

22.

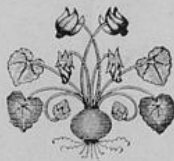
Lh. Pr.
91

1909.

Städt. Oberrealschule M.Gladbach.

Inhalt:

Abhandlung des Prof. Paul Kunkel:
Der botanische Schulgarten
der Stadt M.Gladbach,
insonderheit seine
biologischen Abteilungen.



1909. Progr.-Nr. 682.

Druck von Emil Schellmann, M.Gladbach.

gmv
27 (1909)

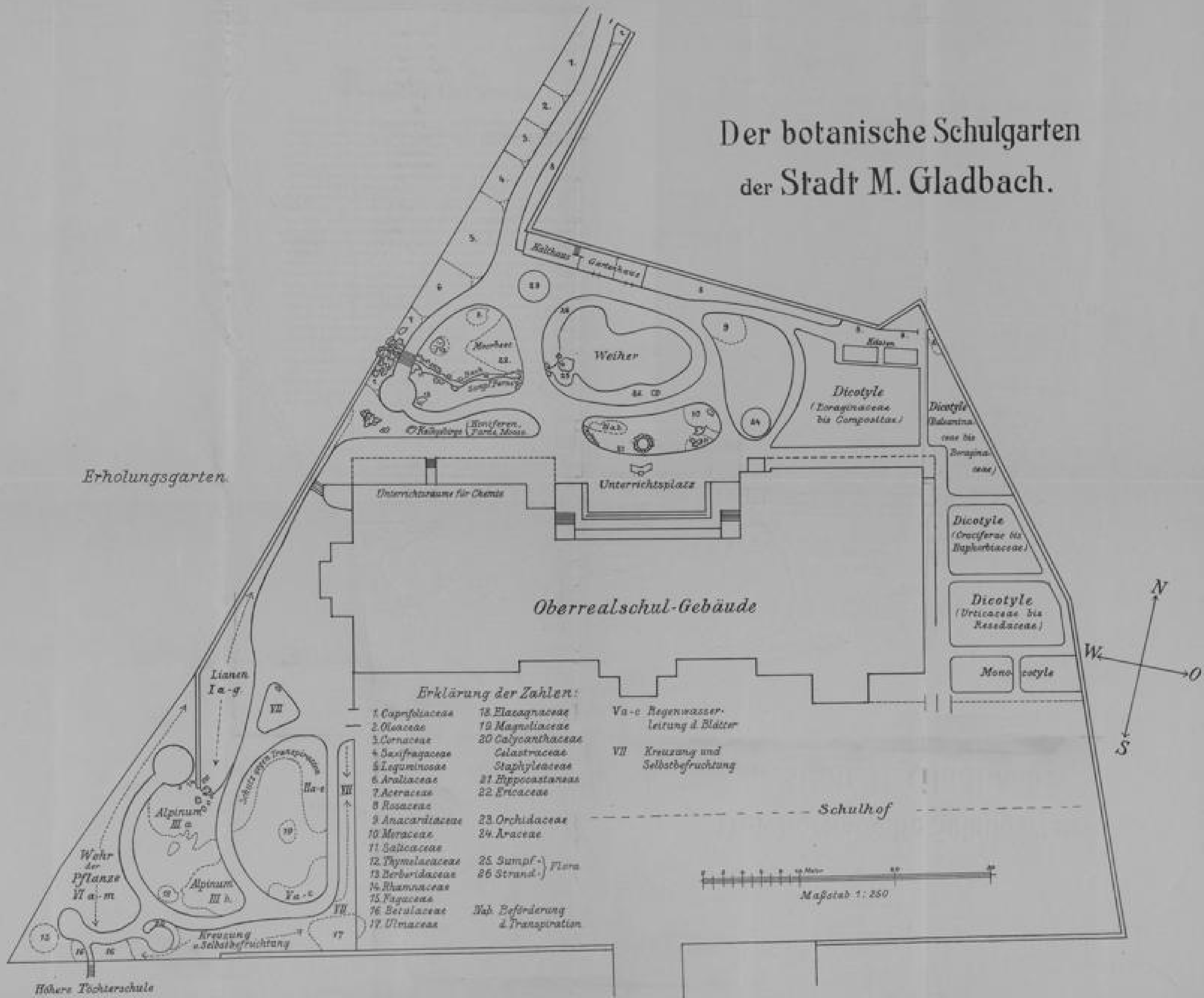
L. Pr. 91.
B

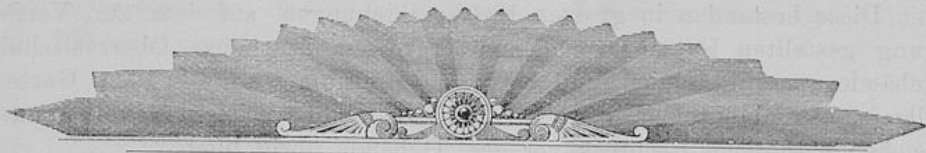
LANDES-
UND STADT-
BIBLIOTHEK
DÜSSELDORF

09.945.



Der botanische Schulgarten der Stadt M. Gladbach.





LANDES-
UND STAATSBIBLIOTHEK
DÜSSELDORF

A. Anlage und Entwicklung.

In den Jahren 1893–95 wurde im Nordhofe der Oberrealschule ein rund 3 a grosser, an die N-Mauer angelehnter Schulgarten geschaffen. Darin wurden etwa 300 Blütenpflanzen aus den wichtigsten Familien der Mono- und Dikotylen, systematisch geordnet, für die Zwecke des Klassenunterrichts der Oberrealschule gepflegt. Ausserdem zog man an der hohen W-Mauer des Schulhofs eine beschränkte Zahl ausdauernder Kletterpflanzen und in einem westlichen, erhöhten Winkel des S-Hofes einige Holzgewächse und Schattenpflanzen. Der jährliche Etat von 150 M. reichte hin, die kleine Anlage zu unterhalten.

Aber weder Flächenraum noch Unterhaltungssumme erlaubten, neben der Anzucht von Lieferpflanzen den im botanischen Unterricht sich mehr vordrängenden biologischen Forderungen zu genügen. Um dies letztere zu erreichen, interessierte der Berichtstatter seit 1902 zuerst den städtischen Gartendirektor für eine hauptsächlich nach biologischen Gesichtspunkten eingerichtete und demgemäss umfangreichere Anlage. Unter Bezugnahme auf die wiederholt besichtigte, weil hinsichtlich der biologischen Gruppierung mustergiltige, Anlage des Schulgartens in Köln wurden mehrfache, mit Plänen und Zeichnungen erläuterte Eingaben an die städtischen Behörden gerichtet. Der für die Angelegenheit kräftig eintretende Oberbürgermeister wusste die Kuratorien der drei höheren Schulen (Gymnasium, Oberrealschule, höhere Mädchenschule) in gemeinsamer Sitzung — unter Zuziehung des Berichtstatters — für den einhelligen Beschluss zu gewinnen, dass ein für die drei genannten Schulen gemeinsamer und im Sinne der Antragsteller einzurichtender botanischer Garten auf dem ausreichenden Gelände an der Oberrealschule wünschenswert sei; sodann erwirkte er von den Stadtverordneten die Bewilligung von 2000 M. für die ersten Arbeiten.

Diese bestanden in grossen Erdverschiebungen auf dem zur Verfügung gestellten Raume; von dem übergrossen, das ganze Oberrealschulgebäude umschliessenden und bekiesten Hofraum wurde in den Garten alles soweit einbezogen, dass für die Schulhofzwecke das völlig ausreichende südliche Rechteck vor dem Gebäude übrig blieb.

Dank dem Interesse, Geschmack und Geschick des städtischen Gartendirektors wurde in rastloser Arbeit im Laufe des Jahres 1904 eine allen Wünschen des Berichterstatters entgegenkommende und gleichzeitig landschaftlich wirkungsvolle Anlage geschaffen. Das — plan gemessen — 25 a grosse Terrain erfuhr durch die wechselreiche Geländeausgestaltung von Berg und Hügel, Hängen und Mulden, Wasserlauf und Weiher eine beträchtliche Oberflächenvergrösserung, bis auf rund 40 a. So geniesst das Auge ein erfreuliches Landschaftsbild, die Pflanzen aber finden reichlich Platz und annähernd alle erforderlichen Lebensbedingungen.

Die Herstellungskosten der unbepflanzten Anlage überschritten nun — infolge der nötigen zahlreichen Hydranten, infolge Ausstattung der Berghänge mit ansehnlichen Kalksteinblöcken und anderem Gestein, durch die Bleisolierung des Weihers und wegen des eisernen Absperrgitters an der S- und W-Seite — die bewilligte Summe um 500 M., die aus dem Etat für städtische Anlagen bestritten wurden.

Inzwischen, in den Wintermonaten 1904/5, waren auch die zeitraubenden, der Studierstube angehörenden Vorbereitungen zur Besamung und Bepflanzung vollendet. Das dazu ausersehene Material wurde, teilweise aus dem Vorrat der Stadtgärtnerei, zum grössten Teil aber von leistungsfähigen Handlungen mit Mitteln des städtischen Gartenetats, rechtzeitig herbeigeschafft, so dass in den ersten Frühlingstagen 1905, nach einer endgültigen Terraineinteilung, die Bepflanzung beginnen konnte. Es galt nun einen ständigen Gärtnergehilfen zu finden und denselben von den ersten Anfängen an für die besondere Lust und Liebe erfordernden Sonderaufgaben eines solchen Gartens heranzubilden; der damals angenommene Gärtner ist heute noch beschäftigt und zwar im Sommer den ganzen Tag, in den Wintermonaten nur halbe Tage.

Der Berichterstatter selbst wurde in den Monaten Mai, Juni und Juli 1905 von 6 wöchentlichen Unterrichtsstunden entbunden, um Zeit zu gewinnen für die erforderliche Anweisung und stete Ueberwachung der Anpflanzungsarbeiten, vornehmlich aber um die arbeitsreiche Etikettierung durchführen und die erläuternden Tafeln für die biologischen Gruppen herstellen zu können.

Die angewandte Art der Etikettierung ist eine vorläufige, nicht bleibende; denn es galt zunächst, mit den besonders dazu bewilligten, verhältnismässig geringen Mitteln sofort das ganze Pflanzenmaterial deut-

lich zu bezeichnen. Auf starkem, weissem Karton ist Name und Heimat der Pflanze derart

Mimulus luteus L.

Gelbe Gauklerblume

Nordamerika, Chile

aufgedruckt; die Karte ist mit Leinöl getränkt, nach dem Trocknen lackiert und dann mit 2 Reissstiften oder Drahtschlingen an einem Bambusstäbchen befestigt.

Von grösserem Format, aber gleicher Herstellungsart sind die Familienschilder, z. B.:

Orobanchaceae

Sommerwurzgewächse

Auf ein Viertel verkleinert.

sie werden durch eine Zinkunterlage mit umgebogenen Rändern gefasst und von einem grösseren und stärkeren Bambusstab getragen.

Beide, Familien- und Pflanzenschilder, sind in mehrfacher Zahl gedruckt, kosten je einige Pfennige und bieten den sommerlichen und winterlichen Witterungsunbilden annähernd 2 Jahre Trotz. Ganz all-

mählich sollen sie aus den laufenden Mitteln durch die einzig haltbaren, aber teuren weissen Porzellanschilder von gleicher Grösse und gleicher Schriftart ersetzt werden.

Die Erläuterungstafeln der biologischen Gruppen und ihrer Unterabteilungen sind in 2 Grössen auf dem gleichen Karton hergestellt, ebenso geölt und lackiert, in gleicher Zinkfassung wie die Familienschilder, aber durch eine Glasplatte geschützt. Grösse und Inhalt der Tafel einer Untergruppe sei durch folgendes Beispiel verdeutlicht:

Ausscheidung flüssigen Wassers

erfolgt bei zahlreichen stark transpirierenden Pflanzen aus sog. **Hydathoden**, die man tierischen Schweißdrüsen vergleichen kann und die nahe der Blattspitze (Mais, grossblättrige Aroideen) oder an jedem Blattzähnen (Alchemilla) oder an den stumpfen Ecken der Blattfläche (Tropaeolum) sitzen.

Am besten beobachtet man den Vorgang früh morgens nach einer regenlosen, aber feuchtwarmen Nacht; dann sieht man an den Spitzen und Rändern der Blätter glitzernde Wassertropfen, die langsam an Grösse zunehmen, abfallen und durch neue kleine Tröpfchen ersetzt werden, also **keine Tautropfen** sind. — Auch am Tage kann man die Tropfen sichtbar machen, wenn man eine Glasglocke überstülpt oder Wasser in abgeschnittene Sprosse einpresst. — Der „weinende Baum“ (Caesalpinia pluviosa) der Tropen.

Auf ein Viertel verkleinert.

Ende Juli 1905 war die — inzwischen für Unterrichtszwecke schon rege benutzte — Anlage soweit gediehen, dass sie, in den Grundzügen und der Hauptgestaltung fertig, am 6. August mit einer kleinen Feier eröffnet werden konnte. Der damalige Eröffnungsbericht der Gladbacher Zeitung zählt das bis dahin Geschaffene ziemlich erschöpfend auf, schildert den Zweck und die geplante Benutzungsweise des Gartens und soll deshalb wörtlich hier angefügt werden:

Eröffnung des Botanischen Gartens.

M. Gladbach, 7. August 1905.

Vor einiger Zeit haben die Stadtverordneten bekanntlich für die Anlage eines Botanischen Gartens bei der Oberrealschule einen Betrag von 2000 Mark bewilligt. Sie haben damit einen Beschluss gefasst, der nicht nur den Schülern, sondern auch der Bürgerschaft eine Quelle schöner Anregungen, edler Naturfreude und reicher Belehrung sein wird. Der Garten, der von Oberlehrer Kunkel in geradezu musterhafter Weise über-

sichtlich und reizvoll angelegt worden ist, wobei Gartendirektor Hartrath ihm mit Rat und Tat zur Seite stand, wurde gestern mittag mit einer kleinen Feierlichkeit eröffnet. Zu derselben hatten sich eingefunden die Direktoren der höheren Schulen, Vertreter der Lehrerschaft, Vertreter der Stadtverwaltung, Stadtverordnete, Mitglieder der Schulkuratorien und einige Damen.

Oberlehrer Kunkel begrüßte die Erschienenen und führte dann aus, dass der Botanische Garten jetzt in seinen Grundzügen und in der Gesamtanlage fertig sei. Einzelheiten müssten allerdings der Herbst und das Frühjahr noch bringen. Der Garten solle keineswegs eine Zieranlage sein und nicht mit den anderen öffentlichen Gärten in Wettstreit treten. Er sei nicht der Erholung und der Augenfreude gewidmet, sondern eben ein Botanischer Garten, ein Schul- und Lerngarten. Für die drei höheren Schulen bestimmt, sei seine Lage die denkbar beste. Der botanische Unterricht sei heute nicht mehr der alte nach Linnéscher Art; er verfolge heute zwei Hauptziele: erstens, darzulegen, welchen Wert und welche Bedeutung das Pflanzenleben für unseren ganzen Planeten hat, und zweitens, ins Studium des Lebens einzuführen. Mit dem Sein und Nichtsein der Pflanzenwelt stehe und falle alles irdische Leben. Die Losung des neueren botanischen Unterrichts sei daher Biologie. Nach diesen Grundsätzen sei denn auch der Garten angelegt. Er stelle sogenannte **Lebensgemeinschaften und biologische Gruppen** dar. Es sei **ein Bächlein, ein Sumpf, ein Weiher** geschaffen, ferner **ein Kalkstein-Hochgebirge**, bei dem man sich allerdings die Höhe hinzudenken müsse. Ferner seien zwölf biologische Gruppen fertig, wozu noch 30 bis 40 im Laufe der Zeit hinzutreten würden. **Jede dieser Gruppen solle nur einen bestimmten Gedanken oder Lebensvorgang schildern.** Am besten werde der Unterricht im Garten selbst erteilt; es würden zu diesem Zwecke Naturbänke mit birkener Bedachung aufgestellt. Später werde man vielleicht dazu übergehen, auch mit Zimmerpflanzen Experimente zu machen, denn auf das Experiment könne der botanische Unterricht nicht mehr verzichten. Aber nicht nur für die Schüler und Schülerinnen, sondern auch für das grosse Publikum sei der Garten geschaffen; er sei bestimmt für alle Bürger, die Interesse am Leben der Pflanzen haben.

