

VOLK UND WISSEN
SAMMELBUCHEREI
NATUR UND WISSEN

ALLGEMEINE BIOLOGIE

SERIE D • BAND 1
EINZELBAND 60 PFG.

* * *

LEBENSBÜNDNISSE IN TIER- UND PFLANZENWELT

S Y M B I O S E

Das Zusammenleben der Einsiedlerkrebse (Paguriden) mit Seerosen (Aktinien) bildet ein besonders klares Beispiel für Symbiose, das in seiner Deutlichkeit der Flechtensymbiose an die Seite zu stellen ist. Die Beziehungen zwischen den Partnern sind so innig, daß ein Krebs, den man aus seinem mit einer Seerose besetzten Schneckenhaus vertreibt, mit den größten Anstrengungen versucht, seine »Freundin« wiederzuerlangen.



VOLK UND WISSEN
VERLAGS GMBH · BERLIN/LEIPZIG

Dieser Band wurde von Martha Huschke, Leipzig, verfaßt. Die Textabbildungen sowie die Farbbilder auf Titel- und Umschlagrückseite fertigte Alfred Seckelmann, Leipzig, an. Die Zeichenvorlagen wurden den Werken folgender Verfasser entnommen: Buchner, Gilg-Schürhoff, Hanstein, Kraepelin-Schäfer, Migula, Schmeil-Seybold, Viehmeyer-Stitz.

LEBENSBÜNDNISSE IN TIER- UND PFLANZENWELT

S Y M B I O S E

VOLK UND WISSEN SAMMELBUCHEREI
NATUR UND WISSEN · SERIE D · BAND 1



V O L K U N D W I S S E N
V E R L A G S G M B H · B E R L I N / L E I P Z I G

INHALT	Vorwort	3
	I. Lebenslängliche Freundschaft	4
	II. Eigenartige Doppelwesen	5
	III. Ernährungsgenossenschaft im Zimmer- aquarium	8
	IV. Eine »lausige« Angelegenheit	10
	V. Seltsame Pilzzüchter	11
	VI. Freundschaft zwischen kleinen Tieren und großen Pflanzen und zwischen kleinen Pflanzen und großen Tieren	12
	VII. »Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen«	14
	VIII. Ein kleines Kapitel »Landwirtschaft«	18
	IX. Ernährungsgenossenschaft zwischen Pflanzen im Dunkel der Walderde	20
	X. Früchte — leider nicht für uns!	21
	XI. Künstlich hergestellte Symbiose im Garten..	23
	XII. Die wunderlichsten Formen der Symbiose..	24
	XIII. Die allumfassende Symbiose der beiden großen Lebensreiche	28
	Nachwort	29
	Fach- und Fremdwörterverzeichnis	31
	Literatur	32

PREIS 60 PFENNIG

In Futura gesetzt von Offizin Haag-Drugulin in Leipzig
(M 103) · Druck des Umschlages von Wolfgang Leff,
Borsdorf bei Leipzig (M 15) und des Innenteils von
Volk und Wissen Verlags GmbH, Abt. Druckerei, Leipzig
(M242) · Lizenz Nr. 334 · 1000/47-817 · 1.—100. Tausend 1948
Alle Rechte vorbehalten

Bestell-Nr. 12513

Das griechische Wort Symbiose im Untertitel unseres Buches darf den Leser nicht schrecken — um so weniger, als er es bis zu einem gewissen Grade selbst erklären kann. Die Silbe *syn* heißt mit (vgl. *Sympathie* = Mitgefühl) und *bios* heißt Leben (vgl. *Biographie* = Lebensbeschreibung, *Biologie* = Lehre vom Lebendigen). Also handelt es sich um ein »Miteinanderleben«.

Freilich ist dieser Begriff viel zu weit. Er schlosse zum Beispiel mit ein das Zusammenleben von Tieren gleicher Art in Herden, Rudeln, Schwärmen und Zügen oder die Vereinigung von Pflanzen gleicher Art in Wiesen, Wäldern und Feldern; ferner würden zu ihm alle die Verhältnisse gehören, die wir als »Brutpflege« bezeichnen; weiter fielen unter diesen Begriff die Beziehungen zwischen Scharotzern und ihren Wirten — sie alle leben ja miteinander.

Aber diese Verhältnisse sind nicht gemeint. Unser Begriff »Symbiose« muß also einen etwas anderen Inhalt haben. Nach Betrachtung einer Reihe von Einzelbeispielen werden wir erkennen, was die Wissenschaft heute unter »Symbiose« versteht.

I. Lebenslängliche Freundschaft

Einsiedlerkrebse und Seeanemone

Eine der reizvollsten biologischen Beobachtungen meines Lebens machte ich während eines Sommers in der Biologischen Station in Helgoland. Allabendlich, wenn es draußen dunkelte und man weder Möwen noch Hummer noch Zugvögel länger beobachten konnte, stand ich vor den hell beleuchteten großen Becken des Aquariums, in denen zarte, herrlich gefärbte Quallen schwebten, Tintenfische auf Beute lauerten, Krebse und Hummer hin- und herspazierten. Ein Becken beherbergte eine Menge Einsiedlerkrebse (*Pagurus bernhardus*). Diese sonderbaren Tiere suchen sich leere Gehäuse von Schnecken — die Inhaberinnen sind tot, und das Meer hat die verwesenden Leichen herausgespült —, stecken ihren weichen, nicht durch einen Panzer geschützten Hinterleib hinein und halten sich mit den zu Haftwerkzeugen umgewandelten Afterfüßen in den Windungen fest. Naht Gefahr, so ziehen sich die Einsiedler in ihr Haus zurück und legen eine Schere vor die Öffnung. Es sah sehr merkwürdig aus, wie diese Krebse — auf den vorderen Beinpaaren laufend — mit ihrem Häuschen im Aquarium umherspazierten. Plötzlich wurde einer unruhig. Mit seinen Scheren betastete er verschiedene leere Schneckenhäuser, die auf dem Grund des Beckens lagen, setzte sich dann neben eins, das größer als das seine war — zog blitzschnell den Hinterleib aus dem alten Hause heraus und schob ihn ebenso geschwind in das größere hinein. Sein Häuschen war ihm zu klein geworden — also Wohnungswechsel! Seltsam anzusehen — aber noch nicht genug des Seltsamen!

Auf dem Gehäuse manches Krebses hat sich ein anderes Meerestier angesiedelt, das eigentlich gar nicht wie ein Tier, sondern wegen seiner Form und Farbe und seiner seßhaften Lebensweise pflanzenähnlich wirkt; es gibt rote, weiße, rosafarbene und gelbe solcher Blumentiere, die einzelnen heißen Seerosen, Seanelken usw. Mit diesen Tieren haben die Krebse eine dauernde Freundschaft geschlossen. (Vgl. Farbbild auf der Titelseite.) Der Krebs fängt Fische, zerpfückt sie mit seinen Scheren und frißt sie. Stückchen, die ihm entgehen, schweben im Wasser und werden von der Seeanemone mit Hilfe ihrer Mundarme in ihre Mundöffnung gestrudelt. So sorgt er für die Ernährung seiner Freundin. Außerdem wird dadurch, daß der Krebs sie mit sich herumträgt, der Nachteil ihrer Seßhaftigkeit zum Teil aufgehoben. Dauernd erhält sie neue Möglichkeiten, sich selbst mit ihren Mundarmen Beute zu fangen, anstatt warten zu müssen, bis ein Fisch zufällig in ihre Nähe kommt.

Und sie ist dankbar dafür. Als Gegenleistung verteidigt sie den Krebs gegen seine schlimmsten Feinde, die Tintenfische. In der Außenschicht ihrer Mundarme sitzen »Nesselzellen«, die bei Berührung einen ätzenden Saft in den Körper des Angreifers gießen, so daß ein Nesseln, ein Brennen entsteht.

Daher wird sie von anderen Tieren gemieden, und mit ihr lebt der Krebs im Schutz der Nesselzellen. Manche Blumentiere besitzen außerdem lange, mit Nesselzellen besetzte Fäden, die sie als gefürchtete Waffen aus dem Körperhohlraum heraus schleudern können. Im Aquarium zu Neapel beobachtete ein Forscher, »wie ein Tintenfisch einen Krebs aus seinem Schneckenhaus heraus holen wollte. Sofort stieß die Seerose ihre Nesselfäden aus, welche mit ihren Nesselkapseln auf der weichen Haut des Tintenfisches jedenfalls ein heftiges Brennen verursachten. Die Folge war, daß der Räuber den Einsiedler fahren ließ und sich von da an nicht mehr um ihn kümmerte« (nach Hesse-Doflein). Noch nie ist beobachtet worden, daß die Seeanemone diese Waffe gegen den Krebs benutzt.

Was wird aber aus der Freundschaft, wenn der Krebs umzieht? Er will nicht ohne seine Gefährtin leben, löst sie deshalb vorsichtig mit seinen Scheren vom alten Gehäuse los und setzt sie auf seine neue Wohnung. Die Seeanemone, die sich sonst eher in Stücke reißen als vom Untergrund abheben läßt, gibt den streichelnden Bewegungen der Krebsscheren nach, zieht also mit um — das gemeinschaftliche Leben geht weiter, bis einer der Partner stirbt.

II. Eigenartige Doppelwesen

Die Flechten

Noch in der Mitte des vorigen Jahrhunderts stritten sich die Botaniker darum, was Flechten eigentlich seien und ob sie im Pflanzensystem eine besondere Gruppe bildeten. Die meisten waren der Meinung, daß sie als selbständige Organismen den Pilzen und Algen gleichgestellt werden müßten. Das war aber ein Irrtum, den der deutsche Botaniker SCHWENDENER im Jahre 1868 richtigstellte. Das Wesen der Flechten machen wir uns am besten an der häufig vorkommenden Schüsselflechte klar.

Ihre gewellten graugrünen Krusten überziehen die Borken der Obst- und Waldbäume, sowie die Bretterwände und Steine. Kleine orangefarbene Schüsselflechten von ein paar Millimeter Durchmesser erheben sich über die Krusten; sie sind es, die der Flechte den Namen gegeben haben.

Einen Pflanzenkörper, an dem wir nicht Stengel und Blätter unterscheiden können, bezeichnet man in der Botanik als ein »Lager«. Um die Flechten, die solche »Lager« darstellen, genauer kennenzulernen, müssen wir sie durchs Mikroskop betrachten. Ein mikroskopischer Schnitt durch das Lager der Schüsselflechte ergibt folgendes Bild (Abb. 1):

Der flache Flechtenkörper wird nach oben und unten durch eine »Rindenschicht« begrenzt, die aus dicht aneinanderschließenden Zellen besteht. Zwischen diesen Schichten liegt ein lockeres Geflecht farbloser Pilzfäden, in das winzige grüne Pünktchen eingelagert sind: einzellige grüne Algen. Das

trifft für jede Flechte zu, und zwar hat jeder Pilz seine besondere Algenart, mit der er das Lager bildet.

So ist also die Schüsselflechte (wie jede andere Flechte auch) ein eigenartiges Doppelwesen, das aus Pilz und Alge besteht. Die Flechten sind das Musterbeispiel eines innigen lebenslänglichen Zusammenlebens zweier verschiedener Organismen.

