., *Polygonatum officinale* All., *Hemerocallis fulva* L., *Saponaria officinalis* L., *Viscaria viscosa* (Gil.) Aschers., *Dianthus caryophyllus* L., *Aquilegia*, *Delphinium elatum* L., *Chelidonium majus* L., *Hesperis matronalis* L., *Cardamine pratensis* L., *Viola odorata* L., *Syringa vulgaris* L., *Primula acaulis* (L.) Jacq., *Campanula medium* L., *C. persicifolia* L.

2. **Petaloidie der Staubblätter und Fruchtblätter.** — Beispiele: *Clematis*, *Ranunculus*, *Caltha*, *Anemone*, *Paeonia*, *Papaver*, *Deutzia*, *Philadelphus*, *Kerria*, *Spiraea*, *Pirus*, *Mespilus*, *Potentilla*, *Geum*, *Filipendula*, *Prunus*, *Rosa*, *Fuchsia*.

f. Petaloidie des Kelches. Durch petaloide Ausbildung des Kelches entsteht eine Doppelkrone. — Beispiel: *Campanula medium* L. var. *calycanthema* Hort.

Staminodie der Blumenblätter. Die Blumenblätter werden in Staubblätter umgewandelt. Beispiel: *Saxifraga granulata* L.

g. Apetalie. Die normal vorhandenen Blumenblätter sind abortiert. — Beispiele: *Capsella bursa pastoris* L. var. *apetala* Opiz, *Stellaria media* (L.) Cir. subsp. *pallida* (Dumort.) Piré (= *St. apetala* Opiz), *Stellaria holostea* L. var. *apetala* Rostr., *Salvia pratensis* L. var. *apetala* Pax.

h. Pistillodie der Staubblätter. Umwandlung der dem normalen Gynoeceum zunächst stehenden Staubblätter in Karpelle. — Beispiele: *Sempervivum*, *Papaver somniferum* L.

K II. Veränderlichkeit der Blütenform und der Gestalt der Blumenblätter.

a. Kleinblütige Varietäten. Die Blüten bleiben in der Größe zurück. — *Digitalis lutea* L. var. *micrantha* (Roth), *Geum rivale* L. var. *brachypetalum* Ser., *Salvia pratensis* L. var. *parviflora* Hort., *Convolvulus arvensis* L. var. *parviflorus* Lange, *Epilobium hirsutum* L. var. *micranthum* Lange.

b. Rückschläge. Die Blumenblätter entwickeln sich abweichend von der gewöhnlichen Form, indem sie in einen ursprünglichen Typus zurückschlagen. — Beispiele: *Aquilegia vulgaris* L., *Anthemis tinctoria* L. var. *discoidea* und andere Compositen, bei denen an Stelle der randständigen Zungenblüten ebenfalls Röhrenblüten auftreten.

c. Progressionen und Neubildungen. Die Ausbildung der Blumenblätter und Blumenkronen wird abweichend von dem gewöhnlichen und ursprünglichen Verhalten komplizierter.

1. Vergrößerung, Spaltung und weitergehende Teilung der Blumenblätter. — Beispiele: *Dianthus*, *Papaver*, *Petunia*.

2. Vergrößerung und abweichende Gestaltung ganzer Blumenkronen. — Beispiele: *Chrysanthemum indicum* L. und *Chr. sinense* Sabine, *Dahlia variabilis* L.

Hieran schließt sich:

3. Umwandlung heteranthischer Blütenstände in homoi-anthische. Die unter normalen Verhältnissen verschiedenartigen Blüten einer Gemeinschaft werden gleichartig ausgebildet, so namentlich bei Compositen, deren Röhrenblüten auch zu Zungenblüten werden und beim Schneeball, dessen mittlere fruchtbare Blüten auch steril werden, wie die randständigen. Bisweilen werden die hierher gehörigen Compositen-Blüten fälschlich als „gefüllte“ bezeichnet. — Beispiele: *Bellis perennis* L., *Chrysanthemum* (*Pyrethrum*) *roseum* (M. B.) Adam, *Coreopsis tinctoria* Nutt. (*Calliopsis bicolor* Rehb.), *Helianthus annuus* L., *Dahlia variabilis* L., *Hydrangea Hortensia* L., *Viburnum opulus* L.

4. Pelorien. Blüten, welche normal zygomorph ausgebildet sind, werden aktinomorph oder zeigen wenigstens eine Neigung zu letzterer Gestaltung. Es sind dies aber nicht einfache Rückschläge. — Beispiele: *Lamium maculatum* L., *Leonurus cardiaca* L., *Micromeria rupestris* Benth., *Nepeta Mussini* Spreng. mit endständiger aktinomorpher Blüte, *Linaria vulgaris* L. mit 5–3 Spornen, *Antirrhinum majus* L., *Digitalis purpurea* L. Übrigens finden wir ganz normal in Blütengemeinschaften aktinomorphe und zygomorphe Blüten.

K III. Veränderlichkeit der Blütenfarbe.

Die Beispiele für Veränderung der Blütenfarbe sind ungemein zahlreich; man wolle aber dabei unterscheiden zwischen den nur in botanischen Gärten kultivierten Arten und den als Zierpflanzen seit längerer Zeit in Kultur befindlichen Pflanzen, bei welchen die Farbenvariation nicht bloß durch Bastardierung der Farbenvarietäten einer Art, sondern durch Bastardierung verschiedener verwandter Arten ganz erheblich gesteigert worden ist, wie namentlich bei den Stiefmütterchen oder Pensées, die aus der Vermischung verschiedener Arten der Sektion *Grammionium* (*Viola lutea* Huds., *V. altaica* Pallas, *V. calcarata* L., *V. cornuta* L., *V. stricta* Hort.) hervorgegangen sind.

Außer dieser seien noch folgende auffallende Beispiele erwähnt: *Erythronium*, *Hyacinthus*, *Tulipa*, *Gladiolus*, *Canna*, *Dianthus caryophyllus* L., *Ranunculus ficaria* L. var. *albiflora* Hort., *Papaver somniferum* L., *Geum rivale* L. var. *pallidum* (C. A. Meyer), *Lathyrus odoratus* L. var. *gandavensis* van Houtte, *Geranium pratense* L. var. *albiflorum*, *Impatiens balsamina* L., *Epilobium angustifolium* L. var. *albiflorum*, *Phlox paniculata* L., *Symphytum officinale* L. var. *pallidum*, *Lamium maculatum* L. var. *lacteum* Wallr., *Petunia*, *Campanula latifolia* L. var. *albiflora*, *Dahlia*.

K IV. Veränderlichkeit der Fruchtgestalt.

Während bei kultivierten Pflanzen, z. B. Stachelbeeren, Wein, türkischem Pfeffer (*Capsicum annuum*), Tomaten (*Solanum lycopersicum*) Kürbissen, Äpfeln, Birnen, Quitten usw. usw. die Früchte in Gestalt und Beschaffenheit des Perikarps eine ganz erstaunliche Veränderlichkeit zeigen, ist eine solche bei wildwachsenden Pflanzen nur selten wahrzunehmen, am meisten noch bei Cruciferen, z. B. bei den Gattungen *Nasturtium* und *Draba*. Die auffallendste Veränderung aber zeigt *Capsella bursa pastoris* L. var. *Hegeri* (Solms), welche erst seit einigen Jahren bekannt und bis jetzt samenbeständig ist.

Die oben erwähnten Kulturpflanzen besche man in der Abteilung für Nutzpflanzen der gemäßigten Zone und in der Abteilung für Kolonialpflanzen.

L. Die Bestäubungseinrichtungen der siphonogamen Embryophyten oder der „Blütenpflanzen“, die Beziehungen derselben zu den Insekten, die Geschlechterverteilung und die Schutzmittel der Blüten.

Da wissenschaftlich mit Blüte jeder Komplex von Fortpflanzungsorganen an einem Sproß bezeichnet wird, da man auch von Moosblüten

spricht und die Komplexe von Sporen tragenden Blättern eines Schachtelhalmes oder eines Bärlapp durchaus einer Staubblatt-Blüte oder Pollenblüte eines Nadelholzes entsprechen, so ist der Begriff Blütenpflanzen ein etwas vager. Für gewöhnlich versteht man darunter die siphonogamen Embryophyten, d. h. die Pflanzen, in deren weiblichem Organ die mehrzellige Anlage einer jungen Pflanze, ein Embryo, sich ausbildet und bei denen die Befruchtung, d. h. die Übertragung der männlichen Befruchungskörper auf das weibliche Organ, mit Hilfe eines Schlauches (Sipho) vor sich geht, der aus dem Pollenkorn oder richtiger aus der Pollenzelle hervortritt, während bei den asiphonogamen Embryophyten (Moosen, Farnen, Schachtelhalmen, Bärlappen) die männlichen Befruchungskörper durch das Wasser direkt zum weiblichen Organ gelangen. Der Laie sieht gewöhnlich die bunten Blumenblätter als das wesentliche der Blüte an; die wesentlichen Teile derselben sind jedoch die Staubblätter und Fruchtblätter. Es müssen nun bei den siphonogamen Embryophyten zunächst die in den Staubblättern erzeugten Pollenzellen auf die weiblichen Organe an die Stelle gelangen, an der sie den Pollenschlauch zum Zweck der Befruchtung austreiben können und diesen der Befruchtung vorausgehenden Vorgang bezeichnet man als Bestäubung.

Die Bestäubung oder Übertragung des Pollens auf die Samenanlagen, in welchen die Befruchtung erfolgt, geschieht in verschiedener Weise, bei verhältnismäßig wenigen im Wasser untergetaucht blühenden Pflanzen durch das Wasser (hydrophile), bei vielen über der Erde blühenden durch den Wind (anemophile), bei den meisten durch Insekten (entomophile), bei einer geringeren Zahl tropischer Pflanzen durch langschnäbelige honigsaugende Vögel (ornithophile). Das Verdienst, zuerst auf diese Verhältnisse die Aufmerksamkeit hingelenkt zu haben, hat **Konrad Sprengel**, ein Botaniker, der im Jahre 1793 als Rektor der großen lutherischen Schule zu Spandau das erst 70 Jahre nach seinem Erscheinen voll gewürdigte und nunmehr in der ganzen Welt als grundlegend anerkannte Werk „Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen“ herausgab*).

