

# Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

**Dr. M. Reess** und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

---

**XIV. Band.**

1. April 1894.

**Nr. 7.**

---

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (Fortsetzung). — **Spencer**, Die Unzulänglichkeit der „natürlichen Zuchtwahl“ (Schluss). — **Field**, Die bibliographische Reform.

---

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und  
-biologie.

Von **Dr. Robert Keller**.

(Fortsetzung.)

### III. Physiologie der Ernährung.

- B. Frank, Assimilation des freien Stickstoffes durch die Pflanzenwelt. Botanische Zeitung, 51. Jahrg., S. 139—156.
- A. Petermann, Contributions à la question de l'azote; troisième note. Bulletins de l'Académie royale de Belgique, t. XXV, p. 267—276, 1893.
- A. Petermann et Graftian, Recherches sur la composition de l'atmosphère, sec. part. Extrait du tome XLIX des Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique, 1893.
- K. Goebel, Insektivoren in „Pflanzenbiologische Schilderungen“, 2. Teil, S. 53—214, 1891—93.
- W. Pfeffer, Ueber die Ursachen der Entleerung der Reservestoffe aus Samen. Berichte der math.-physik. Klasse der kgl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, S. 424—428, 1893.
- Noll, Ueber den Einfluss der Phosphatnahrung auf das Wachstum und die Organbildung. Naturwissenschaftl. Wochenschr., Bd. VIII, 1893.

5) Seit Bous sing a u l t durch eine berühmt gewordene Untersuchungsreihe nachgewiesen zu haben schien, dass die Pflanzen nicht die Fähigkeit besitzen, elementaren Stickstoff zu assimilieren, hat sich diese Vorstellung mit außerordentlicher Hartnäckigkeit selbst über eine Zeit hinaus erhalten, in welcher auf experimentellem Wege das Gegenteil dargethan war. Frank trat vor allem mit Entschiedenheit für die Ansicht ein, „dass durch lebende, auf dem Erdboden wachsende Pflanzen eine Bindung von freiem Stickstoff der Luft vermittelt wird“. Wenn

schon Frank zuerst an *Lupinus luteus* und *Lepidium sativum* diese Stickstoffassimilation nachwies, so besteht doch zur Zeit vielfach die Meinung, dass das Vermögen, freien Stickstoff zu binden, nur den Leguminosen zukomme. Hellriegel hat diese prinzipielle Scheidung in einer wichtigen Lebensfunktion zwischen Leguminosen und Nichtleguminosen in aller Entschiedenheit betont. Denn nach ihm kommt den Leguminosen nur durch das Mittel des Pilzes, welcher die Wurzelknöllchen dieser Pflanzen bewohnt, die Fähigkeit zu, freien Stickstoff zu binden. Wo also einer Pflanze der Symbiosepilz fehlt, da kann folgerichtig auch nicht von einer Assimilation des Stickstoffs der atmosphärischen Luft gesprochen werden.

Dieser Ansicht tritt Frank in einer neuen Untersuchung über die Assimilation des freien Stickstoffes durch die Pflanzenwelt mit aller Entschiedenheit entgegen. Er fußt dabei auf folgenden Beobachtungen:

1. Nicht nur in Symbiose mit dem Knöllchenpilze assimilieren die Leguminosen freien Stickstoff. In einem durch Erhitzen auf 100° sterilisierten Boden entwickeln sich die Knöllchenpilze nicht. Unter Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln ergaben die Kulturen von Leguminosen in sterilisiertem Boden folgende Resultate.

Kultur	Bodenart	Stickstoff		Stickstoff des Boden in Prozenten	
		der Aussaat	der Ernte	vor der Aussaat	nach dem Versuch
<i>Phaseolus vulgaris</i> . .	Sandboden	0,0668 g	0,1175 g	0,0096 g	0,0221 g
" " . .	Humusboden	0,0668 "	1,0016 "	0,0519 "	0,1818 "
<i>Lupinus luteus</i> . . .	Sandboden	0,0420 "	0,1140 "	0,0096 "	0,0180 "
" " . . .	Humusboden	0,0364 "	0,3475 "	0,1076 "	0,0982 "
<i>Pisum sativum</i> . . .	Humusboden	0,0282 "	0,3705 "	0,1076 "	0,1316 "
<i>Robinia Pseudacacia</i> .	Sandboden	0,0024 "	0,0538 "	—	—

Trotzdem also in diesen Versuchen die Leguminosen nicht in Verbindung mit dem Rhizobium lebten, trotzdem ihnen kein anderer Stickstoff zur Verfügung stand als die geringe Menge, die die Analyse im jeweiligen Boden nachwies und der atmosphärische Stickstoff, findet in den 4 Repräsentanten der Leguminosen, welche je in 4 Exemplaren kultiviert wurden, eine ganz entschiedene Anreicherung an Stickstoff statt. Die Stickstoffmenge der ganzen Aussaat betrug 0,2426 g, der Ernte 2,0048 g, jene des Bodens im Mittel vor dem Versuch 0,0773%, nach dem Versuche 0,0863%. Da der Boden seine ursprüngliche Stickstoffmenge nicht verloren, vielmehr um eine geringe Menge bereichert hat, rührt die bedeutende Vermehrung des Stickstoffes, welche die Ernte zeigt, von der Assimilation des freien atmosphärischen Stickstoffes her. Es ist also dessen Assimilation nicht an die Gegenwart des Rhizobiums gebunden. „Die Wirkung des Symbiosepilzes auf die

Leguminose ist nur die eines Reizes, durch welchen die Ernährungs- und Assimilationsthätigkeiten der Pflanze überhaupt und damit auch die auf die Erwerbung des freien Stickstoffes gerichtete gekräftigt werden“.

2. Das Rhizobium der Leguminosen kann auch abgetrennt von der Nährpflanze kultiviert werden. Sofern ihm eine organische Stickstoffverbindung geboten wird, gedeiht es sehr gut; nur unbedeutend vermehrt es sich, wenn ihm nur freier Stickstoff zur Verfügung steht. — Die von den Wurzelknöllchen gebundene Stickstoffmenge ist aber viel zu gering, als dass sie dasjenige Stickstoffquantum zu liefern vermöchten, welches die reife Leguminose, auch auf stickstofffreiem Boden, zuletzt in ihren Samen und in den übrigen Teilen ihres Körpers gewonnen hat. Es geht dies aus nachfolgender Zusammenstellung hervor.

Stickstoff in 5 Pflanzen von *Lupinus luteus* (in Grammen) kultiviert in stickstoffarmem, nicht mit Stickstoff gedüngtem Sandboden:

	Von den Knöllchen befreite Wurzeln	Wurzelknöllchen	Oberirdische Pflanzenmasse
23. Juli (die Pflanzen blühen) . . .	0,1104	0,1472	0,6838
15. Sept. (Früchte noch nicht reif) .	0,1526	0,1919	5,9071
23. Oktober (Früchte völlig reif) . .	0,1493	0,0530	4,1318

3. Auch Nichtleguminosen vermögen freien Stickstoff zu assimilieren, und zwar sowohl Kryptogamen als Phanerogamen.

Ich gebe im Nachfolgenden die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse an Phanerogamen wieder.