Welchen Sinn hat nun diese Vereinigung? Sie steht im Dienste der Ernährung. Die Pilzfäden leiten den Algen Feuchtigkeit zu, so daß diese sich ungestört entwickeln und vermehren können. Selbst auf den trockensten Felsen sterben die Algen im Flechtenkörper nicht ab, da die Pilzfäden imstande sind, den Wassergehalt der Luft aufzunehmen. So können also die feuchtigkeitsliebenden Algen an Orten gedeihen, die ohne den Pilz wegen ihrer Trockenheit für sie nicht in Frage kämen. Auch Zeiten der Dürre können sie in ihrer Gemeinschaft mit dem Pilz überstehen, da die Luft im Fadengeflecht stets feucht bleibt.

Aber auch der andere Partner, der Flechtenpilz, geht nicht leer aus. Ihm fehlt, wie allen Pilzen, das Blattgrün (Chlorophyll), mit dessen Hilfe die grünen Pflanzen aus anorganischen Stoffen (Wasser und Nährsalzen) organische Stoffe (Zucker und Stärke) aufbauen. Nichtgrüne Pflanzen sind dazu nicht imstande, sie können sich also nicht selbst ernähren, sondern müssen entweder Schmarotzer sein, die von den Säften und Geweben lebendiger Tiere und Pflanzen leben, oder aber Fäulnisbewohner, die ihre Nahrung verwesenden tierischen und pflanzlichen Stoffen entnehmen.

Wie sich unser Flechtenpilz ernährt, ist nunmehr klar. Seine Algen liefern ihm die organischen Stoffe, da sie davon mehr bereiten, als sie selbst brauchen. Es besteht also zwischen beiden Partnern dieses Doppelwesens ein wechselseitiges Geben und Nehmen, eine Ernährungsgenossenschaft zu gegenseitigem Vorteil. Sie ergänzen sich in geradezu idealer Weise und führen ein »wahrhaft soziales« Leben (MEIERHOFER), bei dem jeder Partner Vorteile genießt und obendrein dem Ganzen dient, indem er ihm größere Widerstandskraft gegenüber einer ungünstigen Umwelt verleiht.

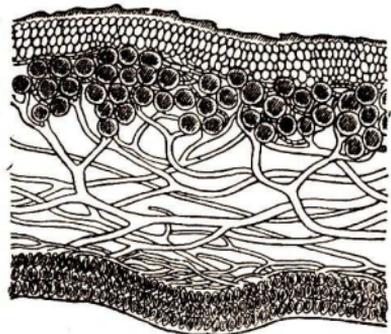


Abb. 1
Querschnitt durch das Lager
der Wand- oder Schüsselflechte
A = Algen

Durch ihr Zusammenleben werden darüber hinaus beide Partner zu einer Leistung befähigt, die jeder allein nicht vollbringen könnte. Man machte die Entdeckung, daß nur der Flechtenkörper in seiner Zusammenarbeit von Pilz und Alge die sogenannten Flechtensäuren bilden kann. Diese sind in stande, Kalk- und Urgesteine anzugreifen und die Verwitterung vorzubereiten, so daß den Moosen, Farnen und höheren Pflanzen auch dort Existenzmöglichkeiten geschaffen werden, wo sie ohne die Tätigkeit der Flechten nicht leben könnten.

Es gibt mehr solcher Gemeinschaften in der Natur, wie sie die Flechten darstellen. Da ihr Wesen an den Flechten zuerst studiert wurde und sie ein besonders klares Bild der Beziehungen zwischen den beiden Partnern geben, bezeichnet man die Flechten als das »klassische« Beispiel für Symbiose.

Der denkende Leser wird fragen: Wie kommen denn in der freien Natur die bestimmten Pilze mit den richtigen Algen zusammen, so daß eine neue Flechte entsteht? Das geschieht auf folgende Weise: Die anfangs erwähnten Schüsselchen sind die Vermehrungsorgane des Flechtenpilzes. In ihnen entstehen Sporen, die vom Winde verweht werden. Sie fangen an zu keimen, wenn sie zufällig eine Alge treffen und bilden dann mit dieser eine neue Flechte. Diesen Vorgang hat man im Experiment nachgeahmt, indem man Pilz und Alge zusammenbrachte und so künstlich einen neuen Flechtenorganismus schuf.

Der Einwand, daß das zufällige Zusammentreffen eines bestimmten Pilzes mit einer bestimmten Alge nur sehr selten vorkommen könnte, ist richtig. Aber die Natur hat weiter vorgesorgt, daß bei der Vermehrung immer wieder derselbe Pilz mit derselben Alge zusammenkommt oder vielmehr zusammenbleibt.

Am Rande des Flechtenkörpers entdeckt man mit Hilfe der Lupe Körnchen. Das sind Gruppen von Algenzellen, die von Pilzfäden umspinnen sind. Sie lösen sich los, werden gemeinsam vom Winde verweht und entwickeln sich an einem geeigneten Ort zur Flechte. Da die Körnchen der Vermehrung dienen, bezeichnet man sie als »Brutkörperchen« (Abb. 2).

So ist es jetzt — wie aber mögen diese eigenartigen Doppelwesen einstmals entstanden sein? Auch darauf gibt uns die Wissenschaft Antwort. Ursprünglich hat wohl der Pilz auf den Algen schmarotzt. Tatsächlich kommt es auch heute noch vor, daß manche Algenzellen von eindringenden Pilzfäden getötet und ausgesaugt werden, daß aber andere dazwischenliegende Algen sich ungestört weiter entwickeln. Meist aber dringen die Pilzfäden nicht ein, sondern legen sich nur außen dicht an sie an. So bestehen also Übergänge zwischen Symbiose und Schmarotzertum.

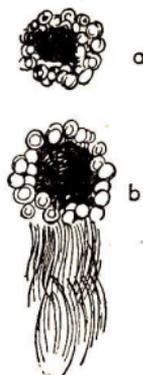


Abb. 2

- a) Brutkörperchen
- b) dasselbe, in Keimung begriffen

III. Ernährungsgenossenschaft im Zimmeraquarium

Grüner Süßwasserpolyyp

Ich bin im Begriff, ein neues Aquarium einzurichten. Becken, Filzunterlage, die Glasplatte zum Bedecken, Sand und Steine zum Beschweren der Pflanzenwurzeln sind vorhanden, und ich kann mit dem Einsetzen der Pflanzen beginnen.

Plötzlich stutze ich. Was entdecke ich an den grünen Stengeln der Wasserpest? Etwas für den Aquarienneuling recht Unangenehmes! Es ist ein Grüner Süßwasserpolyyp, der fest auf den Pflanzen sitzt.

Solch ein Tier ist denkbar einfach gebaut. Es hat keinen Kopf, sein Körper gleicht einem Schlauch, der unten geschlossen ist und festsitzt, oben eine Mundöffnung hat, die zugleich als After dient und von einem Kranz von Fangarmen umstellt ist. Die Öffnung führt in einen Hohlraum, in welchem verdaut wird. Die Wand des Körpers besteht aus zwei Zellschichten, einer Außen- und einer Innenschicht. In unseren Tümpeln und Teichen gibt es drei Arten, den grünen, grauen und braunen Süßwasserpolyypen. Sie ernähren sich von Wasserflöhen und anderen Kleinkrebsen, die wir für unsere Fische einsetzen; — deshalb mögen wir sie im Aquarium nicht (Abb. 3).

Wir wollen uns hier nur mit dem grünen Süßwasserpolyypen beschäftigen. Was an ihm grün ist, das ist nicht er selbst, sondern das sind winzige Pflanzen, einzellige grüne Algen, die seltsamerweise in den Zellen der Innenschicht leben. Sie verleihen ihm die grüne Farbe, die ihm vielleicht ein wenig dadurch Schutz gewährt, daß sich sein Körperchen in der Färbung gar nicht von der Wasserpest abhebt, auf der er sitzt. Er erlangt also durch seine Untermieter eine sogenannte Schutzfarbe. Andererseits sind die Algen in den Zellen des Polyypenkörpers vor Feinden geschützt.

Aber etwas anderes ist wichtiger! Während die Algen die in Kapitel 2 erwähnte Verwandlung von anorganischen in organische Substanzen vornehmen (Assimilation genannt), scheiden sie reichlich Sauerstoff ab, den der Polyyp zu seiner Atmung braucht. Die grünen Pflanzen, also auch diese Algen, nehmen das von Tieren und Menschen ausgeatmete Kohlendioxyd auf und bereiten mit seiner Hilfe Zucker und Stärke. Diese Assimilation findet aber nur im Sonnenlicht statt, und es ist reizvoll zu beobachten, wie der grüne Polyyp seinen Algen zu Hilfe kommt. Er — nicht aber der graue oder braune — wandert im Aquarium immer nach der Lichtseite, bringt also seine Untermieter in den Genuß des ihnen nötigen Lichtes. Mehr Entgegenkommen kann nicht erwartet werden! Man hat nun dieses Zusammenleben im Experiment gesprengt, indem man den Polyypen mit einer 0,5 bis 1,5%igen Glycerinlösung behandelte. Die Algen starben dabei ab und wurden ausgestoßen. Dem Polyypen schadete der Eingriff nicht, er lebte bei guter Fütterung noch monatelang weiter — also konnte er auch ohne Algen existieren. In einem zweiten Versuch hat

man die Vereinigung künstlich wiederhergestellt: Einem solchen algenfreien, bleichen Polypen bot man Algen zum Fressen an — er nahm sie nicht! Da schob man sie unter die Schalen der Wasserflöhe, die seine Hauptnahrung bilden. Er fraß diese und mit ihnen die Algen und ergürnte in kurzer Zeit von neuem. Wenn man gebleichte und grüne Polypen gemeinsam in einem Gefäß hungern ließ, so lebten nach 1½ Monaten bloß noch die grünen. Denn nur sie allein hatten Nährstoffe von den Algen erhalten. Wenn man Meeresstrudelwürmern die Algen nimmt, gehen sie zugrunde; reicht man ihnen aber noch rechtzeitig vor Eintritt des Todes Algen, so werden sie gerettet. Aus alledem ergibt sich, daß der Wirt einen Vorteil für seine Ernährung hat: Die Algen geben ihm nicht nur Sauerstoff, sondern auch den Überschuß der Kohlenhydrate ab und dürfen sich dafür ungestört im Schutz des Polypenkörpers entwickeln.