Derselbe hat auch zuerst ausgesprochen, daß die Ausscheidung von Nektar an verschiedenen Teilen der Blüten, der von letzteren ausströmende Geruch und die auffallende Färbung vieler Blütenhüllen als Lockmittel auf die Insekten wirken und daß in mehreren Fällen in der Nähe der honigausscheidenden Stellen besonders auffallend gefärbte Flecken, sogenannte Saftmale sich befinden. Wenn auch später

*) Dieses hochgeschätzte Buch ist längst vergriffen; aber ein Abdruck desselben erschien 1894 in der Sammlung: Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 48—51 bei W. Engelmann in Leipzig (Preis M. 8).

gezeigt worden ist, daß die Farbe allein nicht anlockend auf die Blüten besuchenden Insekten wirkt und ganz sicher ist, daß die Entstehung der Blütenfarben und Saftmale wesentlich von chemisch-physiologischen Ursachen abhängt, so ist doch die Mitwirkung der Blütenfarben bei der Anlockung von Insekten nicht auszuschließen; auch bieten die Blumenkronen vielfach geeignete Sitzplätze für die Insekten dar.

Als besonders scharfsinnig zu bezeichnen ist aber der Nachweis **Sprengels**, daß vielfach in Zwitterblüten, also in solchen, welche Staubblätter und Stempel zugleich enthalten, dieselben nicht gleichzeitig so weit entwickelt sind, daß die Ausstäubung des Pollens und die Empfängnisfähigkeit der Narbe zusammenfallen, sondern, daß eine solche Zwitterblüte physiologisch erst männlich und nachher weiblich ist oder umgekehrt; dies Verhalten wird als Dichogamie bezeichnet. Durch die Entdeckung dieses Verhaltens war also gezeigt, daß nicht bloß bei den diklinischen Pflanzen oder den mit eingeschlechtlichen Blüten versehenen, sondern auch bei vielen zwitterblütigen die Bestäubung von einer Blüte aus auf eine andere hin erfolgt, daß also die Selbstbestäubung einer Blüte auch vielfach unmöglich ist, wo sie bei oberflächlicher Betrachtung für möglich gehalten werden könnte. Die von **Sprengel** begründeten Anschauungen wurden später erweitert durch **Darwin**, **Hildebrand**, **Delpino**, **Hermann Müller**, **Loew**, **Errera**, **Kerner**, **Kirchner**, **Knuth***) und viele andere.

Als wichtiges Gesamtergebnis dieser Untersuchungen dürfen wir nun annehmen, daß die Gebilde, welche die wesentlichen Teile der Blüte, die Staubblätter und Stempel umhüllen, zunächst zum Schutz derselben dienen, dann aber auch vielfach als Schauapparat fungieren, welcher auf Insekten anlockend wirkt, daß außerdem im Blütenbau mancherlei Gestaltungen auftreten, welche den Pollen vor Befechtung schützen und ein vorzeitiges Auskeimen desselben verhindern, daß ferner nicht wenige komplizierter gebaute Blüten in ihrer Gestaltung dem Besuch gewisser Insektenarten angepaßt sind, während andere von verschiedenen Insekten besucht werden. Beachtung verdient dann ferner, daß bis zur Kreidezeit entomophile Pflanzen nicht existierten und unter den zuerst in der Kreideperiode auftretenden Pflanzen anemophile noch sehr reichlich sind. Auch können wir in sehr vielen Sippen der Angiospermen oder der bedecktsamigen Siphonogamen noch Formen nachweisen, deren Blüten noch nicht zu Schauapparaten ausgebildete

*) In allen botanischen Handbüchern sind diese Verhältnisse besprochen; aber ganz speziell findet man sie behandelt und durch Abbildungen erläutert in **Knuths** Handbuch der Blütenbiologie, fortgesetzt von **Appel** und **Loew**, 3 Bände bei W. Engelmann in Leipzig, 1898—1904.

Blütenhüllen besitzen, während die Mehrzahl ihrer (wahrscheinlich später entwickelten) Verwandten mit solchen versehen sind.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Betrachtung der Pflanzen von diesen Gesichtspunkten aus ein höheres Interesse darbietet, welches immer mehr wächst, je mehr man sich nicht auf Einzelfälle beschränkt, sondern innerhalb größerer Formenkreise einer Sippe vergleichend vorgeht. Je nach Veranlagung und Neigung wird der eine diese Dinge mehr teleologisch ansehen und die Zweckmäßigkeit der Gestaltungen bewundern, wie es z. B. **Konrad Sprengel** tat, der andere dagegen versuchen, dieselben als etwas allmählich Gewordenes, durch Auswahl Gefestigtes oder Fixiertes zu begreifen, wie dies namentlich von **Darwin** betont wurde. Gerade die Geschichte dieses Teiles der Botanik zeigt, daß sorgfältige Beobachtung und Feststellung von Tatsachen bleibenden Wert besitzt, auch dann, wenn bei der Deutung derselben andere Anschauungen, als die früher herrschenden, in den Vordergrund treten. In unserer Anlage ist nun der Versuch gemacht, alles, was sich auf diese Verhältnisse bezieht, durch einige Beispiele zu erläutern. Man beginne mit der Betrachtung der Windblütler und besichtige nachher die Abteilung, welche die verschiedenartige Entwicklung von Schauapparaten erläutert. Dann gehe man zu den Beispielen für die verschiedenen Bestäubungseinrichtungen der insektenblütigen oder der entomophilen Pflanzen über. Hierauf gehe man links an dem Halbkreis herum, um die Beispiele für die Geschlechterverteilung kennen zu lernen, besichtige die kleine Gruppe zur Erläuterung des Schutzes gegen Insekten und wende sich dann den Bastarden zu.

L I. Windblütige (anemophile) Pflanzen.

Blüten unscheinbar, ohne Blütenhülle oder mit hochblattartiger, kein Nektar, kein Duft. Pollen reichlich, trocken, bei Erschütterungen der Blüten aus den Antheren direkt oder aus Sammelstellen durch Luftzug abgetrieben. Wir können unterscheiden

a. Astigmaticae, narbenlose. — Beispiele: alle Gymnospermen, bei denen der Pollen in eine Pollenkammer der Samenanlage eingesogen wird. Der aus Nadelholzwäldern oft massenhaft fortgewehrte und an anderen Stellen niederfallende Pollen ist der sogen. Schwefelregen.

b. Stigmaticae, mit Narben versehene. — Die Narben sind lang, fadenförmig oder verzweigt, mit größerer auffangender Oberfläche (Fangnarben). Die Antheren stehen bisweilen an dünnen, langen Filamenten, in selteneren Fällen schnellen die einwärts gebogenen Staubfäden zur Zeit der Antherenreife nach außen und gleichzeitig springen die Antheren auf, den Pollen ausschleudernd (*Urtica*, *Morus*, *Broussonetia papyrifera* L.). Die Windblütler sind teils zwittrig (die Mehrzahl der Gräser, *Cyperus*,

Scirpus, *Juncus*, *Luzula*, *Ulmus*, *Plantago*, *Litorella*, *Hippuris*), teils einhäusig (*Mais*, *Carex*, *Urtica pilulifera*, *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Fagus*, *Quercus*, *Platanus*), teils zweihäusig (einzelne *Carex*, *Cannabis*, *Urtica dioica*, *Broussonetia*, *Rumex*, *Populus* und teilweise die arktischen *Salix*, im Gegensatz zu den entomophilen *Salix* der südlicheren Länder). Bei den zahlreichen Windblütlern mit eingeschlechtlichen Blüten ist die Selbstbestäubung von vornherein ausgeschlossen; aber auch bei den zwittrigen

Fig. 10. *Avena elatior* L., eine windblütige Pflanze. 1. Geschlossene Anthere, 2. geöffnete Anthere. 3. Blütenährchen mit ausgespreizten Spelzen und herabhängenden Antheren bei ruhiger Luft. 4. Blütenährchen bei bewegter Luft, die Antheren der rechts unten befindlichen Blüte pendelnd und Pollen ausstäubend; die Antheren der Blüte links unten des Pollens beraubt; die Antheren der Blüte links oben noch geschlossen. Alles vergr. — Nach Kerner.

ist die Selbstbestäubung häufig durch Dichogamie verhindert. Schließlich sei noch erwähnt, daß auch bei einzelnen entomophilen Pflanzen, wenn die Honigausscheidung aufgehört hat, der Wind Pollen wegtreibt.

LII. Insektenblütige (entomophile) Pflanzen und ornithophile.

Zur Erläuterung der wichtigsten Verhältnisse dieser Pflanzen sind folgende Gruppen zusammengestellt.

a. Pflanzen mit Schauapparaten. Bei einer großen Zahl von Pflanzen wirkt lediglich die Blumenkrone als Schauapparat; aber bei anderen wirken in dieser Beziehung viel mehr die der Blüte vorangehenden Hochblattgebilde oder der Kelch, oder es ist eine einfache korollinisch ausgebildete Blütenhülle vorhanden, oder es treten besonders auffallende Staubblätter oder Staminodien hervor.

1. Extraflorale Schauapparate, gebildet von Hochblättern. — Beispiele: *Zantedeschia*, *Calla*, *Astrantia*, *Eryngium*, *Cornus florida* und *canadensis*, *Euphorbia*, *Salvia sclarea* und *horminum*, *Monarda didyma*, *Carlina*, *Helichrysum*, *Ammobium*.

2. Florale Schauapparate. *a)* Sterile Blütenanlagen: *Muscari comosum*. — *β)* Ganze Blütenhülle oder Perigon: *Scilla*, *Iris*, *Polygonum bistorta*. — *γ)* Kelch: *Aconitum*. — *δ)* Kelch und Blumenkrone: *Aquilegia*. — *ε)* Blumenkrone: *Paeonia*, *Linum*, *Symphytum*, *Coreopsis*, *Rudbeckia*. — *ζ)* Staubblätter: *Thalictrum*.

b. Pollenblumen. Blüten meist regelmäßig, aktinomorph, oft mit großen als Schauapparat dienenden Blumenblättern, mit viel Staubblättern, ohne Duft und ohne Nektar; aber den Insekten viel Pollen darbietend. Beispiele: *Thalictrum*, *Clematis*, *Anemone*, *Papaver*, *Rosa*, *Helianthemum*. — Besuchende Insekten mannigfach.

c. Blüten mit offen liegendem Nektar. — Beispiele: Viele *Saxifraga*, *Helleborus*, Umbelliferen, *Galium*, *Anthericum*, *Ruta*. — Besuchende Insekten mannigfach.

d. Blüten mit verborgenem Nektar. Nektar in Grübchen oder überdacht. — Beispiele: *Salix*, *Cerastium*, *Stellaria*, *Ranunculus*, *Berberis*, Cruciferen, *Potentilla*, *Pirus*, *Prunus*. — Besucher mannigfach.

e. Fliegenblumen. 1. Schwebfliegenblumen mit zierlichen und zarten Zeichnungen. — Beispiele: *Moehringia*, *Circaea*, *Veronica*. — Besucher sind langrüsselige Schwebfliegen.

2. Ekelblumen, von unangenehmem Geruch und trüber Färbung. — Beispiele: *Saxifraga geum* L., *Viola biflora* L., *Evonymus*, *Rhamnus*. — Besucher: Kotfliegen.

