Tier und Pflanze in ihren Wechselbeziehungen.

(Physiologisch-biologische Skizze.)

Die allgemeinste Einteilung der Naturkörper liegt in der Unterscheidung von lebenden (organischen) und leblosen (anorganischen) Körpern. Die ersteren, die Tiere und Pflanzen, treten uns in Zuständen der Bewegung entgegen; sie erhalten sich unter mannigfachen Veränderungen ihrer gesamten Erscheinung, unter stetem Wechsel der sie zusammensetzenden Stoffe. Die anorganischen Körper hingegen befinden sich in einem Zustand beharrlicher Ruhe, allerdings nicht unveränderlich, doch ohne Selbständigkeit jener im Stoffwechsel sich zeigenden Bewegung. Die unorganischen Körper gleichen etwa einem Bauwerk; ihre Teile bleiben solange im ruhenden Gleichgewichte, als die Einheit des Ganzen nicht gestört wird. Die organischen Wesen ähneln einer Fabrik; durch sie ergießt sich ein fortwährender Strom von Materie, es herrscht ein fortwährender Verbrauch und Ersatz derselben. Den Inhalt der anorganischen Welt bilden die Minerale, die organischen Erscheinungsformen werden als Tiere oder Pflanzen angesprochen.

I. Über die Grenze zwischen Tier und Pflanze.

Linnè charakterisiert die 3 Naturreiche folgendermaßen: lapides crescunt, vegetabilia crescunt et vivunt, animalia crescunt, vivunt et sentiunt. Bei dem „lapides crescunt" dachte Linnè wohl an die Zuwachserscheinungen, die uns bei der Krystallbildung entgegentreten.

Betreffs der Unterscheidung von Pflanze und Tier ist man ziemlich bald in ein anderes Fahrwasser gekommen.

Linnè räumt den Pflanzen ein Leben und Wachsen, aber nicht ein Empfindungsvermögen ein, das er für die Tiere allein aufspart.

Doch man fand, daß diese Vorstellungen einem verhältnismäßig engen Kreise von Lebewesen, den höchsten Tieren und Pflanzen unserer Umgebung, entlehnt sind. Da finden wir allerdings nur beim Tier freie Bewegung und selbständige, aus inneren Zuständen entspringende Handlungen, welche Bewußtsein und Empfindung uns wahrscheinlich machen. Bei der Pflanze aber vermissen wir auf den ersten Blick die Lokomotion und selbständig auf Empfindung hinweisende Tätigkeit. Mit diesen Begriffen von Pflanze und Tier werden wir zwar nicht in Verlegenheit geraten, ein Wirbeltier von einer phanerogamen Pflanze zu unterscheiden, doch sie verlassen uns auf dem Gebiete des niederen und einfacheren Lebens.

Die Tierreihe und die Pflanzenreihe laufen in der Natur nicht etwa parallel, sondern sie konvergieren in der Richtung ihrer niederen Formen: je tiefer wir in der Tier- und Pflanzenreihe hinabsteigen, desto ähnlicher werden die Erscheinungsformen beider Reihen. Sie treffen sich schließlich in einem gemeinsamen Punkte. In dieses gemeinsame Gebiet gehören z. B. die Volvocineen,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Closterien, Bacillariaceen, welche Ehrenberg als Infusorien beschreibt, während sie v. Siebold dem Pflanzenreich zuweist. So halten z. B. Siebold, Unger, Link, Mohl, Meyen u. a. die Diatomeen und Desmidiazeen für pflanzliche, Ehrenberg, Focke u. a. jene für tierische Organismen.

Diese Schwankungen in der Einreihung jener Organismen haben ihren Grund in der Verschiedenheit der Definition, die von den jeweiligen Forschern von Tier und Pflanze gegeben wurde. Man bemühte sich, einige feststehende Hauptunterschiede zwischen Tier und Pflanze aufzustellen. Im folgenden soll aber gezeigt werden, daß diese Unterscheidungsmerkmale keine allgemeine Giltigkeit haben, also nur mit gewissen Beschränkungen aufzunehmen sind.

Zur Auffindung jener Unterschiede hat man einerseits physiologische, anderseits morphologische Merkmale herbeigezogen.