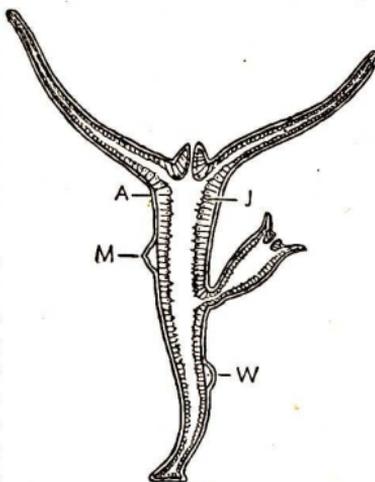


Abb.3 Grüner Süßwasserpolymp

A = Außenschicht M = Männliches Organ
 J = Innenschicht W = Weibliches Organ

In vielen niederen Tieren, in Einzellern, Hohltieren und Wümmern, findet man gelbbraune Algen (Zooxanthellen) oder grüne (Zoochlorellen), die mit ihrem Wirte die gleiche Symbiose bilden, wie wir sie beim Grünen Süßwasserpolympen kennengelernt haben. Die Algen sind oft so zahlreich, daß sie die Farbe des Wirtstieres bestimmen. Je tiefer wir aber ins Meer tauchen, desto mehr nehmen diese Vereinigungen ab; denn die Lichtstrahlen werden vom Wasser stark absorbiert, so daß bei etwa 200 m Tiefe schon völlige Dunkelheit herrscht und damit das Leben der grünen Pflanzen unmöglich wird. Auch hier entsteht wie bei den Flechten die Frage: Wie wird das Zusammenleben bei der Vermehrung gewährleistet? Das geschieht auf zwei Wegen, da der Polyp sich geschlechtlich (durch Ei und Samenzellen) und ungeschlechtlich (durch Knospung) vermehrt. Während der Eibildung wandern Algenzellen aus der Innenschicht in das Ei ein, so daß das fertige, am Muttertier außen ansitzende Ei tiefgrün erscheint. Es bekommt also seine Algen mit, sie werden ihm sozusagen vererbt. Im zweiten Falle tritt an der Körperwand eine Knospe auf, die sich zu einem kleinen Polypen auswächst. Dieser besteht aus zwei Zellschichten wie das Muttertier und enthält also in seiner Innenschicht auch die grünen Algen, wenn er sich ablöst und ein selbständiges Leben beginnt.

IV. Eine »lausige« Angelegenheit

Blattläuse und Ameisen

Wer im Frühjahr mit offenen Augen Garten und Wald durchwandert, sieht oft Ameisen in langen Zügen an den Stämmen auf- und niedersteigen. Sie besuchen dort oben Blattläuse, die auf Stengeln und Blättern in großen Mengen beieinander sitzen. Aus Eiern, die den Winter überdauert haben, sind Weibchen hervorgegangen, die, ohne befruchtet zu sein, zahlreiche Junge hervorbringen. Da die Nachkommen bei der Mutter bleiben, entsteht schon in wenigen Tagen eine Kolonie von etwa 100 Läusen; sie stechen die Pflanzen an und saugen den Saft aus.

Dabei geben sie aus der Afteröffnung feinste Tröpfchen einer Flüssigkeit von sich, die sie oft mit den Hinterbeinen fortschleudern. Steht man unter einem stark mit Läusen besetzten Baum, so spürt man an Gesicht und Händen diesen Sprühregen.

Die Tröpfchen bestehen nicht etwa nur aus Wasser; vielmehr sind diese Ausscheidungen klebrig durch ihren Zuckergehalt. Wie kommt dieser zustande? Die Läuse haben mit ihren Mundwerkzeugen, die stechend und saugend zugleich sind, die Blätter angebohrt und den Saft ausgesogen. Ohne Bewegung sitzt die Läusegesellschaft in dichten Kolonien beieinander und saugt und saugt. In den Pflanzensäften sind ziemlich viel Kohlenhydrate (Stärke und Zucker) enthalten. Die Läuse saugen so viel, daß sie den Saft nur zum Teil verwenden und spritzen den nichtverbrauchten von sich. Warum aber saugen sie so viel? Die Läuse entnehmen den pflanzlichen Säften außer den Kohlenhydraten auch Eiweiß, ohne das ein tierischer Organismus auf die Dauer nicht bestehen kann. Da dieses Eiweiß sich aber im Pflanzensaft nur in geringen Mengen findet, müssen die Läuse viel saugen, um die nötige Menge dieses Aufbaustoffes zu erhalten. Den Zuckerüberschuß aber scheiden sie ab.

Als Süßigkeitsliebhaber stellen sich die Ameisen ein. Von hinten kommen sie an die Läuse heran, mit ihren Fühlern »betrillern« sie deren Hinterleib. Das sind dieselben Bewegungen, mit denen im Bau eine Ameise die andere um Futter bittet. Ein Safttröpfchen tritt aus und wird begierig geleckt, ein zweites folgt und so fort und fort — einem Beobachter schien es wie ein Melken und scherzhaft, aber treffend bezeichnete er die Läuse als »Melkkühe« der Ameisen.

Zum Danke für die süßen Gaben werden die Läuse vor etwa angreifenden Feinden geschützt.

Die Blattläuse sind bei weitem nicht die einzigen Insekten, mit denen die Ameisen eine Gemeinschaft zu gegenseitiger Dienstleistung geschlossen

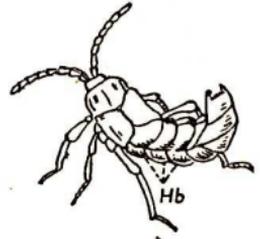


Abb. 4

Lomechusa strumosa
Hb = Haarbüschel,
die von den Ameisen
beleckt werden

haben. Schon Ende des vorigen Jahrhunderts hat der berühmte Ameisenforscher Wasmann über 1200 Arten von »Ameisengästen« gekannt. Da gibt es kleine Käfer, die von den Ameisen gefüttert und geschützt werden, weil sie ihren Wirten ein sehr flüchtiges, nach Fenchel duftendes Öl liefern, das aus Poren des Hinterleibes austritt; neben den Poren sitzen goldgelbe Haarbüschel, über die sich der Duftstoff verbreitet, der von den Ameisen gierig geleckt wird. In den Nestern unserer großen blutroten Raubameise lebt häufig ein Käfer *Lomechusa strumosa*, der seine Wirte durch Klopfen mit den Fühlern um Futter bittet. Auch seine Larven werden sorgfältig aufgezogen, obwohl eben diese Larven die Ameisenbrut verzehren. »In wenigen Tagen vernichten sie Hunderte und Tausende von Eiern und jungen Larven in einer einzigen Kolonie« (WASMANN). Trotzdem werden die jungen *Lomechusen* besser gepflegt als die eigene Brut, und wenn Nester zerstört werden, bringen die Ameisen zuerst die *Lomechusenlarven* in Sicherheit. Auch sie scheiden nämlich ein flüchtiges Öl ab, das von den Ameisen gern geleckt wird. Man hat dieses Verhalten der Ameisen verglichen mit dem jener Menschen, die in ihrer Leidenschaft für bestimmte Genußmittel (Alkohol, Opium) sich selbst und dem Gemeinwesen schweren Schaden zufügen, und entsprechend den Wörtern »Trunksucht« und »Opiumsucht« den Begriff »*Lomechusensucht*« der Ameisen geprägt (Abb. 4).

V. Seltsame Pilzzüchter

Blattschneiderameisen

Die Ameisen sind die allerinteressantesten Insekten, interessanter noch als die Honigbienen, die uns manches Rätsel aufgeben. Dafür noch ein Beweis, der zu unserem Thema gehört.

»Sonnenschirmameisen«, so nennen die brasilianischen Indianer treffend das Völkchen, das in langer Prozession von den Bäumen herabsteigt und dabei Blattstückchen wie Schirme zierlich emporhält und eifrig in den Bau schlepft. Wir bezeichnen sie deutlicher als »Blattschneider«. Sie richten in Kaffee-, Baumwoll- und Zitronenplantagen Brasiliens oft schweren Schaden an. Mit ihren scharfen Kiefern schneiden sie die Blattstücke heraus; im Bau werden diese nicht etwa gefressen, sondern zerkaut und zu einer Art Brei verarbeitet. Diese Masse bildet den Nährboden für einen Pilz. Er durchzieht den Brei vollkommen mit seinem Fadengeflecht und entnimmt ihm die nötigen Nährstoffe. Sobald Pilzfäden aus dem Brei herauswachsen wollen, werden sie von den Ameisen abgebissen. Infolge dieser Tätigkeit bilden sich an den betreffenden Stellen keulenartige Verdickungen, die man als »Kohlrabi« bezeichnet. Diese sind es, um derentwillen sich die Ameisen so viel Mühe machen.



Abb. 5 Teilchen eines Pilzgartens
einer südamerikanischen Ameise

Sie dienen ihnen zur Nahrung. Die ganze Anlage bezeichnet man als »Pilzgarten«. Wegen der Unentbehrlichkeit des Pilzes (bei seinem Fehlen gehen die Ameisen zugrunde) bemühen sich die Tiere eifrig um seine Pflege. Ein Teil des Volkes ist ständig damit beschäftigt, den Garten von »Unkraut« zu säubern, nämlich von Schimmelpilzen, die die Anlage verderben würden; ein anderer Teil schleppt unentwegt Blattstücke heran, während einem weiteren Teil das Zerkleinern und Einfügen in die Beete als Arbeit obliegt. Ganz merkwürdig

ist es, wie die Ameisen bei Gründung eines neuen Staates sich den Besitz des kostbaren Pilzes sichern. Die befruchteten Weibchen nehmen in einer Tasche im hinteren Teil der Mundhöhle kleinste Teile des Pilzkuchens mit. Jedes Weibchen legt als Anfang des Baues eine Kammer an, gibt das mitgebrachte Pilzmaterial wieder von sich und fängt an, Eier zu legen. Die Sporen des Pilzes beginnen auf dem Boden, den die Ameise mit ihrem Kot düngt, zu keimen, und schon nach 14 Tagen zeigen sich »Kohlrabi«; auch die ersten Arbeiterinnen schlüpfen nun aus. Sie düngen das Beet mit ihrem Kot und vergrößern und pflegen die Anlage.

Die Frage, wie dieses seltsame Verhältnis entstanden sein mag, ist nicht schwer zu beantworten. Das Nest der Blattschneider und seine Umgebung ist stets von Pilzfäden durchzogen, die sich wegen des Kotes der Tierchen besonders reich entfalten — sie werden fortwährend abgebissen, und es entstehen jene »Kohlrabi«. Auch Termiten legen in den zahlreichen Kammern der ober- und unterirdischen Bauten Pilzgärten an; aber die aus Blättern, Holz, Gras und Kraut geformten Pilzkuchen werden gefressen.

Wichtig ist, daß bei dieser Genossenschaft das Tier die leitende und entscheidende Rolle spielt, daß aber dennoch die Pflanze auch zu ihrem Recht kommt.

VI. Freundschaft zwischen kleinen Tieren und großen Pflanzen und zwischen kleinen Pflanzen und großen Tieren

Jeder Naturfreund kann beobachten, daß Bäume, die in der Nähe von Ameisenhaufen stehen, weniger unter Insektenfraß zu leiden haben als andere, weiter entfernte. Das kommt daher, daß die Ameisen den Raupen und

Käfern, die den Bäumen schaden, eifrig nachstellen. Aus solchen einfachen Beziehungen, die auf einem zufälligen Nebeneinander beruhen, mögen sich die komplizierten und seltsamen Verhältnisse entwickelt haben, die wir in den Tropen finden.