3. Kesselfallblumen, wie vorige, aber mit einem Kessel, welcher die Besucher für einige Zeit gefangen hält. — Beispiel: *Aristolochia clematidis* L. Auch *Arum maculatum* L., dessen Spatha mit Blütenstand sich wie eine Einzelblüte von *Aristolochia* verhält. — Besucher: Kleine Mücken (Fig. 20).

4. Klemmfallenblumen, kompliziert gebaute Blumen mit Drüsengebilden (Klemmkörpern) am Narbenkopf, welche dem Rüssel oder den

Fig. 11. *Asclepias Cornuti* Dcne. Beispiel einer Klemmfallenblume. **A** Blüte, **ca** der Kelch, **co** Blumenkrone. **B** Das Gynostegium, von einer Wespe besucht, welche an den Füßen mit Pollinien besetzt ist, die sie aus den Fächern der Antheren herausgezogen hat. **C** Androcoecium und Gynoeceum im Längsschnitt, **st** Staubblatt, **a** Corona, bestehend aus den dorsalen honigausscheidenden Anhängseln der Staubblätter, **anth** Anthere, **na** Narbenkopf, **fr** Fruchtknoten. — Nach Payer und Schumann.

Beinen der besuchenden Insekten anhaften und beim Abfliegen der letzteren vom Narbenkopf losgetrennt, zugleich samt den mit ihnen verbundenen Pollinien (zusammenhängende Pollenmassen) nach anderen Blüten hingetragen werden. — Beispiele: Asclepiadaceen. — Besucher: Kleine Fliegen bei *Vincetoxicum album* (Mill.) Aschers. (dagegen Bienen bei *Asclepias Cornuti* Dcne.) (Fig. 11).

f. Wespenblumen. Sie enthalten reichlich Nektar in bauchigen Höhlungen und sind trüb bräunlich oder weißlich. — Beispiele: *Scrophularia*, *Lonicera alpigena* L., *Cotoneaster*, *Symphoricarpos*. — Besucher: Wespen (Fig. 12).

Fig. 12. *Scrophularia nodosa* L. Beispiel einer Wespenblume. — Nach Knuth.

g. Bienenblumen. Der Nektar ist mehr oder weniger versteckt, jedoch dem Rüssel der Honigbiene erreichbar. Blütenfarbe häufig rot und violett, sehr oft zygomorph. — Beispiele: *Nigella*, *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Kört. (Fig. 13) *Ribes sanguineum* L., *Borrago*, *Symphytum officinale* L., *Phacelia tanacetifolia* Benth., *Lotus*, *Colutea*, *Origanum*, *Lamium maculatum* L., *Salvia Bertolonii* Vis. und *sylvestris* L., *Hieracium aurantiacum* L.

Fig. 13. *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Kört. Beispiel einer homogamen Bienenblume, deren Sporn in dem hier abgebildeten Fall von einer Erdhummel angebissen ist, welche durch diese Öffnung rascher zum Honig vordringt, als zwischen den Blumenblättern. — Nach Knuth.

Fig. 14. *Aconitum lycoctonum* L., Proterandrische Hummelblume mit tief geborgenem Honig. Blüte im weiblichen Zustand, längs durchgeschnitten, mit dem eigentümlichen Honigblatt (Blumenblatt), bedeckt von dem helmförmigen Blütenhüllblatt (Kelchblatt).

h. Hummelblumen. Der Nektar ist durch den Rüssel der Hummeln, welcher etwas länger als der der Bienen ist, erreichbar. — Beispiele: *Iris pseudacorus* L., *Aquilegia*, *Aconitum* (Fig. 14), *Delphinium*, *Impatiens Roylei* Walp., *Cerinthe major* L., *Stachys grandiflora* Benth. und *betonica* Benth., *Lamium orvala* L., *Digitalis purpurea* L., *Antirrhinum majus* L., *Campanula*.

1. Falterblumen. Der Nektar ist nur durch die langen und dünnen Rüssel von Schmetterlingen erreichbar.

1. Tagfalterblumen, von roter oder blauer Färbung. — Beispiele: *Lilium bulbiferum* L., *Dianthus carthusianorum* L., *Saponaria ocimoides* L., *Trifolium rubens* L., *Daphne mezereum* L., *Centranthus ruber* (L.) DC., *Viola cornuta* L.

2. Nachtfalterblumen, von blasser Färbung, Abends duftend. — Beispiele: *Narcissus poeticus* L., *Saponaria officinalis* L., *Silene nutans* L.,

Lonicera periclymenum L., auch erst am Abend sich öffnend: *Melandryum noctiflorum* (L.) Fries, *Mirabilis longiflora* L., *Nicotiana longiflora* Cav.

Fig. 15. *Lilium bulbiferum* L. Beispiel einer Tagfalterblume. A Blüte nach Entfernung von 3 Blütenhüllblättern, $\frac{1}{4}$ nat. Gr., bei st die Narbe. — B Unterer Teil eines Perigonblattes, etwas vergr., C Querschnitt durch diesen Teil; n Nektarium, h Honigrinne, hv Haarverschluß desselben, l Leisten desselben. — Nach Herm. Müller.

k. Vogelblumen. Der Nektar ist tief geborgen und durch die langen, dünnen Schnäbel von Kolibris oder Honigvögeln zu erreichen.

Fig. 16. *Canna indica* L., in den Tropen von Honigvögeln besucht. A Ganze Blüte, bei l angebissen; B dieselben nach Entfernung der 6 Blütenhüllblätter, h das staminodiale Honigblatt ist der Länge nach durchschnitten, um die Honigröhre r zu zeigen, C die Befruchtungsorgane einer Knospe. Die Anthere liegt der Narbe s dicht an und hat sie mit Pollen bedeckt, p äußeres, p' inneres Perigonblatt, a Anthere, a' blumenblattartiger Teil der fruchtbaren Staubblätter, s Narbe an der Spitze, s' Seitenhöcker des verblatteten Griffels. — Nach Knuth.

— Beispiele: *Canna* (Fig. 16) *Erythrina crista galli* L., *Abutilon*, *Fuchsia longiflora* Benth., *Datura arborea* L., *Campsis (Tecoma) radicans* (L.) Seem., *Salvia splendens* Ker-Gawl., *Lobelia cardinalis* L.

L III. Zeitliche und räumliche Geschlechtsverteilung.

Es ist auch von Interesse, die Blüten mit Rücksicht auf die in ihnen vertretenen Geschlechtsteile zu betrachten und zu verfolgen, wie bei verschiedenen Arten Zwitterblüten (♂), männliche (♂) und weibliche (♀) verteilt sind. Wir beginnen unsere Betrachtung in der Nähe des Kolonialpflanzenhauses und der Gruppe der Anemophilen mit den homogamen Pflanzen, welche zugleich autogam sind, und kommen dann zu solchen Zwitterblütlern, bei denen die Selbstbestäubung vermieden wird, hierauf zu den Pflanzen, welche verschiedene Blüten entwickeln.

a. Homogamie und Autogamie. Pflanzen mit Zwitterblüten, in denen bisweilen Selbstbestäubung (Autogamie) ohne fremde Beihilfe erfolgt, weil die Staubblätter mit ihren sich öffnenden Antheren den Narben so nahe sind, daß der heraustretende Pollen leicht auf diese gelangt. Diese Blüten werden auch von Insekten wenig besucht. — Beispiele: *Alyssum minimum* Willd., *Cardamine hirsuta* L., *Cheiranthus cheiri* L. (Goldlack), *Papaver rhoeas* L. (Mohn), *Fumaria officinalis* L. (Erdrauch), *Potentilla fruticosa* L., *Geranium phaeum* L., *Cynoglossum officinale* L. (Hundszunge), *Acanthus mollis* L.

Fig. 17. *Primula officinalis* (L.) Jacq. Heterostyle Blüten im Längsschnitt, a langgriffelige Form, b kurzgriffelige Form.

b. Heterostyle Pflanzen.

Die Blüten verschiedener Pflanzenstöcke unterscheiden sich in der Länge der Griffel und der Staubblätter.

1. dimorphe. Ein Teil der Stöcke einer Art besitzt lange Griffel und kurze Staubfäden, ein anderer lange Staubfäden und kurze Griffel, welche so weit reichen, wie die kurzen Staubfäden der zuerst erwähnten Blüten. Die Insekten, welche in der langgriffeligen Blüte mit einer Stelle ihres Körpers die niedriger stehenden ausstübenden Antheren berührt haben, kommen

bei dem Suchen nach Nektar in der kurzgriffeligen Blüte mit derselben Stelle ihres Körpers, welche vorher Pollen abgestreift hat, an die Narbe des kurzen Griffels und bestäuben. Umgekehrt bestäuben sie nach dem Besuch einer kurzgriffeligen Blüte mit deren Pollen die Narbe einer

langgriffeligen. — Beispiele: *Linum*, *Primula* (Fig. 17) und andere Primulaceen, *Pulmonaria* und andere Borraginaceen, *Forsythia suspensa* (Thunb.) Sieb. et Zucc.

2. trimorphe. Die Blüten enthalten 10 Staubblätter in 2 Kreisen, von denen 5 länger, 5 kürzer sind. In den Blüten sind 3 Etagen zu unterscheiden, bis zu welchen die Griffel mit den Narben emporwachsen. Die Staubblätter dringen mit ihren Antheren immer bis zu den beiden Etagen vor, in denen die Narbensich nicht befinden. Die Bestäubung durch Insekten erfolgt stets zwischen verschiedenen Blüten, deren Antheren und Narben sich in gleicher Höhe befinden. — Beispiele: *Oxalis*, *Lythrum*. So sind also die Blüten zwar zwittrig; aber eine jede fungiert entweder nur als männliche oder weibliche (Fig. 18).

Fig. 18. Tristyly der Blüten einer *Oxalis*. **A** Androeceum und Gynoeceum einer kurzgriffeligen Blüte, **B** dieselben aus einer mittelgriffeligen Blüte, **C** dieselben aus einer langgriffeligen Blüte. — Nach Hildebrand.

c. Herkogamie. Homogame Zwitterblüten mit derartiger Stellung der Antheren und Narben, daß der Pollen nicht von selbst auf

Fig. 19. A Blüte von *Orchis maculata* L., 1, 2, 3 die den Helm bildenden Perigonblätter, 4—5 seitliche Perigonblätter, 6 Labellum mit den Seitengipfeln 6z; sp Eingang in den Sporn des Labellums; st Narbe; h Beutelchen (Bursicula); vl häutiges Anhängsel des letzteren; sz geöffnete Theca mit Pollinum; hb der oberste Teil der Helmverbindung. — B Pollinum von *Orchis mascula* L., a dasselbe unmittelbar nach dem Herausheben mittelst eines Bleistiftes; b dasselbe umgebogen, nachdem es einige Zeit der Luft ausgesetzt war. — Nach Darwin.

die letzteren gelangen kann. — Beispiele: *Lilium candidum* L., *Eremurus*, *Orchis* (Fig. 19) und noch andere Orchidaceen, *Iris*, *Aristolochia*, *Kalmia*, *Vinca minor* L. (Immergrün), *Asclepias Cornuti*. — Jede der Zwitterblüten fungiert nur als eine männliche oder weibliche.

