Insektenverdauende Pflanzen

Von Univ.-Doz. Dr. F. WOLKINGER
Institut für Anatomie und Physiologie der Pflanzen der Universität Graz

Vor einiger Zeit wurde im Botanischen Garten telefonisch angefragt, ob hier Pflanzen zu beziehen seien, die zum Fliegenfangen ins Fenster gestellt werden könnten. Daß es diese interessanten Pflanzen gibt, ist ziemlich allgemein bekannt, aber selbst der Vater der Botanik, Karl v. LINNE, dem 1769 von der insektenfangenden Venusfliegenfalle berichtet wurde, scheute sich, dazu Stellung zu nehmen. Als DOBBS, Gouverneur von Nordcarolina, 1760 die eigenartigen Bewegungen bei der Venusfliegenfalle beobachtete, hielt er sie für „das größte Wunder des Pflanzenreiches" Erst als sich Charles DARWIN 1875 in seiner Untersuchung über „Insektenfressende Pflanzen" mit diesen eigenartigen Lebewesen beschäftigte, glaubte man an die Richtigkeit dieser Beobachtungen.

Familien, Gattungen sowie Artenzahl und Verbreitung der *karnivoren* Blütenpflanzen der Erde.

Familien	Gattungen	Arten-zahl	Verbreitung
Byblidaceae	Byblis	2	Australien
Cephalotaceae	Cephalotus	1	Südwest-Australien
Droseraceae	Aldrovanda	1	Europa, Asien
	Dionaea	1	Carolina
	Drosera	9	Kosmopolitisch
	Drosophyllum	1	Portugal, Süd-Spanien, Marokko
Lentibulariaceae	Biovulvaria	2	Tropisches Süd-Amerika, Kuba
	Genlisea	25	Tropisches Süd-Amerika, Südafrika
	Pinguicula	30	Europa, Amerika, Sibirien, Zentral- und Klein-Asien
	Polypompholyx	4	Süd-Amerika, Australien
	Utricularia	280	Kosmopolitisch
Nepenthaceae	Nepenthes	70	Südost-Asien, Australien, Madagaskar
Roridulaceae	Roridula	2	Süd-Afrika
Sarraceniaceae	Darlingtonia	1	Kalifornien
	Heliamphora	5	Gayana, Venezuela
	Sarracenia	9	Atlantisches Nord-Amerika

Über 500 höhere Blütenpflanzen (vgl. Tabelle) und 53 niedere Pilze sind bekannt, die mit speziellen Einrichtungen kleine Tiere, vor allem Schnecken und Insekten, fangen und verdauen können. Jene Pflanzen, die sich auf diese Weise zusätzlich Nahrung verschaffen, werden *Insektivoren* oder *Karnivoren*

genannt. Da alle karnivoren Pflanzen Chlorophyll und gut ausgebildete Laubblätter besitzen, beuten sie bevorzugt die Eiweißstoffe der gefangenen Tierkörper aus; es kommt ihnen dabei nicht so sehr auf den Kohlenstoff als viel mehr auf den Stickstoffgewinn an. Viele Insektivoren bewohnen ausgesprochen stickstoffarme Biotope, wo wegen des sauren Milieus nitrifizierende Bakterien kaum existieren können.