In Mittelamerika ist eine Akazie zu Hause, die oft unter den uns nun schon bekannten Blattschneidern zu leiden hat. Sie besitzt außer zierlichen spitzen Dornen noch große hohle, gleichsam aufgeblasene. Diese dienen gewissen Ameisenarten als Wohnung und Schutz. Ein Loch, das in den anfangs noch weichen Dorn gebissen wurde, bildet den Eingang. Aber der Baum liefert nicht nur Wohnung. Am Ende der gefiederten Blättchen entstehen winzige, weiche, längliche Gebilde, die von den Ameisen wegen ihres Gehaltes an Fett und Eiweiß sehr gern gefressen werden. »Ameisenbrot« werden sie genannt oder auch »MÜLLERSche Körperchen« nach dem Botaniker, der sie zuerst an anderen tropischen Bäumen entdeckt und beschrieben hat. Die Gegenleistung der Ameisen besteht darin, daß sie den Baum gegen allerlei schädliche Insekten, besonders gegen jene Blattschneider schützen.

Andere Bäume besitzen ebenfalls »MÜLLERSche Körperchen«, bieten die Wohnung aber in ihren Stämmen. Sie werden dafür mutig selbst gegen größere Tiere verteidigt.

Es sei nicht verschwiegen, daß manche Wissenschaftler neuerdings diese Symbiose in Zweifel ziehen. Wir müssen also Obacht geben, welche Forschungsergebnisse uns künftig auf diesem Gebiet mitgeteilt werden.

Umgekehrt ist das Größenverhältnis der pflanzlichen und tierischen Partner bei der folgenden Form der Symbiose.

Manche Säuger und Vögel — aber nur die Pflanzenfresser — besitzen einen sehr großen Blinddarm, der zuweilen länger als der ganze Körper ist. Um das zu verstehen, erinnern wir uns daran, daß Pflanzenzellen Wände aus Zellulose haben, die den Verdauungssäften fast aller Tiermagen widerstehen. Aber der Blinddarm der Pflanzenfresser beherbergt winzige Helfer, ungeheure Massen von Bakterien, die imstande sind, die Zellulose aufzulösen, so daß den Verdauungssäften Zutritt zu dem Zellinhalt verschafft wird. Das gilt zum Beispiel von Pferden, Hasen, Kaninchen und manchen Hühnervögeln.

An anderer Stelle beherbergen die Wiederkäuer (Rinder, Rehe, Schafe, Ziegen) ihre kleinen Gehilfen. Die Nahrung wird zunächst nur grob zerkaut und gelangt in den ersten Magenabschnitt, den Pansen. Hier hausen Unmengen von Bakterien, durch deren Tätigkeit die Zellwände zerstört und verdaut werden. Nachdem der Futterbrei noch den Netzmagen passiert hat, gelangt er durch Aufstoßen ins Maul zurück, wird sorgfältig von den breitflächigen, stumpfhöckerigen Backenzähnen zermahlen und durch Blätter- und Labmagen hindurch in den außerordentlich langen Darm geschoben.

In beiden Fällen dieser sogenannten »Verdauungssymbiose« genießen die Bakterien als Entgelt für ihre Hilfe Nahrung und Schutz im Körper ihres Partners.

VII. »Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen«

Insekten und Blütenpflanzen

So lautet der Titel des im Jahre 1793 in Berlin erschienenen Buches von CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL, der damals Rektor der Lutherischen Stadtschule in Spandau war. Was er an Einzelheiten beobachtete und beschrieb, und wie er sie deutete, war für die damalige Wissenschaft so neu und eigenartig, daß man sich mit seinen Gedanken nicht befreunden konnte, ja daß sie sogar abgelehnt wurden.

Kein Geringerer als DARWIN hat dann nach etwa fünfzig Jahren SPRENGEL recht gewürdigt, und nun wurde sein Forschungsgebiet, die Blütenbiologie, immer weiter ausgebaut.

Wir glauben zwar im Besitz des »Geheimnisses« zu sein und jene Beziehung zwischen Blüten und Insekten genau zu kennen, aber es lohnt sich schon, noch einmal darüber nachzudenken.

In fast allen Fällen müssen Staubkörner auf die Narbe gelegt werden und durch den Griffel in den Fruchtknoten wachsen. Dort muß sich ein Teil des Keimschlauches mit der Eizelle vereinigen, damit dadurch der Anstoß zur Samen- und Fruchtbildung gegeben wird (Abb. 6). Wie es gehen kann, wenn man diese Tatsachen nicht genauer kennt, erlebten die An siedler, die unsere Obstbäume in Australien angepflanzt hatten. Trotz allergünstigster Bedingungen, trotz großer Mühe blieb nach herrlicher Blüte der Fruchtansatz aus. Erst als ein deutscher Imker unsere Honigbiene einführte, änderte sich das: Schon in demselben Jahre gab es reichlich Früchte.

Das einfachste wäre nun, daß der eigene Staub auf die Narbe gelangte (Selbstbestäubung). Aber damit sind nur wenige Pflanzen zufrieden. Die meisten liefern in solchem Falle nur kleine, kümmerliche Früchte oder auch gar keine. Sie sind anspruchsvoller und wollen den Staub einer anderen Pflanze gleicher Art haben (Fremdbestäubung), um wertvolle Früchte bilden zu können.

Wer übernimmt aber den Transport? Oft der Wind, wie zum Beispiel bei Hasel, Eiche, Birke, Getreide. Für unsere Betrachtungen scheidet er aber aus. In erster Linie kommen Insekten, seltener Schnecken, in den Tropen auch Vögel und Fledermäuse in Frage.

Wer hätte nicht als Kind die Blüten des »Bienensaug« ausgepft und Honig genascht? Trotz ihres Volksnamens ist die weiße Taubnessel keine Biene, sondern eine Hummelblume, das heißt, sie wird von Hummeln bestäubt. Die Entfernung zwischen Ober- und Unterlippe ist gerade so groß, daß die Hummel beide berührt, wenn sie sich auf der Unterlippe festklammert. (Eine Biene würde den Zwischenraum nicht ausfüllen.) Da nun die vier Staubblätter, zwei

längere, zwei kürzere, unter der Oberlippe stehen, streifen sie, während die Hummel mit ihrem Köpfchen in die Blütenröhre eindringt, ihren Staub auf deren Rücken. Fliegt das Tierchen darauf zu einer anderen Blüte, so wischt die zweigeteilte Narbe, die weit herausragt, den Staub ab. Dann erst, beim weiteren Hineinkriechen, wird der Rücken mit Staub aus dieser Blüte belegt. Nun saugt die Hummel. Beim Zurückkriechen kann der Staub nicht auf die Narbenäste dieser Blüte gelangen, da sie durch das dicke Körperchen zusammengedrückt werden, so daß nur die Außenseite der Narbe gestreift wird, auf der kein Staub haftet. Hummel- und Blütenbau sind also so genau einander angepaßt, daß die von der Pflanze gewünschte Fremdbestäubung mit Sicherheit zustande kommt (Abb. 7).

In beinahe raffinierter Weise geht der Aronstab vor, um sich die Fremdbestäubung durch Insekten zu sichern (Abb. 8).

Ein dunkelfleischfarbener Kolben schaut aus einem großen, grünlichweißen, tütenförmigen Hüllblatt hervor. Er ist ein sogenannter »Blütenstand«, der oben Staub- und unten Stempelblüten trägt. Über den Blüten verengt sich das Hüllblatt; der Kolben ist an dieser Stelle mit einem Kranz steifer, nach unten gerichteter Haare besetzt, und unten bildet das Hüllblatt eine »Kesselfalle«.

Wieso dieser Name?
Mit seinem Aasduft lockt der Kolben winzige Mücken an. Sie laufen auf ihm entlang, schlüpfen weiter unten zwischen den Haaren hindurch und gelangen in den Kessel. Dort kriechen sie herum. Haben sie zuvor einen anderen Blütenstand besucht und bringen Staub mit, so streifen sie ihn dabei auf die Narben der weiblichen Blüten. Wollen sie hinaus, so werden sie durch die nach unten gekrümmten Haare gehammt und sind gefangen — aber in einem angenehmen Gefängnis! Es gibt da zunächst Nektartröpfchen zu lecken, die von den Narben abgesondert werden. Außerdem sind die Mückchen vor den

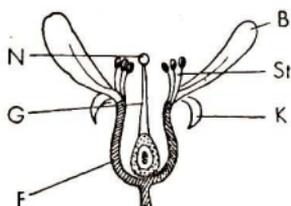


Abb. 6 Schematischer Längsschnitt durch die Blüte des Süßkirschbaumes
B = Blütenblätter K = Kelchblätter
F = Fruchtknoten N = Narbe
G = Griffel St = Staubblätter



Abb. 7 Blüte der Taubnessel
Schematischer Längsschnitt

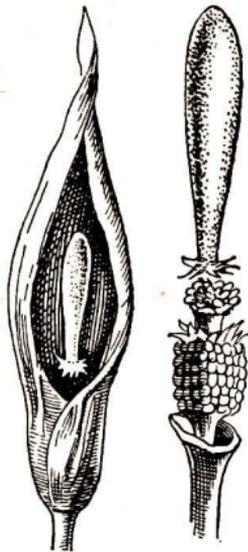


Abb. 8 Blütenkolben des Aronstabs,
rechts vom Hüllblatt befreit

Nachstellungen ihrer Feinde geschützt, und obendrein ist die Temperatur, wie man gemessen hat, im Kessel stets ein wenig höher als draußen — das ist in kalten Aprilnächten vorteilhaft. Wann aber werden die kleinen Gefangenen — man zählte Hunderte in einer Falle — wieder befreit?

Nach einigen Tagen, wenn alle Narben bestäubt sind, öffnen sich die Staubbeutel; an den herumkrabbelnden Insekten haftet der klebrige Staub, so daß sie wie gepudert aussehen. Jetzt welkt der Haarkranz — die Gefangenen fliegen hinaus in die Freiheit und werden im nächsten Blütenstand wieder gefangen. Sie haben, ohne es zu wollen und zu wissen, der Pflanze einen wertvollen Dienst geleistet und sind dafür belohnt worden.

Ganz merkwürdig ist die Übertragung des Staubes bei vielen Orchideen. Man kann den Vorgang an den Knabenkräutern gut beobachten, ja sogar in einem Experiment nachahmen. Die Gestalt einer Knabenkrautblüte erinnert zwar an die der Lippenblütler, aber es besteht keinerlei Verwandtschaft zwischen beiden Familien. Staubblätter von uns bekannter Form suchen wir hier vergebens; der Staub steckt in zwei Fächern und ist zu einer kolbenartigen Masse verklebt, die einem ebenfalls klebrigen Stiel aufsitzt. Dieser endet in einem Klebscheibchen, und die beiden Scheiben sind in einem »Täschchen« geboren (Abb. 9).