An diese Ausführungen, die mit lebhaftem Beifall aufgenommen wurden, schloss sich ein Rundgang durch einige der wichtigsten Abteilungen des Gartens. Längs des **Baches** mit seiner charakteristischen Flora von Baldrian, Wasserschwertlilie, Weidenröschen u. a. und an dem Fleckchen künstlichen **Sumpflandes** mit seinen Bambusbüschen vorbei erreichte man zuerst den kleinen **Weiher**, dessen Wasser durch Hahnen-

fuss, Wasserrosen, die Papyrusstaude und ähnliche Gewächse belebt wird, während die Ränder eine **Ufer- und Strandflora** erhalten haben. Die von der Nordsee herstammenden Pflanzen der letzteren erhielten in einer Mischung von Sand und Salz den ihnen zusagenden Boden. Nach Besichtigung einiger lehrreicher **Versuchsarrangements** über Transpiration und eines solchen über Wurzeldruck betrat man das „**System**“, d. h. denjenigen Teil des Gartens, in welchem die Blütenpflanzen nach Klassen und Familien geordnet sind. Dieses bot trotz mancher noch auszufüllenden Lücke durch seinen jetzt in Blüte stehenden Dikotylenflor dennoch schon einen farbenreichen Anblick dar. Im besonderen wurde der Blick auf die recht reichhaltige Zusammenstellung der Gräser Deutschlands gelenkt. Sodann führte der Weg über den Schulhof hinweg wieder in einen den biologischen Erscheinungen gewidmeten Abschnitt des Gartens. Die ersten Beete zeigten, in wie mannigfaltiger Weise sich die Pflanze **gegen** zu starke **Transpiration** oder Verdunstung **schützt**, wie das in sehr sonnigen, trockenen Lagen nötig wird. Man konnte hier sehen, wie dies bald durch auffallende Verkleinerung der Blattfläche, bald durch sogenannte Sukkulenz, d. h. Verdickung der Blätter und Stengel, bald durch dichte Behaarung, bald durch eigentümliche Blattstellung usw. geschieht.

Eine weitere Abteilung führte die verschiedenen im Pflanzenreiche ausgebildeten **Klettvorrichtungen** vor Augen. Man sah, wie die Pflanze hier Haftscheiben bildet, dort mit dem Stengel, oder mittels Ranken oder mit den Blattstielen sich emporwindet und dies alles in mannigfaltiger Abänderung. Alle diese biologischen Gruppen werden dem Besucher durch Schildchen mit erläuternden Aufschriften und Zeichnungen erklärt. Nachdem noch durch einen weiteren Versuch der bei der Assimilation auftretende Sauerstoff nachgewiesen worden war, endete der Rundgang mit der Besichtigung der in reicher Fülle vorhandenen **Alpenpflanzen**, ohne doch den ganzen Reichtum des Gartens erschöpft zu haben, da z. B. die interessante **Sammlung insektenfressender Pflanzen**, deren mörderische Tätigkeit zu beobachten der Besucher stets Gelegenheit findet, nicht berührt werden konnte.

Zum Schlusse sprach Beigeordneter Dr. Porzelt dem Oberlehrer Kunkel Dank aus, sowohl für die interessanten Erläuterungen im besonderen als auch für die Anlage des Gartens im allgemeinen. Mit der ihm eigenen Liebe zur Sache habe sich Herr Kunkel an die Arbeit gemacht und es sei zu wünschen, dass die Hoffnungen, die er an den botanischen Garten knüpfe, in reichem Masse in Erfüllung gingen. Nicht nur für die Schüler, sondern auch für die Bürger sei der Garten geschaffen; vielleicht liesse es sich einrichten, dass ähnlich wie im Museum auch hier für die Bürger-

schaft sogenannte Führungen veranstaltet würden, denn nur so könnten dem Laien die Schönheiten und Kostbarkeiten des Gartens klar gemacht werden. Mit nochmaligen herzlichen Dankesworten schloss Dr. Porzelt.

Zur Unterhaltung und Ausgestaltung des soweit fertigen und — dank der Einsicht und Weitherzigkeit der städtischen Behörden — grosszügigen biologischen Unterrichtsmittels wurde nunmehr ein Sonderetat von jährlich 1500 M. geschaffen, zu dem Gymnasium und höhere Mädchenschule je 400 M., die Oberrealschule 700 M. beiträgt. Davon wird die Besoldung des Gärtners, die Anschaffung und Erneuerung der Samen, Pflanzen, Geräte usw. usw. bestritten. Die ehrenamtliche Verwaltung wurde dem Berichterstatter übertragen.

Im Schuljahr 1906 erstreckte sich der weitere Ausbau des Gartens in erster Linie auf eine Ergänzung des Pflanzenmaterials sowohl in den meisten Abteilungen des Systems als auch in allen früher geschaffenen biologischen Gruppen, ganz besonders aber im Alpinum, bei den Wasserpflanzen, in der Farn- und Koniferenanlage und auf dem Moorbeet. Ausserdem wurden neue biologische Gruppen — mit den nötigen Erläuterungstafeln — geschaffen, welche die Wasserleitungsbahnen, eigenartige Transpirationerscheinungen und die besonderen Bestäubungseinrichtungen der Pflanzen veranschaulichen.

Der schattige Unterrichtsplatz wurde mit einem Gerüst und Bänken aus Naturholz versehen; die letzteren sind 1908 durch feste, aus Holzlatten mit eisernem Untergestell gebaute ersetzt worden.

Zur Anzucht der Pflanzen wurden Kästen mit Fenstern angelegt, sowie — dank der besonderen Bewilligung der nicht geringen Kosten — für die Aufstellung und Ueberwinterung der empfindlichen Pflanzen ein Kalthaus in geschützter Lage gebaut. Die nötigen Gartengeräte wurden vervollständigt und das Gartenhaus, das je einen Arbeitsraum für den Gärtner und für den Verwalter des Gartens enthält, in einen brauchbaren Zustand versetzt.

Die Tätigkeit in den Jahren 1907 und 1908 war hauptsächlich der Pflege und Vermehrung der vorhandenen Pflanzen gewidmet, es blieben aber Geldmittel für weitere Beschaffungen notwendiger Geräte und Zeit für Neuanlage bzw. Ausgestaltung biologischer Abteilungen (Wehr der Pflanzen, Kreuzung und Selbstbefruchtung) verfügbar.

Gewisse und wichtige Zusammenstellungen biologischer Art (besondere Einrichtungen der Früchte, Parasiten und Symbiose, Bewegungsercheinungen usw.) fehlen noch, aber Pflanzraum ist dafür nicht mehr vorhanden. Der Berichterstatter hofft indes, dass der geräumige und brach liegende Bleichgarten vor dem Direktorhause der Oberrealschule bald einmal angegliedert wird. Dann lässt sich das „System“ des Gartens von den Lieferpflanzen entlasten und gibt Raum für die noch fehlenden biologischen Gruppen. Wichtiger aber noch ist, dass dann — bei ganz unwesentlicher Erhöhung des Etats — auch der gesamte Pflanzenbedarf an alle Gladbacher Volksschulen geliefert werden kann; wie wesentlich für eine Industriestadt, aus deren nächster Umgebung die Pflanzenwelt immer mehr zurückgedrängt wird, eine spärliche Pflanzenwelt, die vor dem Vandalismus der für den Unterricht sammelnden Kinder zu schützen ist!

B. Benutzung und Verwendung.

Oberster Zweck der Garteneinrichtung ist, den drei höheren Schulen M.Gladbachs alles für den botanischen Unterricht notwendige lebende (später auch das konservierte) Material rechtzeitig bereit zu stellen und hierbei den Sonderwünschen und -anforderungen jeder Schulgattung möglichst Rechnung zu tragen.

Für den Unterricht in der Klasse vollzieht sich die Lieferung der lebenden Pflanzen nach folgender Norm. Am Schluss jeder Woche erhalten die Schulen vom Verwalter des Gartens das Verzeichnis der in der künftigen Woche lieferbaren Schnitt- und Topfpflanzen (mit dem jeweiligen Hinweis auf interessante, gerade blühende oder fruktifizierende, aber nur im Garten selbst zu besichtigende Erscheinungen). Die Schulen bezeichnen die gewünschten Gewächse und die verlangte Anzahl nebst Tag und Unterrichtsstunde und reichen das Verzeichnis dem Gärtner zurück, der zur pünktlichen Lieferung nur ganz frischer Pflanzen verpflichtet ist.

Was bei der Gründung als Hauptzweck vorschwebte, der Unterricht im Garten selbst, das hat sich in den wenigen Jahren des Bestehens und zwar gleich von Anbeginn mehr und mehr eingelebt. (Dafür ist die Lage der drei Schulen die denkbar günstigste: Oberrealschule und höhere Mädchenschule betreten den Garten vom Gebäude oder Schulhofe aus, und das Gymnasium ist nur auf einen Weg von 2—3 Minuten angewiesen.) An und vor den Pflanzen, in den Wegen des Systems, vor den biologischen Gruppen und Lebensgemeinschaften, stehend und gehend, oder

auf den Bänken des besonderen und schattigen Unterrichtsplatzes sitzend, können die Lernenden aufs unmittelbarste über Bau und Leben der Pflanzen unterrichtet werden. — Versuche aller Art vermag man vor den Augen der Schüler und Schülerinnen an und mit den lebenden Individuen draussen im Garten anzustellen oder drinnen in den chemischen Unterrichtsräumen der Oberrealschule, die vom Garten aus zugänglich sind.

Die Bürgerschaft, der an 3 Tagen der Woche zu bestimmten Stunden der Besuch des Gartens gestattet ist, macht namentlich an den Sonntagen teilweise ausgiebigen Gebrauch von der Erlaubnis; schon manches Geschenk an brauchbaren Pflanzen ist dem gesteigerten Interesse dieser Besucher zu danken.

C. Anordnung und Gliederung.

Was der Garten an Pflanzen enthält und wie dieselben gruppiert sind, erhellt im grossen deutlich aus dem beigefügten Plane. (Massstab $\frac{1}{250}$).

I. Das System

beginnt im SO mit den

1. Monokotylen. Auf den dafür im Plane eingezeichneten Beeten stehen die reichlich vertretenen Gräser, die Kommelynazeen, Liliazeen, Amaryllideen, Irideen und Kannazeen. Die übrigen Familien sind anderweit untergebracht: nämlich alle Wasserpflanzen im Weiher und Sumpf (25*), am Wasserrand und in Glasbehältern; die Arazeen (24) auf einem halbschattigen runden Beet, die Orchideen (23) auf einem für ihre Kultur besonders zubereiteten Rundteil unter einer mächtigen, Schatten spendenden Esche (zwischen Kalthaus und Weiher).

2. Die Dikotylen nehmen 4 grosse Quartiere ein; sie beginnen mit den Nesselgewächsen und enden mit den Kompositen.

Die Bäume und Sträucher, die dieser Abteilung angehören, sind vom eigentlichen System abgetrennt und familienweise nach landschaftlichen oder biologischen Gesichtspunkten oder nach ihren Lebensbedingungen im Garten verteilt. So säumen zur rechten und linken den an der N-Pforte beginnenden Weg die im Plane näher bezeichneten Familien (1—8, 12, 13); weiter sind landschaftlich zerstreut 9—11, 14, 17—21. — Oben am Bach stehen die Weiden (11), unten an seinem sumpfigen Teil die moorliebenden Gagelsträucher (22). — Die strauchigen Erikazeen machen den Hauptteil des grossen Moorbeetes (22) aus. — Die Fagazeen (15) und

* Die eingeklammerten Zahlen sind die des Planes.

Betulazeen (16) leiten den Reigen der Monözischen und Windblütler in der biologischen Abteilung „Kreuzung und Selbstbefruchtung“ (VII) ein.

Von den dikotylen Kräutern und Stauden treten die Wasserpflanzen (Nymphäazeen usw.) nur in ihrer natürlichen Lebensgemeinschaft, im Weiher und den sonstigen Wasserbehältern auf; andere Familien nur in biologischen Gruppen: so die Sarrazeniazeen und Droserazeen als „Insektenfressende“ (VIII), die Passifloren und der Mondsame unter den „Lianen“ (I), in der Gruppe „Schutz gegen Transpiration“ (II) die feinblättrigen Tamarisken einerseits und die sukkulenten Familien der Kakteen, Krassulazeen usw. andererseits.

3. Die Koniferen und Kryptogamen. Eine umfassende Auswahl der Nadelhölzer, eine reiche Anzahl von Farnarten und Moosen bedecken den „Kalksteinberg“ und ziehen mit anderen kryptogamen Familien (den Natterzungengewächsen und Schachtelhalmen, den Bärlappgewächsen und Moosfarnen, Klee- und Schwimmpflanzen, Brachsenkräutern und Algen) über den sumpfigen Teil des Baches hinüber ins Moorbeet oder hinab in den Weiher; es ist versucht, ihnen allen den Standort und Boden zu geben, den ihre Lebensweise fordert.

Von einer genauen systematischen Aufzählung und Beschreibung aller im Garten gepflegten Pflanzen sieht der Berichterstatter für diesmal ab; denn ein solcher, in Bezug auf Raum recht anspruchsvoller, Katalog ist nicht der Zweck dieser Arbeit, ebensowenig als das System, das die Lieferpflanzen hergeben und zu allerlei Studien das Material darbieten soll, Selbstzweck ist.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung und aus dem beigegebenen Uebersichtsplan ersichtlich, geht das System merklich in

II. Die Lebensgemeinschaften und biologischen Abteilungen

über, geht mit ganzen Familien drin auf, durchsetzt sie und wird von ihnen durchsetzt.

Echte Lebensgemeinschaften stellen Bach, Sumpf und Weiher (dazu die anderen kleinen Wasserbehälter) dar, in denen neben der verhältnismässig reichen Flora auch die niedere Tierwelt studiert werden kann. — Der Bergwald mit seinen Koniferen und Kryptogamen, das voll besetzte Moorbeet mit typischen Vertretern von den Kryptogamen bis zu den höchst entwickelten Phanerogamen aufwärts, die Ufer-, Strand- (26) und Sumpfwiesenflora, sie alle wollen natürliche Ausschnitte aus der Pflanzenwelt veranschaulichen.

Auch bei diesen Lebensgemeinschaften sei diesmal auf eine ausführliche Nennung und Beschreibung der beteiligten Pflanzen und ihrer Beziehungen verzichtet. Dagegen sollen die biologischen Abteilungen, die der Garten besitzt, im nachfolgenden letzten und Hauptteil (D) eine wort- und namensgetreue Darstellung erfahren.

D. Die biologischen Abteilungen.

In der Mitte jeder biologischen Abteilung steht die Haupterläuterungstafel vom Format 24×31 cm und vor den Abteilungsgruppen (in sich geschlossenen Beeten) je eine kleinere Tafel von der Grösse 14×21 cm; beide Tafelarten sind in der (auf Seite 5) geschilderten Weise hergestellt, gefasst und geschützt. Die nachfolgende Darstellung gibt den wörtlichen Inhalt der Tafeln: die Haupttafel der Abteilung steht voran, dann folgen die einzelnen Gruppentafeln, und an jede Gruppentafel anschliessend werden die Pflanzen aufgezählt, die das Gruppenbeet enthalten soll.

I. Kletterpflanzen (Lianen).

Ihre Sprosse sind nicht befähigt, sich aus eigener Kraft aufrecht zu erhalten. Weil aber der aufrechte Wuchs ihnen Bedürfnis ist, benutzen sie fremde Gerüste, um ihre eignen Assimilationsorgane (die grünen Stengel und Blätter) in freier Luft und freiem Lichte auszubreiten. Die Gipfelteile der Sprosse werden durch die Blättchen, die längere Zeit klein bleiben, in den zum Klettern nötigen Bewegungen möglichst wenig gehemmt.