		Stickstoff in der		Stickstoffgehalt des Bodens in Prozenten	
		Aussaat	Ernte	vor dem Versuch	nach dem Versuch
<i>Avena sativa</i> 20 Pfl.	Lehmboden . .	0,0142 g	0,487 g	0,118	0,131
<i>Polygonum Fagopyrum</i> 20 Pfl.	Sandboden . .	0,0070 „	0,0816 „	0,0096	0,0178
<i>Spergula arvensis</i> 0,668 g Samen	Sandboden . .	0,0123 „	0,1106 „	0,0096	0,0101
<i>Brassica napus</i> 40 Körner	Lehmboden . .	0,0033 „	0,377 „	0,118	0,125
<i>Sinapis alba</i> 4 Pfl.	Humusboden . .	0,0012 „	0,4421 „	0,1862	0,1912
<i>Sinapis alba</i> 4 Pfl.	stickstoff. Sand	0,0012 „	0,0043 „	—	—
<i>Solanum tuberosum</i> 4 Knollenstücke	stickstoff. Sand	0,022 „	0,2186 „	—	—
<i>Acer platanoides</i> 10 Samen	Sandboden . .	0,0201 „	0,1688 „	0,0096	0,0106

Die Gesamtstickstoffmenge der Aussaat betrug also 0,0813 g. Ihr steht die Menge von 1,8890 g in der Ernte gegenüber. Dass dieser sehr bedeutende Ueberschuss nicht der gebundene Stickstoff des Bodens sein kann, sondern aus der Aufnahme freien Stickstoffes der Luft herrührt, ergibt ein Blick in die Zahlen der beiden letzten Reihen. Der mittlere Prozentgehalt betrug vor dem Versuch 0,0752, nach dem Versuch 0,0809.

Die Versuche fanden im Freien statt. Eine Zufuhr von gebundenem Stickstoff durch Regen war aber ausgeschlossen, da sie unter einem Regendache ausgeführt wurden. Zudem hätten die Spuren von Stickstoff nicht eine so starke Anreicherung an Stickstoff herbeiführen können. Um jedem Einwand in dieser wichtigen Frage der Assimilation des freien Stickstoffes begegnen zu können, führte Frank auch Kulturen in einem abgesperrten Luftraume aus, durch den eine reine mit Schwefelsäure gewaschene Luft ging, der etwas Kohlensäure beigemischt war. Frank beschreibt Versuche mit *Sinapis alba* in folgender Weise. „Der Versuch wurde in Gang gesetzt, sofort, nachdem in das Vegetationsgefäß mit Humusboden 3 Senfkörner eingesät worden waren, was am 16. April 1892 geschah. Der beständige luftdichte Schluss des Apparates konnte bei jedesmaligem Durchsaugen des Luftstromes mittelst der Wasserstrahlpumpe konstatiert werden. Bis zum 22. Juni waren die 3 Pflanzen unter den Glocken sehr stark entwickelt, je 69, 49 und 41 cm hoch mit vielen normal großen Blättern. Trotzdem, dass die Pflanzen in dieser Weise rüstig fortgewachsen waren bis zum Erscheinen der Blütenknospen, womit ja hier das Höhenwachstum überhaupt beendet ist, so brachten sie doch die Blüten nicht zur Entfaltung; es blieben vielmehr die Blütenknospen sämtlich abnorm klein und in diesem Zustand unveränderlich, so dass also die abgeschlossene Luft in diesem Falle eine ganz bestimmte Erkrankung, die Hemmung des Blütenwachstums bedingt. Die Erntemenge der 3 Senfpflanzen betrug 1,86 g Trockensubstanz mit 0,0507 g Stickstoff, während die 3 ausgesäeten Samen nur 0,0009 g Stickstoff mitgebracht hatten. Der Stickstoffgehalt des Versuchsbodens wurde gefunden anfangs 0,162 ‰, nach dem Versuche in dem Vegetationsgefäß 0,215 ‰ und in dem übrigens gleich behandelten vegetationslosen Kontrollgefäß 0,195 ‰. Der Versuch beweist also ganz bestimmt einen Stickstoffgewinn aus freiem Stickstoff durch die Thätigkeit der Senfpflanze schon unter diesen für letztere ungünstigen, die Samenbildung ganz vereitelnden Umständen“.

4. Schließlich wendet sich Frank der Frage zu: „Inwieweit wird gebundener Stickstoff (Nitrat), wenn die Pflanzen damit gedüngt werden, von diesen wirklich zur Ernährung verwendet?“ Gewöhnlich wird ohne weiteres angenommen, dass wenn man Pflanzen durch erhöhte Nitratzufuhr zu schrittweise steigender Produktion stickstoff-

haltiger Pflanzensubstanz bringen kann, dieses Mehr des Erntestickstoffes aus dem Nitratdünger stamme.

Diese Schlussfolgerung vergisst darauf abzustellen, was etwa sonst das Schicksal des Nitrates im Boden sein könnte. Dass aber das Schwinden des Nitrates in einer Kultur nicht notwendig bedingt wird durch die Aufnahme in die Kulturpflanze, beweist Frank durch folgenden Versuch. „. . . Jedes Gefäß erhielt 0,06 g  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 0,010$  g N. Als die eingesäeten Senfpflanzen zur Reife gekommen waren (nach 78 Tagen) fand sich in dem Boden keine Spur von Nitrat mehr vor, aber auch in dem nichtbesäeten Kontrollgefäß war jetzt das Nitrat bis auf die letzte Spur verschwunden. Je eine Senfpflanze aber hatte die 0,0003 g Stickstoff des gesäeten Samens auf 0,009 g Erntestickstoff vermehrt“.

Es erfährt also das dem Boden als Dünger zugeführte Nitrat eine Zersetzung, die um so vollständiger ist, je längere Zeit dasselbe den zersetzenden Einflüssen ausgesetzt ist. So können also Pflanzen, die sich sehr langsam entwickeln, von dem Stickstoff des Nitrates unter Umständen sehr wenig aufnehmen.

Es ist also ein fehlerhafter Schluss, dass der gewonnene Pflanzenstickstoff bei den Nichtleguminosen ganz aus dem Stickstoff des Bodens, aus dem als Dünger gegebenen Nitrat herstamme. Wie ist es nun aber zu erklären, dass man bei steigender Nitratdüngung, wenigstens bei verschiedenem Nichtleguminosen, steigende Stickstofferten erzielt? „In der Jugend ist schon wegen der Kleinheit der Pflanze ihre Fähigkeit, freien Stickstoff zu assimilieren, sehr unbedeutend; die rascher wirkenden Nitrate sind für ihre erste Entwicklung unentbehrlich; je mehr also die aufwachsende Pflanze durch dieselben gekräftigt wird, wozu schon kleine Mengen Nitrat hinreichend sind, desto energischer assimiliert sie auch freien Stickstoff, und ein desto größerer Teil ihres Erntestickstoffes stammt aus dem letztern. Bei einer Nichtleguminose bleibt, wenn der gebundene Stickstoff ganz fehlt, die Entwicklung sehr kümmerlich und die Erwerbung freien Stickstoff ziemlich unbedeutend. Die Leguminosen haben vor den anderen Pflanzen das voraus, dass sie den gebundenen Stickstoff auch schon bei ihrer ersten Entwicklung entbehren können; sie verdanken dies zum einen Teil ihrem relativ großen stickstoffreichen Samen, zum wesentlichen Teile aber der ihnen eigentümlichen Symbiose mit den Knöllchenpilzen, durch welche die Assimilationsthätigkeiten der Pflanze, insbesondere die für den freien Stickstoff, in einem hohen Grade angeregt werden“. —