Fig. 20. *Aristolochia clematitis* L. Beispiel einer proterogynischen Blüte im Längsschnitt. A junge unbefruchtete, am Blütenstande aufrecht stehende Blüte, B ältere, befruchtete, am Blütenstande abwärts geneigte Blüte. — k Kesselförmige Erweiterung der Röhre r der Blütenhülle oberhalb des unterständigen Fruchtknotens kf, a Antheren, u Narbe. — In der Blüte A ist eine kleine Fliege gefangen und wird durch die turgeszenten Reusenhaare zurückgehalten; in der Blüte B sind letztere geschrumpft. — Nach Sachs.

d. Dichgamie. Zwitterblüten mit ungleichzeitiger Entwicklung der Narben und Antheren, so daß erstere nicht empfängnisfähig sind, wenn erstere ausstäuben oder umgekehrt.

1. Proterogynische Pflanzen. Narben vor dem Ausstäuben der Antheren derselben Blüte empfängnisfähig. — Beispiele: *Anthoxanthum odoratum* L., *Alopecurus pratensis* L., *Aristolochia clematitis* L., *Helleborus*, *Paeonia peregrina* Mill. und *P. montana* Sims, *Atropa belladonna* L. (Tollkirsche), *Physoclaena orientalis* (L.) Don, *Scrophularia orientalis* L. u. a., *Plantago media* L. (Fig. 20).

2. Proterandrische Pflanzen. Die Antheren stäuben aus, bevor die Narben derselben Blüte empfängnisfähig sind. — Beispiele: *Nigella arvensis* L. und *N. damascena* L., *Aconitum napellus* L. (Eisenhut), *Geranium pratense* L. (Fig. 21), *Althaea rosea* L., *Heracleum*, *Dipsacus silvestris* L., (Kardendistel), *Echinops*.

Bei den folgenden finden sich an einem und demselben Pflanzenstock mehr als eine Art von Blüten.

e. Pflanzen mit kleistogamischen Blüten. Außer den sich öffnenden (chasmogamen), der Fremdbestäubung dienenden Blüten werden kleistogame Blüten entwickelt, welche geschlossen bleiben und bei denen der Pollenschlauch direkt aus den Antheren heraus auf die Narbe derselben Blüte wächst. — Beispiele: *Viola odorata* L., *hirta* L., *collina* Bess., *Impatiens noli*

tangere L., *Lamium amplexicaule* L., *L. orvala* L., *Salvia cleistogama* De Bary et Paul, *Galium parisiense* L., *Cardamine chenopodiifolia* Pers., *Vicia angustifolia* L., *Lathyrus ampicarpus* L., *L. setifolius* L., *Tephrosia heterantha* Griseb., *Ampicarpa monoica* Ell., *Oxalis acetosella* L., *Lindernia pyxidaria* L., *Specularia perfoliata*, *Polycarpum tetraphyllum*.

Fig. 21. *Geranium pratense* L. Beispiel von Proterandrie. **a** Blüte im männlichen Zustande mit sich öffnenden Antheren, **b** Griffel einer solchen Blüte mit zusammenschließenden Narbenschenkeln, **c** dieselbe Blüte, später im weiblichen Zustand. — Nach Hildebrand.

f. Pflanzen mit agamischen Blüten. Außer den Zwitterblüten sind Blüten vorhanden, deren Geschlechtsorgane abortiert sind, deren Blütenhülle aber, bisweilen auffallend vergrößert, als Schauapparat fungiert. — Beispiele: *Muscari comosum* (L.) Mill., *Hydrangea Hortensia* DC., *Viburnum opulus* L. var. *roseum* L. (Schneeball).

g. Coenomonoecie. Im Blütenstand finden sich Zwitterblüten (♀), männliche (♂) und weibliche (♀). — Beispiele: *Sanguisorba minor* Scop. (*Poterium sanguisorba* L.), *Alchimilla vulgaris* L., *Cotinus coggygria* Scop. (Perrückenstrauch).

h. Andromonoecische Pflanzen. Auf demselben Stock einer Art Zwitterblüten und männliche Blüten. — Beispiele: *Veratrum album* L. var. *viridiflorum* Mert. et Koch (Germer), *Polygonum bistorta* L. (Knöterich), *Cydonia japonica* (Thunb.) Pers. (Japanische Quitte), *Lythrum salicaria* L. (Weiderich), *Astrantia major* L., *Chaerophyllum aromaticum* L., *Doronicum plantagineum* L.

i. Gynomonoecische Pflanzen. Auf demselben Stock einer Art Zwitterblüten und weibliche Blüten. — Beispiele: *Parietaria officinalis* L., *Senecio Fuchsii* Gmel.

k. Monoecische Pflanzen. (Einhäusige.) Männliche und weibliche Blüten auf demselben Stock. — Beispiele: *Typha* (Lieschkolben), *Zea* (Mais), die meisten *Carex*, *Arum*, *Zantedeschia* und viele an-

dere Araceen, *Alnus* (Erle), *Betula* (Birke), *Fagus* (Buche), *Quercus* (Eiche), *Ricinus*, *Bryonia alba* L. (Zaunrübe), *Xanthium spinosum* L. (Spitzklette), *Calendula officinalis* L. (Ringelblume).

l. Androdioecische Pflanzen. Auf einzelnen Stöcken einer Art Zwitterblüten, auf anderen männliche Blüten. — Beispiele: *Geum montanum* L., *G. rivale* L., *Dryas actopetala* L., *Viscaria viscosa* (Gil.) Aschs. (Pech- oder Klebnelke).

m. Gynodioecische Pflanzen. Auf einzelnen Stöcken einer Art Zwitterblüten, auf anderen weiblichen Blüten. — Beispiele: *Dianthus arenarius* L. und *plumarius* L., *Salvia Bertolonii* Vis. und *pratensis* L., *Ribes grossularia* L. (Stachelbeere.)

n. Trioecische Pflanzen. (Dreihäusige.) Von einer Species kommen Stöcke mit Zwitterblüten, solche mit männlichen und solche mit weiblichen Blüten vor: *Silene venosa* (Gil.) Aschers. (= *S. inflata* Smith), *Thymus serpyllum* L.

o. Dioecische Pflanzen. (Zweihäusige.) Männliche und weibliche Blüten auf verschiedenen Stöcken einer Art. — Beispiele: *Taxus* (Eiben), *Juniperus communis* L. (Wachholder), *Salix* (Weiden), *Populus* (Pappeln), *Chamaerops humilis* L. (Zwergpalme), *Asparagus officinalis* L. (Spargel), *Urtica dioeca* L., *Cannabis* (Hanf), *Humulus* (Hopfen), *Rumex acetosa* L. (Sauerampfer), *Aruncus silvester* Kostel., *Ribes alpinum* L., *Valeriana dioeca* L., *Bryonia dioeca* Jacq. (Zaunrübe), *Mercurialis perennis* L. (Biigelkraut).

p. Blütengesellschaften. Bei der Betrachtung der Bestäubungsverhältnisse verdienen auch noch eine besondere Beachtung die Blütengesellschaften. Durch die Vereinigung vieler Blüten zu einem Blütenstand werden auch kleine Blüten augenfällig für die Insekten, so bei *Euphorbia*, einzelnen Cruciferen (*Iberis*), vielen Umbelliferen, *Armeria*, den Dipsacaceen, den Campanulaceen *Jasione* und *Phyteuma*, ganz besonders bei den Kompositen oder Korbblütlern. Hier sind auch häufig die an der Peripherie des Köpfchens stehenden Blüten zungenförmig oder die Bracteen haben solche Gestalt nebst auffallender Färbung (Fig. 22).

Auch bei *Iberis*, manchen Umbelliferen (*Daucus*, *Orlaya*, *Anthriscus*, *Heracleum*) und manchen Dipsacaceen (*Knautia*) sind die Randblüten größer, als die mittleren. Ferner bieten diese Blütengesellschaften oft interessante Beispiele von Arbeitsteilung dar; namentlich sind häufig die in der Mitte stehenden Blüten Geschlechtsblüten, die randständigen geschlechtslos und zu auffälligen Schauapparaten entwickelt. Bei der engen Nachbarschaft der Blüten in solchen Gesellschaften werden vielfach mehrere gleichzeitig befruchtet. Auch ist darauf aufmerksam zu

machen, daß bei den weißen und gelben Einzelblüten der Honig nur halb verborgen ist, bei den roten, blauen und violetten aber stärker verborgen. Honigbienen und Hummeln treten hier vorzugsweise als die Honig holenden und befruchtenden Besucher auf.

Fig. 22. *Achillea moschata* Wulfen. A Blütenköpfchen stark vergr., a die weiblichen Randblüten, b die im weiblichen Stadium befindlichen, c die im männlichen Stadium befindlichen Scheibenblüten. B Einzelne Scheibenblüte im männlichen Zustande, C dieselbe im weiblichen Zustande. D Ende eines Griffelastes. E Griffel mit zurückgerollten Ästen; ov Fruchtknoten, r untere, gl obere Röhre, a Antheren, po Pollen, gr Griffel, f Feghaare, n Narbe. — Nach Herm. Müller.

LIV. Schutzeinrichtungen gegen ankriechende Insekten.

Während der Besuch der fliegenden, Pollen und Honig holenden Insekten den Pflanzen für die Bestäubung von Nutzen ist, richten bekanntlich anderseits auch viele Tiere wie Raupen, Ameisen und Schnecken an den Pflanzen beträchtlichen Schaden an, indem sie nicht bloß Blätter, sondern auch Blüten anfressen und nicht zur Bestäubung beitragen. Bei mehreren Pflanzen finden sich Organisationen, welche zur Abwehr solcher schädlichen Besucher beitragen können, doch hüte man sich, diese Organisation so aufzufassen, als sei sie speziell zu dem

Zweck der Abwehr entstanden; vielmehr möge man die Existenz solcher Pflanzen in der Weise deuten, daß sie infolge ihrer Organisation weniger leicht vernichtet wurden und sich besser fortpflanzen konnten. Solche Abwehr wird bewirkt

a) durch abwärts gerichtete Borsten (*Symphytum* und andere Borraginaceen);

b) durch abwärts gerichtete Stacheln (*Carduus*);

c) durch unangenehm riechende Sekrete aus Drüsen (*Nicotiana*, *Salvia glutinosa* L.);

d) durch klebrige Sekrete, an denen die Insekten haften bleiben (*Plumbago europaea* L., *Cuphea viscosissima*, *Viscaria viscosa* (Gil.) Aschers., *Epimedium alpinum* L., *Melandryum noctiflorum* (L.) Fries, *Silene nutans* L.);

e) durch Milchsaft, welcher bei leichter Berührung austritt (*Lactuca scariola* L. und andere Arten);

f) durch Wasserbehälter, welche von gegenständigen, miteinander verwachsenden Blättern oder von weiten Blattscheiden gebildet werden und aufwärts kriechenden Insekten den Weg versperren (*Dipsacus silvester* Mill., *Silphium perfoliatum* L., *Archangelica*, *Heracleum*).