Wenn nun die Biene zur Blüte kommt, setzt sie sich auf das größte Blütenblatt, die Unterlippe. Sie will ihren Kopf in den Sporn stecken und berührt dabei das Täschchen, dessen zarte Wand zerreißt. Die Scheiben kleben

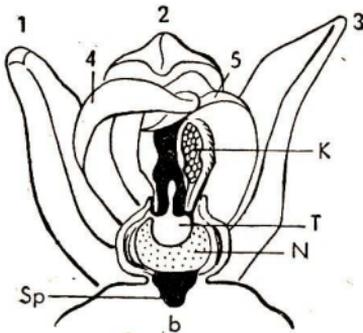


Abb. 9 Bau der Orchisblüte: 1—6 Blütenblätter
K = Staubkölbchen T = Tasche
N = Narbe Sp = Eingang zum Sporn
linkes Staubkölbchen nicht sichtbar

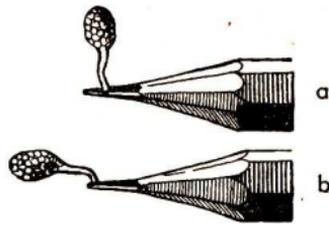


Abb. 10 Staubkölbchen einer Orchis
auf einer Bleistiftspitze
a) unmittelbar nach dem Hervorziehen
b) 2—3 Minuten später

an ihrem Kopf fest, und mit zwei »Hörnchen« versehen fliegt sie weiter. Oft ist der Kopf des Insekts ganz und gar mit diesen Gebilden bedeckt, so daß das Tier am Sehen behindert ist. In den Zeiten ungenauer Naturbeobachtung sprach man von einer »Hörnerkrankheit« der Bienen. Den ganzen Vorgang kann jedermann nachahmen, indem er einen gespitzen Bleistift in die Blüte einführt.

Nach einer Weile krümmen sich die Hörnchen abwärts. Sie haben nun eine Stellung, in der sie beim Besuch der nächsten Blüte die flächenartige Narbe berühren müssen. Also ist die Fremdbestäubung gewährleistet. Als Lohn empfängt die Bestäuberin süßen Saft, den sie in der Wand des Sporns mit der Rüsselspitze erbohrt (Abb. 10).

Der beschränkte Raum erlaubt es nicht, weitere Beispiele ausführlich zu besprechen. Aus der unerschöpflichen Fülle greifen wir nur einige der Einrichtungen und Anpassungen heraus, die uns zeigen, auf welche Weise der doppelte Zweck erreicht wird: Bestäubung der Blüten und Ernährung der Bestäuber. Auffallende Farbe und Duft locken an, kleine Blüten werden, zu Blütenständen gehäuft, auffallend gemacht, Nachtblütler entsenden besonders starken Duft. Viele Blüten bieten ihren Besuchern bequeme Anflug- und Sitzplätze (Taubnessel), Narbe und Staubblätter sind stets so gestellt, daß das Insekt beide berühren muß. Viele Blüten liefern süßen Saft (Nektar), der in Honigdrüsen abgesondert wird und sich oft in Safthaltern sammelt. Der suchende Insektenrüssel ist um so länger, je tiefer der Nektar geborgen ist. Schalenförmige Blumen bieten nur Pollen an und erzeugen diesen dann in verschwenderischer Fülle (Rose, Mohn). Die Oberfläche der Staubkörnchen ist klebrig oder rauh durch allerlei Vorsprünge, Stacheln und Warzen, so daß der Staub in den Haaren am Körper der Besucher leicht haften bleibt.

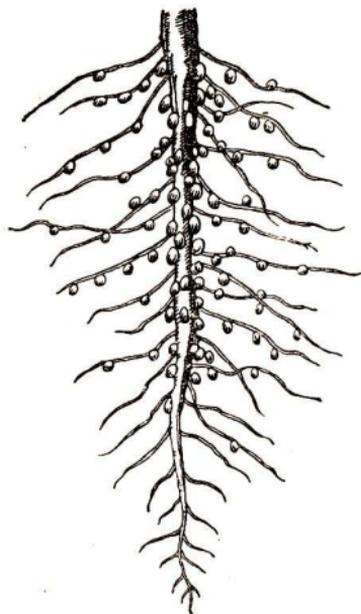
Andererseits ist die Körpergestalt der Insekten, ihre Behaarung, der Bau ihrer Mundwerkzeuge vollkommen den Zwecken der Bestäubung angepaßt. Das gleiche gilt für die schillernden Kolibris. Je nach dem Bau der prachtvollen Orchideen- und Fuchsienblüten Südamerikas, deren Nektar sie saugen, sind ihre Schnäbel länger oder kürzer, mehr oder minder gebogen. »Der leitende Gedanke scheint dabei von der Pflanze auszugehen, die zu ihrem Zweck auf das Tier einwirkt und ein Wunder der Zweckmäßigkeit schafft: das vorläufig noch unlösbare Rätsel vollendeter Anpassung der so verschiedenen Partner. Offenbar haben die Pflanzen die Gäste, die sich zunächst nur als Räuber einstellten, umgezüchtet« (BUCHNER).

VIII. Ein kleines Kapitel

»Landwirtschaft«

Leguminosen —
Knöllchenbakterien

Abb. 11 Wurzel einer Leguminose
mit Knöllchen



Wir haben Erbsen gesteckt und ziehen nach ein paar Wochen ein Pflänzchen aus der Erde. Dabei entdecken wir an den Wurzeln hirse- bis hanfkorngroße Knöllchen, die zunächst den Eindruck erwecken, als sei die Pflanze krank. Gerade das Gegenteil ist der Fall! Was krank scheint, befähigt unsere Erbsen zu besonders gutem Wachstum. Und das geht so zu:

Jedes Jahr entnehmen wir beim Ernten den Feldern eine Menge Stickstoffverbindungen, besonders in Form von Eiweiß. Damit sich nun der Boden nicht »erschöpft«, müssen sie ihm wieder zugeführt werden.

Mancher, der die Zusammensetzung der Luft kennt, könnte denken: Stickstoff ist ja zu 79% in der Luft enthalten; er steht also den Pflanzen reichlich zur Verfügung. Leider können aber die allermeisten Pflanzen mit diesem Stickstoff nichts anfangen, wir müssen also dem Ackerboden den nötigen Stickstoff in anderer Form zurückgeben. Das geschieht im Stalldünger, der die drei Hauptstoffe Phosphor, Kalium und Stickstoff enthält: auch Guano, Chilesalpeter, Teich- und Flußschlamm stellen wertvolle Stickstofflieferanten dar. Außerdem gibt es noch eine Quelle für den Stickstoff: in allen Ackerböden (ausgenommen sind saure Moore) leben Bakterien. Die eine Art, die Knöllchenbakterien, wandert in die Wurzeln der Hülsenfrüchtler (Leguminosen) ein. Ein Bakterium legt sich an ein Wurzelhaar, scheidet einen Stoff ab, der dessen Hülle zerstört, und dringt ein. Nun teilt es sich, die beiden Tochterhälften teilen sich wieder und so fort in rascher Folge, so daß bald eine zahlreiche Nachkommenschaft da ist. Durch die Haare

wandern die Bakterien in die eigentliche Wurzel. Sie üben auf deren Zellen einen heftigen Reiz aus, so daß diese wuchern und Knöllchen bilden, in denen die Bakterien zu Millionen wohnen. In den Knöllchen wird durch die Bakterien der Stickstoff der Luft, die sich zwischen den Erdkrümchen befindet, gebunden.

Die Leistungen dieser winzigen Lebewesen sind nicht zu unterschätzen. Aus einer bestimmten Menge Erbsensamen, der insgesamt 16 mg Stickstoff enthielt, gewann man eine Ernte, deren Samen 499 mg Stickstoff aufwies. Dabei hatte der Boden auch noch an Stickstoff gewonnen (Abb. 11, 12).

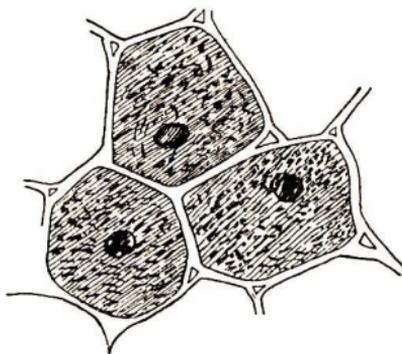


Abb. 12 Drei reich mit Bakterien gefüllte Zellen eines Knöllchens

Die Schmetterlingsblütler machen sich die Stickstoffverbindungen zunutze, liefern aber dafür den Bakterien Stärke — es liegt also wieder Stoffwechselsymbiose vor.

Man hat allerlei Versuche unternommen, um das Verhältnis zwischen den beiden Symbionten (so nennt man die Partner einer Symbiose) genauer kennenzulernen. Der Boden wurde keimfrei gemacht (sterilisiert), so daß er keine Bakterien mehr enthielt — es bildeten sich an den Pflanzen keine Knöllchen, ein Beweis, daß die Bakterien aus dem Ackerboden in die Leguminosen einwandern. Gibt man den Pflanzen in sterilem Boden genügend Stickstoffverbindungen (neben den anderen nötigen Stoffen), so gedeihen sie gut, blühen reich und bilden normale, keimfähige Samen — also können sie auch ohne Knöllchenbakterien leben. Brachte man Bakterien in den Boden — etwa im Gießwasser —, so bildeten sich Knöllchen. Ein andermal versuchte man, Bakterien aus den Knöllchen der Lupinen auf andere Leguminosen zu übertragen — das gelang nicht ohne weiteres; daraus schloß man, daß es verschiedene Formen der Knöllchenbakterien geben müsse.

Das alles ist nicht nur sehr interessant, sondern hat größte praktische Bedeutung für den Landwirt. Die Bakterien sind seine Gehilfen. Baut er Leguminosen an, so braucht er dem Boden keine Stickstoffdüngemittel zuzuführen — für Stickstoff sorgen ja die Knöllchenbakterien. Und weiter: wenn man recht unfruchtbaren Boden hat, etwa Sandboden, so pflanzt man einen Schmetterlingsblütler an, zum Beispiel Lupinen, deren Knöllchen Haselnußgröße erreichen. Ehe die Lupinen den in den Knöllchen gesammelten Stickstoff zur Samenbildung verwenden, werden die Pflanzen grün untergepflügt — das nennt man »Gründüngung«, dadurch wird der magere Boden mit Stickstoff angereichert. In der sandigen Mark Brandenburg fallen die leuchtend-gelben Lupinenfelder wegen ihrer Häufigkeit auf.

Schon im Altertum kannte man den Wert der Gründüngung. Aber erst die moderne Wissenschaft hat die Symbiose zwischen den Leguminosen und Knöllchenbakterien aufgehehlt. Sie hat aber noch etwas Merkwürdiges fertiggebracht! Geimpft wird heute viel — hat aber der Leser schon gehört, daß Ackerböden geimpft werden können? Wenn Hülsenfrüchte trotz der Düngung mit Kali und Phosphorsäure keine guten Ernten geben, zum Beispiel auf Moorboden, so »impft« man das Feld. Entweder nimmt man dazu Erde, die von einem guten Leguminosenfeld stammt (1000–4000 kg auf 1 ha) — man weiß ja, daß darin Knöllchenbakterien enthalten sind —; oder man verwendet die Bakterien selbst, die als »Nitragin« in den Handel kommen.

IX. Ernährungsgenossenschaft zwischen Pflanzen im Dunkel der Walderde

Pilzwurzel

Wer unseren bisherigen Ausführungen aufmerksam gefolgt ist, wird sofort überlegen: Im Dunkeln? Also kann es sich wohl nur um Pflanzen handeln, die kein Blattgrün haben, sich also nicht selbständig ernähren können. In der Tat ist der eine Partner unserer Symbiose ein Pilz, also chlorophyllfrei. Und der andere? —

Die Wasseraufnahme vieler Pflanzen geschieht durch sogenannte Wurzelhaare, die an den feinsten Faserwurzeln sitzen und wie mit Tausenden von Fingerchen in den Erdboden hineinfassen, um ihm die nährende Flüssigkeit zu entnehmen. Gewissen Pflanzen fehlen aber diese Wurzelhaare, und es entsteht die Frage, wie sie die Nährlösung aufsaugen.