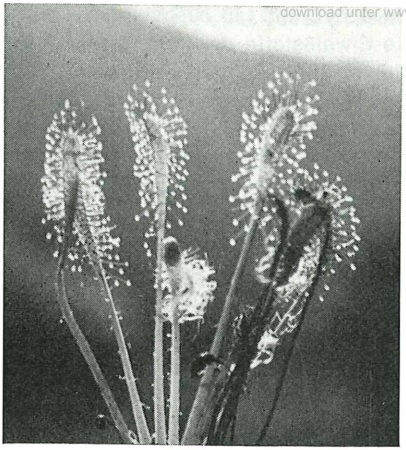
Die Verdauung der erbeuteten Tierchen erfolgt durch *eiweißspaltende* (proteolytische) Fermente, die von besonderen Verdauungsdrüsen (Digestionsdrüsen) abgeschieden werden. Die Eiweiße werden zu Aminosäuren abgebaut, die schließlich von den Pflanzen resorbiert werden. Nur die unverdaulichen Chitinpanzer bleiben von den Insekten übrig. Zum Unterschied von der Verdauung des Menschen, bei dem im Magen Salzsäure abgeschieden wird, entstehen bei den insektenverdauenden Pflanzen Benzoe- und Ameisensäure, die eine Fäulnis der gefangenen Insekten verhindern. Während beim Menschen die verdauungsabsondernden Drüsen im Innern des Körpers liegen, befinden sich die Drüsenhaare der karnivoren Pflanzen an der Oberfläche. Oft wird von diesen Haaren auch nach Nektar duftender Fangschleim abgegeben, an dem die Opfer hoffnungslos hängen bleiben. Die Anlockung der Tiere erfolgt weiters durch auffallende, intensive Farben und schließlich durch verschiedene „Fangorgane", die durch ihr gruben- oder becherförmiges Aussehen ein Versteck vortäuschen. Viele dieser Fangorgane funktionieren ähnlich wie die Fallen, die der Mensch zum Fangen von Tieren verwendet. Nach den unterschiedlichen Fangmethoden können *Leimrutenfallen, Saugfallen, Klappfallen* und *Kesselfallen* unterschieden werden.

Leimrutenfallen der Sonnentau-Arten

Nach dem Prinzip der Leimruten- oder Klebefallen fangen die *Sonnentau*-Arten (Drosera sp.) – 3 davon sind heimisch – ihre Insekten. Fast alle Arten bevorzugen offene, feuchte, meist nährstoffarme Moore oder nasse Heidestandorte. Die Blätter der Sonnentau-Arten sind reichlich mit kopfigen Drüsenhaaren (Tentakeln) besetzt, die wegen ihres anatomischen Aufbaues zu den Emergenzen gerechnet werden. In den Tentakeln verläuft ein phloemfreier Tracheidenstrang, der sich nach vorne zu einem Tracheidenkopf erweitert. Die Drüsenköpfchen sondern tauartig glitzernde, zähschleimige Sekrettropfen ab, in denen die Insekten kleben bleiben. Beim Rundblättrigen Sonnentau (Drosera rotundifolia) wurden bis zu 200 Tentakelköpfchen je Blatt gezählt (vgl. Abb. 1).

Sobald sich ein Insekt auf der Blattspreite verfangen hat, krümmen sich die randständigen Tentakel ziemlich schnell zu diesem Punkt, so daß alle Schleimtröpfchen zusammenfließen. Gelangt das Insekt an die Randtentakel, so wird es durch deren Krümmung zur Blattmitte befördert. Diese Vorgänge deuten auf eine *Reizleitung* hin. Erfolgt die Reizung etwa durch Quarzkörnchen, so ist die Krümmung der Tentakel nur sehr gering und von kurzer Dauer. Auch Regentropfen bleiben wirkungslos. Durch Auflegen von Käse-

download unter www.biologiezentrum.at



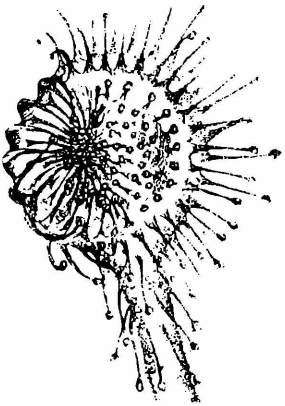


Abb. 1 a: Sonnentau (Drosera sp.); Blätter mit kopfigen Drüsenhaaren (Tentakeln) im Gegenlicht.

Abb. 1 b: Blatt des Rundblättrigen Sonnentaus (Drosera rotundifolia); Tentakeln über ein Fleischstückchen eingebogen (aus DARWIN 1875).

oder Fleischstückchen erfolgt eine ähnliche Reaktion wie sie durch einen kleinen Tierkörper ausgelöst wird. Auf eine anfängliche Absonderung von *Fangschleim* folgt alsbald die Abgabe von *Verdauungssaft.* Die Empfindlichkeit der Tentakel ist so groß, daß sogar ein Fadenstück von nur 0,0008 mg Gewicht die Tentakel zu reizen vermag.