6) Der Frage der Assimilation von freiem Stickstoff gelten auch verschiedene Untersuchungen, welche Petermann an der agronomischen Station in Gembloux anstellte. Frank nimmt auf eine Untersuchung dieses Physiologen aus dem Jahre 1892 mit folgenden Worten Bezug: „Einen eklatanten Erfolg dagegen erhielt Petermann bei Versuchen

mit sechszeiliger Gerste. An freier Luft in Vegetationsgefäßen ange-stellte Versuche, bei denen ein natürlicher Boden mit den natürlichen Mikroorganismen und mit einer mineralischen Düngung verwendet wurde, ergaben durch die Vegetation der Gerste unter Einrechnung des Stickstoffes der Aussaat, des Wassers zum Begießen und unter Vergleichung des Stickstoffgehaltes des Bodens vor und nach dem Versuche einen Gewinn von 0,3516 g N. Petermann hat auch Versuche in großen Glashäusern angestellt, die möglichst luftdicht geschlossen waren, und durch welche ein vorher in Schwefelsäure gewaschener Luftstrom geleitet wurde; hier glückte es ihm, die Gerste gut zur Entwicklung zu bringen, und diese Versuche ergaben, wenn ungewaschene Luft verwendet wurde, 3,6174 g und in gewaschener Luft 3,3711 g Stickstoffgewinn; bei gelber Lupine waren die entsprechenden Zahlen 8,6815 g und 9,7841 g . . .“ Da bei diesen Versuchen der Boden nicht mikrobefrei war, stellte Petermann die Forderung, dass die Versuche zunächst wieder in sterilisiertem Boden aufgenommen wurden, bevor man sie dahin deute, dass den höhern Pflanzen die Eigenschaft zukomme, freien Stickstoff zu assimilieren.

In der zitierten Abhandlung werden die Ergebnisse dieser neuen Versuche mitgeteilt.

In einem natürlichen Boden, dessen Oberfläche gleich wie die Wände der Versuchsgefäße mit niedern Pflanzen (Algen) bedeckt war, konnte eine Stickstoffzunahme nachgewiesen werden, trotzdem derselbe mit einer Luft in Berührung war, die von den Stickstoffverbindungen befreit wurde. Dem Stickstoffgehalt von 0,0255 g zu Anfang des Versuches stand ein Stickstoffgehalt von 0,0294 zu Ende des Versuches gegenüber.

In einem Boden, der sterilisiert wurde und blieb, zeigte sich unter analogen Verhältnissen eine geringe Abnahme des ursprünglichen Stickstoffgehaltes.

In einem sterilisierten Boden, der bis zum Schluss des Versuches sterilisiert blieb, kultivierte Petermann Gerste. Die Kulturen kamen mit Luft in Kontakt, welcher die Stickstoffverbindungen entzogen waren. Zu Anfang des Versuches betrug der Stickstoffgehalt des Bodens 0,0511 g, am Schluss 0,492. Der Stickstoffgehalt der Aussaat war 0,0573 g, jener der Ernte 0,0575 g.

Aus diesen Versuchen lassen sich also folgende Schlüsse ziehen, die uns, zusammengehalten mit den oben entwickelten Anschauungen von Frank, zeigen, dass die Frage der Assimilation des freien Stickstoffes durch die Pflanzen wohl noch nicht endgiltig gelöst ist. Die Atmosphäre spielt im Leben der Pflanze nicht nur durch die Stickstoffverbindungen, die sie enthält, eine wichtige Rolle, sondern auch durch ihren elementaren Stickstoff. Dieser wird jedoch weder vom nackten Boden noch auch von den höhern Pflanzen fixiert, vielmehr tritt derselbe in

den Lebenszyklus der Pflanzen durch Vermittlung der den Boden bewohnenden Mikroorganismen ein. Die Vegetationen von Kryptogamen, die sich spontan auf jedem feuchten Boden entwickeln, sowie die mikrobische Thätigkeit, welche sich in der Knötchenbildung vieler Pflanzen äußert, sind die Ursachen hiervon. Den höher organisierten Pflanzen fehlt die Thätigkeit, freien Stickstoff zu assimilieren.

Im Anschlusse hieran mögen einige Versuche, die Petermann gemeinschaftlich mit Graftian anstellte, und welche die Bestimmung des Gehaltes an Stickstoffverbindungen in den Niederschlägen zum Gegenstande haben, kurze Erwähnung finden. Das in Gembloux gesammelte Wasser der Niederschläge enthält im Durchschnitt pro Liter 1,49 Milligramm gebundenen Stickstoff. Durch die Niederschläge wird also jährlich einem Hektar eine Menge von 10,31 Kilo gebundenen Stickstoffs zugeführt. Davon befinden sich 76% in Form von Ammoniak, der Rest in Salpeter- und salpetriger Säure. Der Gehalt ist ein sehr wechselnder. Im Juni und Juli ist er am kleinsten, steigt dann langsam bis zum Februar. Es ist dies dadurch zu erklären, dass die langsamen Niederschläge (Nebel) oder die Niederschläge, welche gleich dem Schnee der Luft eine große Oberfläche bieten, mehr von den in der Luft enthaltenen Stickstoffverbindungen aufzunehmen vermögen, als der schnellfallende Regen. —

7) Seit Darwin's Untersuchungen über die insektenfressenden Pflanzen erschienen sind, erfreut sich kaum ein anderes Gebiet der Pflanzenbiologie gleicher Aufmerksamkeit gerade in den Kreisen der Nichtbotaniker. Schon aus diesem äußern Grunde dürfte es gerechtfertigt sein, in unserem Referate die einlässlichen Darstellungen Goebel's über die Insektivoren zu skizzieren und das um so mehr, da sie nicht nur in ihrem morphologischen, sondern auch im physiologischen Teil manches Neue bringen.

Die Blätter der Insektivoren, welche uns in den mannigfaltigsten Gestaltungsverhältnissen entgegentreten, sind mit Fangausrüstungen versehen, die trotz ihrer vielerlei Gestalten auf drei Prinzipien zurückzuführen sind. Die einen der Einrichtungen dienen zum Anlocken, die andern zum Festhalten, die dritten zum Töten und Verdauen der Tierchen, die im Leben der Insektivoren eine wichtige, wenn schon passive Rolle spielen.

Dem Wesen nach sind die Lockmittel die gleichen, mit denen die Blüten den Insektenbesuch sich zu sichern suchen, Farbe, Geruch und Lockspeisen.

Die Sarraceniën, eine amerikanische Familie, die in acht Arten der Gattung *Sarracenia* an sumpfigen offenen Standorten mit reicher Bodenfeuchtigkeit und starker Besonnung im östlichen Amerika, in einer Gattung (*Darlingtonia*) in den Bergen Kaliforniens, in einem Genus (*Haliampora*) im Roraimagebirge heimisch ist, steht in der Farbenpracht ihres Fangapparates, wie in der Nektarproduktion zahl-

reichen farbenschönen, honigreichen Blüten keineswegs nach. Ihre sämtlichen Blätter sind Schlauchblätter, denen bei den verschiedenen Arten sehr ungleiche Dimensionen zukommen. Den bis 1 m langen Schlauchblättern der kalifornischen *Darlingtonia* stehen die nur etwa 10 cm langen Schläuche der *Sarracenia psittacina* gegenüber. Fast stets sind die Schläuche lebhaft gefärbt, bald in ihrer ganzen Ausdehnung wie *S. purpurea*, bald wenigstens nahe der Eingangsöffnung intensiv. „*S. rubra* z. B. ist ausgezeichnet durch ein rotes Adernetz, das an der bezeichneten Stelle am stärksten hervortritt, zudem spielt die Eingangsöffnung in eigentümlich seidenartigem Glanze, welcher durch die Haarbekleidung verursacht ist. *S. flava* besitzt besonders in ihrem obern Teil gelb gefärbte, mit rotem Adernetz versehene Schläuche, und auch bei *S. psittacina* ist der Helm bei wohl entwickelten Exemplaren intensiv purpurgefärbt. Bei *S. Drummondii* finden sich zwischen dem roten Adernetz des obern Schlauchteiles weiße Stellen, in denen wie bei den weißen Flecken panachierter Blätter keine Chlorophyllbildung stattgefunden hat“. Besonders schön sind die Färbungen an den Schläuchen der *S. variolaris* und *Darlingtonia*. Dort ist auf der Unterseite des helmförmigen Deckels ein rotes Adernetz, die hintere Schlauchwand trägt weiße, zum Teil rot umsäumte Flecken, Fensterchen, die besonders beim durchfallenden Lichte scharf hervortreten.