Gräbt man Waldbäume, zum Beispiel Kiefern aus, so bemerkt man, daß die feinsten Wurzelfasern dick und kurz sind. Unter dem Mikroskop entdeckt man, daß sie von einem Filz feiner Zellfäden umgeben sind wie von einem Mantel. An den Buchenwurzeln sieht man ihn schon mit bloßem Auge. Es handelt sich um das Fadengeflecht eines Pilzes, und man bezeichnet das ganze Gebilde als Wurzelverpilzung oder Pilzwurzel. Um Klarheit über ihre Bedeutung zu schaffen, säte man einen Teil Kiefernnsamen in normale Walderde,

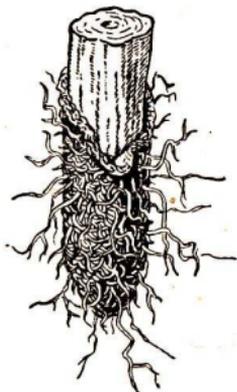


Abb. 13 In eine »Pilzwurzel«
umgewandelte Wurzelspitze (letztere
zum Teil bloßgelegt)

den anderen in Erde, die man durch Hitze keimfrei gemacht (sterilisiert) hatte, die also keine Pilzkeime mehr enthielt. Jene gediehen gut, diese nur sehr kümmerlich. Wenn man aber den kränklichen Pflänzchen später im Gießwasser gewöhnliche Walderde (die also Pilzkeime enthielt) zuführte, so erholten sie sich und wurden kräftig wie die anderen — also mußte eine Ernährungsgemeinschaft vorliegen! Ganz genau bekannt sind die Beziehungen zwischen beiden aber noch nicht (Abb. 13).

Man nimmt folgendes an: Der Vorteil für den Baum liegt darin, daß die aufsaugende Oberfläche durch die Pilzfäden erheblich vergrößert wird, so daß er reichlich Nährlösung aufnehmen kann. Beide Pflanzen stehen außerdem in unmittelbarem Stoffaustausch: der Pilz liefert Stickstoffverbindungen und erhält dafür Kohlenhydrate. Dieses Verhältnis wird als Austausch-Pilzwurzel bezeichnet.

Daneben gibt es noch eine Verdauungs-Pilzwurzel, bei der die Fäden in die Zellen eindringen. Sie werden dort verdaut. Diese Form der Pilzwurzel finden wir bei Orchideen, deren winzige Samen überhaupt nur in Gegenwart der Wurzelpilze zu keimen schienen. Neuerdings können jedoch durch geeignete Kulturmethoden Orchideen von der Keimung ab auch pilzfrei gezogen werden.

X. Früchte — leider nicht für uns!

Verbreitung von Samen und Früchten durch Tiere

Pflanzen sind an ihren Standort gebannt. Wenn bei ihrer Vermehrung alle Samen in der Nähe der Mutterpflanze zum Keimen kämen, würde diese ihren Kindern Platz, Licht und Nahrung wegnehmen — sie wären zum Tode verurteilt. Die Natur hat aber durch mannigfache Einrichtungen vorgesorgt, daß das Ziel: fort von der Mutter! erreicht wird. So werden Samen und Früchte vom Winde fortgetragen — wir denken an die Samen der Nadelhölzer, die »Nasen« des Ahorns, die Früchte der Linden, Eschen und Ulmen, an die zierlichen Federkrönchen, mit denen der Löwenzahn seine Kinder auf Reisen schickt. Wir wissen, daß die Kokospalmen auf den zahlreichen tropischen Inseln des Stillen Ozeans deshalb verbreitet sind, weil die Faserhülle der Nüsse sie zum Schwimmen befähigt, so daß sie durch Meeresströmungen überallhin getrieben werden können. Vor allem aber wird die Verbreitung von Samen und Früchten durch Tiere besorgt.

Wenn der Herbst die letzten Blätter von den Bäumen streift, entdecken

wir auf Obstbäumen, Pappeln und Linden, aber auch auf Nadelhölzern einen eigenartigen Busch, der auf den Zweigen schmarotzt. Es ist die Mistel, deren weiße Beeren (sie gleichen in Form und Größe den Johannisbeeren) einen so zäh-klebrigen Schleim besitzen, daß man früher den Leim für den Vogelfang daraus herstellte. Wenn eine Misteldrossel die Beeren frißt, bleibt oft ein von Schleim umhüllter Samen am Schnabel oder Fuß haften. Sie fliegt davon, wetzt den Schnabel an einem anderen Baum — der Samen klebt fest, das junge Pflänzchen hat einen geeigneten Standort gefunden; am Erdboden könnte es nicht gedeihen, da es sich nicht selbständig ernähren kann.

Blau leuchten die Trauben des Weines, — korallenrot glühen die Früchte der Ebereschen, die von den Drosseln so gern gefressen werden, — Walderdbeeren und Heidelbeeren werden vom Dachs und vom Rehwild verzehrt, — Vogelkirschen tragen ihren Namen nicht umsonst — für uns Menschen sind diese Früchte nicht gewachsen! Sie dienen der Verbreitung der Pflanzen durch Tiere. Aber wenn sie gefressen werden?! Der Einwand ist richtig. Viele Kerne passieren jedoch den Verdauungskanal der Säuger, ohne von dessen Säften zerstört zu werden. Allerdings hat man durch Experimente festgestellt, daß die Mägen der Fleisch- und Pflanzenfresser die Samen in verschiedenem Grade angreifen. Während dies bei Füchsen und Iltissen, die sich im allgemeinen von Fleisch nähren, überhaupt nicht der Fall war, zerstörten die Verdauungssäfte der Pflanzenfresser die Keimkraft der meisten Samen. Das ist verständlich, da ihr Magen und Darm für Pflanzenverdauung eingerichtet sind.

Eine viel wichtigere Rolle als die Säuger spielen die Vögel beim Verbreiten der Pflanzen. Es bestehen aber auch hier Unterschiede. Meisen, Stieglitze und Kernbeißer zerkleinern oder zerquetschen die Speise, bevor sie fressen, Tauben erweichen die Körner im Kropf, Hühner zerreiben sie in ihrem muskulösen Magen. Sie alle leisten den Pflanzen keine Dienste, da sie die Samen zerstören. Andere, zum Beispiel Raben und Dohlen, sind zwar fähig, weichschalige Früchte zu verdauen, aber die hartschaligen verlassen unbeschädigt den Körper. Rotkehlchen und alle Drosseln sind die wertvollsten Helfer. Von Holunderbeeren, Vogel- und Mehlbeeren, selbst von den giftigen Tollkirschen und Eibenfrüchten wird das Fruchtfleisch verdaut, die Samen aber werden verbreitet, da sie oft an weit entferntem Ort den Körper verlassen. Wie vorteilhaft für die Pflanzen, daß die Früchte im Herbst reifen, wenn viele Vögel kurze oder weite Wanderungen unternehmen! Wenn der Leser künftig die beerentragenden Holzgewächse, zum Beispiel Ebereschen und Holunderbüsche, auf Ruinen und an unzugänglichen Felsspalten wachsen sieht, mag er sich sagen, daß sie nur von Vögeln dorthin verschleppt sein können.

Jedermann weiß, daß unsere Eichhörnchen und Häher im Herbst Nüsse und Eicheln sammeln. Am Boden mögen sie aber nicht Mahlzeit halten, das ist zu unsicher. Wenn sie deshalb das schützende Laubdach aufsuchen, entfallen ihnen häufig die glattschaligen Früchte. Auch beim Anlegen von Vorratskammern gehen sie oft verloren. Manchmal schwemmt der Regen die Vorräte

aus dem Versteck fort, oder sie werden vom Sturm aus einem hohlen Baum geworfen und verstreut.

Wer Geduld zum Beobachten hat, kann sich davon überzeugen, daß auch Ameisen für solche Dienste in Frage kommen. Unser wohlriechendes Veilchen hat dreiteilige Kapsel Früchte, die bei der Reife aufplatzen. Sie entlassen zahlreiche Samen, die einen kleinen, weißlichen, fleischigen Anhang besitzen. Dieser wird gern von Rasen- und Wegameisen gefressen oder auch in den Bau getragen. Dabei mag mancher verlorengehen: die Verbreitung der Pflanze ist ermöglicht.

Es entsteht also wieder das Bild gegenseitiger Hilfe: Die Pflanze opfert dem Tier eine Menge Samen und Früchte, dafür aber wird die Verbreitung ihrer Art durch das Tier gesichert.

XI. Künstlich hergestellte Symbiose im Garten

Das Veredeln

In unserem Hausgarten steht ein Birnbaum, an dessen saftigen Früchten wir uns in jedem Sommer aufs neue laben. Der Nachbar möchte gern dasselbe Obst ernten. Nun wäre es aber grundfalsch, wenn wir ihm Samen, das heißt Birnenkerne gäben, damit er sich einen Baum ziehe. Denn auch aus den Samen der edelsten Sorten gehen stets Bäume hervor, deren Früchte die Gestalt und den Geschmack der für uns unbrauchbaren »Holzbirne« haben. Was also tun?

Wir veredeln! Das heißt: es werden zunächst aus Samen Bäume gezogen, die also untaugliche Früchte liefern würden. Und dann werden Zweige oder Teile von Zweigen einer edlen Sorte auf einen solchen Baum übertragen, damit beide Teile zusammenwachsen. Der aus Samen gezogene Baum heißt Wildling oder Unterlage, das eingefügte Reis ist das Edelreis. Von den vielerlei Verfahren der Veredelung führen wir nur die drei wichtigsten an (Abb. 14).

Wenn man okulieren will, spaltet man die Rinde T-förmig und löst sie seitlich ab. Vorher hat man aus einem Zweig des Edelreises einschließendes oder augenförmiges Stück

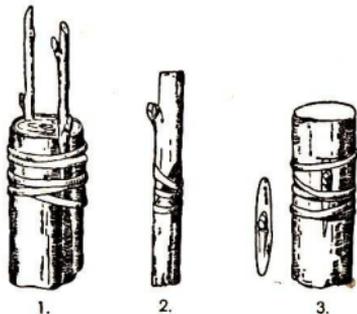


Abb. 14 Verschiedene Arten des Veredelns.
1. Pfropfen 2. Kopulieren 3. Okulieren

mit einer Knospé herausgeschnitten. Dieses »Auge« (oculus = Auge) schiebt man in den Rindenspalt. Wenn es angewachsen ist, wird der Wildling darüber abgeschnitten. Die Schnittfläche wird mit Baumwachs überstrichen — sie ist eine große Wunde, in die Krankheitserreger eindringen könnten, und außerdem würde ohne die Wachsschicht der aufsteigende Saft verdunsten. Jetzt wird noch sorgfältig verbunden, damit sich das Auge nicht verschiebt.