Während die Bewegung der Tentakel auf einen *mechanischen* Reiz, den sich bewegenden Insekten, erfolgt, wird die erhöhte Sekretabsonderung erst nach einem *chemischen* Reiz durch das Eiweiß ausgelöst. Die Pflanze kann auf diese Weise sehr genau zwischen Genießbarem und Ungenießbarem unterscheiden. Die eigentliche Verdauung erfolgt schließlich durch ein *pepsinähnliches* Ferment, das von den Tentakeldrüsenköpfchen stammt. Die Aufnahme der Stoffe erfolgt über die Tentakelköpfe und über die sitzenden Drüsen.

Nach der gleichen Methode fangen die *Fettkraut*-Arten (Pinguicula sp., Abb. 2) – 5 Arten in Mitteleuropa – Insekten. Im alpinen Raum sind hauptsächlich das blaublühende Gewöhnliche Fettkraut (Pinguicula vulgaris) und das weißblühende Alpen-Fettkraut (Pinguicula alpina) weit verbreitet. Auf der Blattoberseite der Pinguicula-Arten können bis 250 Drüsenhaare pro Quadratmillimeter sitzen. Und zwar treten ungestielte Drüsen mit achtzelligen Köpfchen auf, die als *Verdauungsdrüsen* gelten und gestielte sechzehnköpfige Drüsen, die zum Insektenfang dienen. Kleine anfliegende oder aufkriechende Insekten werden vom Schleim der Stieldrüsen festgehalten. Von

den Schleimmassen niedergedrückt, kommen sie mit den ungestielten Drüsen in Kontakt. Durch den Reiz, der von den Stieldrüsen ausgeht, rollt sich der drüsenreiche Blattrand etwas ein.

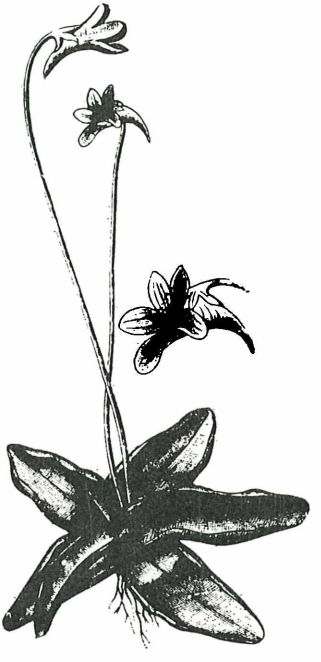


Abb. 2 a: Blühendes Fettkraut (Pinguicula sp.).
Abb. 2 b: Habitus des Gewöhnlichen Fettkrautes (Pinguicula vulgaris; aus WETTSTEIN 1935).

Nach dem gleichen Prinzip arbeitet das *Tausendblatt* (Drosophyllum lusitanicum), die einzige Insektivore, die an trockenen Standorten gedeiht. Drosophyllum, ein Halbstrauch bis über 1 m hoch, hat lineare, bis 30 cm lange Blätter. Der Appetit des Tausendblattes kann so groß sein, daß es an einem Tag bis 233 Insekten erbeuten und verdauen kann.

Saugfallen des Wasserschlauches

Saugfallen kommen bei den Wasserschlauch-Arten (Utricularia sp., davon 6 in Mitteleuropa) vor. Alle Arten leben frei oder verankert im Wasser.
In den Achseln der feinverteilten schwimmenden Blätter sitzen die blasenartigen Fangapparate. Die Blasen sind kugelig, eiförmig, im Querschnitt oft abgeflacht, eine Öffnung liegt dem Stielansatz gegenüber. Die Eingangsöffnung ist bei vielen Arten mit einem Vordach überdeckt, der Eingang

selbst wird von einer Verschlußklappe, die wie eine Falltüre wirkt, verschlossen. Rechts und links über dem Eingang befindet sich eine auffallend große verzweigte Antenne (Abb. 3).

Verschiedene Lebewesen, durch das klebrige Sekret angelockt, bewirken durch ein Berühren der Antennen und der Fühlborsten, am unteren Rand der Klappen, ein Aufspringen des Deckels.