L V. Schutzeinrichtungen gegen Befeuchtung des Pollens.

Da die Befeuchtung des von den geöffneten Antheren entlassenen Pollens ein frühzeitiges Auskeimen desselben zur Folge hat, so ist für den Erfolg der Bestäubungen auch von Wichtigkeit, daß der Pollen bis zu dem Zeitpunkt, zu welchem er auf die Narben übertragen wird, gegen Befeuchtung geschützt wird. Dies geschieht in sehr verschiedener Weise, durch Zusammenschließen der Blumenblätter (*Corydalis*, *Trifolium*, *Calceolaria*, *Antirrhinum*, *Lobelia*), durch Überdachung der Antheren (*Iris*, *Lamium*, *Salvia* und viele andere Labiaten), nicht selten dadurch, daß die Blüten ihre Öffnung seitwärts oder nach unten kehren (*Lilium*, *Convallaria*, *Galanthus*, *Aquilegia*, *Viola*, *Digitalis*, *Erica*, *Cyclamen*, *Campanula*) oder dadurch, daß die Blütenstiele sich abends biegen (*Tulipa silvestris* L., *Adonis vernalis* L., *Anemone nemorosa* L., *Cardamine pratensis* L., *Geum rivale* L., *Oxalis acetosella* L., *Polemonium coeruleum* L., *Solanum tuberosum* L., *Scabiosa columbaria* L.), in anderen Fällen, wenn sie aufgerichtet sind, dadurch, daß die bei Sonnenschein offene Blüte bei bedecktem Himmel, regnerischem Wetter und in der Nacht sich schließt. Vergleiche auch den Abschnitt über das Öffnen und Schließen der Blüten und die Blumenuhr. Im übrigen ist hierfür nicht eine besondere Gruppe eingerichtet.

M. Bastarde.

Da so vieles darauf hinwirkt, daß Inzucht, vor allem Bestäubung innerhalb derselben Blüte, sodann aber auch zwischen den Blüten eines Stockes nur selten eintritt, so wird in der Regel begünstigt, daß etwa geschwächte Individuen bei der Kreuzung mit ungeschwächten wieder gekräftigte Nachkommen ergeben. Es wird aber sowohl bei der Bestäubung durch Wind, wie durch Insekten sehr oft auch Pollen einer Art **A** auf die Narbe einer anderen in der Nähe wachsenden Art **B** gebracht und nicht selten kommt es, sofern **A** und **B** zu derselben Gattung oder wenigstens zu nahe verwandten Gattungen gehören, zur Keimung des Pollens von **A** auf der Narbe von **B**, zur Befruchtung und zur Vereinigung ihrer Sexualkerne. Das Resultat ist ein Embryo, der sich zu einem Bastard entwickelt, zu einer Pflanze, welche die Eigenschaften der beiden Stammeltern in sich vereinigt; nicht selten zeigen verschiedene Bastardindividuen derselben Eltern verschiedene Kombinationen der Eigenschaften derselben. Nachdem schon im Jahre 1694 **Camerarius** auf Grund von Experimenten nachgewiesen hatte, daß zur Erzeugung reifer Samen die Einwirkung des Pollens auf den Stempel (spezielleres wußte man damals nicht) notwendig sei, nachdem 1749 der Berliner botanische Professor **Gleditsch** an der noch im „Winterhaus“ stehenden weiblichen *Chamaerops humilis* durch Bestäubung mit aus Leipzig bezogenem Pollen Samen erzielt hatte, veröffentlichte **Koelreuter** 1761—1766 interessante und umfangreiche Untersuchungen über Bastarderzeugung. Seitdem wurde den Bastarden immer große Aufmerksamkeit geschenkt. Als die hauptsächlichsten Förderer der einschlägigen Fragen nennen wir: Carl Friedr. Gärtner, **Herbert**, **Lecocq**, **Wichura**, **Naudin**, **Mendel**, **Nägeli**, **Kerner**, **Focke**, **Rimpau de Vries**, **Trevor Clarke**, **Correns**, **Tschermak**.

Als die wichtigsten Resultate der Untersuchungen über Bastarde können hier bei der Knappheit des Raumes folgende bezeichnet werden:

1. In der Natur entstehen fortwährend Bastarde zwischen morphologisch nahe und auch solche zwischen entfernter verwandten Arten. Dieselben sind bisweilen fruchtbar und verhalten sich wie Arten, geben aber häufig infolge der Befruchtung mit einer der Stammarten wieder Nachkommen, welche den letzteren ähnlicher werden. Andererseits können auch Bastarde mit Bastarden neue Bastardformen erzeugen, welche die Eigenschaften von 3—6 verschiedenen Arten in sich vereinigen.

2. Bei der Bastardierung entstehen auch neue Eigenschaften, welche keinem der Eltern in gleichem Grade zukommen, namentlich zeigen oft die Bastarde eine kräftigere Entwicklung, als die Stammarten und eine gesteigerte Variabilität ihrer Nachkommen. Aus diesem

Grunde haben Landwirte und Gärtner es sich angelegen sein lassen, die Bastardierung von Arten und Varietäten, namentlich von letzteren in ausgedehntem Maße, mehr oder weniger zielbewußt zu betreiben.

3. Bezüglich der Kombinationen der Merkmale und des Verhaltens derselben in den verschiedenen Generationen wurde durch **Gregor Mendel** an Bastarden von Varietäten der Erbsen und Bohnen folgendes (Formulierung nach **Tschermak**) festgestellt:

a) Gewisse Merkmale besitzen eine gesetzmäßige Verschiedenartigkeit für die Vererbung und kommen an den Hybriden nur abwechselnd zur Ausprägung, die einen sind dominierend, die anderen recessiv oder latent.

b) Die Zahl der Träger des einen dominierenden und des anderen recessiven Merkmals steht in einem für jede Generation bestimmten Verhältnis.

c) Die Träger des recessiven Merkmals sind durchweg, die des dominierenden Merkmals zu 33,3% samenbeständig.

Als Beispiele von Bastarden mögen folgende dienen:

a. Varietätenbastarde: Mischlinge von Varietäten der Erbsen (des *Pisum sativum* L. und des *P. arvense* L.), der Bohnen (*Phaseolus vulgaris* L. und Unterart *nanus* L., *Ph. multiflorus* Willd.), des Mais (*Zea mays* L.), des Weizen (*Triticum sativum* Lam.), der Gerste (*Hordeum vulgare* L.), der Levkoye (*Matthiola annua* (L.) Sweet var. *incana* DC. und var. *glabra* DC.).

b. Artbastarde, teils zwischen nahestehenden, teils zwischen entfernt verwandten Arten: *Anemone nemorosa* L. × *ranunculoides* L., *Carex remota* L. × *leporina* L., *Calamagrostis epigea* (L.) Roth × *arenaria* (L.) Roth (*C. baltica* (Flügge) Hartman), *Triticum sativum* Lam. × *ovatum* Gren. et Godr. und viele andere dieser Gattung, *Cirsium acaule* (L.) All. × *oleraceum* (L.) Scop., *C. heterophyllum* (L.) All. × *oleraceum* (L.) Scop., *C. heterophyllum* (L.) All. × *rivulare* (Jacq.) Lk., *Pulmonaria officinalis* L. × *angustifolia* L., *Geum rivale* L. × *urbanum* L. (*G. intermedium* Ehrh.), *Potentilla sterilis* (L.) Garcke × *micrantha* Ram., *Berberis aquifolium* Pursh × *vulgaris* L. (*B. Neubertii* Hort.), *Saxifraga aizoon* Jacq. × *geum* L. (*S. Andrewsii* Harv.), *Ribes aureum* L. × *sanguineum* Pursh (*R. Gordonianum* Hort.), *Primula officinalis* (L.) Jacq. × *P. acaulis* (L.) Jacq., *P. elatior* (L.) Jacq. × *P. acaulis* (L.) Jacq., *P. officinalis* (L.) Jacq. × *P. elatior* (L.) Jacq., *P. auricula* L. × *viscosa* Vill. (*P. pubescens* Jacq.), *Prunus avium* L. × *mahaleb* L. (*P. graeca* Desf.), *Pirus aria* (L.), Ehrh. × *aucuparia* (L.) Gaertn. (*P. thuringiaca* Ilse), *P. suecica* (L.) Garcke × *aucuparia* (L.) Gaertn. (*P. fennica* (Kalm) Bob.), *P. suecica* (L.) Garcke × *aria* (L.) Ehrh. (*P. Conwentzii* Graebn.), *P. persica* (L.) Stokes × *P. amygdalus* Stokes (*P.*

persicoides Hort., Mandelpfirsich); *Salix bicolor* × *nigricans* (*S. tetrapla* Walk.), *S. elaeagnos* × *repens* (*S. subalpina* Forb.), *S. aurita* × *elaeagnos* (*S. oleifolia* Vill.), *S. (caprea* × *cinerea*) × *viminialis* (*S. acuminata* Sm.), *Rosa-Bastarde*.

Mehrere der strauch- und baumartigen Bastarde findet man im Arboretum.

c. Bastarde zwischen nahestehenden Gattungen: *Triticum sativum* Lam. × *Secale cereale* L., *Cytisus purpureus* Scop. × *Laburnum vulgare* Griseb. (*Cytisus Adami* Poit.), *Festuca elatior* L. × *Lolium perenne* L. (*Festuca loliacea* Curt., *Lolium festucaceum* Lk.), *Festuca gigantea* (L.) Vill. × *Lolium perenne* L. (*Festuca Brinkmannii* A. Br.), *Zea mays* L. × *Euchlaena mexicana* Schrad.