So borgt sich das Blatt der Blumen Farbenpracht, um ihnen gleich die Aufmerksamkeit der Insekten zu erregen. Dazu kommt noch die Ausscheidung eines süßen Saftes. Gleich der Färbung ist die Nektarabsonderung in der Nähe der Schlauchmündung die stärkste. „Beobachtet man z. B. ein Schlauchblatt von *S. flava*, so sieht man an der Innenfläche des aufgerichteten, an seiner schmalen Seite nach außen gekrümmten Deckels eine Menge dicker, süß schmeckender Tropfen. Genauere Beobachtung ergibt, dass die Nektarabsonderung vom Deckel aus sich auch ein Stück weit in das Schlauchinnere fortsetzt und kleinere Nektartropfen auch am Rande des Deckels und längs der Kante des auf der Schlauchinnenseite befindlichen Flügels sich befinden, und auch auf der äußern Schlauchfläche scheinen kleine Tröpfchen ausgeschieden zu werden. Jedenfalls aber führt ein mit Honig besetzter Pfad von dem untern Ende des Schlauches zu seinem Eingang, und ist die Nektarabsonderung am stärksten an der hintern Seite des Eingangs“. Bei andern Arten ist oft der Schlauchrand „wie mit Syrup beschmiert“.

Sehr anschaulich schilderte schon vor 8 Decennien Macbride diese „Fliegenfallen“, die an leicht zugänglicher Stelle ihren Honigseim darbieten, um die Naschenden ins Verderben zu locken. Er sagt: „Bringt man im Mai, Juni oder Juli, den Monaten, in welchen die Blätter dieser Pflanzen ihre eigenartige Funktion in der größten Vol-

lendung verrichten, einige derselben in das Haus und gibt ihnen aufrechte Stellung, so bemerkt man bald, dass sie Fliegen anlocken. Diese Insekten nähern sich direkt den Schlauchmündungen und scheinen, über den Rand derselben gebeugt, eifrig etwas von der Innenfläche aufzusaugen. In dieser Stellung verweilen sie, schließlich aber scheinbar verlockt durch den angenehmen Geschmack, betreten sie das Innere des Schlauches. Die Fliege, die so ihren Platz verändert hat, verliert den festen Halt, sie wankt einige Sekunden, gleitet aus und fällt auf den Grund des Schlauches, wo sie entweder ertrinkt oder vergeblich gegen die Haarspitzen emporzuklettern versucht. . . . In einem fliegenreichen Hause geht dieser Fang so rasch, dass der Schlauch in wenigen Stunden voll ist und es wird notwendig, Wasser hinzuzufügen, da die von Natur vorhandene Menge unzureichend ist, die gefangenen Insekten zu ertränken. . . . Das Anlockungsmittel für die Fliegen ist offenbar eine süße, klebrige, honigähnliche Substanz, welche von der Innenfläche des Schlauches abgesondert oder ausgeschwitzt wird“.

Ganz ähnlich verhalten sich auch andere Schlauchblattpflanzen wie die *Nepenthes*-Arten. Lebhaftere Färbung macht diese Kannen oft schon von weitem sichtbar. Die purpurrote Färbung scheint vorzuherrschen. Aus Borneo aber ist eine hochstämmige Art „mit weißen Schläuchen von zierlicher Wasserkannenform, durchsichtig wie Eierschalen-Porzellan, und sehr hübsch scharlachrot gefleckt“ bekannt geworden. Eine eigentümliche Farbenschönheit zeigen die Kannen jener Arten, wo, wie bei *Nepenthes albo-marginata*, „der glänzend braune Randkragen von einem breiten, weißen samtartigen Rand umgrenzt ist“.

Auch hier ladet den flüchtigen Besucher eine gedeckte Tafel zum Verweilen ein. Kuchenförmige Zellkörper, die auf der Unterseite des Deckels liegen, sondern eine süßschmeckende Substanz ab.

Die Wiederholung der Lockmittel der Blumen führte auch zur Verwendung von Düften. *Drosophyllum lusitanicum*, eine Pflanze der iberischen Halbinsel, welche in Gemeinschaft mit Lavendel, Cistusrosen etc. die Vegetation trockener steiniger Hügel oder des Dünenlandes bildet, besitzt lange lineale, reichlich mit Stieldrüsen besetzte Blätter. Ihnen ist ein honigartiger Geruch eigen, welcher wohl neben den scheinbaren Nektartropfen der Drüsen beim Anlocken der Fliegen von besonderer Wichtigkeit ist.

In den Fangeinrichtungen kommen drei Formen zum Ausdruck. Die eben beschriebenen Blätter des *Drosophyllum* sind Leimstangen, die, wie nachfolgende Zusammenstellung zeigt, von trefflicher Wirkung sind. An einer kleinen, ein Jahr alten Pflanze beobachtete Goebel folgendes,

		104 Fliegen	
1. Blatt (noch unentfaltet)	1 Bremse	10. Blatt (noch nicht ganz entfaltet)	— 2 "
2. " — — — —	19 Fliegen	11. " — — — —	22 "
3. " (Spitze verletzt)	23 "	12. " (an der Spitze tot)	11 "
4. " (alt abgestorben)	2 "	13. " — — — —	14 "
5. " — — — —	5 "	14. " — — — —	17 "
6. " — — — —	16 "	15. " — — — —	11 "
7. " (alt, teilweise abgestorben)	— 9 "	16. " — — — —	13 "
8. " — — — —	17 "	17. " — — — —	10 "
9. " — — — —	12 "	18. " — — — —	22 "
		19. " — — — —	7 "
	104 "		233 "

Als Leimstangen für die Fliegen sollen auch die Bauern um Oporto die Pflanzen büschelweise in den Wohnungen aufhängen. Bei den übrigen Droseraceen sind es Klebfäden, die als Fangorgane dienen, da die bald ovalen, bald kreisrunden Spreiten die den kleberigen Saft abcheidenden Drüsen tragen. Der Tod erfolgt wahrscheinlich durch Ersticken, indem die Oeffnungen der Tracheen durch den Saft verklebt werden.

Bei *Dionaea* sind die Blätter Klappenfallen. Insekten, welche teils zufällig, teils angelockt durch die lebhaftere Färbung der Oberseite auf das Blatt sich begeben, müssen notwendig bei ihren Bewegungen an eine der sechs Borsten der Blattspreite anstoßen. Dadurch lösen sie eine Reizbewegung aus, durch welche die beiden Blatthälften zusammenklappen.