Das Pfropfen wendet man an, wenn der Wildling viel stärker als das Edelreis ist. Er wird waagrecht abgesägt, die Rinde an einer kleinen Stelle abgelöst und das Edelreis eingefügt, das unten spitz zugeschnitten sein muß. Dann wird der Verband angelegt und die Schnittfläche mit Wachs bestrichen. Auf einen kräftigen Wildling kann man auch mehrere Edelreiser — selbst solche verschiedener Sorten — setzen.

Sind Wildling und Edelreis ungefähr gleich stark, so kommt das Kopulieren (vereinigen) zur Anwendung. Beide werden schräg so abgeschnitten, daß sie genau aufeinander passen. Mit Bast werden sie fest umwickelt, damit sie in der gleichen Lage bleiben.

Eine solche Übertragung eines Sprosses auf einen anderen kann nur dann zu einer Verwachsung führen, wenn zwischen beiden Partnern eine gewisse Verwandtschaft besteht. Zunächst tritt, wie bei jeder zufälligen Verwundung (Blitz, Hagel, Tierfraß), durch Neubildung von Zellen eine Heilung der Wunde ein, so daß Reis und Unterlage ohne Lücke verbunden sind. Später bildet sich aus den teilungsfähigen Zellen beider Teile eine Brücke, die das eigentliche Verwachsen ermöglicht. Es entsteht zwischen Edelreis und Wildling eine innige, dauernde Gemeinschaft. Der Wildling versorgt das Edelreis mit Nährsalzlösung und prägt ihm seine Wuchsform (stark- oder schwachwüchsig) auf; auch die Fruchtbarkeit (früher oder später tragend) teilt er ihm mit. Das Edelreis hingegen bewirkt, daß nur edle Früchte ausgebildet werden, und seine Assimilate ernähren auch die Unterlage mit, also tritt uns auch hier Stoffwechselsymbiose entgegen.

XII. Die wunderlichsten Formen der Symbiose

Aus den Tiefen des Meeres steigen in warmen Nächten die Leuchtthierchen in riesigen Mengen an die Oberfläche empor, und wenn Wind, Ruder oder Schiffsschraube Wellen erzeugen, so erstrahlt das Meer in silbrigem Licht. In den lauen Mittsommernächten zünden unsere Johanniskäferchen ihre Laternen an. Was in der Luft leuchtet, ist ein Männchen; das flügellose Tier am Boden, dessen Licht noch stärker strahlt, ist ein Weibchen. Ein Experiment schuf Klarheit über den Zweck dieser Erscheinung. Man steckte einige Weibchen in Glasröhrchen, andere in poröse Pappkästchen. Diese blieben unbeachtet, während sich in der Nähe jener Glasröhrchen viele Männchen niedersetzten. Beide Geschlechter ließen nun abwechselnd ihre Laternen aufblitzen.

Daraus ergab sich erstens, daß die Leuchtorgane im Dienst des Geschlechtslebens stehen, und zweitens, daß die Männchen nicht vom Geruchs-, sondern vom Gesichtssinne geleitet wurden.

Nach mühsamen Forschungen fand die Wissenschaft, daß gewisse Drüsenzellen dieser Tiere einen Leuchtstoff (Luziferin) absondern, der durch ein oxydierendes Ferment (Luciferase) zum Leuchten gebracht wird. Diese Tiere leuchten also aus eigener Kraft. Es besteht aber noch eine zweite, weit seltsamere Erscheinung: die Leuchtsymbiose, bei der die Symbionten an den verschiedensten Stellen des Körpers untergebracht sein können.

An den japanischen Küsten lebt der 12 cm lange Ritterfisch, der ein Leuchtorgan an der Unterlippe trägt. Es ist dicht mit Leuchtbakterien gefüllt. Das Organ wird leistungsfähiger durch einen Reflektor, der das Licht nach innen wirft. So wird bei geöffnetem Maule die erleuchtete Mundhöhle sichtbar — die Beutetiere werden angelockt — sie verschwinden darin — eine Lichtfalle! Die Leuchtorgane eines anderen Fisches, der in den Atollen der Banda-Inseln beheimatet ist, strahlen noch eine ganze Weile nach dem Tode so stark, daß sie von den Eingeborenen als Köder beim Fischfang benutzt werden. Oft können die Leuchtorgane gedreht und also abgeblendet werden, in anderen Fällen werden reflektierende Rückwände und lichtsammelnde Linsen vom Tier geschaffen. Die Bakterien unterstützen ihren Wirt beim Fangen der Beute und erleichtern das Finden der Geschlechter; dafür werden ihnen Nahrung und Wohnung zuteil.

Symbiosen mit Bakterien und Hefepilzen sind sehr weit verbreitet. Alle diese Symbionten leben im Körper des Wirtes, und man kann in bezug auf den Ort, an dem sie untergebracht sind, eine eindrucksvolle Reihenfolge aufstellen, die eine zunehmende Innigkeit des Verhältnisses zwischen den Partnern zeigt.

Locker ist die Symbiose, wenn die Untermieter, wie bei manchen Käfern und Fliegen, einfach im Hohlraum des Darmes leben — ein etwas unsicherer Aufenthalt, da sie ja mit dem Darminhalt ausgestoßen werden können. Das ist die primitivste Art der Unterbringung. In anderen Fällen werden die Bakterien in die Darmwand aufgenommen, deren Zellen sich stark vergrößern (Tsetsefliegen). Ein weiterer Schritt ist der, daß sie in die Anhangsorgane des Darmes, etwa in Blindsäcke, einwandern. Die höchste Leistung des Wirtes ist aber, daß er für die Symbionten besondere Organe als Wohnstätten neu schafft. Man nennt sie Myzetome. Meist liegen sie am Bauch, und oft schimmern die verschiedenen geformten und gefärbten Organe durch die Körperwand durch. Manchmal beherbergt ein Insekt zwei-, drei-, vierlei Symbionten und besitzt dementsprechend mehrere Myzetome, doch befinden sich bei Zecken die verschiedenen Untermieter friedlich vereint in einem Myzetom.

Die ganze unangenehme Gesellschaft der Wanzen und Läuse, die auf Menschen und Säugern schmarotzen, die Tsetsefliegen und Zecken — sie alle haben solche Myzetome geschaffen. Aber in dieser unerfreulichen Liste der Blut-sauger fehlen Flöhe, Bremsen, Mücken, Wadenstecher und Gnitzen. Das hat

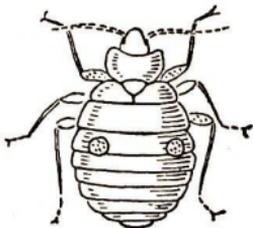


Abb. 15 Bettwanze mit paarigen Myzetomen

seinen Grund darin, daß jene ihr Leben lang nur von Blut leben, diese aber in der Jugend sich von anderen Stoffen nähren. Auf das Blut also kommt es an! Nahrhaft ist es — was ihm aber fehlt, werden wir gleich sehen: das Myzetom der Kopf- und Kleiderläuse liegt am Bauch. Wenn man einer Laus das Organ herausoperierte, verweigerte sie die Nahrungsaufnahme und entwickelte sich nicht weiter. Man führte der Patientin in Darmklistieren Blut zu — vergeblich! Erst als man diesen Klistieren Hefeextrakt oder ein Bakterienfiltrat zusetzte, erholte sie sich wieder. Es müssen also dem Blut gewisse vitaminartige Stoffe fehlen, die das Insekt zu seiner Entwicklung braucht und die ihm normalerweise seine Symbionten liefern (Abb. 15, 16).

Der Brotkäfer beherbergt in den Zellen der Darmblindsäcke Hefepilze. Man zog symbiontenfreie Larven auf, indem man die Eier, an denen die Pilze haften, sterilisierte. Wie klein und kümmerlich sie im Vergleich zu den symbiontenhaltigen blieben, zeigt die Abbildung. Durch Fütterung mit Vitaminen der B-Gruppe konnte man sie zu normaler Entwicklung bringen. Demnach bekommt das Insekt von den Einmietern wachstumfördernde Stoffe geliefert. Dafür werden die Bakterien ernährt und genießen Schutz (Abb. 17).

Einseitige Ernährung haben die sogenannten »Holzfresser« unter den Insekten, und man glaubte früher, daß ihre Symbionten ihnen Stoffe liefern, die die

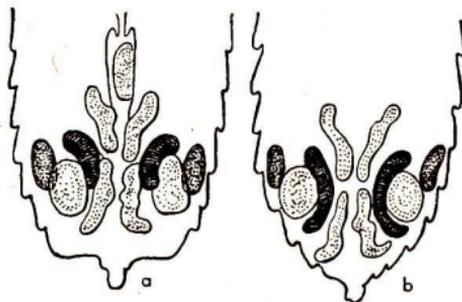


Abb. 16 Zikade aus Brasilien

- a) Mycetome eines Weibchens
- b) Mycetome eines Männchens

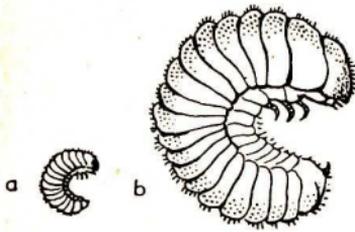


Abb. 17 Gleichaltrige Brotkäferlarven

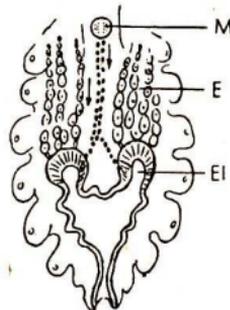
- a) ohne Symbionten
- b) mit Symbionten

Verdauung der Zellulose unterstützen. Das hat sich nicht bewahrheitet. Eine Reihe von Insekten erzeugt diese Stoffe selbst. Die bekanntesten Holzfresser, die Termiten, beherbergen aber in ihrem Darm einzellige Tiere, die ihnen helfen, sich von Holz zu nähren. Mittels eigener Verdauungssäfte können sie ihre Nahrung nicht aufschließen.

Sehr seltsame Wege geht nun die Natur, um bei diesen verwickelten Verhältnissen zu erreichen, daß die Partner bei der Vermehrung zusammenbleiben. Oft werden schon die Eizellen infiziert, indem die Bakterien in die Eierstöcke eindringen. Bei den Kopf- und Kleiderläusen verlassen sämtliche Bakterien das Myzotom, wandern durch die Leibeshöhle und treten in den Eileiter über. Dort wird jedes vorbeigleitende Ei mit Bakterien beschickt. Anders ist das Verfahren, wenn die Eier erst nach der Ablage infiziert werden. Alle Rüsselkäfer besitzen säckchenartige bakteriengefüllte Organe im Hinterleib. Zieht sich deren Muskulatur zusammen, so wird der Inhalt ausgepreßt — es sind also richtige Bakterienspritzen (Abb. 18)!

Wenn man diese neuesten Ergebnisse der Symbioserforschung überblickt, so weiß man nicht, was man mehr bewundern soll: die unerschöpfliche Erfindungskraft der Natur oder die Geduld, die Sorgfalt und den Scharfsinn der Wissenschaftler, die in mühevoller Arbeit diese Zusammenhänge erkannt haben.