N. Auffallendere Bewegungserscheinungen der Pflanzen.

Als die mikroskopische Forschung in den mittleren Decennien des vergangenen Jahrhunderts auch in der Botanik mehr Boden gewann und die Verbesserung der Mikroskope vieles erschloß, was früher auch aufmerksamen Beobachtern entgangen war, lernte man mehrere auffallende Bewegungserscheinungen an niederen einzelligen Pflanzen, an schwärmenden der Fortpflanzung dienenden Zellen, auch in den Haaren höherer Pflanzen kennen und sah in diesen Bewegungserscheinungen mit Recht eine Äußerung der Lebenstätigkeit des Protoplasmas. Auch vermochte man bei den Bewegungen der Schwärmersporen Reaktionen auf Reize zu erkennen. Dagegen hat es lange gedauert, bis man in den auch jedem Laien bekannten Bewegungen der Stengel und Blätter nach dem Licht, den Bewegungen der Wurzelspitze, in denen der Ranken, in den sogenannten Schlafbewegungen mehrerer Pflanzen und anderen Bewegungserscheinungen Reaktionen des Protoplasmas auf Reize erkannte. Während sinnige Pflanzenliebhaber mehr ihrem Gefühl, als exakten Untersuchungen folgend der Pflanze Empfindung und Willen zusprachen, während der fein beobachtende und pflanzenkundige **Kerner** der Pflanze ungescheut Instinkte zuschrieb, während eifrige „Biologen“ den Pflanzen die Fähigkeit andichteten, sich dies und das Organ, was sie gerade zur Abwehr oder Anlockung brauchten, anzuschaffen, wollten viele Physiologen aus Furcht vor den sich leicht einstellenden falschen Deutungen andere Ursachen als physikalische und chemische bei den Erscheinungen des Pflanzenlebens nicht gelten lassen. Man scheute davor, von vitalistischen Erscheinungen zu sprechen und übersah manchmal, daß das Protoplasma bis zu einem gewissen Grade an den Erscheinungen des Pflanzenlebens beteiligt sei. In neuerer Zeit hat man aber erkannt, daß auch in den

Gewebe höherer Pflanzen, in denen man früher das Protoplasma jeder Zelle eingekapselt glaubte, bisweilen „Plasmodesmen“ oder Verbindungen zwischen den Protoplasmakörpern ganzer Zellkomplexe nachzuweisen sind, daß die physikalisch-chemischen Reize die im Protoplasma schlummernden Betriebskräfte auslösen und daß auch vielfach gerade an den reizempfindlichen Stellen mancher Pflanzen die Zellmembran äußerst zart oder mit sehr zarten kleinen Papillen versehen sind, in denen Fortsätze des Protoplasmas vordringen können (vergl. Fig. 30). Solche Gebilde können nach dem Vorgange **Haberlandts** als Sinnesorgane bezeichnet werden. Freilich sind damit die rätselhaften Erscheinungen des Pflanzenlebens ebensowenig, wie die analogen des Tierlebens, vollständig erklärt; aber es sind damit auch bei den höheren Pflanzen Anklänge an tierische Lebensvorgänge gegeben, nachdem wir schon lange wissen, daß zwischen den niedersten Tierformen und den niedersten Pflanzenformen keine scharfen Grenzen existieren. Es liegt in der Natur der Sache, daß gerade diejenigen Pflanzen, welche die auffallendsten Bewegungserscheinungen zeigen, in dieser Abteilung nicht ausgestellt sind, denn mehrere gedeihen nur in den Warmhäusern oder beanspruchen besondere Kultur.

Außer den oben angedeuteten Protoplasma-bewegungen unterscheiden die Physiologen folgende Bewegungserscheinungen.

N I. Mechanische, durch Imbibitions- und Kohäsionsverhältnisse bedingte Bewegungen.

Zeitweise Imbibition und Quellung von Membranen und Verdunsten des Imbibitionswassers bewirken sehr oft Bewegungserscheinungen, welche wir als hygroscopische bezeichnen. Das Verhalten der Fruchtkörper einiger Pilze, die Entleerung der Mooskapseln, die unter dem Mikroskop zu beobachtende tanzende Bewegung der auf einer Glasfläche gesammelten Sporen von *Equisetum*, das Aufspringen der Kapselfrüchte, häufig verbunden mit Fortschleudern der Samen, beruht auf solchen hygroscopischen Erscheinungen. Besonders auffallend sind mit dem Austrocknen verbundene Torsionen oder Drehungen des grannenartigen Griffelteils an den Teilfrüchtchen von *Erodium gruinum* L., der Grannen an den Früchten von *Stipa pennata* L. und *Avena sterilis* L., welche zusammen mit den an ihnen rückwärts gerichteten Borsten dazu führen, den Samen in die Erde einzubohren. Auch beachte man die Pappushaare an den Früchten der *Compositae-Cynareae*, welche bei feuchter Witterung zusammenschließen, bei trockener sich ausbreiten und einen Fallschirm bilden. — Einzelne dieser als Verbreitungsmittel von Früchten und Samen dienende Erscheinungen

kann man in der dafür bestimmten nebenan befindlichen Abteilung studieren.

Kohäsion d. h. Minderung und Zusammenziehung des in den Zellen der Wandungen von Pteridophyten-Sporangien und Antheren enthaltenen Füllwassers, verbunden mit Einstülpung dünner Membranen, bewirkt das Aufspringen der Sporangien und Antheren und ermöglicht das Ausstäuben der Sporen und des Pollens. Ähnliches findet statt bei den Sporangien der Lebermoose.

N II. Wachstumsbewegungen.

An jungen wachsenden Pflanzenteilen kann man leicht wahrnehmen, daß sie bestimmten von außen auf sie wirkenden Einflüssen folgen. Entsprechend diesen Einflüssen hat man verschiedene Arten der Bewegung unterschieden, welche man (**Haberlandt**) neuerdings auch auf die Mitwirkung von „Sinnesorganen“ zurückzuführen sucht. Diese Bewegungserscheinungen lassen sich folgendermaßen gruppieren.

a. Geotropismus. Junge Stengel und Hauptwurzeln (im Gegensatz zu Seitenwurzeln) folgen dem Einfluß der Schwerkraft, indem die ersteren senkrecht nach oben, letztere senkrecht nach unten wachsen. Dies sieht man am besten an keimenden Samen. Dagegen zeigen Schlingpflanzen infolge geotropischer Wachstumsförderung der rechten oder linken Flanke ihres Stengels an ihrem Sproßgipfel eine kreisende Bewegung und werden rechtswindend (*Humulus*), wenn die rotierende Spitze sich so wie der Uhrzeiger, linkswindend (*Phaseolus*), wenn sie sich entgegengesetzt bewegt. Eine eigenartige geotropische Erscheinung ist das Aufrichten horizontal gelegter Grashalme, an deren Knoten die dem Boden zugewandte Seite stärker wächst und ein Aufrichten des Halmes bewirkt. Wenn manche Stengel im Frühjahr flach am Boden liegen und sich später aufrichten, so scheint dies durch die höhere Temperatur bedingt.

b. Heliotropismus und Anisotropismus. Das Wachsen von Stengeln nach Lichtquellen hin kann man am besten im Zimmer wahrnehmen. Im Freien wachsen ringsum gleichmäßig dem Licht zugängliche Stengel senkrecht, dagegen einseitig beleuchtete, wenn der Heliotropismus stärker wirkt, als der Geotropismus, schief. Negativ heliotropisch sind besonders die Kletterwurzeln des Epheu und anderer Kletterpflanzen, das hypokotyle Glied der keimenden Mistel, die Haftscheiben bildenden Ranken von *Parthenocissus Veitchii* und anderen. Die dorsiventralen Blätter richten sich ziemlich allgemein so, daß sie sich transversal stellen und ihre Assimilationsfläche nach oben kehren, auch wenn ursprünglich an der Sproßspitze, wie z. B. bei Seitenzweigen mit gekreuzten oder mit radiär angeordneten Blättern die Blätter anders

gerichtet waren (*Lonicera xylosteum*, *Taxus*, *Abies* usw. mit plagiotropen Zweigen). Dagegen stellen sich die isolateralen Blätter von *Eucalyptus* und anderen australischen Myrtaceen sowie die Phyllodien australischer Akazien (man besichtige die Gruppe australischer Pflanzen in der pflanzengeographischen Abteilung) vertikal. Durch diese Stellung wird

Fig. 23. A Sproß von *Bryonia dioeca* L., an einem trockenen Reis **B** kletternd, vermöge der Ranken **a**, **b**, **c**, **d**, **e**. — Nach Sachs.

der schädliche Einfluß zu hellen Lichtes vermieden, ebenso auch bei den sogenannten Kompaßpflanzen *Lactuca scariola* L. und *Silphium perfoliatum* L. (Vergl. oben S. 9 bei Ci.) Da einzelne Organe der Pflanzen eine so verschiedene Stellung zum Licht einnehmen, so hat man auch von Anisotropismus gesprochen.

c. Hydrotropismus. So werden die Bewegungen genannt, welche durch Feuchtigkeit hervorgerufen werden; sie zeigen sich am auffallendsten bei Wurzeln, welche den feuchten Stellen zuwachsen.

d. Bewegungen infolge von Berührungsreizen. Ranken werden durch Berührung mit den Unebenheiten einer Stütze so gereizt, daß die Zellen an der Berührungsstelle sich verkürzen, an der gegenüberliegenden (also äußeren Seite) sich strecken. Demzufolge windet sich der freie Teil der Ranke um die Stütze; außerdem pflanzt sich der Reiz auf den zwischen Stütze und Basis der Ranke befindlichen Teil der Ranke und bewirkt die korkzieherartige Ausbildung derselben (besonders schön zu sehen bei Cucurbitaceen) (Fig. 23). Auch ranken manche Pflanzen mit dem unteren Teil ihrer Blattstiele (*Tropaeolum*). Einzelne Vitaceen (*Parthenocissus Engelmannii* (Watson) Koehne et Graebn., *P. radicans* (Koehne) Koehne et Graebn., *P. Graebneri* Bolle, *Veitchii* (Veitch, Lynch) Koehne et Graebn.) entwickeln an Mauern infolge des Kontaktreizes am Ende ihrer Ranken Haftscheiben und klettern demzufolge an Häusern hoch empor. Vergl. unter Abteil. I, H. II, d, e.

e. Wachstumskrümmungen, welche, durch Licht- und Temperaturwechsel verursacht, das Öffnen und Schließen der Blüten bedingen. Die Ursachen für das Öffnen und Schließen der Blüten sind sehr verschieden, einmal Wachstum der Unterseite der Blumenblätter, welches Schließen bewirkt, Wachstum der Oberseite, welches Öffnen bewirkt, sodann Wärme als Ursache des Wachstums und der Verdunstung. Plötzliche Temperaturerhöhung bewirkt oft ein schnelles Öffnen der Blüte, plötzliches Fallen der Temperatur hat oft ein baldiges Schließen der Blüten zur

Fig. 24. Blüte eines *Crocus*. A geschlossen, B durch Erhöhung der Temperatur geöffnet. — Nach Pfeffer.