Mit einem Wasserstrom werden die Tiere in das Innere der Falle gesaugt; dann klappt der Deckel zu und die Tiere werden verdaut. Nach 15–30 Minuten ist die Fangblase für den nächsten Schluckvorgang bereit. Außer Klein-

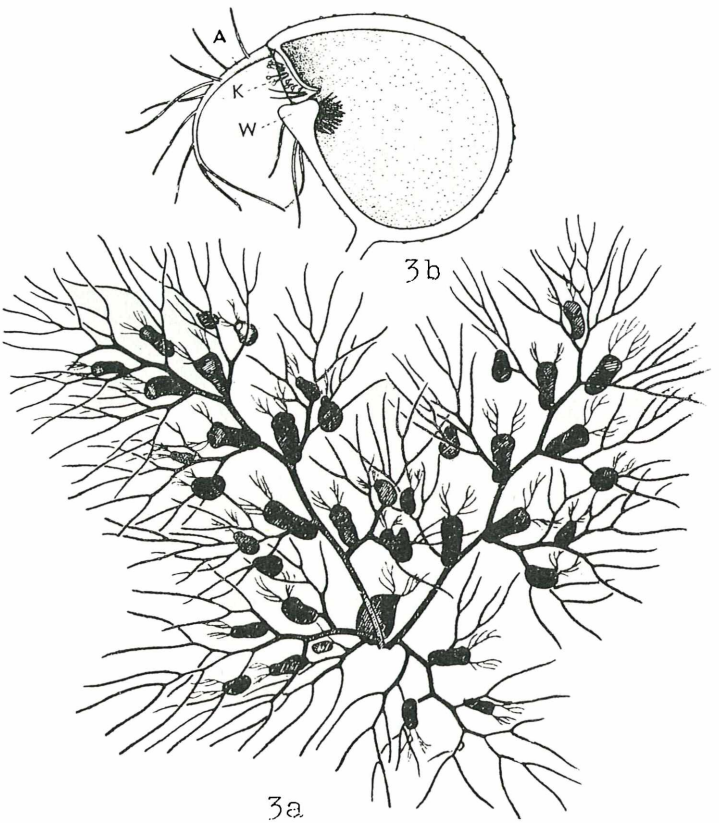


Abb. 3 a: Gewöhnlicher Wasserschlauch (Utricularia vulgaris) mit den Saugfallen.

Abb. 3 b: Fangblase halbiert; A: Antenne, K: Klappe, W: Widerlager (aus TROLL 1959).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

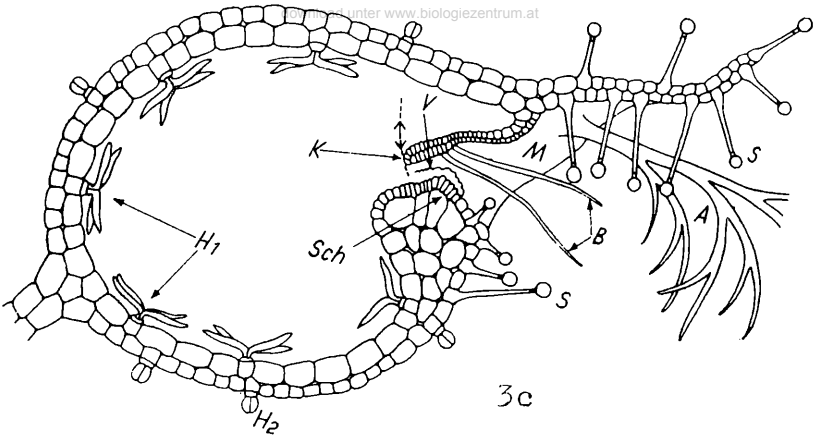


Abb. 3 c: Vergrößerter Längsschnitt durch eine Blase; M: Blasen-Eingang, K: Verschlußklappe, V: Abdichtendes Velum, Sch: Widerlager, B: Borsten, A: Antenne, H_1: vierarmige Haare, H_2: Drüsenköpfchen, S: Schleimdrüsen (aus SCHMUCKER & LINNEMANN 1959).

tiere, Algen, Kleinkrebse, Rädertierchen können sogar junge Fische gefangen werden. Zu große Tiere werden stückweise verdaut.