Das Klettern geschieht durch a. Saugnäpfe und Haftwurzeln, b. Uhrfederranken, c. Blattranken, d. windende Blattstiele, e. windende Stengel (rechts oder links), g. widerhakenförmige Haare und gespreizte Verzweigung.

a. Die Wurzelkletterer

besitzen Haftwurzeln oder saugnäpfartige Haftscheiben.

Hedera helix L

Bignonia radicans L.

Rhus toxicodendron L var. *radicans*

*⊙ *Cuscuta europaea* L

Ampelopsis tricuspidata S. et Z.

„ *hederacea* D.C. var. *radicantissima*

*⊙ = einjährig, ⊕ = zweijährig, (⊙) = meist einjährig gezogen.

b. Uhrfederranken

benutzen Gurkengewächse, Passionsblumen, Weinreben gewächse, das Sperrkrautgewächs *Cobaea* usw.

Bryonia alba L	Thladiantha dubia Bnge.
„ dioica Jacq.	Passiflora coerulea L
⊙ Cucurbita pepo L	„ incarnata L
⊙ „ maxima Duch.	Vitis vinifera L
⊙ Cyclanthera pedata Schrad.	„ labrusca L
⊙ „ explosans Naud.	Ampelopsis hederacea D. C.
⊙ Sicyos angulata L	⊙ Cobaea scandens Cav.

c. Blattranken

benutzen viele krautige Hülsengewächse (Linsen, Platterbse, Wicke, Erbse).

⊙ Ervum lens L	Lathyrus grandiflorus Sibth.
⊙ Lathyrus odoratus L	„ tuberosus L
⊙ „ sativus L	Vicia cracca L
„ latifolius L	⊙ Pisum sativum L

d. Windende Blattstiele

als Haftorgane besitzen vornehmlich die Waldreben, Kapuzinerkressen, Erdrauch, die Skrophulariazeen, *Maurandia* und *Lophospermum*.

Clematis vitalba L	⊙ Tropaeolum maius L
„ viticella L	⊙ „ peregrinum Jacq.
„ flammula L	⊙ Fumaria officinalis L
„ Viorna L var. coccinea	(⊙) Maurandia semperflorens Ort.
„ alpina Mill.	(⊙) Lophospermum scandens Don.

e. Rechtswinder

(Schematische Zeichnung)

sind Hopfen, Geissblattgewächse, Knöteriche. Ihre Windungen steigen von **rechts** unten nach links oben, bzw. sie legen die rechte Seite ihrer Sprosse an die Stütze an.

Humulus lupulus L	Lonicera caprifolium L
⊙ „ japonicus S. et Z.	„ periclymenum L
Polygonum baldschuanicum Rgl.	„ sempervirens L
⊙ „ convolvulus L	„ brachypoda D. C.
⊙ „ dumetorum L	Boussingaultia baselloides H. B. et Kth.

f. Linkswinder

(Schematische Zeichnung)

sind die meisten Lianen. Ihre Windungen steigen von **links** unten nach rechts oben, so dass sie die linke Seite des Sprosses an die Stütze anlegen.

Akebia quinata Dene.
 Menispermum canadense L.
 Aristolochia siphon L'Hérit.
 Apios tuberosa Mch.
 Glycine chinensis Sims.
 ⊙ Phaseolus multiflorus L.
 Smilax aspera L.

Celastrus scandens L.
 „ orbiculata Thbg.
 Actinidia polygama Sieb.
 Periploca graeca L.
 Calystegia sepium Br.
 „ pubescens Lindl.
 Ipomoea purga Wend.

g. Die Spreizklimmer

klettern mittelst widerhakenförmiger Haare und entsprechender Verzweigung.

⊙ Galium aparine L.
 Cucubalus baccifer L.
 Solanum dulcamara L.

Rubus caesius L.
 „ laciniatus Willd.
 „ odoratus L.
 „ sorbifolius

**II. Schutz gegen zu starke Transpiration
(Wasserverdunstung).**

Ohne Wasser kein Leben! Die wichtigste Sorge der Pflanze ist, die stetige Wasserzufuhr (durch die Wurzeln) und die Wasserverdunstung oder Transpiration (durch die grünen Blätter) im Gleichgewicht zu erhalten.

Die Xerophyten oder Trockenbewohner, die auf sandigem und felsigem Grunde oder in regenarmer Gegend oder im Sumpf- und Salzwasser (worin die Wasseraufnahme physikalisch erschwert ist) wachsen, müssen mit dem spärlich gebotenen Wasser lange Zeit haushalten und brauchen deshalb allerlei Schutzmittel gegen die Verdunstung.

Solche Mittel sind Verkleinerung der Blattfläche, dichte Behaarung, Sukkulenz, Phyllodienbildung, senkrechte

Blattstellung, zeitweises Einrollen der Blätter, zwerghafte Ausbildung, Polsterbildung usw.

a. Verkleinerte Blattflächen

besitzen Xerophyten aus den verschiedensten Familien: Besenstrauch, Heidekräuter, Tamarisken (die bei anhaltender Trockenheit hygroskopisches Salz ausscheiden), Spargel, Binsen, Koniferen, Schachtelhalme usw.

Equisetum arvense L	Genista tinctoria L
Asparagus officinalis L	Spartium scoparium L
" Sprengeri Rgl.	" junceum L
" plumosus Bak.	Tamarix tetrandra Pall.
Scirpus	" gallica L
Ephedra altissima	Myricaria germanica Desv.
Thuja occidentalis L	Calluna vulgaris L
Juniperus communis L	Erica tetralix L
Buxus sempervirens L	

b. Die Sukkulenz

besteht entweder im vollständigen Verlust aller Blattflächen (Kakteen, viele Euphorbien und Asklepiasgewächse), wobei der Stamm zu einem Wasserspeicher fleischig angeschwollen ist, oder die Blätter selbst sind sukkulent entwickelt (Hauswurz, Mauerpfeffer, Dickblatt, Echeverie, Portulak, Aloë, Agave, Mesembryanthemum).

Aloë ferox Mill.	Sedum dasyphyllum L
" maculata Willd.	" rupestres L
" margaritifera L	" telephium L
Agave americana L	Echeveria secunda Lindl.
und Varietäten	" metallica Nutt.
" applanata Lem. var. Parryi.	" Scheideckeri hort.
Crassula coccinea L	Sempervivum tectorum L
" lycopodioides	" soboliferum Sims.
Sedum acre L	" Wulfenii Hoppe.
" album L	" Funkii A. Br.
" fabaria Koch.	" Heuffelii Schott.
" Sieboldi Sw.	" Braunii Funk.
" maximum Sut.	" arachnoideum L
" reflexum L	Sempervivum arenarium Koch.
" rhodiola D. C.	" hirtum L
" elegans Lej.	" alpinum Griseb. et Schenk.
" anacampseros L	" calcareum Jord.

Sempervivum montanum L.	Opuntia arenaria Engelm.
⊙ Portulaca grandiflora Hook.	„ xanthostemma K. Sch.
„ oleracea L.	Echinocereus viridiflorus Engelm.
Mesembrianthemum tigrinum Haw.	Cereus flagelliformis L.
⊙ „ cristallinum L.	„ peruvianus Haw.
⊙ „ cordifolium L.	Mamillaria vivipara Engelm.
Euphorbia splendens Bojer	Echinopsis Eyriesii Zucc.
„ globosa	„ multiplex Zucc.
Opuntia vulgaris Mill.	„ tubiflora Zucc.
„ rhodantha Schum.	Phyllocactus Ackermannii Haw.
„ missouriensis D. C.	Stapelia grandiflora Mass.
„ Rafinesquiana Engelm.	„ europaea hort.
„ brachyarthra Engelm.	„ variegata L.
„ macrorrhiza Engelm.	

c. Eine dichte Haardecke

auf den Blättern ist das allerhäufigste Schutzmittel (Hochgebirgspflanzen und Trockenbewohner der Ebene.)

Gnaphalium arenarium L.	Anemone Pulsatilla L.
Leontopodium alpinum L.	Aubrietia deltoidea D. C.
„ himalaicum D. C.	Arabis albida Stev.
Stachys lanata Jacq.	Thymus villosus L.
Hieracium villosum Jacq.	Artemisia mutellina Vill.
„ alpinum L.	Achillea argentea Vis.
„ aurantiacum L.	⊙ Filago germanica L.
Potentilla anserina L.	Santolina chamaecyparissias L.
Cerastium tomentosum hort.	Onopordon bracteatum

d. Senkrechte Blattstellung

zeichnet vor allem die Flora Australiens aus; am bekanntesten sind die bis 130 m Höhe erreichenden neuholländischen Gummibäume.

Eucalyptus globulus Labill.

e. Phyllodien,

d. h. senkrecht gestellte und blattartig verbreiterte Blattstiele, oder

Phyllokladien,

d. h. blattartig umgebildete und senkrecht gestellte Sprosse deren Blätter ganz geschwunden sind, besitzen viele australische Pflanzen

bezw. der südeuropäische Mäusedorn (*Ruscus*). Ferner stellen die sogenannten

Kompasspflanzen

an sonnigen, trocknen Standorten ihre Blattflächen dauernd senkrecht ein und zwar in die Richtung Nord-Süd (der wilde Lattich, die nordamerikanische Silphie) oder Ost-West (die Wasserschwertlilie).

<i>Ruscus aculeatus</i> L	<i>Silphium laciniatum</i> L
„ <i>hypoglossum</i> L	<i>Cichorium intybus</i> L
<i>Lactuca scariola</i> L	<i>Iris pseudacorus</i> L

III. Alpinum (Gebirgspflanzen).

Die Anlage gliedert sich in zwei Abteilungen, die ein Wiesenstreifen verbindet. Die rechte Abteilung (a) ist ein etwas steil ansteigender Aufbau von Fels, Geröll, Sand, Kalk, Lehm, Humus. Hier wachsen die Pflanzen, die mehr den trocknen Boden lieben. Ueber die Wiese hinweg ziehen die Gebirgspflanzen sodann zu dem linken und flacheren Teil (b) mit Moorgrund und Felsstücken.

a. Bewohner des trockneren Grundes.

<i>Anthericum liliago</i> L	<i>Dianthus alpinus</i> L
„ <i>ramosum</i> L	„ <i>caesius</i> L
„ <i>liliastrum</i> L	„ <i>deltoïdes</i> L
<i>Asphodelus albus</i> Mill.	„ <i>plumarius</i> L
<i>Erythronium dens canis</i> L (hinter schattigem Fels)	<i>Atragene alpina</i> L
<i>Allium victorialis</i> L	<i>Thalictrum minus</i> L
„ <i>pedemontanum</i> Willd.	„ <i>foetidum</i> L
<i>Gagea saxatilis</i> Koch.	„ <i>glaucum</i> Desf.
<i>Arenaria grandiflora</i> L	<i>Anemone silvestris</i> L
„ <i>rotundifolia</i> M. B.	<i>Pulsatilla vulgaris</i> Mill.
<i>Cerastium grandiflorum</i> W. et K.	<i>Helleborus foetidus</i> L
„ <i>tomentosum</i> hort.	<i>Aquilegia alpina</i> L
<i>Lychnis alpina</i> L	„ <i>coerulea</i> James.
<i>Silene acaulis</i> L	<i>Aconitum anthora</i> L
„ <i>alpestris</i> Jacq.	<i>Berberis Thunbergii</i> D. C.
„ <i>pumilio</i> Wulf.	<i>Epimedium alpinum</i> L
<i>Gypsophila repens</i> L	„ <i>macranthum</i> Morr. et Desne.
<i>Dianthus Seguierii</i> Vill.	<i>Papaver alpinum</i> L

- Papaver pyrenaicum L (Willd.)
 „ nudicaule L
 Meconopsis cambrica L
 „ nepalensis D. C.
 Corydalis lutea D. C.
 Cheiranthus alpinus L
 Thlaspi montanum L
 Draba stellata Jacq.
 „ aizoïdes L
 „ carinthiaca Hoppe
 „ hirta L
 Petrocallis pyrenaica R. Br.
 Erysimum pumilum
 Alyssum saxatile L
 Sempervivum alpinum
 Griseb. et Schenk.
 (sonstige Krassulazeen siehe IIb)
 Cotoneaster vulgaris Lindl.
 „ horizontalis Desne.
 Rubus arcticus
 Coronilla montana Scop.
 Geranium argenteum L
 Linum alpinum Jacq.
 „ perenne L
 Polygala chamaebuxus L
 Rhamnus alpina L
 Helianthemum vulgare Gaertn.
 „ mutabile Pers.
 „ alpestre Dun.
 Daphne alpina L
 „ cneorum L
 Oenothera speciosa Nutt.
 „ fruticosa L
 „ missouriensis Sims.
 Eryngium alpinum L
 Astrantia carinthiaca
 Soldanella montana Willd.
 „ alpina L
 Cyclamen europaeum L
 „ coum Mill.
 Armeria alpina Willd.
 Armeria vulgaris Willd.
 Phlox nivalis Lodd.
 „ setacea L
 Myosotis silvatica Hoffm.
 Cerinthe alpina Kit.
 (glabra Gaud.)
 Cerinthe minor L
 Salvia glutinosa L
 Rosmarinus officinalis L
 Thymus serpyllum L
 „ lanuginosus Mill.
 Calamintha alpina Lam.
 Horminum pyrenaicum L
 Dracocephalum austriacum L
 „ altaïense Lam.
 Scutellaria alpina L
 „ macrantha Fisch.
 Stachys alpina L
 Teucrium montanum L
 Linaria cymbalaria Mill.
 „ alpina Mill.
 „ apennina Tausch.
 ⊕ Digitalis purpurea L
 ⊕ „ lutea L
 ⊕ „ ambigua Murr.
 ⊕ „ ferruginea L
 Veronica alpina L
 „ saxatilis L
 „ fruticulosa L
 „ aphylla L
 „ prostrata L
 „ gentianoïdes Vahl.
 Globularia nudicaulis L
 Asperula nitida Sibth. et Sm.
 Sambucus ebulus L
 Lonicera alpigena L
 Valeriana montana L
 „ celtica L
 Cephalaria alpina Schrad.
 Scabiosa caucasica M. B.
 Campanula thyrsoïdea L

Campanula pusilla Haenke	Leontopodium himalaicum D. C.
(" rotundifolia L)	Achillea nana L
" caespitosa Scop.	" Clavenae L
" pulla L	" nobilis L
" barbata L	" tomentosa L
" sarmatica Ker.	" argentea Vis.
" garganica Ten.	Inula ensifolia L
" carpathica Jacq.	" germanica L
Jasione perennis Lamk.	Juniperus nana Willd.
Phyteuma canescens W. et K.	Artemisia mutellina Vill.
" Scheuchzerii All.	" pedemontana
" Halleri All.	Senecio abrotanifolius L
" comosum L	" incanus L
Wahlenbergia grandiflora Schrad.	Carlina acaulis L
Aster alpinus L	Centaurea montana L
" amellus L	" macrocephala Willd.
" pyrenaeus D. C.	Crepis aurea Cass.
Erigeron speciosus D. C.	" alpestris Tausch.
" alpinus L	" Jacquinii Tausch.
" aurantiacus Rgl.	" blattarioides Vill.
Antennaria alpina Gaertn.	Hieracium aurantiacum L
" dioica Gaertn.	" alpinum L
Gnaphalium arenarium L	" villosum L
" margaritaceum L	" pulmonarioides Vill.
Leontopodium alpinum Cass.	

b. Auf Wiesen- und Moorgründe:

Luzula nivea D. C.	Ranunculus Segneri Vill.
Salix herbacea L	" anemonoïdes Zahlbr.
Rumex alpinus L	Eranthis hiemalis Salisb.
Polygonum alpinum All.	Actaea spicata L
" viviparum L	Trollius europaeus L
Thesium alpinum L	" asiaticus L
" pratense Ehrh.	Cardamine alpina Willd.
Anemone alpina L	Dentaria bulbifera L
" narcissiflora L	" enneaphyllos L
" Halleri All.	Saxifraga aizoides L
" apennina L	" nivalis L
Ranunculus alpestris L	" oppositifolia L
" aconitifolius L	" rotundifolia L