Bei den Sarracenien stellen die Blätter, wie früher schon gezeigt wurde, Schlauchklappen dar. Die Tiere, welche durch sie gefangen werden, ertrinken wohl in jenen Fällen, in denen der Schlauch erheblichere Mengen von Wasser ausscheidet. Man beobachtet z. B. bei *Nepenthes* im Innern der Kannen zwei Zonen, die Gleitzone und die Drüsenzzone. Jene hat einen weißlichen, von einem Wachsüberzug herrührenden Schimmer, die Drüsenzzone ist durch die als dunklere Punkte hervortretenden Drüsen charakterisiert. Die Menge dieser Drüsen ist eine sehr bedeutende. Die Größe derselben nimmt gewöhnlich von oben nach unten zu. Mit den Digestionsdrüsen des Sonnentaus haben sie gewisse Aehnlichkeit und zweifelsohne sind sie es, die die Flüssigkeit ausscheiden, welche in den *Nepenthes*-Bechern abgesondert wird. Da die Becher stets eine gewisse Flüssigkeitsmenge enthalten, so muss ein Insekt, das, von den honigabsondernden Drüsen auf die glatte Gleitfläche vorrückend, ausglitscht, in der Tiefe der Schläuche ertrinken. Die Absonderungsflüssigkeit ist von schleimiger Beschaffenheit, und es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass die chemische Beschaffenheit der Schlauchflüssigkeit den Tod beschleunigen kann. So schreibt Goebel: „Ich brachte zwei lebende Stubenfliegen in Wasser, zwei andere in je

einen *Nepenthes*-Schlauch. Nach weniger als einer halben Stunde waren die in den Schläuchen befindlichen scheinbar vollständig tot; sie lagen regungslos in der Flüssigkeit, während die ins Wasser geworfenen noch nach 1½ Stunden unter lebhaften Bewegungen auf der Oberfläche schwammen“. Infolge der schleimigen Beschaffenheit der Flüssigkeit werden die von Wasser schwer benetzbaren Flügel am Körper ankleben, und die Fliege wird dann untersinken. In andern Fällen, wie z. B. bei den *Sarraceni*en, die wenig Flüssigkeit absondern, werden die in die Kannen gefallenen Tierchen verhungern.

Die wichtigste Frage, die sich uns nun aufdrängt, ist die: Was wird aus den Tieren? Sind diese Pflanzen insektivor? Verdauen sie gleich einem tierischen Organismus? oder nehmen sie nur Zersetzungsprodukte durch Diffusion auf, wie viele andere Pflanzen, so namentlich Epiphyten, mit Hilfe ihrer Blätter mineralische Stoffe aufnehmen.

Nach Goebel lassen sich bezüglich der Art der Verdauung die Insektivoren in zwei Gruppen bringen, in „solche, bei denen eine echte, durch ausgeschiedene peptonisierende Fermente bewirkte Verdauung stattfindet und solche, bei denen das nicht der Fall ist, sondern nur eine Aufnahme der Zersetzungsprodukte seitens der Pflanze eintritt, wobei aber . . . wenigstens bei einer Form die merkwürdige Tatsache hervorzuheben ist, dass fäulnishemmende Stoffe ausgeschieden werden“.

Die Funktionen der *Sarracenia*-Kannen wurden nicht immer in dem Sinne gedeutet, der ihnen heute zugeschrieben wird. Man sah in den Schläuchen Wassersammler. Das Wasser der Schläuche sollte „zum Unterhalt und zur Erquickung der Pflanze“ dienen, gewiss eine eigentümliche Vorstellung, wenn man bedenkt, dass *Sarracenia* eine Sumpfpflanze ist. Um aus diesem Dilemma herauszukommen, nahm Linné an, dass der *Sarracenia* Wasserbedürfnis eben noch größer sei, als das der Sumpfpflanzen, dass sie „eine auf das Land geratene Wasserpflanze sei, welche mit ihren Blättern gewissermaßen noch im Wasser, das sie selbst sammelte, lebte“.

Die Schlauchblätter vermögen in der That erhebliche Mengen von Wasser aufzunehmen. „Schläuche von *Sarracenia illustrata* wurden teils mit Wasser, teils mit Lösungen etc. bis 10 c unter der Oeffnung gefüllt, diese mit einem Kork verschlossen und über denselben leichtflüssiges Paraffin gegossen, so dass kein Wasser verdunsten konnte. Die Niveauhöhe wurde durch außen angeklebte Papierstreifen bezeichnet.

Nach 48 Stunden waren folgende Mengen resorbiert:

a. Hatte erhalten 20 cem einer 0,1proz. Ameisensäurelösung mit etwas gequollenem Fibrin; resorbiert waren 6,8 cem, die übriggebliebene Lösung reagierte noch sauer, das Fibrin erschien ganz unangegriffen.

b. Hatte 10 cem Wasser erhalten. Resorbiert waren 2,0 cem.

e. 10 cem sehr verdünnten Fleischsaft, mit kohlensaurem Natrium genau neutralisiert; resorbiert waren 2,5 em. Der Fleischsaft war voll von Bakterien, trübe und von alkalischer Reaktion“.

Analog waren die Versuchsergebnisse bei andern *Sarracenia*-Arten. Stets konnte die Aufnahme von Wasser konstatiert werden, stets konnte auch gezeigt werden, dass Fleischstücke nicht angegriffen wurden, wohl aber, dass, wenn fäulnisfähige Stoffe in die Kanne gebracht wurden, schon nach 3 Tagen deutliche Fäulnis eintrat.

*Sarracenia* vermag also weder ein eiweißlösendes Enzym auszuscheiden, noch einen fäulnishemmenden Stoff. Mit der Flüssigkeit, welche die Innenwand der Schläuche aufnimmt, werden natürlich auch Stoffe des zersetzten tierischen Körpers aufgenommen werden. Goebel hält dafür, dass dies wahrscheinlich Ammoniak sein dürfte.

Wie im Bau seiner Blätter, so schließt sich in bezug auf ihre Leistungen *Cephalotus*, eine westaustralische Pflanze aus der Familie der Saxifrageen, an *Sarracenia* an. „Obwohl hier eine ziemlich starke Sekretion von Flüssigkeit stattfindet, konnte eine verdauende Wirkung derselben doch in keinem Falle konstatiert werden; Fleischstückchen und Fibrinflocken zerfielen nicht rascher in den Kannen, als außerhalb derselben“. Dagegen war die fäulnishemmende Wirkung des Sekretes sehr ausgesprochen. In Kannen, die mit 0,5proz. sterilisierter Peptonlösung gefüllt wurden, war nach 2 Tagen ein fauliger Geruch nicht wahrzunehmen. Viele Bakterien und kleine Infusorien bevölkerten den Kanneninhalt. Die Kulturversuche zeigten, dass, wenn schon keine Fäulnis eintrat, Fäulnisbakterien zugegen waren. Der von den Kannen ausgeschiedene fäulnishemmende Stoff, dessen Natur nicht näher bekannt ist, muss also entweder die Entwicklung der Fäulnisbakterien hemmen oder ihren Stoffwechsel so beeinflussen, dass andere als die gewöhnlichen Fäulnisprodukte entstehen.

Von der Peptonlösung wurde während des Versuchs etwa die Hälfte resorbiert. Von einer Verdauung kann aber nicht gesprochen werden. Beruht doch der Zerfall der gefangenen Insekten auf der Thätigkeit von Mikroorganismen.