Folge, wie man namentlich an den Blüten von *Crocus* (Fig. 24), *Colchicum*, *Tulipa*, *Ornithogalum*, *Adonis vernalis*, in etwas geringerem Grade an denen von *Ranunculus ficaria*, *Anemone nemorosa*, *Nymphaea*, *Oxalis*, *Mesembrianthemum*, sowie an den

Blütenständen von *Calendula*, *Dimorphotheca*, *Taraxacum* u. a. wahrnehmen kann. Dieselben Blüten sind auch für Lichtschwankungen empfindlich; sie schließen sich bei plötzlicher Verdunklung und öffnen sich bei Beleuchtung; es gibt aber auch einzelne, welche sich bei sehr gesteigerter Beleuchtung oder Erwärmung schließen. Während das Schließen der Blüten den Schutz des Pollens zur Folge hat, hat das Öffnen der Blüten für die Pflanze Bedeutung, weil dadurch der Pollen den Insekten zugänglich gemacht wird. Die Ursachen aber sind physikalische, welche auf das Cytoplasma des am Grunde der Blütenhüllblätter befindlichen Gewebes einwirken.

Blumenuhr*).

Öffnen	Schließen	Öffnen	Schließen
4—5 Juni	<i>Rosa arvensis</i> Huds. 8—9	Sept.	<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.)
5—6 Juli	<i>Solanum nigrum</i> L. 8—9		DC. 4—5
6—7 „	<i>Cichorium intybus</i> L. 2—3	8—9 „	<i>Lactuca scariola</i> L. 3—4
6—7 „	<i>Hieracium aurantiacum</i> L.	9—10 März	<i>Crocus aureus</i> Sibth. et Sm. 4—5
Aug.	<i>Lactuca perennis</i> L. 5—6	9—10 „	<i>Eranthis hiemalis</i> (L.)
6—7 Juli	<i>Mulgedium Plumieri</i> DC. 8—9		Salisb. 6—7
„	<i>Ranunculus acer</i> L. 7—8	April	<i>Anemone hepatica</i> L. 5—6
Juni	<i>Taraxacum officinale</i>	„	<i>Tussilago farfara</i> L. 5—6
	Weber 2—3	Mai	<i>Tulipa silvestris</i> L. 5—6
„	<i>Sonchus oleraceus</i> L. 1—2	„	<i>Veronica chamaedrys</i> L. 5—6
6—7 Juli	<i>Tragopogon orientalis</i> L. 10—11	Juni	<i>Eschscholtzia californica</i>
„	<i>Tragopogon floccosus</i>		Chamiss. 3—4
	W.K. 10—11	9—10 Juli	<i>Anagallis arvensis</i> L. 3—4
7—8 „	<i>Gentiana acaulis</i> L. 6—7	Sept.	<i>Calendula officinalis</i> L. 4—5
7—8 Juni	<i>Hypochoeris maculata</i> L. 6—7	10—11 „	<i>Colchicum autumnale</i> L. 5—6
Juli	<i>Campanula trachelium</i> L. 6—7	10—11 März	<i>Anemone pulsatilla</i> L. 5—6
7—8	<i>Gilia tricolor</i> Benth. 7—8	„	„ <i>vernalis</i> L. 5—6
	<i>Hieracium pilosella</i> L. 1—2	10—11 Juli	<i>Abutilon Avicennae</i> Gaertn. 5—6
	<i>Specularia speculum</i> (L.)	11—12 „	<i>Mesembrianthemum cry-</i>
	A.DC. 3—4		stallinum L. 4—5
7—8 Aug.	<i>Carlina acaulis</i> L. 6—7		<i>Nicandra physaloides</i> (L.)
„	<i>Sonchus arvensis</i> L. 12—1		Gaertn. 3—4
8—9 April	<i>Adonis vernalis</i> L. 5—6	Okt.	<i>Sternbergia lutea</i> (L.)
Juni	<i>Helianthemum alpestre</i>		Ker-Gawl. 5—6
	Rehb. 3—4	6—7 Juli	<i>Silene saxifraga</i> L.
8—9 Juli	<i>Gentiana cruciata</i> L. 7—8	7—8 „	„ <i>vallesia</i> L.
Aug.	<i>Lactuca sativa</i> L. 1—2	8—9 Juni	„ <i>nutans</i> L.
„	<i>Oxalis lasiandra</i> Zucc. 4—5		

*) Die Pflanzen sind geordnet nach den fett gedruckten Ziffern, so daß also einmal die Zeit durch das Öffnen, ein andermal durch das Schließen angegeben wird. Auch zeigen in den einzelnen Monaten verschiedene Pflanzen die Zeit an.

Bei einer Anzahl Pflanzen findet das Öffnen und Schließen an schönen Sommertagen zu bestimmten Tageszeiten statt und Linné war der erste, der diese Erscheinungen, soweit er sie in der Natur beobachtet hatte, zur Konstruktion einer sogenannten Blumenuhr verwendete. Auch in unserer Anlage sind um das Schutzhäuschen herum die Arten, welche sich in dieser Weise verwenden lassen, zusammengestellt. Man wird gut tun, die Erscheinungen, welche diese Blumenuhr darbietet, mehr untereinander zu vergleichen, als auf absolutes Zutreffen der angegebenen Öffnungs- und Schließzeiten an jedem Tage zu rechnen. Übrigens fallen die hierbei stattfindenden Bewegungen zum großen Teil auch unter NIIIb.

N III. Variationsbewegungen an ausgewachsenen Organen.

An ausgewachsenen Organen können Volumveränderungen und im Zusammenhang damit Änderungen ihrer Lage dadurch bewirkt werden, daß der Turgordruck, welcher die elastische Zellmembran ausdehnt, an bestimmten Stellen aufgehoben wird. Man unterscheidet autonome Variationsbewegungen, welche ohne erkennbare äußere Veranlassung auftreten und paratonische Variationsbewegungen, welche durch äußere Reize bewirkt werden. Erstere sind sehr selten, letztere häufiger. Wir betrachten diese Bewegungserscheinungen in folgender Reihenfolge:

a. Variationsbewegungen von Laubblättern, Tag- und Schlafstellung. Vorzugsweise Pflanzen mit zusammengesetzten (gedrehten oder gefiederten) Blättern zeigen solche; diese sind alle dadurch ausgezeichnet, daß am Grunde der Blätter oder Blättchen sich kleine Polster oder Gelenke befinden, welche hauptsächlich aus stark turgeszierendem Parenchym mit sehr elastischen Zellwänden bestehen; die im übrigen Blattstiel in einem Kreis geordneten Leitbündel sind im Gelenk zu einem centralen Strang vereinigt, welcher aller mechanischen Elemente entbehrt und daher Biegungen leicht zuläßt. Eintreten von Dunkelheit bewirkt, daß die am Tag zu den Lichtstrahlen senkrecht gestellten Blättchen sich nach unten oder oben zusammenlegen (nyktitropische oder nyktinastische Bewegung), weil in der einen Gelenkhälfte der Turgor erhöht, in der anderen herabgesetzt wurde. Von den bei uns im Freien fortkommenden Pflanzen zeigen solche Schlafstellung: *Marsilia*, *Oxalis* (Fig. 25), *Trifolium*, *Phaseolus*, *Lupinus*, *Robinia*, *Amicia zygomeris* DC., *Mimosa Spegazzinii* Pir., von den in den Gewächshäusern kultivierten Arten zahlreiche Leguminosen, vor allen *Mimosa pudica* L. und die Oxalidacee *Biophytum sensitivum* DC. Unter den genannten ist *Robinia pseudacacia* noch dadurch interessant, daß neben der nyktitropischen Bewegung, welche ein Zusammenlegen der Blättchen nach unten bewirkt, in der heißen Mittags-

sonne die Blättchen nach oben zusammengelegt werden. Über den Vorteil dieser Bewegungen ist man sich noch nicht ganz klar; Darwin sah ihn darin, daß die Nachtstellung die Blätter gegen zu große Abkühlung schütze, Stahl darin, daß bei der Nachtstellung an den Blättern weniger Tau niedergeschlagen werde und demzufolge die Transpiration eine höhere sei. Die Schlafstellung tritt auch ein infolge mechanischer Reize, von Erschütterung, Reibung und Verletzung bei *Mimosa*

Fig. 25. Blatt von *Oxalis acetosella* L., A ungereizt; B nach wiederholter Reizung, zugleich Tag- und Nachtstellung. Bei g die Gelenke.

mit Membrantüpfeln versehen sind, in welche reizempfindliche Protoplasmafortsätze hineinragen. Kräftige mechanische Reize wirken auch auf *Biophytum*, *Oxalis acetosella* L. und *Robinia*. Zu bemerken ist noch, daß die Reizbarkeit der *Mimosa* bei 25–30° Luftwärme und reichlicher Feuchtigkeit am stärksten ist; man kann daher dieselbe am besten bei den im Victoria-Haus kultivierten Exemplaren wahrnehmen.

pudica L. Nur Berührung der auf der Blattoberfläche stehenden Fühlhaare hat bei der Fliegenfalle *Dionaea muscipula* L. das Zusammenklappen der Blätter zur Folge (Fig. 5). Auch die Bewegungen der Insekten fangenden Tentakeln an den Blättern von *Drosera* (Fig. 2) und *Drosophyllum* werden durch Berührung ihrer Drüsen verursacht, deren epidermale Zellen

Fig. 26. Blätter von *Mimosa pudica* L. in $\frac{1}{2}$ der nat. Gr.; A in ungereiztem Zustand, B in der Reizstellung nach erfolgter Erschütterung. — Nach Duchartre.

Bei niederer Temperatur tritt Unempfindlichkeit ein, die wir als Kältestarre bezeichnen, über 40° Wärmestarre, bei Wassermangel Trockenstarre, bei längerem Aufenthalt in der Dunkelheit Dunkelstarre; auch ist sie unempfindlich im luftleeren Raum und unter der Einwirkung von Gasen, Chloroformdämpfen usw. (Fig. 26).

Hier sei ferner erwähnt, daß bei nur wenigen Pflanzen nyktinastische Bewegungen ganzer Blätter wahrgenommen werden; so erheben sich Abends die Blätter von *Siegesbeckia orientalis* L., *Stellaria media* (L.) Cirillo, *Myriophyllum proserpinacoides* Gill., dagegen senken sich die Blätter von *Chenopodium album* L., *Amarantus*, *Nicotiana rustica* L.