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| Saxifraga decipiens Ehrh. | Primula hirsuta All. |
| „ muscoïdes Wulf. | „ carniolica Jacq. |
| „ hypnoïdes L | „ spectabilis Tratt. |
| „ atropurpurea Sternbg. | „ oenensis Thomas |
| „ Seguierii Spr. | „ minima L |
| „ Burseriana L | „ Wulfeniana Schott. |
| „ aizoon Jacq. | „ denticulata Sm. |
| „ cotyledon L | „ cashemereana Hook. |
| „ umbrosa L | „ rosea Royle |
| „ bryoïdes L | („ japonica Gray) |
| „ Rhei superba hort. | „ sikkimensis Hook. |
| Parnassia palustris L | Aretia vitaliana L |
| Ribes alpinum L | Androsace villosa L |
| Bergenia cordifolia A. Br. | „ alpina Lamk. |
| „ crassifolia Engl. | „ carnea L |
| Arabis albida Stev. | Cortusa Matthioli L |
| „ alpina L | Trientalis europaea L |
| „ Halleri L | Rhododendron hirsutum L |
| Aubrietia deltoïdea D. C. | „ ferrugineum L |
| (graeca Griseb.) | Gaultheria procumbens L |
| Potentilla aurea L | Gentiana acaulis L |
| „ alpina Wilk. | „ lutea L |
| „ fruticosa L | „ asclepiadea L |
| Alchemilla alpina L | „ cruciata L |
| Geranium phaeum L | „ bavarica L |
| Hypericum pulchrum L | „ verna L |
| „ olympicum | (⊕ „ germanica Willd.) |
| Viola lutea Huds. | („ pneumonanthe L) |
| „ calcarata L | ⊕ „ campestris L |
| „ mirabilis L | Sweetia perennis L |
| „ biflora L | Bartschia alpina L |
| „ hirta L | Ramondia pyrenaïca Rich. |
| „ pinnata L | „ serbica Panic. |
| Cornus canadensis L | Jankaea Heldreichii Boiss. |
| Primula farinosa L | Arnica montana L |
| „ auricula L | Adenostyles alpina Bl. et Fing. |
| „ longiflora All. | Homogyne discolor Cass. |
| „ villosa Wulf. | |

IVa. Beförderung der Transpiration

durch Ausbildung grosser Blattflächen bei Pflanzen, die an schattigen und wasserreichen Orten wachsen.

Mit der Grösse der Blattoberfläche wächst die Zahl der transpirierenden Spaltöffnungen. Eine einzige Sonnenrose von Mannshöhe verdunstet an einem hellen Tage über 1 l Wasser, ein ha Buchenhochwald täglich im Durchschnitt 30000 l, ein ha Kohlpflanzen monatlich 2000000 l und ein ha Hopfen 3—4000000 l.

Impatiens glanduligera Royle

⊙ *Ricinus communis* L

Petasites officinalis Mnch.

Asarum europaeum L

„ *canadense* L

Colocasia antiquorum Schott.

Arum maculatum L

Sauromatum guttatum Schott.

Xanthosoma sagittifolium Schott.

Rheum Emodi Wall.

b. Ausscheidung flüssigen Wassers

erfolgt bei zahlreichen stark transpirierenden Pflanzen aus sog. Hydathoden, die man tierischen Schweissdrüsen vergleichen kann und die nahe der Blattspitze (Mais, grossblättrige Aroideen) oder an jedem Blattzähnen (Alchemilla) oder an den stumpfen Ecken der Blattfläche (*Tropaeolum*) sitzen.

Am besten beobachtet man den Vorgang früh morgens nach einer regenlosen, aber feuchtwarmen Nacht; dann sieht man an den Spitzen und Rändern der Blätter glitzernde Wassertropfen, die langsam an Grösse zunehmen, abfallen und durch neue kleine Tröpfchen ersetzt werden, also keine Tautropfen sind. — Auch am Tage kann man die Tropfen sichtbar machen, wenn man eine Glasglocke überstülpt oder Wasser in abgeschnittene Sprosse einpresst. — Der „weinende Baum“ (*Caesalpinia pluviosa*) der Tropen.

⊙ *Tropaeolum maius* L

⊙ *Zea Mais* L

| *Alchemilla vulgaris* L

| (ausserdem Arazeen von IVa)

V. Zweckmässige Gestaltung der Blätter zur Regenwasser-Leitung.

Die Ableitung des auf die Pflanze fallenden Regens geschieht a. zentripetal oder b. zentrifugal. Gewisse, mit zentripetalen

Leitungsbahnen versehene Pflanzen besitzen ausserdem c. Wasserbecken am Stengel, gebildet durch am Grunde zusammengewachsene Blattscheiden.

Bestimmend für die Leitungsart an einer Pflanze sind vornehmlich die Form und Ausgestaltung ihres Wurzelsystems*, ihr Wasserbedürfnis sowie die Erleichterung ihrer Transpiration; mitbestimmend wirkt das Schutzbedürfnis gegen pflanzliche und tierische Angreifer.

a. Die zentripetale (nach innen gerichtete) Regenwasserleitung

ist allen Monokotylen, die keine Hauptwurzel, sondern nur wenige und schwache Nebenwurzeln in den Boden senken, sowie denjenigen Dikotylen eigen, die eine spindelförmige Pfahlwurzel besitzen; denn derartige Wurzeln können nur aus dem engsten Umkreis das grosse Bedürfnis nach dem belebenden, nährsalzhaltigen Wasser befriedigen.

Verwirklicht wird diese Leitungsart durch die rinnenförmig vertieften, abwärts nach innen verlaufenden Blattnerven auf der Oberfläche der ganzen Blätter oder ihrer einzelnen Teile; sämtliche Einzelrinnen münden in die Hauptrinne des Blattstiels; diese Sammelrinne wird in ihrer Funktion durch Ausbildung grosser Blattscheiden und zahlreicher senkrechter Rillen am Stengel wirksam unterstützt.

Rheum officinale Bail.

„ undulatum L

Verbascum olympicum Boiss.

⊕ Onopordon illyricum L

Telekia speciosa Baumg.

⊕ Digitalis purpurea L

Valeriana officinalis L

Primula elatior Jacq.

⊙ Silybum Marianum Gaertn.

Plantago major L

Canna indica L

Hyacinthus orientalis L

Tulipa Gesneriana L

Convallaria majalis L

Veratrum nigrum L

„ album L.

Leontodon taraxacum L.

b. Die zentrifugale (nach aussen gerichtete) Regenwasserleitung.

Einer reichlichen und ausgebreiteten Belaubung entspricht ein peripherisch ausgedehntes Wurzelsystem. Um den wasser-saugenden Wurzelenden die nötige Regenmenge zuzuführen, sind folglich die Blätter mit ihren rinnenförmig vertieften Nerven und ihren

* Im allgemeinen herrscht ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Stärke der Belaubung und der Ausbildung der Bewurzelung.

ableitenden Spitzen nach aussen geneigt, wie man es an unseren Laubbäumen besonders gut beobachten kann.

Dazu kommt die „Regenscheu“ der Blätter gewisser Pflanzen. Stark transpirierende Blätter, die durch eine auflastende Wasserschicht in der Verdunstungstätigkeit gehemmt würden, haben gute Einrichtungen, das Wasser eiligst abfliessen und die Blattfläche schnell abtrocknen zu lassen. Lang vorgezogene Blattspitzen, sogenannte „Träufelspitzen“ (*Polygonum polystachyum*, Spitzahorn, Traubenholunder usw.), rinnenbildende Haarleisten (*Veronica*), eine Samtoberfläche (*Begonia*), eine Wachsschicht (*Tropaeolum*) usw. sorgen dafür, dass die Tropfen ausgezeichnet abrollen.

Hoch notwendig ist die rasche Regenableitung den Tropenpflanzen, weil bei einigem Verweilen des Gewitterregens auf ihren Blättern und bei der heissfeuchten Luft die verderblichen Schmarotzer (Pilze, Algen, Flechten) daselbst ein „wohliges Bett“ finden.

Acer platanoïdes L

Vitis vinifera L

Polygonum polystachyum hort.

Colocasia antiquorum Schott.

⊙ *Tropaeolum maius* L

⊙ „ *Lobbianum* Paxt.

Begonia tuberhybrida hort.

Sauromatum guttatum Schott.

Arum italicum Mill.

c. Wasserbecken am Stengel

entstehen recht auffällig an zentripetal leitenden (siehe unter a.) Blättern, deren Blattscheiden am Grunde zusammenwachsen und um den Stengel trichterförmige Becken bilden, worin sich das auf der rinnenförmigen Mittelrippe herabgeflossene Regenwasser lange Zeit erhält.

In diesen Wasserbehältern findet man oft eine grosse Zahl von Leichen solcher Insekten, die honiglüstern, aber der Pflanze unnütz zu den Blüten emporklettern wollten.

⊕ *Dipsacus laciniatus* L

⊕ „ *silvester* Huds.

⊕ *Heracleum sphondylium* L

Silphium perfoliatum L

⊕ *Angelica silvestris* L

Thalictrum aquilegiaefolium L.

VI. Der Pflanze Wehr gegen räuberische Angriffe der Tiere.

Die Pflanze schützt ihre dem Tier schmackhaften Teile, die süssen und zarten, die saftigen und fleischigen, — insonderheit aber die grünen,

von denen Ernährung und Sein der Pflanze abhängt — durch sinnreiche Wehrmittel. Diese sind:

1. mechanische und äusserliche Schutzvorrichtungen,
 2. innere, chemische Stoffe.
1. Zur ersten Art zählen:
 - a. Dornen und Stacheln,
 - b. Stechborsten und Borstenhaare, Widerhaken, Filz und Kieselhaut,
 - c. Brennhaare,
 - d. Klebringe und Wasserbecken,
 - e. gastliche Bewirtung von Ameisen, die schädliche Besucher vertreiben.
 2. Die chemischen Wehrstoffe sind:
 - f. Gerbstoffe,
 - g. Oxalsäure und oxalsaurer Kalk (Raphiden),
 - h. ätherische Oele,
 - i. Milchsaft,
 - k. Bitterstoffe,
 - l. Glykoside,
 - m. Alkaloide.

in steigendem
Masse
giftig.

a. Dornen und Stacheln

schützen offensichtlich gegen Tierfrass. Ihre Entstehungsweise ist mannigfaltig.

Beim Mäusedorn (*Ruscus*) laufen die blattartig umgebildeten, blattlosen Triebe („Phyllokladien“) in eine scharfe Spitze aus.

Einfache oder verzweigte, harte und scharf zugespitzte Dornen sind die stark reduzierten Sprosse des Weiss- und Schwarzdornes, des Heckensamens und Ginsters, der Gleditschie usw.

Wurzeldornen, durch Umbildung der Luftwurzeln am unteren Stamm entstanden, besitzen einige Palmen.

An Opuntien und gewissen Euphorbien, deren massiger Stamm blattartig abgeflacht ist, sind die Blätter zu Dornen umgewandelt. Solche Blattdornen besitzen ferner der Sauerdorn und die Robinie (Unechte Akazie.) Beim Sauerdorn hat sich das ganze Blatt am Haupttrieb in einen oder drei Dornen umgewandelt, in deren Achsel sodann der Seitentrieb mit wohlentwickelten Laubblättern steht; bei der Robinie sind die beiden Nebenblätter zu Dornen geworden, das Oberblatt besteht als Laubblatt fort.

Den Dornen nähern sich im Aussehen und Zweck die Stacheln, die — ebenfalls verschiedenen Ursprungs — Auswüchse der Oberhaut und auch tiefer liegender Zellschichten darstellen, z. B. am Rosenstrauch, an den Blättern der Stechpalme, an den Disteln usw.

Robinia pseudacacia L
Crataegus oxyacantha L
Rosa canina L
Berberis vulgaris L
Ilex aquifolium L
Ulex europaeus L
Prunus spinosa L
Opuntia vulgaris Mill. (und andere)
Eryngium campestre L

Ruscus aculeatus L
⊕ Dipsacus silvester Huds.
⊕ Onopordon illyricum L
Echinops ritro L
⊙ Silybum Marianum Gaertn.
⊙ Solanum pyracanthum Lam.
⊙ „ atropurpureum Schrank.
Aloë ferox Mill.
Carlina acaulis L

b. Stechborsten und Borstenhaare, Widerhäkchen und filziger Ueberzug sowie eine kieselige Oberhaut

schützen besonders gegen Schneckenfrass. Als Auswüchse der Oberhaut (wie die Dornen der Rosen und die Stacheln der Disteln) bedecken sie die Oberfläche der Pflanze.

Borsten, d. h. kurze und zugespitzte Haare mit verdickten Wänden, in welchen Kalk oder Kieselerde eingelagert ist, besitzen vornehmlich die darum auch „Rauhblättrige“ genannten Boretschgewächse (Boretsch, Lungenkraut, Natterkopf, Beinwell usw.)

Widerhäkchen an Blatt und Stengel bilden die Wehr der zahlreichen harten Riedgräser (Carex).

Vielfach deckt ein filziger Ueberzug von dichten Wollhaaren das saftige Pflanzenorgan, dem damit einerseits ein Schirm gegen direkte Besonnung und starke Verdunstung verliehen, andererseits aber auch ein wirksamer Schutz gegen Frass gewährt wird, da der Filz in der Schleimhaut des Fressers heftig juckt („Wollkraut“ oder Königskerze, Salbei, Andorn usw.).

Kieselerde ist eingelagert in die Membran der Gräser, besonders reichlich (70—90% der Asche) in die Oberhaut der Schachtelhalme, so dass nach ihrer Verbrennung ein festes Kieselskelett zurückbleibt; die Kanten der durch Kiesel gehärteten Membranen gleichen scharfen Sägen (Polierschachtelhalm!).

⊕ Echium vulgare L
Symphytum officinale L
⊙ Borago officinalis L
Pulmonaria officinalis L
⊙ Anchusa officinalis L

Myosotis silvatica Hoffm.
⊕ Verbascum nigrum L
Carex pendula Huds.
Equisetum arvense L
„ hiemale L

c. Die Brennhaare

der Brennseeln und Brennwinden (Loasazeen) sind eine besondere Borstenart.

(Schematische
Zeichnung)

Eine spießförmig ausgezogene Oberhautzelle, die am Grunde becherförmig umwachsen und getragen ist von einem säulenartigen Fuss aus Oberhautzellen, endet in ein kleines, schräg aufgesetztes Köpfchen. Die Haut des Köpfchens und oberen Haarendes ist verkieselt, die übrigen Wandteile sind verkalkt, das ganze Haar also sehr steif. — Beim Berühren bricht das Köpfchen ab, die offene Spitze aber dringt gleich einer Kanüle in die Haut und lässt den Inhalt des Haares in die Wunde fließen. Der giftige Inhalt (Ameisensäure, Enzym) ruft eine als „Brennen“ empfundene Entzündung hervor, die bei der tropischen Brennwinde (Loasa) recht gefährlich werden kann.

Der flüssige Inhalt der anders geformten Drüsenhaare von *Primula obconica* vermag beim Menschen Haut- und Augenentzündungen hervorzurufen.

Urtica dioica L

⊙ „ *urens* L

⊙ „ *pilulifera* L

⊙ *Cajophora lateritiae* Presl.

⊙ *Loasa picta* v. Houtte.

⊙ „ *urens* Jacq.

Primula obconica Hance.

d. Klebringe, klebrige Drüsen, Wasserbecken

versperren unberufenen, diebischen Gästen, die am Stengel hinaufkriechen, den Zugang zum Blütenhonig, der nur für die Helfer beim Befruchtungsgeschäfte bestimmt ist.

Deutliche „Fliegenruten“ und „Leimspindeln“ sind die Stengel der Pechnelke, des Leimkrautes und anderer Pflanzen; ein klebriger Haarfilz schützt die Blüentriebe der Landexemplare vom ortswechselnden Knöterich (*Polygonum amphibium*); am Kelch des Giftlattichs (*Lactuca virosa*) werden die emporkriechenden Ameisen durch ausgeschiedene Milchtröpfchen festgeklebt.