Zweifelhaft ist die Stellung der *Utricularia*. Die Fangapparate der Utricularien sind Blasen. Man glaubte früher in ihnen den Mechanismus sehen zu müssen, welcher bedingt, dass während einer bestimmten Vegetationsperiode die Pflanze schwimmt, während sie zu anderer Zeit untergetaucht ist. So schrieb z. B. De Candolle: „Ihre Wurzeln oder vielmehr ihre untergetauchten Blätter sind außerordentlich verzweigt und mit einer Menge kleiner abgerundeter Schläuche versehen, welche eine Art beweglichen Deckels haben. In der Jugend der Pflanze sind diese Schläuche voll Schleim, der schwerer als das Wasser ist, und die Pflanze wird durch diesen Ballast auf dem Grunde festgehalten. Wenn die Blütezeit naht, scheidet die Wurzel Luft aus,

welche in die Schläuche eindringt und den Schleim verdrängt, wobei sich der Deckel hebt. Mit einer Menge von Luftblasen versehen, steigt die Pflanze dann langsam empor und schwimmt an der Oberfläche. Die Blüten erheben sich frei in die Luft; ist die Blütezeit vorüber, so beginnt die Wurzel wieder Schleim auszusecheiden, dieser verdrängt die Luft in den Schläuchen, die Pflanze wird wieder schwerer und versinkt auf den Grund des Wassers, wo sie dann ihre Samen an derselben Stelle reift, an der sie später ausgesät werden“. Gegen diese biologische Bedeutung der *Utricularia*-Blasen sprechen eine Reihe von Beobachtungen. Schwimmende Wasserpflanzen besitzen in ihrem Gewebe große luftführende Zwischenzellräume. Diese sind es, welche auch das Schwimmen der *Utricularia* ermöglichen. Denn die schwimmende Pflanze sinkt auch dann nicht, wenn ihre Blasen mit Wasser gefüllt sind oder wenn sie alle abgeschnitten werden. Der fernere Umstand, dass auch Land-Utricularien die Blasen nicht fehlen, weist darauf hin, dass man ihre biologische Bedeutung in anderer Richtung zu suchen hat.

Im Gegensatz zu andern als Fangapparat dienlichen Schlauchblättern bewirkten jene Blasen der Utricularien eine durch eine Klappe verschlossene Eingangsöffnung. Dieselbe gestattet wohl den Eintritt in den Blasenraum, nicht aber ein Entweichen nach außen, „da ihr freies Ende auf einem hufeisenförmigen Rahmen als Widerlager ruht“. Auf dem Deckel und dem Widerlager sind zahlreiche schleimabsondernde Haare, deren Sekret kleine Wassertierechen anzieht. Lange Fortsätze am Blaseneingang, die man bei verschiedenen *Utricularia*-Arten findet, sind zur Abwehr größerer Tiere dienlich. „Für kleinere aber werden sie, namentlich, wenn sie mit schleimabsondernden Drüsen besetzt sind, zugleich als Leitwege zum Blaseneingang dienen“. Kleine Tierchen, welche gegen die Klappe drücken, werden gefangen. „Eine Reizbarkeit der Klappe ist dabei nicht im Spiele, wie man nach Analogie mit *Dionaea* und nach dem raschen Verschwinden der Tiere vielleicht annehmen könnte. Vielmehr handelt es sich nur darum, dass die Klappe elastisch eingebogen wird, wodurch eine Oeffnung entsteht, in der das Tier verschwindet, worauf die Klappe dann sofort sich wieder so biegt, dass der Eingang verschlossen ist“. Im Innern sterben die Tiere bald; vielleicht dass sie durch den Schleim, der auch im Innern zur Absonderung gelangt, ersticken. Anderseits wird dieser Schleim auch Spaltpilzen als Nährboden dienen, welche alsdann den Zerfall der Tierleichen bedingen. Ein Enzym war nie nachweisbar. Darüber aber besteht kein Zweifel, dass eine Aufnahme zersetzter Körpersubstanz durch die Blasen stattfindet. Ihre Innenseite besitzt in großer Zahl meist vierarmige Haare, die in gefütterten Blasen ein anderes Aussehen haben, als in ungefütteten. „Während nämlich in ungefütteten Blasen die Haare nur einen dünnen durchsichtigen Plasmakörper besitzen, führen die Haare gefütterter Blasen einen auffallend ver-

schiedenen Inhalt, . . . stark lichtbrechende, teils kugelige, teils mehr unregelmäßig gestaltete Massen“. Die chemischen Reaktionen zeigen, dass diese Inhaltsstoffe Fett sind, welches aus dem tierischen Körper aufgenommen wurde. Nicht dass ein direkter Durchtritt stattfände. Denn die im Innern dieser Absorptionshaare liegenden Fetttropfen sind stets ungefärbt, während aus den Tierleichen rötlich gefärbte Oeltropfchen austreten“. „Am nächsten liegen dürfte die Annahme, dass das in dem tierischen Fett enthaltene Lecithin, welches im Wasser quellbar und sogar etwas löslich ist, die Membranen durchdringt und vom Protoplasma zum Aufbau von Fett verwendet wird“. Fütterungsversuche sprechen in hohem Maße für diese Auffassung.

Goebel führte drei einschlägige Versuche aus. In einem ersten Falle wurden die Blasen ungefütterter Pflanzen mit entfettetem Blutfibrin gefüttert, in einem zweiten mit Lecithin, in einem dritten mit einer Pasta von Olivenöl und Stärkemehl. „Nach 4 Tagen fanden sich in den Haaren von 1 keine Tropfen, zahlreiche dagegen bei den mit Lecithin gefütterten, keine oder doch nur zweifelhafte Spuren bei drei. Das Lecithin kann also offenbar die Membranen durchdringen und im Innern der Zellen zur Fettbildung verwendet werden. . . . Dass außerdem noch andere Stoffe, z. B. Ammoniak, aufgenommen werden, ist sehr wahrscheinlich. Jedenfalls aber stellt die Fettbildung gefütterter Blasen ein wichtiges und ungemein charakteristisches Merkmal dar.“

Unsere einheimischen *Utricularia*, *U. intermedia* und *U. vulgaris*, zeigen in gewissem Sinne eine Anpassung an die Lebensgewohnheiten verschiedener Tiere. In den Blasen der erstern beobachtet man nur Ostracoden (*Cypris*), in jenen der *U. vulgaris* nur Copepoden. Die Winterknospen von *U. intermedia* bilden sehr frühzeitig Ausläufer, welche in den Schlamm eindringen und Blasen an ziemlich weit verkümmerten Blättern entwickeln. Diese im Detritus des Wassergrundes verborgenen Ausläufer fischen nun die im Schlamm lebenden Tiere; die *Cypris* aber bevölkert als schlechte Schwimmerin den Schlamm und ist daher das vorwiegende Opfer des Tierfanges der *U. intermedia*. *U. vulgaris* wächst frei flutend. Die guten Schwimmer der Crustaceen, das sind eben Copepoden, werden also von ihr gefangen werden.

Die übrigen Insektivoren verdauen durch Enzyme.

Werden die Blätter der *Pinguicula* z. B. durch kleine Fibrinflocken gereizt, so findet eine lebhafte Absonderung schleimiger sauer reagierender Flüssigkeitströpfchen statt. Die Enzymabsonderung jedoch vollzieht sich nur sehr langsam und nur in geringen Mengen. Zugleich aber erfolgt die Ausscheidung eines fäulniswidrigen Stoffes. Goebel hält dafür, dass, wenn von Verdauung durch Bakterien bei *Pinguicula* gesprochen werde, dies auf unpassende Versuchsmethoden zurückzu-

führen sei. Werden große Eiweißwürfel auf die Blätter aufgelegt, so können diese natürlich bei der relativ geringen Menge sich abscheidenden Enzyms nicht gelöst werden. Es werden sich also auf dem Ueberschuss Bakterien ansiedeln.

Ueber die Verdauung durch die *Nepenthes*-Schläuche gehen die Ansichten ebenfalls auseinander. Es wird gewöhnlich angegeben, „dass die Verdauung auf Wirkung von Mikroorganismen beruhe und eine Fäulnis sei.“ Goebel zeigt, dass diese Auffassung auf Beobachtungen an geschwächten Pflanzen beruht, während kräftige, also normale Pflanzen, wie aus nachfolgender Darstellung hervorgeht, ein anderes Verhalten zeigen.