Abb. 18 Kleiderlaus: Die Bakterien wandern aus dem Myzotom M in den Eileiter EI
E = Eier der Kleiderlaus



XIII. Die allumfassende Symbiose der beiden großen Lebensreiche

Mensch und Tier nehmen bekanntlich beim Atmungsprozeß Sauerstoff auf und geben Kohlendioxyd ab. Auch die Pflanzen — sowohl die grünen wie die nichtgrünen — atmen, produzieren also ebenfalls Kohlendioxyd. Aber am Tage wird dieses sofort von der grünen Pflanze selbst wieder verbraucht. Wir können also hier die Pflanze als Kohlendioxydproduzentin außer acht lassen. Nimmt denn aber — wenn das dauernd geschieht — der lebensnotwendige Sauerstoff nicht einmal ein Ende? Nein! Das abgegebene Kohlendioxyd nehmen die grünen Pflanzen auf. Sie bauen daraus und aus den Nährsalzen des Bodens mit Hilfe des Chlorophylls ihren Körper auf. Die für diesen Prozeß nötige Energie liefert das Sonnenlicht. Dabei wird Sauerstoff frei, den die Tiere wieder einatmen. So geht es in nie endendem Kreislauf. Dächte man sich mit einem Schlage eines der Lebensreiche von der Erde fort, so wäre auch das andere dem Untergange geweiht. Es entrollt sich also vor unseren Augen das Bild der größten gegenseitigen Abhängigkeit, aber auch der vollkommensten Ergänzung beider Lebensreiche.

N A C H W O R T

Am Schluß soll das Wesentliche aus den vorstehenden Ausführungen noch einmal kurz zusammengefaßt werden.

Die Partner oder Genossenschaftler der Symbiose können sein:

- a) zwei Tierarten (Einsiedlerkrebs und Seeanemone, Ameisen und ihre Gäste),
- b) zwei Pflanzenarten (Flechte, Pilzwurzel, Leguminosen und Knöllchenbakterien, Veredlung der Bäume und Sträucher),
- c) eine Pflanzen- und eine Tierart (Innensymbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen, niedere Tiere und Algen, Blumen und Insekten, Samen- und Fruchteverbreitung durch Tiere).

Am häufigsten wird Symbiose ausgebildet im Dienst der Ernährung, jedoch sollen manchmal auch Fortpflanzung und Verbreitung der Nachkommen gesichert werden.

Oft kommen die Symbionten nur gelegentlich zusammen (Insektenbesuche auf Blüten, Verbreitung der Samen und Früchte). In anderen Fällen leben sie dauernd miteinander (Einsiedlerkrebs und Seeanemone). Und schließlich kann ein Symbiont im Körper des anderen wohnen (Knöllchenbakterien in den Wurzeln der Leguminosen, Leuchtbakterien in Meerestieren, Algen im Süßwasserpolyphen).

Die Symbiose hat bei den Partnern eine mehr oder minder große Anpassung bewirkt. Am deutlichsten wird dies bei Blumen und Insekten und bei der Innensymbiose.

Die durch Symbiose entstandenen »Doppelwesen« sind oft zu Leistungen befähigt, die eines allein nie vollbringen könnte (Veredeln der Bäume, Flechtensäuren!). Die in der Symbiose vereinten Partner bilden gleichsam eine höhere Einheit, ein »Gesamtwesen höherer Ordnung« (BAVINK).

Symbiose ist also das gesetzmäßige Zusammenleben verschiedenartiger Organismen zu gegenseitigem Vorteil.

Im Mittelpunkt der Forschung steht heute die Innensymbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen. Denn während die in den übrigen Kapiteln geschilderten Formen der Symbiose fast restlos geklärt sind, gibt uns dieses Gebiet noch manches Rätsel auf. »Besonders sind wir von einer allseitigen Klärung des Nutzproblems noch weit entfernt« (BUCHNER). »Es gibt Fälle, wo der eine Partner, und das ist stets die Pflanze, dem andern untergeordnet ist in der Weise, daß er für ihn Arbeit leistet, ohne geschädigt zu werden... Also sind die Symbionten nicht mehr gleichwertig, sondern das Tier ist überlegen; die Pflanze wird weise ausgenutzt und beherrscht« (BUCHNER).

Wenn wir diese Verhältnisse einbeziehen, müßten wir den Begriff »Symbiose« erweitern.

Die Wissenschaft steht nie still; unermüdlich versucht sie, weiter vorzudringen in das Reich des Unerforschten und Rätselhaften, und wenn es ihr gelingt, den Schleier des Geheimnisvollen ein wenig zu lüften und zu neuen Ergebnissen zu gelangen, so muß sie unter Umständen Hypothesen und Theorien umstoßen und neue aufstellen oder — wie in unserem Falle — den Inhalt eines Begriffs abändern. Wir dürfen gespannt sein, welche Kenntnisse und Erkenntnisse über Symbiose sie uns weiterhin bescheren wird.

F A C H - U N D F R E M D W Ö R T E R

Abkürzungen: (lat) = lateinisch, (gr) = griechisch, (mal) = malaiisch

Aktinien	$\delta\alpha\tau\acute{\iota}\varsigma$ (aktis, gr) = Strahl - Seeanemonen, Seerosen, Ordnung des Korallenunterstammes der sechsstrahligen Korallen.
Assimilation	assimilare (lat) = angleichen - die in der Pflanze stattfindende Überführung von anorganischen Stoffen in organische Verbindungen. Der wichtigste Fall der pflanzlichen Assimilation ist die Kohlenstoffassimilation.
Atoll	(mal) - ringförmige Koralleninsel mit einer Lagune im Innern.
Bakterien	$\beta\alpha\kappa\tau\eta\rho\iota\alpha$ (bacteria, gr) = Stäbchen - Spaltpilze.
Blattschneider	Pilzzüchtende Ameisen.
Chlorophyll	$\chi\lambda\omega\rho\acute{\iota}\varsigma$ (chloros, gr) = grün, $\phi\upsilon\lambda\lambda\omicron\nu$ (phyllon, gr) = Blatt - Blattgrün.
Ferment	fermentum (lat) = Gärung - Stoffe biologischer Herkunft, die einen chemischen Vorgang beschleunigen.
Hypothese	$\epsilon\pi\acute{\iota}\theta\epsilon\sigma\iota\varsigma$ (hypothesis, gr) = Ansicht - Annahme, die durch Erfahrung geprüft werden muß.
Kohlendioxyd CO₂	Verbindung eines Atoms Kohlenstoff (C) mit 2 Atomen Sauerstoff (O) - liefert mit einem Molekül Wasser (H ₂ O) die unbeständige Kohlensäure (H ₂ CO ₃).
kopulieren	copulare (lat) = verbinden - Form der Veredlung, wobei Wildling und Edelreis etwa gleiche Stärke haben.
Leguminosen	legumen (lat) = Hülsenfrucht - Hülsenfrüchtler.
Loméchusa	Käfergattung, lebt als Gast in den Bauten einheimischer Ameisen.
Luziferin, Luziferase	lux (lat) = Licht, ferre (lat) = tragen - Zwei Stoffe, die das Leuchten bei Leuchtorganismen bewirken.
Mikroorganismen	$\mu\iota\kappa\rho\acute{\iota}\varsigma$ (mikros, gr) = klein, $\delta\epsilon\gamma\alpha\nu\omicron\nu$ (organon, gr) = Werkzeug - kleinste Lebewesen.
Myzetom	Organ, bestehend aus symbiontenbewohnten Zellen.
Nitragin	Impfdünger für Hülsenfrüchte, in flüssige Reinkultur gebrachte Knöllchenbakterien.
okulieren	oculus (lat) = Auge - Art des Veredelns, wobei ein Auge eingesetzt wird.
Oxydation	$\delta\acute{\epsilon}\xi\alpha$ (oxys, gr) = scharf - Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff.
pfpflanzen	Form der Veredlung, wobei der Wildling stärker als das Edelreis ist.
Reflektor	reflectare (lat) = zurückwerfen - Vorrichtung zum Zurückwerfen oder zur Verteilung des Lichtes.
Schmarotzer	Pflanzen und Tiere, die sich auf dem Körper anderer Lebewesen oder in ihm selbst aufhalten und sich auf dessen Kosten ernähren.
sterilisieren	sterilis (lat) = unfruchtbar - keimfrei machen.
Symbionten	Partner der Symbiose.
Symbiose	$\sigma\upsilon\mu\beta\iota\omega\sigma\iota\varsigma$ (symbiosis, gr) = Zusammenleben.
System	$\sigma\acute{\iota}\sigma\tau\eta\mu\alpha$ (systema, gr) = das zusammengesetzte Ganze - hier eine Ordnung von Erkenntnissen zu einem Wissensganzen.
Theorie	$\theta\epsilon\omega\rho\iota\alpha$ (theoria, gr) = Lehre - wissenschaftliche Erkenntnis allgemeiner und zusammengesetzter Art, die auf gesicherter Erfahrung und Beobachtung beruht.
Vitamine	vita (lat) = Leben - für den Bestand des Lebens unbedingt notwendige Ergänzungsnährstoffe.

DIE GRUPPE II UMFASST FOLGENDE SERIEN:

A MATHEMATIK

B PHYSIK

C CHEMIE

D ALLGEMEINE BIOLOGIE

E BOTANIK

F ZOOLOGIE

G DER MENSCH

H ASTRONOMIE

I GEOPHYSIK

K METEOROLOGIE

L GEOLOGIE

M MINERALOGIE

N ALLGEMEINE GEOGRAPHIE

O LÄNDER UND VÖLKER

P REISEN UND FORSCHUNGEN

Q DER JUNGE NATURFORSCHER

R SCHÖNHEITEN U. SELTSAMKEITEN

S NOCH NICHT VERFUGT

T NOCH NICHT VERFUGT

U GESCHICHTE DER NATURWISSENSCHAFT

Die 8 Staubblätter der Heidekrautblüte bilden einen Kegel, aus dem der Griffel mit der Narbe hervorragt. Jeder Beutel trägt am Grunde 2 Anhängsel, die den Weg zum Nektar versperrern. Wenn das saugende Insekt sie berührt, werden die Staubbeutel erschüttert, und der herabrieselnde Staub pudert es ein. Beim Besuch der nächsten Blüte wischt es den Staub an der vorstehenden Narbe ab.



Zu Köpfchen sind die Blüten des Wiesenklees vereinigt, so daß sie trotz ihrer geringen Größe weithin sichtbar sind. Ihr Nektar ist in einer 8–9 mm langen Röhre geborgen, so daß die langrüsseligen Hummeln die alleinigen Bestäuber sind.



Ein Ackerunkraut – und doch allenthalben beliebt! Steckt ein Falter seinen Rüssel in die lange Röhre der Innenblüten eines Körbchens, so quillt weißer Staub hervor. Die reizbaren Staubfäden verkürzen sich, so daß die Staubbeutelröhre herabgezogen und der in ihr befindliche Staub durch den Griffel herausgeschoben wird.



Zu Hunderten stehen die oft winzigen Blüten der Doldengewächse beisammen. Offen liegt ihr Nektar da, so daß er auch kurzrüsseligen Insekten, Fliegen, Käfern und gewissen Bienen zugänglich ist. Diese stellen sich massenhaft ein; indem sie auf der Dolde von einer Blüte zur anderen laufen, vermitteln sie die Bestäubung.