Die grossen, meist gefüllten Wasserbecken am Stamme der schlitzblättrigen Karde (*Dipsacus laciniatus*) werden als unvermutete Fallgruben den kletternden Honigdieben zum Verderben.

Lychnis viscaria L

Silene nutans L

Salvia glutinosa L

Epimedium alpinum L

Dictamnus fraxinella Pers.

Aquilegia glandulosa Fisch.

Polygonum amphibium L

⊕ *Lactuca virosa* L

⊕ *Dipsacus silvester* Huds.

(*Robinia viscosa* Vent.)

e. Ameisenpflanzen

finden sich reichlich und wunderbar ausgebildet in den Tropen. Diese sogenannten Myrmekophyten gewähren kleinen, äusserst kriegerischen Ameisen Wohnung und Nahrung; dafür schützen die Gäste ihren Wirt wirksam gegen schädliche Tiere. Aber auch die heimische Pflanzenwelt bietet zahlreiche Belege für die Lebensgemeinschaft (Symbiose) von Ameise und Pflanze. Einige Beispiele dafür nach Francé:

Von den bei uns eingebürgerten Balsaminen besitzt das „fleissige Lieschen“ (*Impatiens Sultani*) an den Blatträndern viele Zähne, aus deren Spitze ein einziges Nektartröpfchen quillt; lange, rote, aufwärts gerichtete Haare oder eine schnurgerade Reihe dunkelroter Punkte weisen der Ameise den Weg zur Schenkstätte. Die honigschlürfende Ameise hält von ihrem saftreichen, wehrlosen Wirt die gefräßigen Räuber (Raupen und Schnecken) fern. Zur Blütezeit aber erlöschen die Saftmale und Honigdrüsen.

Am hohen Stengel der auf den deutschen Kalkbergen wachsenden Bergkornblume (*Centaurea montana*) kriechen in der Morgendämmerung scharenweise Ameisen zur geschlossenen Blütenknospe empor. Kurz nach Sonnenaufgang tritt an der Spitze jedes Hüllblättchens ein goldiges Honigtröpfchen heraus, das die lauernden Ameisen trinken. Den ganzen Tag über quellen die Tröpfchen in diesem „Automatenrestaurant“; neue durstige Ameisen lösen die gesättigten Gäste ab. Die trinkende Besatzung verjagt alle anderen nahenden Insekten, z. B. die Blumenkäfer, welche tiefe Löcher in die zarten Blütenknospen nagen würden. Jeden Abend, wenn die Feinde zur Ruhe gegangen, hört die Bewirtung auf, die gänzlich eingestellt wird, sobald die Blume erblüht ist.

⊙ <i>Impatiens glanduligera</i> Royle.	<i>Sambucus nigra</i> L
<i>Impatiens Sultani</i> Hook.	<i>Viburnum opulus</i> L
<i>Centaurea montana</i> L	<i>Iris graminea</i> L
<i>Paeonia albiflora</i> Pall.	<i>Amygdalus nana</i> L

f. Gerbstoffe

und Gerbstoffverbindungen sind bald im Zell- oder Milchsafte gelöst; bald finden sie sich konzentriert als stark lichtbrechende Kugeln im Innern der Rindenzellen; bald sind sie der Membran eingelagert, färben sie dunkel und machen sie, besonders bei der Borke der Bäume, durch ihre antiseptische Wirksamkeit sehr widerstandsfähig.

Die Art des Entstehens der Gerbstoffe und ihre volle Bedeutung für den Stoffwechsel der Pflanze kennt man nicht, aber ihr bitterer Geschmack scheint doch mancher gerbstoffreichen Pflanze ausreichenden Schutz gegen Tier- (besonders Schnecken-) frass zu verleihen, z. B. den

meisten Klee- und Steinbrecharten, der Erdbeere, den Fetthennen, deren Blätter man kaum jemals von Schnecken verletzt findet.

Trifolium repens L	Fragaria vesca L
⊙ „ incarnatum L	Saxifraga granulata L
⊙ „ hybridum L	(und andere)
Medicago sativa L	Bergenia cordifolia A. Br.
⊙, ⊕ „ lupulina L	Sedum fabaria K
	„ spectabile Boreau.

g. Oxalsäure und oxalsaurer Kalk (Raphiden).

Überall da, wo in der Pflanze Eiweiss gebildet wird, entsteht auch Oxalsäure. Der in der Zelle vorhandene Kalk bindet sie. Ihr so entstandenes, unlösliches Kalksalz findet man im Zellsaft abgelagert als wohlgeformte Einzelkristalle oder als morgensternförmige Kristalldrüsen oder als „Raphiden“ (d. h. Bündel von Kristallnadeln, die meist in Gummischleim eingebettet sind). — Raphidenreich sind Liliaceen, Orchideen und andere Monokotylen.

Die giftige Säure und ihr Kalksalz, besonders die Raphiden, gelten als trefflicher Schutz der saftigen Pflanzenteile gegen Schneckenfrass.

Oxalis acetosella L	Narcissus pseudonarcissus L
„ lasiandra Zucc.	„ incomparabilis Mill.
Arum italicum Mill.	Epilobium angustifolium L
„ maculatum L	„ hirsutum L
Colocasia antiquorum Schott.	„ roseum Retz.
Asparagus officinalis L	Oenothera missouriensis Sims.
Fritillaria imperialis L	⊕ „ biennis L
Leucojum vernum L	Vitis amurensis Rupr.
„ aestivum L	Ampelopsis quinquefolia Mch.

h. Aetherische Oele

scheidet der Pflanzenkörper beim Stoffwechsel als ein für ihn selbst nicht mehr bedeutsames Endprodukt allerorten aus. Darum findet man diese riechenden Essenzen tropfenförmig in den Zellen von Rhizomen (Kalmus, Ingwer), von Rinden (Zimtbaum), von Blättern (Lorbeer, Labiaten), Blumenblättern (Rose), Fruchtschalen, Samen, — oder sie erfüllen eigens für sie geschaffene Behälter, entweder kürzere Zellzwischengänge oder längere Oelgänge, an denen die Doldenblütler besonders reich sind.

Trotz ihrer geringen Gewichtsmenge sind sie dem Geruchssinn auffällig wahrnehmbar, und darin liegt ihre Bedeutung für die „Oekologie“

(die äussere Lebensführung) der Pflanze. Dem Gedeihen der Pflanze nützen sie in jedem Fall, ob sie nämlich durch Wohlgeruch gewisse Tiere zur Bestäubung der Blüten und zur Verbreitung der Samen anlocken oder ob sie durch widerlichen Geruch und brennenden Geschmack andere Tiere vom Verzehren der fleischigen Teile abstossen.

Mentha viridis L	⊙ Ocimum basilicum L
Nepeta cataria L	⊙ Anthriscus cerefolium Hoffm.
Teucrium scorodonia L	⊙ Coriandrum sativum L
Lavandula vera D. C.	⊕ Carum carvi L
Melissa officinalis L	⊙ Pimpinella anisum L
Hyssopus officinalis L	⊙ Foeniculum vulgare All.
Origanum majorana L	Levisticum officinale Koch.
Thymus vulgaris L	⊙ Anethum graveolens L
„ serpyllum L	Dictamnus fraxinella Link.
⊙ Borago officinalis L	Ruta graveolens L
Asperula odorata L	Asarum europaeum L
Valeriana officinalis L	„ canadense L
Artemisia vulgaris L	⊙ Cannabis sativa L
Tanacetum vulgare L	Inula helenium L

i. Milchsaft

und die ihn bergenden Milchsaftbehälter sind auf bestimmte Pflanzenfamilien beschränkt: meterlange Milchzellen besitzen die Wolfsmilch-, Maulbeer-, Immergrün- oder Hundsgift- und die Seidenpflanzengewächse, dagegen Milchgefässe, die durch Verschmelzung vieler übereinander liegender Zellen entstehen, sind gewissen Einkeimblättrigen, den Mohngewächsen, Glockenblumen und vielen Korbblütlern eigen. Beide, Milchzellen und Milchgefässe, sind stark verzweigt, reichen bis in die nahrungschaffenden Gewebe hinein und führen den gleichen Saft.

Dieser ist eine milchige, meist weisse, selten gelbe, an der Luft gerinnende Flüssigkeit, die Gummiharze und Kautschuk, Fett und Wachs, ätherische Oele und Gerbstoffe, Eiweisskörper und Stärkekörner, Enzyme und Fermente, Salze und giftige Alkaloide, teils fein verteilt und schwebend, teils in Lösung führt.

Zwar lässt dieser reiche Inhalt vermuten, dass der Milchsaft gleich Milch und Blut des Tieres hauptsächlich ein Nährsaft ist und dass seine Behälter Leitungsbahnen dafür sind; bis jetzt wirklich bekannt aber ist nur seine Nebenaufgabe, sein äusserlicher Nutzen. Denn einerseits schützt seine ätzende Schärfe und Giftigkeit gegen

Tierfrass, andererseits schafft sein schnelles Gerinnen einen wirksamen Wundverschluss, da bei Verletzungen des Behälters ein dicker Tropfen hervorquillt, an der Luft gerinnt und eintrocknet.

Anmkg.: Der Mensch nützt die Milchsäfte aus zur Gewinnung von Kautschuk, Arznei-(Opium) und Giftstoffen (Strychnin, Pfeilgift).

Euphorbia cyparissias L (und sukkulente)	Apocynum cannabinum L
Chelidonium maius L	⊙ Lampsana communis L
⊙ Papaver somniferum L	Mulgedium alpinum L
Asclepias incarnata L	Sonchus palustris L
„ cornuti D. C.	⊕ Lactuca scariola L
⊙ Cynanchum vincetoxicum R. Br.	Leontodon taraxacum L

k. Bitterstoffe

heissen diejenigen stark bitter schmeckenden Pflanzenstoffe, die nicht zu den Harzen, Oelen, Farbstoffen, Säuren, Alkaloiden, Glykosiden gehören und zwar den Glykosiden nahe verwandt, aber noch nicht oder nicht völlig erforscht sind. Sie sind im Zellsaft gelöst und scheinen die Träger der arzneilichen Wirkungen mancher Pflanzen zu sein; mehrere sind giftig.

Wegen der Giftigkeit oder wegen des abstossenden Geschmackes gewähren sie der Pflanze tierischen Feinden gegenüber gewissen Schutz; welche Rolle sie jedoch im Stoffwechsel der Pflanze spielen, ist noch unbekannt.

Giftig sind die Bitterstoffe der Anemonen und Ranunkeln (Anemonin), des Augentrostes (Gratiolin) und von strychninartiger Wirkung das Pikrotoxin der Kokkelskörner; arzneiliche oder technische Anwendung finden das Aloin der Aloëarten, das Absynthin, Artemisin und Santonin der Artemisiaarten, das Laktuzin des Giftlattichs, das Lupulin des Hopfens usw.

Anemone nemorosa L	Aloë ferox Mill.
„ Pulsatilla L	Artemisia absinthium L
Ranunculus acer L	„ maritima L
⊙ „ sceleratus L	⊕ Lactuca virosa L
Gratiola officinalis L	Eupatorium cannabinum L
Scrophularia nodosa L	Humulus lupulus L

I. Glykoside

sind im Zellsaft gelöste ätherartige Verbindungen einer Zuckerart (meist der „Glykose“, d. h. des Traubenzuckers) mit einem andern Stoffe; durch ein in der Pflanze enthaltenes Enzym oder durch verdünnte Säuren und Alkalien werden sie wieder in ihre beiden Bestandteile zerspalten.

Die Zahl der Glykoside ist gross; die meisten sind dem Menschen technisch oder medizinisch oder sonstwie wertvoll, viele sind heftige Gifte (Helleborin, Solanin, Digitalin, Amygdalin, Saponin usw).

Ihre Rolle im Pflanzenkörper selbst ist unklar, sicherlich schützt aber ihre giftige Wirkung den Pflanzenleib gegen feindliche Angriffe von Tieren.

Helleborus foetidus L	Vincetoxicum medium.
„ niger L	Prunus insititia L
„ viridis L	„ laurocerasus L
Solanum dulcamara L	Dianthus plumarius L
⊙ „ nigrum L	Saxifraga decipiens Ehrh.
⊙ „ lycopersicum L	Bryonia dioica Jacq.
⊕ Digitalis purpurea L	Paris quadrifolia L
Daphne mezereum L	Convallaria majalis L
„ alpina L	Ruta graveolens L
Saponaria officinalis L	Cyclamen europaeum L

m. Alkaloïde

heissen alle stickstoffhaltigen, gewöhnlich an eine Säure gebundenen Pflanzenbasen wegen ihres basischen oder „alkalischen“ Charakters. Meist sind sie im Zellsaft, manchmal auch im Milchsaft gelöst; unter Umständen finden sie sich sogar im lebenden Protoplasma der Zelle.

Sie wirken auf den tierischen und menschlichen Leib ungemein energisch, so dass sie als kräftige Heilmittel oder schon in winziger Menge als heftige Gifte dienen. Die letztere Wirkung gewährt den betreffenden Pflanzen zweifelsohne gegenüber tierischen Angriffen einen gewissen Schutz; welche Rolle die Alkaloïde aber im Stoffwechsel der Pflanze spielen, ist noch unbekannt.

Derartige Giftstoffe besitzen: Eisenhut (Akonitin), Tollkirsche, Stechapfel und Bilsenkraut (Atropin und Hyoszyamin), Schierling (Koniin), Goldregen (Zytisin), Mohn (Opiumbasen), Tabak (Nikotin), Herbstzeitlose (Kolchizin), Germer (Veratrin) usw.

Aconitum napellus L	Atropa belladonna L
„ anthora L	⊙ Datura stramonium L
„ lycoctonum L	⊕ Hyoscyamus niger L

⊕ <i>Hyoscyamus albus</i> L	<i>Spartium scoparium</i> L
<i>Berberis vulgaris</i> L	<i>Amanita muscaria</i> L
<i>Corydalis cava</i> Schweigg. et K.	<i>Lycium barbarum</i> L
„ <i>ochroleuca</i> Koch.	<i>Veratrum album</i> L
⊕ <i>Conium maculatum</i> L	⊙ <i>Aethusa cynapium</i> L
<i>Colchicum autumnale</i> L	⊙ <i>Agrostemma githago</i> L
<i>Chelidonium majus</i> L	<i>Cicuta virosa</i> L
<i>Cytisus laburnum</i> L	⊕ <i>Chaerophyllum temulum</i> L
⊙ <i>Papaver somniferum</i> L	<i>Rhus toxicodendron</i> L
⊙ <i>Nicotiana tabacum</i> L	<i>Taxus baccata</i> L
⊙ <i>Nicotiana rustica</i> L	<i>Lupinus luteus</i> L
⊙ <i>Trigonella foenum graecum</i> L	⊙ <i>Ricinus communis</i> L
⊙ <i>Cannabis sativa</i> L	

VII. Kreuzung und Selbstbefruchtung.

Die Pflanze meidet möglichst die Selbstbefruchtung, sie trachtet vielmehr darnach, dass ihre Samenanlagen durch den Pollen eines anderen Individuums derselben Art befruchtet werden; denn auf diesem Wege, der „Kreuzung“, erzielt sie wertvolle Qualitätsänderungen an den Nachkommen.

Zur Kreuzung bedienen sich die niedersten wie die höchsten Pflanzenformen, vornehmlich die meist „zwitterigen“ Phanerogamen, höchst sinnerreicher Einrichtungen, aus deren Fülle und Mannigfaltigkeit besonders bemerkenswert sind:

Ein- und Zweihäusigkeit, Dichogamie (Protandrie und Protogynie), Heterostylie, Herkogamie, Platzwechsel der Antheren und Narben.

Die Helfer beim Kreuzungsgeschäft sind Wind, Wasser und Tiere.