„Es wurde eine kräftige Pflanze von *Nepenthes paradisiaca* im Laboratorium in einem heizbaren Glaskasten bei 20—25° in mit Wasserdampf gesättigtem Raume kultiviert. Sie besaß drei Kannen, die älteste, offenbar nicht mehr lebenskräftige, zeigte bereits eine bräunliche Farbe; die geringe in ihr vorhandene Flüssigkeit reagierte neutral; eine hineingeratene Wespe starb bald und nach drei Tagen ergab sich alkalische Reaktion. Bakterien und Infusorien waren zahlreich vorhanden. Die 2. Kanne dagegen besaß ein sauer reagierendes Sekret, in dem sich eine kleine Fliege befand; das Sekret löste Fibrin in einer Stunde, nach drei Stunden war kein gelöstes Eiweiß vorhanden, sondern nur noch Pepton nachweisbar. Eine weiterhin eingegebene Fibrinflocke wurde nach Zusatz von 0,2prozentiger Salzsäure in 40 Minuten bei 16—18° gelöst. Eine Impfung aus dieser Lösung in Nährgelatine ergab keine Bakterien.

„Die jüngste Kanne war noch geschlossen. Eine Impfung aus ihr in Nährgelatine ergab keine Pilzvegetation. Das Sekret betrug 4,6 ccm, war schleimig und reagierte neutral; nach Zusatz von 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Ameisensäure wurde eine gequollene Fibrinflocke in 12 Stunden vollständig verdaut. Eine Impfung in Nährgelatine ergab selbst nach 8 Tagen in zwei Proben keine Bakterientwicklung.“

Thatsächlich beobachtet man, dass sich in normalen Kannen, in die ein Insekt fällt, sehr bald Ameisensäure ausscheidet.

Auch bei *Drosophyllum* ist eine echte Verdauung nachweisbar. Ihr Drüsensekret enthält Ameisensäure. „Dieselbe schließt die Bakterienverdauung aus. Es wurden sowohl vom frischen Sekret, als von durch Verdauung halb verflüssigten Fleischstückchen Impfungen auf Nährgelatine gemacht; nach 14 Tagen war bei den letzteren keine Spur von Bakterientwicklung eingetreten, bei den ersteren blieb sie von 3 Proben in zweien aus, in einer dritten war nach 6 Tagen eine einzige Kolonie vorhanden.“ Die Bedeutung der Ameisensäure ist darin zu suchen, dass sie als Antisepticum wirkt, dass sie ferner eine Lockerung des Fibrins und ein Herausdiffundieren von Stoffen be-

dingt, welche als Reiz auf die Digestionsdrüsen einwirken und sie zu reichlicher Enzymabscheidung veranlassen.

Bei *Dionaea* beobachtet man, dass das Schließen der beiden Blatthälften durch einen Stoßreiz, wie auch durch einen chemischen Reiz erfolgt. Wird ein Insekt gefangen, dann machen sich beide Reize geltend; die Folge ist, dass die zusammengeklappten Spreitenteile lange, oft wochenlang, geschlossen bleiben. Verursachte der Stoßreiz durch einen unorganischen Körper das Schließen, dann ist dasselbe, da nun der chemische Reiz fehlt, stets nur von kurzer Dauer.

Die Absonderung des verdauenden Sekretes ist oft eine so reichliche, dass das Sekret in Tropfen herausfließt. Auch hier bedingt Ameisensäure die saure Reaktion der abgesonderten Flüssigkeit. Ist das Blatt normal, dann findet auch hier ein Fäulnisprozess nicht statt. „Fleischstücke, die über den Rand des gefütterten Blattes herausragten, gingen in Fäulnis über, nicht aber der im Blatt eingeschlossene Teil; ja in Fäulnis übergehendes Fleisch verlor, in ein *Dionaea*-Blatt gebracht, sogar den Fäulnisgeruch, was die antiseptische Eigenschaft des von den Digestionsdrüsen abgesonderten Sekretes deutlich genug erweist.“

Die Insektivoren haben also die Fähigkeit, sich wichtige Baustoffe aus dem tierischen Körper anzueignen, sei es dass sie bestimmte Zersetzungsprodukte oder Fett oder Eiweißkörper aufnehmen. Wenn schon nun für keine einzige derselben die Aufnahme tierischer Nahrung unentbehrlich ist, so gewährt ihnen dieselbe doch gewisse Vorteile. Die gefütterten Pflanzen sind kräftiger, produzieren reichere Früchte und reichlichere Samen.

Dass die ungefütterte Pflanze im Hungerzustand sich befindet, scheint eine Beobachtung von Büsgen zu zeigen. An ungefütterten *Utricularia*-Pflanzen entstanden schon Mitte August Winterknospen. Nun hat Göbel an solchen Wasserpflanzen, die charakteristische Winterknospen bilden, gezeigt, dass man dieselben auch im Hochsommer oder Frühling zur Bildung der Winterknospen zwingen kann, wenn man sie hungern lässt. Die frühzeitige Winterknospenbildung ungefütterter *Utricularia*-Pflanzen scheint somit den Hungerzustand der betreffenden Pflanzen anzudeuten.

Für *Drosera*-Arten lehren übrigens vergleichende Kulturversuche, dass die Insektennahrung keinen völligen Ersatz für die mangelnde Nitrataufnahme durch die Wurzeln ist. —

8) Für die Entleerung gespeicherter Stoffe ist der Konsum oder die Fortführung der diosmierenden Produkte eine Bedingung. Beim Keimungsprozess der Samen ist das gleiche Prinzip ausgesprochen, gleichviel ob die Reservestoffe in den Cotyledonen aufgespeichert sind oder im Endosperm. Hansteen hat unter Pfeffer's Anleitung experimentell dargethan, dass die Wechselbeziehung, welche zwischen

der Entleerung des Endosperms und der Fortentwicklung der Keimpflanze besteht, nicht, wie man oft annimmt, auf der Abscheidung von Enzymen durch den Embryo beruht, sondern durch die dauernde Abfuhr des Zuckers, der aus der Stärke gebildet wird, bedingt ist.

Endosperm von *Zea mais* wird isoliert. Es wird demselben Gips derart angegossen, dass die erstarrte Masse an Stelle des Schildchens, durch welches unter normalen Verhältnissen die Keimpflanze aus dem Endosperm die Reservestoffe aufnimmt, diesem aufliegt. Das Gips-säulchen, gewissermaßen die künstliche Keimpflanze, wurde in dampfgesättigtem, gleichsam sterilisiertem Raume ins Wasser gestellt. „In den Versuchen mit viel Wasser schritt die Lösung der Stärke, von dem Gipsschildchen beginnend, in normaler Weise fort. Schon nach 10 bis 13 Tagen hatten die dem Schildchen näheren Zelllagen die gesamte, die fernsten Zelllagen des Endosperms aber den größten Teil der Stärke verloren und die noch vorhandenen Körner waren in üblicher Weise angefressen. Inzwischen war der Zucker durch die Gipssäule in das Wasser gelangt und bei der großen Menge dieses dauernd abgeleitet worden.“ Tauchte das Gipssäulchen nur in wenig Wasser, dann kam es zu keiner Entleerung. Nur in den dem Gipsschildchen nächstliegenden Zellen waren einzelne der Stärkekörner etwas ausgefressen. „Da alle übrigen Versuchsbedingungen dieselben waren, so geht aus diesen Erfahrungen mit aller Evidenz hervor, dass mit der Ansammlung einer gewissen Zuckermenge in dem Wasser der fernere Umsatz von Stärke in Glukose gehemmt wird.“ Irgend einer besonderen Einwirkung von Seiten des Keimlings bedarf es also, da das isolierte Endosperm zu solcher aktiven und regulatorischen Thätigkeit befähigt ist, nicht, um dessen Entleerung zu bewirken. Der Stoffverbrauch der wachsenden Pflanze sorgt für die Wegfuhr der zugeführten Glukose, deren Ansammlung die Entleerung hindern würde.