Klappfallen der Venusfliegenfalle

Die *Venusfliegenfalle* (Dionaea muscipula) wächst in den Torf-Mooren und auf nassen Heideböden in küstennahen Bereichen Nordamerikas (Carolina). Die rosettig angeordneten Blätter haben einen flächig verbreiterten Blattstiel und eine zweiteilige Blattspreite, deren beide Hälften miteinander ungefähr einen rechten Winkel bilden. Der Blattrand trägt lange Zähne, die beim Zusammenklappen der Blatthälften ineinandergreifen. Jede Spreitenoberseite trägt drei borstenförmige Emergenzen, die als „Fühlborsten" dienen. Werden diese Borsten durch ein Insekt gereizt, so klappen die Spreitflügel oft innerhalb einer Sekunde zusammen und die Tiere werden dazwischen eingeschlossen. Erst dann treten die Verdauungsdrüsen in Aktion, die ein angesäuertes Sekret absondern und die Beute auflösen. Legt man Fleischstückchen auf eine Blattspreite, ohne die Borsten zu berühren, so erfolgt der Klappenschluß viel langsamer. Wird die Borste hingegen mit einer unverdaulichen Substanz gereizt, öffnen sich die Blätter bald wieder. Das Schließen der Blatthälften wird durch eine Änderung der Spannungsverhältnisse (Turgor) im Blattgewebe herbeigeführt. Schon nach 6 — 10 Tagen öffnen sich nach einem Fang die Blattspreiten. Die Bewegung läßt sich nicht öfter als zwei- bis dreimal wiederholen (vgl. Abb. 4).

Einen ähnlichen Mechanismus besitzt die *Blasige Wasserfalle* (Aldrovanda

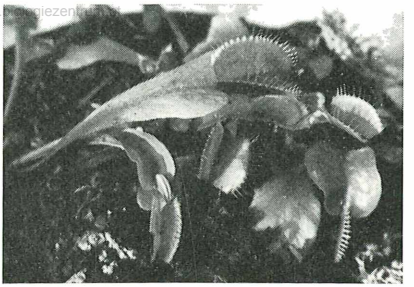


Abb. 4 a: Venusfliegenfalle (Dionaea muscipula).
Abb. 4 b: Blätter der Venusfliegenfalle mit verbreitertem Blattstiel und zweiteiliger Blattspreite.

vesiculosa), die von Westeuropa bis Japan, südlich bis Queensland und Südafrika, zerstreut in stehenden Gewässern anzutreffen ist.

Fallgruben oder *Kesselfallen* der Kannenpflanzen

Mehrere Familien, so die Sarraceniaceae, die Cephalotaceae und die Nepenthaceae haben zum Insektenfang hoch entwickelte *Schlauchfallen* oder *Kannenblätter* entwickelt. Die becherförmigen, tütenförmigen bis trompetenförmigen Blätter der Sarraceniaceae werden bis 75 cm lang; an der Spitze tragen sie oft einen Deckel oder ein schirmartig ausgebreitetes Blatt (Abb. 5–7).

Abb. 5: Schlauchblätter von Darlingtonia californica

Auf der Innenfläche der Schlauchblätter liegen auf der Deckelunterseite zahlreiche Spaltöffnungsapparate, große Drüsen und lange, starre, nach unten gerichtete Haare. Nach unten zu folgt eine samtartige Gleitzone im Bereich der Schlauchmündung. Auf den vielen nach unten gerichteten Schuppenhaaren rutschen die kleinen Tiere aus. Daneben sind Drüsen vorhanden; Spaltöffnungsapparate fehlen. Auf eine *Drüsenzone,* die die Hälfte der Innenzone einnimmt, folgt die *Reusenzone* mit nach abwärts gerichteten Haaren. Am

download unter www.biologiezentrum.at

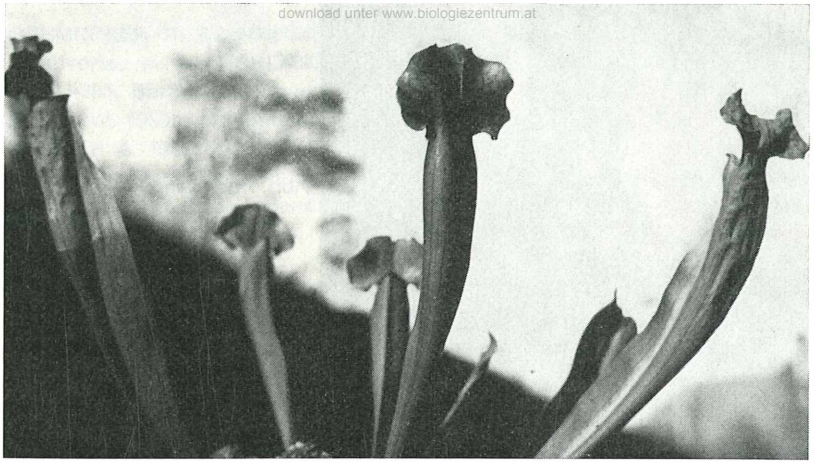


Abb. 6: Schlauchblätter von Sarracenia sp.