Die „Selbstbestäubung“ ist für die „selbst-sterilen“ Zwitterblüten (Lerchensporn, Osterluzzei, Roggen, Lobelie, Königskerze) ganz hinfällig, da ihr Pollen weder auf der eignen Narbe noch auf den Narben desselben Individuums keimt, sondern darauf (einzelne Orchideen) direkt giftig wirken kann; sie bleibt aber vielen Pflanzen als Notbehelf, bei wenigen Formen ist sie ständige Regel.

1a. Die „Einhäusigen“ (Monözischen)

verteilen das männliche und weibliche Geschlecht auf verschiedene Blüten, lassen beide aber auf derselben Pflanze. Somit

sind zur Samenbildung mindestens zwei verschiedene Blüten desselben Stockes nötig, indessen ist auch die Kreuzung mit anderen Individuen meist durch die sog. Protogynie gesichert, d. h. durch die frühere Geschlechtsreife der Stempelblüten vor den Staubgefäßblüten derselben Pflanze. Vor den „Diözischen“ haben die „Monözischen“ den Vorteil, dass alle Individuen Samen erzeugen können, während die männlichen Pflanzen der „Diözischen“ für die unmittelbare Samenproduktion verloren sind. Wind und Insekten besorgen die Bestäubung und Kreuzung.

Pinus silvester L
 „ *cembra* L
Larix europaea L
 ⊙ *Zea Mais* L
Arum maculatum L
 „ *italicum* Mill.
Dracunculus vulgaris Schott.
Sauromatum guttatum Schott.
Betula pendula Roth.
 „ *alba* L
Alnus glutinosa Gaertn.

Alnus incana Willd.
Castanea vesca Gaertn.
Corylus avellana L
 „ *colurna* L
Quercus robur L
 „ *sessiliflora* Salisb.
 ⊙ *Urtica urens* L
 ⊙ *Ricinus communis* L
 ⊙ *Cucumis sativus* L
 ⊙ *Cucurbita pepo* L
 ⊙ „ *maxima* Duch.

1b. „Zweihäusig“ oder Diözisch

heissen die Gewächse, deren Individuen stets nur eingeschlechtige Blüten besitzen und also rein weiblich oder rein männlich sind. In allen Pflanzenklassen, von den niedersten Kryptogamen (Algen und Moosen) bis zu den höchsten Phanerogamen, findet sich die Diözie. Uebergänge dahin von den „scheinzwittrigen“ Blüten aus, bei denen das eine Organ (Staubgefäß oder Stempel) nicht mehr leistungsfähig ist über die „Einhäusigen“ hinweg lassen sich deutlich erkennen; nicht selten hat eine Pflanzenart (Esche) alle drei Formen von Blüten.

Die Diözie ist das radikalste Mittel zur Verhinderung der Selbstbestäubung; das Geschäft der für die Befruchtung nötigen und allein möglichen Kreuzung besorgt der Wind, seltener die Insekten (Weiden).

Taxus baccata L
Juniperus communis L
Gingko biloba L
Salix caprea L
 „ *purpurea* L
 „ *viminalis* L
Populus alba L

Populus nigra L
Myrica gale L
 „ *cerifera* L
Morus alba L
 „ *nigra* L
 ⊙ *Cannabis sativa* L
Humulus lupulus L

⊙ <i>Humulus japonicus</i> S. et Z.	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.
<i>Urtica dioica</i> L.	„ <i>alba</i> L.
<i>Rumex acetosa</i> L.	(Kulturen von Algen, Mar-
„ <i>acetosella</i> L.	chantia, <i>Polytrichum</i> ,
⊙ <i>Mercurialis annua</i> L.	<i>Equisetum</i>).
<i>Thladiantha dubia</i> Bnge.	

Ic. Windblütler (Anemophile)

sind ausser den meisten Ein- und Zweihäusigen (Kätzchenblütler, Koniferen) sehr viele Zwitterblütige (vornehmlich die Gräser), so dass 10–12000 Arten den Wind als Kreuzungsgehilfen gebrauchen.

Staubbeutel, Staub und Narben sind zur Sicherung dieser Art von Fremdbestäubung besonders zugerichtet.

Die reifen Beutel bleiben bei feuchtem Wetter — zum Schutze des Pollens gegen Nässe — geschlossen oder in schlaff herabhängenden Kätzchen geborgen; bei trockenem Wetter dagegen schaukeln sie, an langen und schwanken Fäden heraushängend, im Winde hin und her und schütteln wie eine Streubüchse ihren Staub aus, den die bewegte Luft davonträgt. Daneben gibt es Einrichtungen der Beutel zum explosionsartigen Ausschleudern von Staubwolken (*Pilea*). — Die frühe Morgenstunde wird zum Ausstäuben bevorzugt.

Die Pollenkörner selbst sind glatt, winzig klein und bilden einen trocknen, leichten Staub, den schon eine ganz geringe Luftbewegung selbst meilenweit davonführt. Besonders flugfähig sind die Staubkörner gewisser Nadelhölzer durch zwei luffterfüllte Blasen, die das Volumen verdoppeln und das Gewicht kaum erhöhen. Die Zahl der Körner ist — aus Gründen der Bestäubungssicherheit — enorm, ein Kätzchen enthält Millionen, ja Milliarden; in ganzen Wolken fliegt der Staub dahin, ein „Schwefelregen“ bedeckt zuweilen den Boden der Nadelholzwälder, und der manchmal weithin gelbe Bodensee „blüht“.

Die den fliegenden Staub auffangende, meist „vorreife“ Narbe des anderen Individuums ist dazu pinselförmig (Haselnuss) und federartig (Gräser) gestaltet, oder gefiedert (Walnuss) und langfädig (Mais), oder klebrig und — wenn dick, fleischig und gross — mit einer Samtschicht von langen Papillen ausgestattet. Die narbenlosen Koniferen aber stellen die jungen Zapfen aufrecht und fangen die fremden Pollenkörner in Flüssigkeitströpfchen oder in schuppenartigen Gebilden ihrer Samenanlagen auf.

Die ganze Blüte der Anemophilen (der älteren Kreuzungsform) ist unscheinbar: sie besitzt keine farbige Hülle, keinen Duft, keinen

Honig, um Insekten zu Hilfe zu rufen. Zur jedenfalls jüngeren Form der Insektenblütler (Entomophilen) sind Uebergänge erkennbar: z. B. haben Weiden und Heidekraut als Ersatz für die ausgebliebene Insektenbestäubung die Windhilfe beibehalten.

Phleum pratense L	Rumex maximus Schreb.
Dactylis glomerata L	Thalictrum aquilegiaefolium L
Sesleria tenella Host.	„ minus L
„ elongata	Macleya cordata R. Br.
⊙ Avena sativa L	Rheum Emodi Wallr.
⊙ Secale cereale L	„ undulatum L
⊙ Triticum vulgare L	Sanguisorba minor Scop.
⊙ Hordeum vulgare L	Plantago lanceolata L
Carex pendula Huds.	„ major L
„ arenaria L	„ media L
Juncus glaucus Ehrh.	Parietaria officinalis L
Luzula maxima D. C.	Calluna vulgaris Salisb.

2. Insektenblütler (Entomophile),

überhaupt alle Pflanzen, die zur Fremdbestäubung Tiere (auch Vögel, Fledermäuse, Schnecken) gebrauchen, locken ihre Kreuzungshelfer durch auffallende Farben und Düfte an und bieten ihnen die gesuchte Nahrung in Form von saftigen Organen (Staubfädenhaare, Blumenblattwülste), von Pollenkörnern und besonders von süßem Honig; gewisse Blüten gewähren in kalten Nächten warme Herberge.

Der Blütenstaub dieser Gewächse wird nicht mehr in so verschwenderischer Fülle und nicht so pulverig trocken noch glatt wie von den Windblütlern erzeugt, sondern er ist klebrig oder rauh; darum haftet er am nahrungsuchenden Tier und zwar — wegen des eigenartigen Blütenbaues — an einem solchen Körperteil, dass er auch sicher auf der klebrigen oder filzigen Narbe der anderen Blüte abgestreift wird.

Gestalt und Bau der Blüten und die Körperverhältnisse derjenigen Tierarten, die jedesmal allein für die Kreuzung in Frage kommen, haben sich gegenseitig in wunderbarer Mannigfaltigkeit angepasst.

2a. „Schauapparate“, augenfällige Lockmittel für die Insekten

sind die Blumen mit leuchtenden Farben und sinnreichen Formen. In blau, violett, rot, gelb und weiss prangen die Hüllen der Befruchtungswerkzeuge (der Staubblätter und Stempel).

Jedes Insekt bevorzugt oder verlangt eine bestimmte Farbe und Tracht an der Blüte, der es dienen soll, so dass man von „Lust“- und „Unlustfarben“ reden darf. Und wie die Lebens- und Flugzeit jeder Insektenart auf eine bestimmte Jahreszeit beschränkt ist, so wechselt gleichsinnig der jeweilig vorherrschende Farbenton im Blumenreich.

Den lockenden „Schauapparat“ bilden nun bunte

1. Blumenkronblätter,
2. Kelchblätter,
3. Perigone.

Andernfalls reizen das nahrungsuchende Tier

4. Farbenkontraste an den Blüten,
5. Blütenhäufungen in den sog. Blütenständen (Korb, Traube, Dolde usw.).

Endlich besitzen gewisse Pflanzen

6. „extraflorale“ Schauapparate, d. h. sie nehmen dicht unter den Blüten sitzende, lebhaft gefärbte Hochblätter zu Hilfe.

1. Blumenkronblätter als Schauapparat.

Saponaria officinalis L	⊙ Linum usitatissimum L
„ ocimoides L	⊙ „ grandiflorum Desf.
⊙ Silene coeli-rosa Rohrb.	Daphne mezereum L
⊙ Agrostemma githago L	Gentiana acaulis L
⊙ Eschscholtzia californica Cham.	Salvia pratensis L
⊙ Papaver somniferum L	„ glutinosa L
Rosa canina L	Monarda didyma L
„ rubiginosa L	⊕ Digitalis purpurea L
und andere Klatschrosen	Pentstemon barbatus Nutt.
Medicago sativa L	„ gentianooides G. Don.
Spartium scoparium L	Campanula trachelium L
Lonicera caprifolium L	„ pulla L
Geranium pratense L	„ pusilla H.

2. Kelchblätter als Schauapparat.

Aconitum napellus L	Pulsatilla pratensis Mill.
„ anthora L	„ vulgaris Mill.
„ lycoctonum L	Trollius europaeus L.
Helleborus niger L	„ asiaticus L
„ viridis L	Eranthis hiemalis Salisb.
„ foetidus L	⊙ Nigella damascena L
Anemone silvestris L	⊙ „ sativa L
„ nemorosa L	Adonis vernalis L
„ japonica S. et Z.	

3. Perigon als Schauapparat.

Lilien	Narzissen
Tulpen	Irideen

4. Farbenkontraste an den Blüten.

Narcissus poëticus L	Pulmonaria officinalis L
⊙ Adonis aestivalis L	Myosotis palustris Rth.
⊙ „ autumnalis L	⊙ „ versicolor Smith.
⊙ Papaver rhoeas L	Solanum dulcamara L
⊙ „ dubium L	⊙ „ tuberosum L
„ orientale L	⊕ Digitalis purpurea L
und andere	⊙ Euphrasia officinalis L
⊙ Vicia faba L	⊙ Specularia speculum D. C.
Helianthemum vulgare Gaertn.	Bellis perennis L
„ grandiflorum D. C.	Aster alpinus L
„ mutabile Pers.	Dahlia pinnata Cav.
⊙ Convolvulus tricolor L	Gaillardia aristata Pursch.
Polemonium caeruleum L	Rudbeckia purpurea L
⊕ Echium vulgare L	

5. Blütenhäufung (Blütenstände).

a. Körbe:	Berberis aquifolium Pursh.
Scabiosa columbaria L	Lupinus polyphyllus
⊙ „ atropurpurea L	Lathyrus latifolius L
Knautia arvensis L	
⊙ Centaurea cyanus L	c. Dolden:
„ macrocephala Willd.	Iberis sempervirens L
Arnica montana L	Arabis albida Stev.
⊙ Calendula officinalis L	Cheiranthus Cheiri L
⊕ Onopordon illyricum L	⊕ Angelica silvestris L
⊙ Tagetes patula L	Sambucus nigra L
⊙ Helianthus annuus L	„ racemosa L
Chrysanthemum leucanthemum L	Viburnum opulus L
Eupatorium cannabinum L	⊕ Orlaya grandiflora Hoffm.
b. Trauben:	Levisticum officinale Koch.
Cytisus laburnum L	Asperula odorata L
Glycine chinensis Sims.	Crucianella stylosa Trin.

6. „Extraflorale“ Schauapparate.

Arum maculatum L	Astrantia major L
„ italicum Mill.	Cornus florida L
Dracunculus vulgaris Schott.	Salvia sclarea L
Sauromatum guttatum Schott.	⊙ Melampyrum nemorosum L
Richardia aethiopica Kth.	Bougainvillea spectabilis Willd.
Euphorbia cyparissias L	Carlina acaulis L
⊙ „ helioscopia L	Leontopodium alpinum Cass.
Eryngium alpinum L	„ himalaicum D. C.
„ amethystinum L	

2b. Blütenduft, ein Lockmittel und Wegweiser in die Ferne,

übt auf die Insektenwelt offenbar noch grössere Anziehung aus als Blumenfarbe, das Merkmal für die Nähe.

Weithin, bis an Orte, von wo das schärfste Auge den Duftträger nicht mehr erblickt, pflanzt sich die schwächer werdende Duftwelle fort; indes das dem menschlichen weit überlegene Geruchsorgan des Kerbtiers nimmt sie wahr und folgt ihr. Düfte, die unsere Nase auch in der Nähe nicht empfindet, und solche, die uns zuwider, reizen noch das Insekt.

Zur Sicherung der Fremdbestäubung paaren recht viele Pflanzen „Schauapparat“ und Duft, andere stark duftende verzichten auf jedes anziehende Farbenkleid (Reseda, Efeu, Reben); manche duften nur zu bestimmten Tageszeiten (Nachtviole, Nachtlitnelke, Geissblatt) oder zu den verschiedenen Zeiten verschieden (Datura arborea, Mirabilis longiflora).

Ausser dem einfachen Honigduft gibt es noch spezifische Duftarten, die man chemisch in 5 Klassen untergebracht hat. Unter diesen Düften und Duftgemischen trifft das Insekt seine Wahl.

Convallaria majalis L	⊙ Tropaeolum majus L
Lilium martagon L	Dictamnus fraxinella Link.
„ speciosum Thbg.	Ruta graveolens L
Hyacinthus orientalis L	Viola odorata L
Narcissus poëticus L	Crataegus oxyacantha L
Gymnadenia odoratissima Rich.	Ulmaria pentapetala Gilib.
Dianthus caryophyllus L	Rosen
„ plumarius L	Asarum europaeum L
⊙ Reseda odorata L	Mirabilis longiflora L
⊙ Lathyrus odoratus L	Vitis vinifera L

Daphne cneorum L
 Hedera helix L
 ⊙ Anethum graveolens L
 Syringa vulgaris L
 „ persica L
 ⊙ Heliotropium europaeum L
 Thymus serpyllum L

Thymus vulgaris L
 und andere Labiaten.
 ⊙ Nicotiana affinis L
 ⊙ Nycteria capensis Benth.
 Asperula odorata L
 Sambucus nigra L
 Valeriana officinalis L

2c. Pollenblüten

bieten den (durch Duft und Farbe) herbeigelocten Insekten ihren Blütenstaub als stickstoffreiche Nahrung (Bienenbrot) an.

Diesen flach schüsselförmigen Blumen fehlt der Honig; dafür aber sind sie reich, freilich nicht in so verschwenderischer Fülle wie die Windblütler, mit Pollen ausgestattet; was das Insekt davon nicht verzehrt, trägt es sicher, ob auch ungewollt, zu den harrenden Narben anderer Nahrungspender.