Autonome Bewegungen treten bei *Mimosa* auch auf, am auffallendsten aber bei dem ebenfalls im Viktoria-Haus kultivierten *Desmodium gyrans* DC., dessen seitliche Blättchen sich ruckweise oder gleichmäßig, wie zwei Telegraphenflügel kreisend, bewegen, in 1 bis 3 Minuten einen Umlauf vollendend. Nur alle 2—4 Stunden und zwar im Dunkeln bewegt sich das Endblättchen von *Trifolium pratense* in einem Bogen von 120° . Auch *Oxalis acetosella* L. vollzieht im Dunkeln autonome Variationsbewegungen.

b. Variationsbewegungen von Blumenblättern. Die Blüten von *Crocus* und *Tulipa*, welche Wachstumsbewegungen vollziehen, sind auch im fertigen Zustande äußerst empfindlich gegen Temperaturschwankungen; sie öffnen sich rasch bei Temperaturerhöhung und schließen sich bei Temperaturerniedrigung. Ähnlich verhalten sich bei Lichtschwankungen die Blütenblätter verschiedener *Oxalis*, *Mesembrianthemum*, *Nymphaea*, *Victoria*, sowie die Blüten in den Blütenköpfen zahlreicher Compositen, z. B. *Leontodon*, *Hieracium* (Fig. 27), *Bellis*, *Chrysanthemum*. Man bezeichnet diese durch den Lichtwechsel verursachten Bewegungen als photonastische Schlafbewegungen; sie kommen auch bei den Erscheinungen der „Blumenuhr“ (N IIe) in Betracht.

Fig. 27. Blütenkopf von *Hieracium pilosella* L., A in Tagstellung, B in Nachtstellung. — Nach Pfeffer.

c. Variationsbewegungen von Staubblättern. Solche nehmen wir wahr bei den Staubblättern der *Berberis vulgaris* L. und *B. aquifolium* L. (Fig. 28). Dieselben sind an der Innenseite ihrer Basis mit Fühlpapillen versehen und dort reizempfindlich. Insekten, welche diese Stelle berühren, setzen dadurch das Staubblatt in eine schnellende Bewegung und werden von dem dabei ausgestreuten Blütenstaub be-

fallen. Sehr reizempfindlich sind die Staubfäden der *Compositae-Cynareae* (Fig. 29) und *Cichorieae*; diese sind etwas nach außen gewölbt und

Fig. 28. Blüte von *Berberis vulgaris* L. nach Entfernung der vorderen Blütenhüllblätter und Staubblätter. Staubblatt a im ungereizten, Staubblatt b im gereizten Zustand, dabei an den Griffel anschlagend. — Nach Pfeffer.

überall mit kleinen reizempfindlichen Fühlhärchen besetzt, deren Berührung eine mit Geradstreckung verbundene Verkürzung um 10–20% zur Folge hat. Damit steht in Verbindung ein Heraustreten des Pollens aus den nach der Innenseite der Röhre sich öffnenden Antheren und ein Absetzen derselben auf dem Griffel. Reizbar sind ferner die Staubfäden mehrerer *Opuntia*, von *Cereus speciosissimus* DC. und *Portulaca grandiflora* Hook. (Fig. 30).

d. Variationsbewegungen von Teilen der Karpelle. Sehr schön und auffallend sind dieselben infolge von Berührung an den 2-lippigen Narbenlappen von *Strobilanthes*, *Martynia*, *Torenia*, *Mimulus* (Fig. 31). Bei den beiden letztgenannten Gattungen wurde beobachtet, daß sie, von keimendem Pollen belegt,

Fig. 29. *Centaurea jacea* L., nach Abtrennung des Saumes der Blumenkrone von ihrer Röhre c freigelegt; A im ungereizten Zustand, B nach der Reizung kontrahiert; s die Staubfäden, a die durch Verwachsung der Antheren gebildete Röhre, g der Griffel. — Nach Sachs.

Fig. 30. Epidermis-Zellen aus reizempfindlichen Staubfäden, A von *Portulaca grandiflora* Hook, B von *Opuntia vulgaris*, die für mechanische Reize empfindlichen Fühlpapillen zeigend. — Nach Haberland.

geschlossen bleiben, nach anderweitiger Berührung aber sich wieder öffnen. — Bei der in Australien wachsenden *Candollea graminifolia* (Sw.) F. v. Muell., deren Staubblätter mit dem fadenförmigen Griffel zu einer sogenannten Columna verwachsen sind, ist diese vorn herabgebogen, reizbar und schnell bei der leisesten Berührung nach der entgegengesetzten Seite. Bei *C. adnata* (R. Br.) F. v. Muell. dagegen findet nur eine periodische Hin- und Herbewegung der Columna statt.

O. Verbreitungsmittel der Früchte und Samen.

Bei den meisten Pflanzen sind die Möglichkeiten der Verbreitung ihrer Früchte und Samen so einleuchtend, daß es beinahe trivial ist, darüber viel zu sagen; nur darauf möchte ich hinweisen, daß es viel rationeller ist, die Früchte und Samen entwicklungsgeschichtlich in ihrem Verhältnis zur Entwicklung verwandter Pflanzen und überhaupt der Arten derselben Familie, auch im Verhältnis zu den klimatischen Bedingungen ihrer Heimat zu betrachten, als sich mit der Beantwortung der Frage „wozu?“ zu begnügen. Die Verbreitung durch Wind, Wasser oder Tiere erfolgt bei den einzelnen Früchten und Samen, weil dieselben sich in einer dafür geeigneten Weise entwickelt haben; aber die Entwicklung einer Frucht ist nicht in einer bestimmten Weise erfolgt, damit nun der Verbreitungsmodus stattfindet, welcher sich im Laufe der Zeiten herausgebildet hat. Die Beachtung der Verbreitungsmittel ist auch insofern von Wichtigkeit, weil sie einen Einblick in das Zustandekommen von Formationen und der Verbreitungsareale einzelner Arten gewährt.

Mit Rücksicht auf die Art der Verbreitung können folgende Gruppen unterschieden werden, für welche einige Beispiele ausgepflanzt sind:

a. Fleischige Früchte. — Beeren (*Juniperus communis* L., *Convallaria majalis* L., *Berberis vulgaris* L., *Ribes alpinum* L., *Lonicera xylosteum* L., *Sambucus nigra* L.). — Steinfrüchte mit fleischigem Mesokarp (*Prunus padus* L., *Mespilus germanica* L.). — Sammelfrucht (*Rubus idaeus* L.). — Scheinfrüchte (*Fragaria*, *Rosa*, *Morus*, *Ficus*).

b. Schleuderfrüchte. — Saftige (*Ecballium elaterium* L., *Cyclan-*

Fig. 31. Aufgeschnittene Blüten von *Mimulus luteus* L. In A befindet sich die Narbe n im ungeretzten, in B im gereizten Zustand. — Nach Pfeffer.

thera, Impatiens, Oxalis). — Trockene (*Delphinium, Papaver, Vicia, Cytisus, Geranium, Euphorbia lathyris* L., *Viola*).

c. Hakenfrüchte oder Klettenfrüchte: *Geum urbanum* L., *Agrimonia eupatorium* L., *Daucus, Galium aparine* L., *Lappa, Xanthium*.

d. Flugfrüchte: *Betula, Fraxinus ornus* L., *Ptelea trifoliata* L., *Acer, Clematis vitalba* L., *Anemone pratensis* L., *Geum montanum* L., *Valeriana, Leontodon, Tragopogon*.

e. Samen mit fleischigem Arillus, die sich wie fleischige Früchte verhalten: *Evonymus europaeus* L.

f. Anhaftende Samen: *Linum, Juncus tenuis* Willd.

g. Samen mit Flugvorrichtung. — Geffügelte: *Abies* und *Picea, Lilium, Tulipa, Hosta, Lunaria, Catalpa*. — Mit Haarschopf: *Salix, Epilobium, Asclepias*.

h. Sehr leichte Samen und Sporen: *Orchis, Calluna, Rhododendron, Begonia*.

Königlich botanischer Garten

zu

Dahlem - Steglitz.

Plan

der

Biologisch - morphologischen

Abteilung I.

Biologisch-morphologische Abteilung I.

- A. Blattstellungsverhältnisse, S. 4.
- B. Blattformen, S. 6.
- C. Verschiedenartige Anpassungen der Sprosse und Blätter, hauptsächlich mit Rücksicht auf die Assimilation, S. 6.
- D. Schutzmittel der Pflanzen gegen schädlichen Wasserverlust durch Transpiration, S. 10.
- E. Wasser- und Sumpfpflanzen, S. 14.
- F. Pflanzen, welche organische Substanzen zur Ernährung verwenden, S. 15—24.
 - I. Fleischfressende Pflanzen, S. 17.
 - II. Pflanzen, welche mit den Stickstoff der Luft bindenden Bakterien in Symbiose leben, S. 20.
 - III. Grüne Pflanzen, welche mit *Mycorrhiza* in Symbiose leben, S. 21.
 - IV. Saprophyten, auf toten Organismen und Pflanzenresten lebende Pflanzen, S. 21.
 - V. Grüne Parasiten, S. 23.
 - VI. Chlorophyllose und chlorophyllarme Parasiten, S. 24.
- G. Schattenpflanzen, S. 25.
- H. Sproßverbände und verschiedenartige Entwicklung der Stengel, namentlich bei Schling- und Kletterpflanzen, S. 27.
 - I. Sproßverbände, S. 27.
 - II. Schling- und Kletterpflanzen, Epiphyten, S. 30.

Biologisch-morphologische Abteilung II.

- J. Veränderlichkeit der Laubspresse und Blätter, S. 32.**
I. Abweichende Wuchsverhältnisse, S. 32.
II. Blattform-Variationen, S. 33.
III. Abweichende Blattfärbungen, S. 33.
- K. Veränderlichkeit der Blüten und Früchte, S. 34.**
I. Veränderungen der typischen Blütenformationen, S. 34.
II. Veränderlichkeit der Blütenform und der Gestalt der Blumenblätter, S. 36.
III. Veränderlichkeit der Blütenfarbe, S. 37.
IV. Veränderlichkeit der Fruchtgestalt, S. 37.
- L. Die Bestäubungseinrichtungen der siphonogamen Embryophyten oder der „Blütenpflanzen“, die Beziehungen derselben zu den Insekten, die Geschlechterverteilung und die Schutzmittel der Blüten, S. 37.**
I. Windblütige (anemophile) Pflanzen, S. 40.
II. Insektenblütige (entomophile) Pflanzen und ornithophile, S. 42.
III. Zeitliche und räumliche Geschlechterverteilung, S. 46.
IV. Schutzeinrichtungen gegen ankriechende Insekten, S. 51.
V. Schutzeinrichtungen gegen Befechtung des Pollens, S. 52.
- M. Bastarde, S. 53.**
- N. Auffallendere Bewegungserscheinungen der Pflanzen, S. 55.**
I. Mechanische, durch Imbibitions- und Kohäsionsverhältnisse bedingte Bewegungen, S. 56.
II. Wachstumsbewegungen, S. 57.
III. Variationsbewegungen an ausgewachsenen Organen, S. 61.
- O. Verbreitungsmittel der Früchte und Samen, S. 65.**
-

Königlich botanischer Garten in Dablen - Steglitz.