Schlauchgrund liegt die *Absorptionszone.* Tiere, die in diese Blattbehälter fallen, werden enzymatisch aufgelöst. Bienen, Schmetterlinge, Ameisen, Tausendfüßler, Spinnen und sogar kleine Frösche, Kröten und Eidechsen zählen zu den häufigsten Opfern dieser insektenverdauenden Pflanzen. Aber auch Bakterien und zahlreiche Protozoen, die sich an dieses Biotop und an die Schlauchflüssigkeit angepaßt haben, leben in diesen Behältern.

Besonders bekannt sind die 3—50 cm langen Kannen der Gattung *Nepenthes* (Abb. 7). Alle Arten sind ausdauernde Rhizompflanzen, die in der Kultur kalkfeindlich sind. Außer den flachen, einfachen Keimblättern besitzen sie nur *Kannenblätter.* Diese Folgeblätter haben alle einen flächig ausgebildeten Basalteil. Der zu einem rankenden, reizbaren Kannenstiel umgewandelte Teil der Mittelrippe trägt die Kanne. Die eigentliche Kanne oder *Aszidie,* die vom unbeweglichen Deckel überragt wird, ist aus der Blattspreite hervorgegangen. Die Kannen, Blüten analog, locken durch ihre Farbe, ihre Form und durch die Nektarabsonderung die Tiere an. In der Kanne ist gegen den Rand zu wiederum eine *Gleitzone* vorhanden und darunter eine *Drüsenzone,* in der die überdachten Drüsen sitzen. Auch in den Kannenblättern der Nepenthes-Arten leben zusätzlich verschiedene Tiere. Wie weit sie sich durch ein Anti-Enzym vor der Verdauung schützen, ist nicht gänzlich geklärt.

An Hand einiger Beispiele wurde auf die karnivoren Pflanzen in allen Weltteilen aufmerksam gemacht. Da alle Vertreter Blattgrün besitzen, dürfte der Insektenfang vor allem dazu dienen, um sich zusätzlich mit den Fangorganen Nährstoffe zu besorgen. Gerade diese Fangeinrichtungen sind es, die die insektenverdauenden Pflanzen dem Menschen als geheimnisvolle und eigenartige Lebewesen, als „miraculum naturae", erscheinen lassen.

Download unter www.biologiezentrum.at

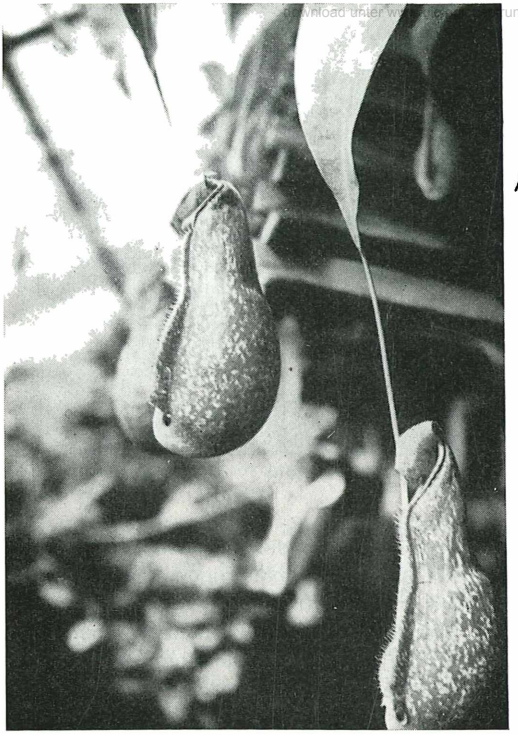


Abb. 7 a: Kannenblätter von Nepenthes sp.