Die Mohnblumen, Obstblüten und Rosen, in denen man nie einen honiglusternen Schmetterling findet, stehen unter den Pollenblüten obenan; einige gewähren dem Pollenfresser gleichzeitig noch Staubfädenhaare (Königskerze) oder saftreiche Blumenblattwülste (Johanniskraut) als leckere Nahrung.

Tulipa Gesneriana L
 „ silvestris L
 Anemone silvestris L
 „ nemorosa L
 „ japonica L
 Hepatica triloba Gil.
 ⊙ Eschscholtzia californica Cham.
 ⊙ Glaucium luteum Scop.
 ⊙ Papaver rhoeas L
 ⊙ „ somniferum L
 „ orientale L
 „ nudicaule L

Fragaria vesca L
 Rosa canina L
 und andere Klatschrosen
 Spiräen
 Hypericum perforatum L
 „ calycinum L
 „ Moserianum E. André.
 Helianthemum vulgare Gaertn.
 Begonia hybrida hort.
 ⊕ Verbascum thapsus L
 und andere.

2d. Honig (Nektar)

ist die von den Tieren meist begehrte und von den Blüten freigebig gespendete süsse Nahrung.

In Form kleiner zusammenfliessender Tröpfchen wird der Zuckersaft an bestimmten Stellen der Blume ausgeschieden, um sodann in Honig-

behältern aufgespeichert zu werden oder auch abzufließen. Vielgestaltig ist das jeweilig ausscheidende „Nektarium“: bald sondert der scheibenförmige Blütenboden (Doldengewächse) den Honigseim ab, bald ein den Fruchtknoten umgebender niedriger Wulst (Lippenblütler) oder Schuppenbecher (Winden), bald sitzt die Honigwarze am Grunde des Staubblattes (Kreuzblütler) oder am Staubblatt selbst (Heidelbeere), — aber am häufigsten tragen die Kronblätter den Honigbehälter in Gestalt eines „Sporns“ und ähnlicher Umbildungen.

Nicht zweckdienliche Besucher finden den Zugang zu den Honigstellen durch Schutzeinrichtungen verwehrt oder doch, da ihnen der lange Rüssel, die lange Zunge fehlt, erschwert.

Fritillaria imperialis L	⊕ Alyssum incanum L
Lilium candidum L	⊙ Impatiens noli tangere L
Hemerocallis fulva L	Ribes aureum L
Iris germanica L	„ sanguineum L
„ pumila L	⊙ Tropaeolum majus L
„ laevigata Fisch. et Mey.	Euphorbia cyparissias L
Orchideen	Viola odorata L
Dianthus plumarius L	⊕ Carum carvi L
Ranunculus acer L	⊕ Archangelica officinalis Hoffm.
„ lanuginosus L	⊕ Heracleum sphondylium L
Eranthis hiemalis Salisb.	Erica carnea Jacq.
Helleborus niger L	„ tetralix L
⊙ Nigella sativa L	Primula elatior Jacq.
⊙ „ damascena L	Gentiana acaulis L
Aquilegia vulgaris L	Lamium album L
Aconitum napellus L	„ maculatum L
Dicentra spectabilis Borkh.	Ballota nigra L
Corydalis lutea D. C.	Salvia pratensis L
„ solida Sm.	„ glutinosa L
⊙ Fumaria officinalis L	⊙ Nicotiana tabacum L
⊙ Sisymbrium officinale Scop.	⊕ Antirrhinum majus L
Arabis alpina L	Linaria vulgaris Mill.

2e. Dichogamie

ist die einfachste und deshalb wohl verbreitetste Einrichtung der „Zwitterblüten“, um die Selbstbestäubung zu vermeiden und die Kreuzung zu sichern. Die weiblichen und männlichen Geschlechtsorgane derselben Blüte sind nämlich ungleichzeitig reif; die Vorreife der Staubblätter heisst a. Protandrie, die der Stempel b. Protogynie.

a. Die Protandrie

ist die häufigere Form (Kompositen, Glockenblumen, Lobelien, Malven, Leguminosen usw.). Die protandrischen (proterandrischen) Zwitterblüten haben bereits reife Staubbeutel und entleeren sie, ehe die eignen Narben belegungsfähig sind. Diese vorläufig noch geschlossenen oder verdeckten und noch nicht klebrigen Narben können erst später mit dem Pollen jüngerer Blüten bestäubt werden und zwar gewöhnlich mit dem Staub aus einer anderen Pflanze (eigentliche Kreuzung), seltener mit dem Staub einer anderen Blüte desselben Individuums (Geitonomie).

b. Die Protogynie

ist weniger häufig (Einhäusige, Gräser, Kesselfallenblüten, Wegeriche, Ranunkeln, Rosengewächse)

In der proterogynen (protogynen) Blüte entwickeln sich die Stempel früher; ihre Narben sind empfängnisfähig vor der Reife des eigenen Pollens; wenn derselbe aber reif geworden, dann sind die Narben nicht nur schon bestäubt, sondern oft sogar schon welk und abgefallen; sie können also nur vom Staub älterer Blüten belegt werden.

a. Protandrische Blüten:

Cytisus laburnum L	Epilobium angustifolium L
⊕ Melilotus officinalis Desr.	„ hirsutum L
⊙ „ coeruleus Lam.	⊙ Impatiens noli tangere L
⊙ Lupinus luteus L	⊙ Borago officinalis L
„ perennis L	⊕ Echium vulgare L
⊙ Onobrychis sativa Lam.	Lamium album L
⊙ Vicia faba L	Pentastemon gentianoïdes Lindl.
⊙ Lathyrus odoratus L	Salvia pratensis L
⊙ Pisum sativum L	und andere
⊙ Phaseolus multiflorus Willd.	⊕ Digitalis purpurea L
Geranium pratense L	⊕ „ lutea L
„ silvaticum L	⊕ Campanula medium L
Saxifraga granulata L	„ trachelium L
„ rotundifolia L	„ pulla L
Ruta graveolens L	„ pusilla H
⊕ Althaea rosea L	„ glomerata L
„ officinalis L	„ carpathica Jacq.
Malva alcea L	⊕ Michauxia campanuloïdes
⊙ Lavatera trimestris L	l'Hérit.
Hypericum perforatum L	Lobelia cardinalis L

Lobelia siphilitica L
 „ fulgens Willd.
 Cephalaria alpina L
 Succisa pratensis Moench.

Echinops ritro L
 „ sphaerocephalus L
 und andere Kompositen.

b. Protogyne Blüten:

Anthoxantum odoratum L	(⊙) Glaucium luteum Scop.
Luzula pilosa Willd.	⊕ Alyssum incanum L
⊙ Zea Mais L	Rubus odoratus L
Arum maculatum L	Geum urbanum L
Dracunculus vulgaris Schott.	⊙ Euphorbia helioscopia L
Asphodelus luteus L	„ cyparissias L
Fritillaria imperialis L	⊙ Ricinus communis L
Narcissus pseudonarcissus L	Circaea lutetiana L
Corylus avellana L	Oenothera speciosa Nutt.
⊙ Urtica urens L	⊕ „ biennis L
Parietaria officinalis L	Eryngium planum L
Aristolochia clematidis L	Astrantia major L
Mirabilis jalapa L	⊙ Foeniculum officinale All.
⊙ Agrostemma githago L	Veronica chamaedrys L
Pulsatilla vulgaris Mill.	Linaria vulgaris Mill.
Anemone nemorosa L	Scrophularia nodosa L
Helleborus purpurascens W. et Kit.	Plantago lanceolata L
„ foetidus L	„ major L
Magnolia obovata Thbg.	Sambucus nigra L
Berberis vulgaris L	Lonicera xylosteum L

2f. Heterostylie

heisst jene merkwürdige Einrichtung der Blüten, dass sie auf dem einen Individuum nur lange Griffel und kurze Staubblätter, auf dem anderen umgekehrt nur kurze Griffel und lange Staubblätter besitzen. Da nun die Beutel der einen und die Narbe der anderen Form in genau gleicher Höhe stehen, so kann das Insekt nur gleich hohe Geschlechtsorgane mit derselben Körperstelle berühren. Ferner erzeugen die hohen Staubbeutel nur grosse und die niedrigen Beutel nur kleine Staubkörner; in gleicher Weise entspricht aber der Höhe des Griffels die Grösse seiner Narbenpapillen und ihrer Zwischenräume, so dass nur der Pollen der einen Form wirklich zu den Narbenpapillen der anderen Form passt. Darwin erkannte hierin sogleich eine treffliche Einrichtung zur Kreuzung. Tat-

sächlich liefert nun auch die den Insekten zufallende „legitime“ Bestäubung stets den besten Erfolg an Samen oder sogar den alleinigen Erfolg (Flachs, Buchweizen.)

Ausser dieser dimorphen besteht eine noch kompliziertere trimorphe Heterostylie (Weiderich, Sauerkleearten). Da gibt es lang-, mittel- und kurzgriffelige Blüten mit drei entsprechend langen, aber derart angeordneten Staubblättern, dass in jeder Blüte gleichzeitig Staubblätter von zwei Längen stehen; also besitzen die trimorph-heterostylen Blüten:

- a. lange Griffel mit kurzen und mittleren Staubblättern,
- b. mittlere „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „
- c. kurze „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

Die Unterschiede in der Grösse der Pollenkörner und Narbenpapillen sichern wiederum die erfolgreiche „legitime“ Befruchtung und schliessen die „illegitime“ oder gar die Selbstbestäubung aus.

a. Dimorph:

Primula elatior Jacq.	(Menyanthes trifoliata L)
„ auricula L	Linum perenne L
„ officinalis Jacq.	Thesium pratense Ehrh.
„ acaulis Jacq	⊙ Polygonum fagopyrum L
und andere	Polemonium coeruleum L
Aretia vitaliana L	Pulmonaria officinalis L
Androsace sarmentosa Wall.	„ saccharata Mill.
(Hottonia palustris L)	Myosotis palustris With.
Gentiana germanica Willd.	„ silvatica Hoffm.

b. Trimorph:

Lythrum salicaria L	Oxalis Deppei Lodd.
„ roseum hort.	„ lasiandra Zucc.
„ virgatum L	

2g. Die Herkogamie

umfasst die zahlreichen Einrichtungen, die durch eine besondere gegenseitige Lagerung von Narbe und Staubbeutel die Selbstbestäubung rein mechanisch unmöglich machen; sehr oft tritt die Dichogamie helfend hinzu.

Im einfachsten Falle ragt die Narbe des langen Griffels so weit aus der Blüte heraus, dass nur das anfliegende Insekt sie berühren kann

(Weisse Lilie); oder die Staubbeutel liegen unter dem gewölbten Griffel (Schwertlilien) oder sind in taschenartigen Ausbuchtungen der Kronröhre festgeklemmt (Kalmien).

Verwickelter schon ist die Einrichtung am blaublühenden Singrün (Vinca) sowie das „Pump“- oder „Schlagwerk“ der Schmetterlingsblütler und Salbeiarten; besonders sinnreich gestaltet sich das zeitweilige „Gefängnis“ in den proterogynen „Kesselfallenblüten“ (Arum- u. Aristolochiaarten).

Die merkwürdigsten Erscheinungen aber bieten die „Pollinarien“ (wachsartig verklebte Pollenmassen), weniger der Asklepiadeen, als vielmehr die der Orchideen, die das honigsuchende Insekt als aufrecht stehende Hörner davonträgt und die nach kurzer Zeit auf dem Kopfe oder Rüssel des Trägers derartige Eigenbewegungen ausführen, dass sie beim Besuch der Blüten eines andern Individuums genau die klebrige Narbe treffen und daran haften. (Versuch mit der Bleistiftspitze).

Arum maculatum L	⊙ Lathyrus odoratus L
„ italicum Mill.	⊙ Pisum sativum L
Sauromatum guttatum Schott.	⊙ Viola tricolor L
Orchis militaris L	Kalmia latifolia L
„ morio L	„ angustifolia L
Cypripedium calceolus L	Vinca minor L
„ spectabile Sw.	Asclepias cornuti D. C.
Platanthera bifolia Rehb.	Salvia pratensis L
Cephalanthera pallens Rich.	„ glutinosa L
Gymnadenia odoratissima Rich.	„ sclarea L
Iris pseudacorus L	Mimulus luteus L
Aristolochia clematitis L	Crucianella stylosa Trin.
Berberis vulgaris L	⊙ Centaurea cyanus L
„ Thunbergii D. C.	„ jacea L
Genista tinctoria L	„ macrocephala Willd.
Cytisus laburnum L	

2h. Platzwechsel

der Staubbeutel und Narben innerhalb derselben Blüte — um die Selbstbestäubung zu hindern — ist ziemlich häufig. Entweder befinden sich (insonderheit bei proterogynen Blüten, z. B. Tollkirschen, Christwurz) zuerst die Narben an derjenigen Stelle, die vom honigsuchenden Insekt berührt werden muss, und später neigen sich die Staubbeutel an denselben Platz — oder umgekehrt, was der gewöhnlichere Fall ist, stehen anfangs die Beutel dem Insekt entgegen, krümmen sich nach der Pollen-

entleerung weg und lassen die bis dahin verdeckt gehaltene Narbe frei (Malven, Eisenhut, Raute, Rührmichnichtan usw.).

Gladiolus communis L.	Malva alcea L
„ segetum Ker.	Cajophora lateritia Presl.
„ gandavensis v. Houtte	Epilobium angustifolium L
Funkia coerulea hort.	„ hirsutum L
Aconitum napellus L	Atropa belladonna L
„ anthora L	⊕ Hyoseyamus niger L
„ lycoctonum L	Scrophularia nodosa L
Helleborus niger L	Lonicera xylosteum L
„ purpurascens W. et Kit.	„ Ledebourii Esch.
Ruta graveolens L	„ tatarica L
Malva moschata L	Centranthus ruber D. C.

2i. Tagfalterblumen

prangen meist leuchtend rot (Lustfarbe). Besonders typisch sind fast alle Arten der tagsüber geöffneten Nelkenblüten; am Grunde eines engen und tiefen Gefäßes bergen sie ihren Honig, den nur der lange (eingerollt getragene) Falterrüssel erreichen und aufsaugen kann. Ohne Falter bleibt diesen Pflanzen die Kreuzung versagt.

Dianthus deltoïdes L	Viola calcarata L
„ plumarius L	Gentiana verna L
„ alpinus L	„ bavarica L
Melandrium rubrum Garcke.	⊙ Ipomoea purpurea Lam.
⊙ Agrostemma githago L	⊙ Nicotiana tabacum L
Silene acaulis L	⊙ Salpiglossis sinuata
„ pumilio L	Ruiz. et Pav.
Lychnis flos cuculi L	Incarvillea Delavayi Franch.
Saponaria ocimoides L	Centranthus ruber D. C.
Viscaria viscosa Aschers.	(⊕) Scabiosa columbaria L
„ alpina Fries.	⊙ „ atropurpurea L

2k. Nachtfalterblumen

sind tagsüber meist geschlossen und erscheinen bisweilen sogar verkrüppelt (Nachtlitnelke), aber am Abend öffnen sie die Krone und halten sie während der Nacht offen. Nun entsenden sie einen lockenden, schwülen Duft und leuchten mit ihrer weissen, seltener gelben Nachtfarbe. Nachtfalter, Schwärmer und Eulen umschwirren sie und lassen sich, um

Honig zu saugen, auf ihnen nieder. Wenn der Morgen dämmert, erlischt der Duft der sich wieder schliessenden Blume; sie wiederholt das Spiel, bis die Nachtschmetterlinge die Kreuzung ausgeführt haben.

Platanthera bifolia Rehb	(⊙) Mirabilis longiflora L
„ chlorantha Rehb.	⊙ Nycterinia capensis Benth.
Lilium martagon L	Oenothera speciosa Nutt.
„ candidum L	⊕ „ biennis L
„ Brownii Miellez.	„ missouriensis Sims.
Saponaria officinalis	⊙ Datura stramonium L
Silene nutans L	⊙ Nicotiana affinis Moore.
⊙ „ noctiflora L	⊙ „ noctiflora Voss.
⊕ Melandrium album Garcke.	Lonicera caprifolium L
Hesperis matronalis L	„ periclymenum D. C.
(⊙) Mirabilis jalapa L	(Cereus grandiflorus Mill.)