Dennoch kommt dem Embryo thatsächlich die Fähigkeit zur Diastaseabscheidung zu. Verf. machte mit viel Stärke und wenig Gips gleichsam ein künstliches Endosperm, welches er nach Abtrennen des natürlichen mit dem Schildchen des Embryo verband. Vom Schildchen aus schritt nun die Corrosion der Stärkekörner sehr energisch weiter, „und die Keimpflanze gewinnt jetzt durch ihre sekretorische Thätigkeit die in dem toten Endospermersatz gebildete Glukose“. Tritt dieses künstliche Endosperm auch mit viel Wasser in Berührung, dann erfolgt doch keine Veränderung der Stärke. „Fraglich bleibt nur, ob diese Diastaseausscheidung auch bei normaler Entwicklung der Keimpflanzen mitwirkt, oder ob — was sehr möglich ist — ein solches Verhältnis vorliegt, dass der Mangel des Stärkeumsatzes, resp. das Fehlen des Zuckerzufflusses von dem Endospermersatz den Reizanstoß abgibt, welcher die Ausscheidung von Diastase veranlasst.“

Die Annahme Haberlandt's, dass im Endosperm die Kleberschicht das Diastase absondernde Gewebe sei, wird durch das Experiment nicht bestätigt. Wurde jene Schichte abgelöst, so erfolgte durch das dem Endospermrest aufgesetzte Gipssäulchen die Entleerung der Stärke gerade so schnell wie in den frühern Versuchen, wenn dasselbe nur in eine hinlänglich große Wassermenge eintauchte. „Dag ar nichts auf eine Arbeitsteilung in diesen inneren, sämtlich Stärke führenden Endospermzellen hindeutet, so ist wohl kein Zweifel, dass jede einzelne dieser lebenden Zellen die Fähigkeit besitzt, die Stärke in Glukose zu verwandeln und diese Verwandlung in der besagten regulatorischen Weise durchzuführen.“

Es wurde gesagt, dass unter normalen Verhältnissen die Entleerung des Endosperms an den Zuckerkonsum, d. i. an das Wachsen des Embryos geknüpft sei. Wurde dieser eingegipst, Wurzel, Stengel und Blätter also mechanisch am Fortwachsen gehemmt, dann konnte in der That die Stärkauflösung auf ein sehr geringes Maß reduziert werden.

Als Ursache der Regulation dieser Stoffwanderung vom Endosperm zum Keimling ergibt sich also, „dass die Ansammlung des einen Reaktionsproduktes bis zu einem gewissen Grenzwert die weitere Produktion dieses Stoffes und damit die Fortführung der Umsetzung hemmt.“ —

9) Ueber den Einfluss der Phosphor-Ernährung berichtet Dr. Noll im Bonner Gartenbau-Verein.

Will man über die Bedeutung eines mineralischen Nährstoffes sich Aufklärung verschaffen, dann müssen Pflanzen in vergleichenden Kulturen groß gezogen werden. Genau gleichen Bedingungen sind die Versuchspflanzen auszusetzen, mit dem Unterschiede jedoch, dass der mineralische Stoff, über dessen Bedeutung man Aufschluss erlangen will, dem einen Teil derselben nicht geboten wird. Noll hat durch sehr sorgfältig geleitete Versuche namentlich an *Tradescantia Selloi* gezeigt, dass der Phosphor für das Gedeihen der Pflanzen von größter Bedeutung ist, nicht etwa bloß für die Samenbildung, sondern auch für die Entwicklung der vegetativen Teile.

Aus 2 Millimeter langen Blattknoten wächst die Versuchspflanze unter günstigen Bedingungen zu kräftigen Pflanzen heran. Anfänglich ist in der Entwicklung der phosphorhaltigen und phosphorfreien Vegetation kein Unterschied zu bemerken. Man muss wohl annehmen, dass die vegetativen Gebilde, welche zur Vermehrung der *Tradescantia* benutzt wurden, in sich eine kleine Phosphatmenge aufgespeichert enthielten, dass also die Differenz der Entwicklung erst von dem Momente an sich geltend machen konnte, wo dieser Phosphorvorrat nahezu oder völlig verbraucht war. Von dem Momente, wo sich nun bei den Kulturen die Folgen des Phosphormangels geltend machen

konnten, zeigten sich augenfälligste Unterschiede. „Während sich die Phosphatpflanzen ungemein rasch und kräftig entwickeln, ein Blatt nach dem andern neu entfalten und aus allen Blattachsen neue Seitentriebe hervorsprossen lassen, die ihrerseits weitere Verzweigungen bilden, bleiben die Pflänzchen ohne Phosphat nun auf einmal in der Entwicklung völlig stehen. Zu der Zeit, wo aus den millimetergroßen Seitenknöschen der *Tradescantia* bei Phosphatnahrung mächtige Pflanzen herangewachsen sind, mit Hunderten von Blättern und Dutzenden von Seitenzweigen, sind aus den gleichen Knospen, denen alle sonstigen Nährstoffe in reichstem Maße zu Gebote standen, denen nur das Phosphat fehlte, kümmerliche Pflänzchen, sämtlich mit 5—6 kleinen Blättchen, entstanden.“ Diese Zwergpflänzchen gehen zwar nicht zu Grunde, aber in monatelanger Kultur entwickeln sie sich nicht weiter. Die einzige äußere Veränderung, die sich konstatieren lässt, besteht darin, dass die Blättchen dick, jenen der Fettpflanzen ähnlich werden.

Dass dieser Stillstand in der Entwicklung wirklich auf den mangelnden Phosphor zurückzuführen ist, zeigte Noll dadurch, dass er diese kümmerlichen Pflänzchen durch Zusatz von etwas phosphorsaurem Kalk in üppig vegetierende Kulturen verwandelte. „Wie mit einem Zauberschlag kommt dann neues Leben in den Kümmerling; schon nach wenigen Tagen zeigen sich neue Blättchen an dem Gipfel und aus jeder Blattachsel schieben sich die zarten Spitzchen neuer Seitentriebe hervor, die sich alle kräftig entfalten.“

(Fortsetzung folgt.)

## Die Unzulänglichkeit der „natürlichen Zuchtwahl“.

Von **Herbert Spencer**.

(Schluss.)

Aber nun wollen wir von diesen niedrigen Tieren, bei welchen geschlechtslose Reproduktion und fortgesetzte Vermehrung der somatischen Zellen gewöhnlich ist und unter welchen es eine Klasse gibt, die „Zoophyten“ genannt werden, weil ihre Lebensweise diejenige der Pflanzen nachahmt, zu den Pflanzen selbst übergehen. Bei diesen findet keine Ausgabe für Kraftleistung statt und keine, um die Temperatur auf gleicher Höhe zu halten; die Nahrung wird zum Teil vom Erdboden geliefert, und der Rest rührt von einem Medium her, das überall die äußere Oberfläche umgibt: die Nutzbarmachung des in ihr enthaltenen Stoffes findet gratis durch die Sonnenstrahlen statt. Wie zu erwarten war, zeigt sich hier, dass Agamogenese stattfinden kann ohne Ende. Zahlreiche Pflanzen und Bäume werden in unbeschränkter Ausdehnung durch Setzlinge und Augen vermehrt; wir haben verschiedene Pflanzen, die auf keine andere Weise vermehrt werden können. Die bekanntesten sind die gefüllten Rosen unserer Gärten: diese tragen keinen Samen und werden dennoch überall durch Pfropf-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Keller Robert

Artikel/Article: [Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie. 241-259](#)