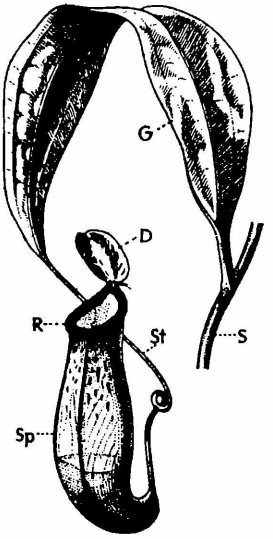


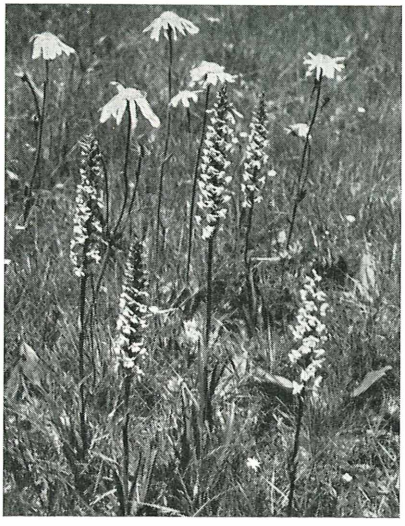
Abb. 7 b: Nepenthes-Blatt; S: Sproßstück, G: blattartig verbreiterter Basalteil, St: Blattstiel als Ranke ausgebildet, Sp: kannenförmiger Spreitenteil, mit Rand (R) und Deckel (D). Im Grunde der Kanne eine wäßrige Flüssigkeit mit dem verdauenden Sekret (aus TROLL 1959).

Die Aufnahmen stammen teils aus dem Botanischen Garten der Universität Graz und teils aus dem Palmengarten in Frankfurt am Main.

Schrifttum

DARWIN Ch. 1875. Insektivorous Plants. — London.
KERNER A. 1896. Pflanzenleben 1. — Leipzig, Wien.
LLOYD F. E. 1942.
The Carnivorous Plants. — A New Series of Plant Science Books. 9. — New York.

SCHMUCKER Th. & LINNEMANN G. 1959.
Carnivorie. — In: RUHLAND W., Hdb. Pflanzenphysiologie. Heterotrophie. 11:198-283, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
TROLL W. 1959. Allgemeine Botanik. — 4. Aufl. Stuttgart.
WAGNER A. 1911.
Die fleischfressenden Pflanzen. — Aus Natur und Geisteswelt. 344. — Leipzig.
WETTSTEIN R. 1935. Handbuch der Systematischen Botanik. — 4. Aufl. Leipzig und Wien.



Bilderdienst, Bild 2:
Bürstlingswiese mit Händelwurz (Gymnadenia sp.) und Arnika (Arnica montana)

Hochgebirgspflanzen in der Laubwaldstufe (IV)
Gedanken zur Entfaltung und Prägung der Areale

(Schluß)

von Dr. A. Zimmermann

Vergegenwärtigen wir uns nochmals die markantesten Eindrücke hinsichtlich Ökologie und Soziologie der aufgesuchten Standorte bzw. deren Lebensgemeinschaften (Folgen I—III). Bei all den verschiedenartigen Nuancen lokaler Klimatönung oder der geologischen Vielfalt des niederösterreichisch-steirischen Alpenostrandes (gebankte, geschieferte oder massige Kalke, Dolomite unterschiedlichen Kalkgehaltes, Dolomit-Sandsteinfolgen, Gneise, Serpentine usw.) hatten diese Biotope doch eines gemeinsam: die karge, wenig konkurrenzkräftige Vegetation — in Form von Pionier- oder Dauergesellschaften* — mit meist hohem Lichtgenuß. Temperatur und Niederschlag

* Pflanzengesellschaften, die sich wegen der Kargheit des Standortes nicht zur klimatischen Schlußgesellschaft (Klimax) weiterentwickeln.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Der Alpengarten, Zeitschrift f. Freunde d. Alpenwelt, d. Alpenpflanzen- u. Alpentierwelt, des Alpengartens u. des Alpinums

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: 16_4

Autor(en)/Author(s): Wolkinger Franz

Artikel/Article: Insektenverdauende Pflanzen. 2-11