21. Bienen- und Hummelblumen (blau, violett)

zeigen recht auffällig die innige gegenseitige Anpassung der Blüten und Tiere.

Sie sind nur für die Hummel- und Bienenbestäubung geeignet, und einige unter ihnen, die „Selbststerilen“, denen der Notbehelf der Selbstbefruchtung mangelt (Lerchensporn, Orchideen), sind auf den Besuch dieser Insekten angewiesen.

Alle bieten ihren Besuchern zuerst geeignete Anflugplätze dar: herabhängende Glocken, Unterlippen, Schiffchen, herausragende kräftige Griffel (Natterkopf, Winde). Sodann ist ihre Gestalt geradezu ein Gefäß und Etui für den Hummel- oder Bienenleib und nur durch diesen mit seinem Anflugstoss zu öffnen. Sinnreich ist die Stellung der Staubblätter und ihre Einrichtung, die als Pumpwerk (Schmetterlingsblüten), als Schlagwerk (Salbei), als Streuwerk (Veilchen), als Pollinarium (Orchideen) die Bauch- oder Rückenseite oder den Kopf des Hautflüglers mit dem pulverigen, klebrigen oder ballenförmigen Pollen belädt. Die Ladung aber wird sicher an der richtig gestellten Narbe der demnächst besuchten Blüte abgestreift.

Orchideen	Delphinium elatum L
Jrideen	u. andere.
Aquilegia vulgaris L	Corydalis cava Schw. et K.
„ coerulea James.	„ solida Sm.
⊙ Delphinium consolida L	Cardamine pratensis L

Aubrietia deltoidea D. C.	⊙ Convolvulus tricolor L
Trifolium pratense L	⊕ Echium vulgare L
u. andere.	Lamium album L
Aesculus hippocastanum L	Salvia pratensis L
Viola odorata L	„ glutinosa L
u. andere.	⊕ Antirrhinum majus L
Calluna vulgaris Salisb.	⊕ Digitalis purpurea L
u. andere Erikazeen.	Linaria vulgaris Mill.
Gentiana acaulis L	(⊙) „ alpina Mill.
„ cruciata L	

2 m. Fliegen- und Ekelblumen.

Typische Fliegenblumen mit besonderer Anpassung an die honigsuchenden und -saugenden Zweiflügler sind vornehmlich die Becher der proterogynen Wolfsmilchblüten, die am Becherrand 4 goldgelbe, honigduftende Hörnchen darbieten, und die zahlreichen „Kesselfallenblüten“. Diese und auch die anderen weniger eigenartigen Fliegenblumen haben für das Insekt, das Pollen holt oder bringt, keinen Anflugplatz, aber sie stehen stets oder wenigstens vor der Bestäubung nach oben geöffnet, da die Fliegen sich von oben her auf die Blüte niederlassen.

Ekelblumen besitzen braungelbe Fleisch- oder ausgesprochene Aasfarbe und unangenehmen Aasduft. So beuten sie ausser der Nahrungssuche der Insekten auch den Fortpflanzungstrieb der auf die aasfarbigen Kronblätter ihre Eier ablegenden Aasfliegen für die Pollenübertragung aus.

[Hier verdienen die sog. „Pilzblumen“ Erwähnung. Das sind (meist tropische) farbenprangende und nächtlich leuchtende Pilze (Clathrus, Dictyophora, Kalchbrennera, Aseroë), deren Fruchtkörper einen durchdringenden Leichengeruch ausströmt und einen schmierigen Schleim absondert, worin die Aasinsekten herumwaten und den sie verschleppen samt den darin eingebetteten Sporen, den Fortpflanzungszellen.]

Arum maculatum L	Cardamine pratensis L
Sauromatum guttatum Schott.	Ruta graveolens L
u. andere Arazeen.	Viola biflora L
Iris pseudacorus L	Aegopodium podagraria L
Asarum europaeum L	Stapelia europaea Jacq.
„ canadense L	„ grandiflora Mass.
Aristolochia clematitis L	„ variegata L
„ siphonifera L'Herit.	Atropa belladonna L

3. Schneckenblumen (Malacophile)

sind selten und als solche teilweise nicht einwandfrei sichergestellt. Wahrscheinlich ist die Schneckenbestäubung bei dem bekannten Aronstab und der Aspidistra, deren Blüten im Erdboden stecken, ganz sicher nach Francé bei der Arazee *Alocasia*; diese lockt lediglich durch den Duft die Schnecke in die „Kesselfalle“, lässt ihre vorreifen weiblichen Blüten bestäuben und treibt dann die Helferin, ohne ihr etwas geboten zu haben, durch den brennenden, ätzenden Saft aus der „Düte“ wieder hinaus.

<i>Calla palustris</i> L	<i>Aspidistra lurida</i> Ker.
<i>Arum maculatum</i> L	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L
<i>Alocasia odora</i> C. Koch.	„ <i>oppositifolium</i> L
<i>Aspidistra elatior</i> Bl.	(<i>Leucanthemum vulgare</i> Lamk.)?

4. Vogelblumen (Ornithophile)

von meist roter, auch weisser Färbung sind in den tropischen und subtropischen Gegenden heimisch. Sie locken ihre gefiederten Bestäubungsvermittler, die eine lange, weit vorstreckbare und tiefgespaltene oder röhren- und pinselförmige Zunge besitzen, durch fleischige, süsse Blumenblätter und Nektar (Honigvögel, Stare) oder durch Insekten, die sie in ihrer Blütenhülle bergen, zur Kreuzung herbei.

<i>Passiflora coerulea</i> L	<i>Lobelia cardinalis</i> L
„ <i>incarnata</i> L	„ <i>fulgens</i> Willd.
<i>Fuchsia coccinea</i> Ait.	(⊙) <i>Alonzoa Warscewiczii</i> Rgl.
„ <i>discolor</i> Lindl.	(⊙) „ <i>linearis</i> Ruiz. et Pav.

5 a. Selbstbestäubung (Autogamie)

dient sehr vielen Zwitterblüten (ausser den selbststerilen) als Notbehelf und Ersatz, wenn aus irgend einem Grunde die Kreuzung unterblieb. Zu dieser ergänzenden, nachträglichen Selbsthilfe besitzen die betroffenen Pflanzen mannigfaltige Mittel, obenan die „unvollkommene“ Dichogamie, d. h. das vorreife Geschlechtsorgan hat seine Fruchtbarkeit noch nicht verloren, wenn die Reife des anderen beginnt.

So liegen z. B. die Beutel unmittelbar der vorreifen Narbe an (Kaiserkrone, Narzisse), oder der Pollen der höheren Staubbeutel fällt auf die tieferstehende Narbe (Holunder), oder die anfangs tieferstehenden Staubblätter wachsen und verlängern sich bis in Narbenhöhe (Kornrade! — beim Bergweidenröschen im Verlauf des Tages), oder die ursprünglich

nach aussen gestreckten Staubblätter krümmen sich der Narbe zu (Umbelliferen) und umgekehrt die Narben zu den Pollenbehältern (Heckenkirsche, Nachtkerze). Seltener wachsen die anfänglich kürzeren Griffel zu den Beuteln empor (*Epimedium alpinum*, *Alchemilla*) oder verkürzen sich die ursprünglich längern — kurz vor dem Verblühen — bis zur Beuteltiefe (mexik. Kakteen).

Auch die Kronblätter führen Autogamie herbei: sie heben durch nachträgliches Wachstum die an sie gehefteten Staubbeutel zur Narbenhöhe empor (Solaneen), oder sie pressen durch Schliessen der Blüte (Sonnentau) Narbe und Staubbehälter zusammen, oder sie lassen durch ihren Abfall die Staubblätter die Narben streifen, oder sie fangen in behaarten Stellen Staub auf.

Häufig tritt endlich während des Blühens eine allmähliche Aenderung in der Blütenstellung ein, so dass die Narben schliesslich unter den Antheren stehen und dass der ausfallende Pollen sie treffen muss (*Pirola uniflora*!); gleichzeitig finden oft noch die vorgenannten Krümmungen und Verlängerungen der Staubblätter und Griffel statt.

Die geschilderten Vorgänge treten **nicht** ein, wenn die Fremdbestäubung rechtzeitig gelungen ist.

Commelina coelestis Willd.
Lilium martagon L
Ornithogalum umbellatum L
 „ *nutans* L
Colchicum autumnale L
Paris quadrifolia L
Fritillaria imperialis L
Narcissus poeticus L
Galanthus nivalis L
 ⊙ *Agrostemma githago* L
Stellaria holostea L
Cerastium arvense L
Pulsatilla vulgaris Mill.
Adonis vernalis L
 ⊙ *Nigella sativa* L
Epimedium alpinum L
 ⊙ *Alyssum calycinum* L
 ⊙ *Sinapis arvensis* L
 ⊙ *Thlaspi arvense* L
Drosera rotundifolia L
Alchemilla vulgaris L

Rubus idaeus L
 ⊙ *Geranium Robertianum* L
 ⊙ „ *pusillum* L
Mirabilis jalapa L
Malva rotundifolia L
Hypericum perforatum L
 „ *Moserianum* E. André.
Opuntia Rafinesquiana Engelm.
 „ *brachyarthra* Engelm.
Epilobium angustifolium L
 „ *montanum* L
 ⊕ *Oenothera biennis* L
Circaea alpina L
Aegopodium podagraria L
 ⊙ *Aethusa cynapium* L
 ⊙ *Lithospermum arvense* L
 „ *officinale* L
Pirola uniflora L
 und andere.
Gentiana acaulis L
 „ *asclepiadea* L

Adoxa moschatellina L	Lonicera xylosteum L
Physalis Alkekengi L	⊙ Specularia speculum D. C.
⊙ Nicotiana rustica L	Phyteuma spicatum L
Lycium barbarum L	Campanula trachelium L
⊕ Hyoscyamus niger L	Centaurea cyanus L
Sambucus nigra L	Hieracium umbellatum L

5 b. Kleistogame Blüten

sind knospenartig und unscheinbar klein, duftlos und auch ohne Krone; sie bleiben — was der Name sagt — geschlossen und erzeugen ausschliesslich durch Selbstbestäubung kräftige Samen. Das merkwürdigste ist, dass sie meist neben grossen, sich öffnenden (chasmogamen) und nur für Insektenbestäubung bestimmten Blüten von derselben Pflanze gebildet werden. Ihre Staubbeutel besitzen gewöhnlich keine Öffnungsvorrichtung, sondern die Pollenschläuche wachsen durch die Antherenwand zur Narbe hindurch.

Dieser zweckmässige Notbehelf der Autogamie wird namentlich durch Insekten- und Lichtmangel bedingt. Denn im Spätwinter bzw. zeitigen Frühjahr (*Lamium amplexicaule* var. *clandestina*) oder im Spätsommer (*Viola*) fehlt es an bestäubenden Insekten; bei kaltem Wetter und an tiefschattigen Plätzen (*Viola*, *Impatiens noli tangere*, *Linaria*) fehlt die öffnende Sonne.

Mit Kleistogamie behelfen sich unter besonderen Umständen auch Pflanzen, die nicht von vornherein gleichzeitig grosse chasmogame und kleine kleistogame Blüten erzeugen: wenn nämlich kurz vor dem Aufblühen eine längere Regenperiode eintritt, so bleiben die Blüten gewisser Landpflanzen (*Lepidium*, *Malachium*, *Gagea lutea*) geschlossen und befruchten sich selbst; wenn andererseits das Wasser rasch über die Blütenknospen von Pflanzen des Ueberschwemmungsgebietes (*Peplis portula*, *Illecebrum verticillatum*, *Alisma*) steigt, dann sind diese kleistogam.

⊙ <i>Juncus bufonius</i> L	<i>Viola collina</i> Bess.
<i>Oryza clandestina</i> A. Br.	⊙ <i>Collomia grandiflora</i> Dougl.
<i>Cardamine chenopodiifolia</i> .	⊙ <i>Lamium amplexicaule</i> L
<i>Oxalis acetosella</i> L	(var. <i>clandestina</i>).
⊙ <i>Impatiens noli tangere</i> L	<i>Salvia cleistogama</i> .
<i>Viola odorata</i> L	<i>Ajuga reptans</i> L
„ <i>hirta</i> L	⊙ <i>Linaria minor</i> L
„ <i>mirabilis</i> L	<i>Specularia perfoliata</i>

⊙ <i>Lepidium sativum</i> L.	<i>Gagea lutea</i> Schult.
<i>Malachium aquaticum</i> Fr.	
⊙ <i>Peplis portula</i> L.	<i>Alisma plantago</i> L.
<i>Illecebrum verticillatum</i> L.	

VIII. Insektenfressende Pflanzen (Insectivoren)

sind meist Bewohner sehr feuchter Standorte, wo ihnen die stickstoff- und phosphorreichen Bodensalze nicht in dem genügenden Masse wie den stark transpirierenden Landpflanzen zufließen; darum ist ihnen Fleischnahrung ein willkommener Beitrag zur Stickstoffernährung.

Für den Tierfang bestehen die mannigfaltigsten Einrichtungen (Drüsenköpfchen oder Tentakeln, Blasen, gezähnte Klappen, Kannen). Ein Sekret (peptonisierendes Ferment) löst die Fleischteile, die sodann von den Blattzellen aufgesogen werden.

Einheimische Insectivoren sind: Wasserschlauch, Sonnentau, Aldrovande, Fettkraut;

ausländische: Venusfliegenfalle, Kannenpflanze (*Nepenthes*), Wasserkrug (*Sarracenia*), *Darlingtonia*.

<i>Drosera rotundifolia</i> L.	<i>Utricularia vulgaris</i> L.
„ <i>longifolia</i> L.	„ <i>minor</i> L.
„ <i>intermedia</i> Hayne	<i>Pinguicula vulgaris</i> L.
„ <i>capensis</i> L.	„ <i>alpina</i> L.
⊙ <i>Aldrovandia vesiculosa</i> L.	
<i>Dionaea muscipula</i> L.	<i>Sarracenia Drummondii</i> Croom.
<i>Sarracenia purpurea</i> A.	<i>Darlingtonia californica</i> Torr.
„ <i>variolaris</i> Mich.	<i>Nepenthes destillatoria</i> L.
„ <i>flava</i> L.	

⊙ *Lepidium sativum*
Malachium aquaticum

⊙ *Peplis portulacastris*
Illecebrum verticillatum

VIII. Insekten

sind meist Bewohner der feuchten, stickstoff- und phosphorhaltigen Masse, welche in den Gärten fließen; darum ist ihr Beitrag zur Stickstoffproduktion gering.

Für den Tierfang sind die Insekten in verschiedenen Richtungen (Drüsenkanäle, Kammern). Ein Sekret wird abgesondert, die sodann von den Insekten gefressen.

Einheimische: *Drosera rotundifolia*, *Aldrovandea vesiculosa*, *Fettkraut*;

ausländische: *Vespa* (Krautfliegen), *Darlingtonia* (Krautfliegen), *Sarracenia* (Krautfliegen), *Darlingtonia* (Krautfliegen).

Drosera rotundifolia L.

„ *longifolia* L.

„ *intermedia* L.

„ *capensis* L.

⊙ *Aldrovandia vesiculosa* L.

Dionaea muscipula Ellis

Sarracenia purpurea L.

„ *variolaria* L.

„ *flava* L.

A

1

2

3

4

5

6

M

8

9

10

11

12

13

14

15

B

17

18

19

R

G

B

W

G

K

C

Y

M

TIFFEN® Gray Scale

© The Tiffen Company, 2007

Aloxa innoxia
Lycopodium obscurum
⊙ *Nicotiana glauca*
Sium
⊙ *Piper nigrum*
Sambucus racemosa

voren)

wo ihnen die
ht in dem ge-
ndpflanzen zu-
kommener Bei-

sten Ein-
fährte Klappen,
die Fleisch-

a, Sonnentau,

ntes), Wasser-

L

L

L

dii Croom.

ica Torr.

ia L

⊙ *Urtica dioica*

⊙ *Urtica dioica*

Vicia