Zunächst fällt dem Laien auf, daß der Pflanze, die mit ihren Wurzeln gleichsam festgebannt erscheint, das dem Tier eigentümliche Bewegungsvermögen abgeht. Bei näherer Betrachtung finden wir aber, daß auch bei der Pflanze Bewegung in der verschiedensten Weise auftritt und daß sie geradeso wie das Tier auf äußere Reize mit Bewegungsvorgängen zu antworten vermag. Hiemit wäre auch ein zweiter Punkt, nämlich das Empfindungsvermögen, mit in den Rahmen der Betrachtung gezogen. Wir werden sehen, daß Linnè nicht Recht hatte, wenn er den Pflanzen das Empfinden (sentire) abspricht.

Jedem, der Gelegenheit hatte, einen Wassertropfen aus Pfützen, Gräben, Teichen o. dgl. mikroskopisch zu untersuchen, werden die zierlichen Kieselalgen (Diatomeen) aufgefallen sein, die sich auf dem Objektträger ruckweise vor- und rückwärts bewegen. Ferner finden sich darin auch oft Schwärmsporen von Algen, welche mit großer Schnelligkeit durch das Gesichtsfeld des Mikroskopes huschen; diese lassen an ihrer Oberfläche zahlreiche Wimpern (Cilien) erkennen, durch deren Hin- und Herschwingen die Ortsbewegung erzielt wird. Eine auffallende schraubige Bewegung zeigen ferner die im Sumpfwasser bei mikroskopischer Untersuchung oft wahrzunehmenden Spirillen, welche korkzieherartig gewundene Spaltpilze darstellen.

Die Energiequelle für diese Bewegungen liegt hier wie beim Tiere im lebenden Protoplasma der Pflanze. Die Kraft wird hier wie dort auf Kosten der Verbrennungsstoffe verbraucht, die durch die Nahrungsaufnahme und Atmung im Körper wieder erneuert werden. Ohne Leben gibt es keine Bewegung; sistiert z. B. die Atmung, so hört auch die Bewegung auf.

Allerdings muß zugestanden werden, daß jenes Vermögen der Ortsbewegung den höheren Pflanzen abgeht. Das hängt aber unmittelbar mit der Ernährungsweise zusammen. Die Tiere sind als Fleisch- oder Pflanzenfresser immer auf organische Substanz angewiesen. Daher muß das Tier oft Wanderungen unternehmen, um sein tägliches Brot zu erhaschen. Bei den höheren Pflanzen liegen die Ernährungsverhältnisse anders. Die Pflanze findet dort, wo sie wächst, alles, was sie braucht: Wasser, Luft und einige Mineralsalze. Die Pflanze ist gleichsam von ihrer Nahrung umgeben. Auch das Tier zeigt, wenn es in solchen Verhältnissen lebt, kein Vermögen der Ortsbewegung. Ich erinnere da z. B. an den Bandwurm, der keiner Ortsbewegung bedarf; er schwimmt gleichsam in seiner Nahrung, die er durch die Körperoberfläche aufnimmt. Diese Erscheinung kann man bei vielen andern tierischen Parasiten beobachten.

Einige höhere Pflanzen können übrigens ihren Standort verlassen, wenn dies auch nur langsam und innerhalb eines kleinen Gebietes vor sich geht.

Ich meine da Pflanzen mit Wurzelstock oder mit Ausläufern (stolones). Der Wurzelstock des Maiglöckchens z. B. erfährt jährlich in demselben Maße als er am

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

andern Ende verschrumpft, am Vegetationspunkt einen Zuwachs und schiebt sich auf diese Weise unter der Erde weiter.

Unsere Erdbeere zeigt niederliegende Seitenstengel, die sich aus unterirdischen Knospen entwickeln und in ihren Knoten Wurzeln nnd Blätter erzeugen. Mit diesen Ausläufern kann die Pflanze wie mit Fühlern ihre Umgebung abtasten und ein für ihre Ernährung günstiges Fleckchen suchen. Hat der Ausläufer ein solches gefunden, so bewurzelt und beblättert er sich. Hiemit ist einerseits eine ungeschlechtliche Vermehrungsweise gegeben, anderseits kann sich die Pflanze aus etwaigen ungünstigen Ernährungsbedingungen befreien und auf einen neuen Wohnsitz wandern, der ihr eventuell betreffs der Ernährungsverhältnisse zuträglicher ist.

Wir sahen also, daß die Ortsbewegung den Pflanzen nicht durchaus abgesprochen, also auch ihr etwaiger Mangel den Tieren gegenüber nicht als unterschiedliches Merkmal aufgestellt werden kann.

Übrigens kommt auch den Tieren das Vermögen der Ortsbewegung durchaus nicht als allgemeine Eigenschaft zu.

Zunächst sei da die große Gruppe der Poriferen (Schwämme) erwähnt, die stets festgewachsen sind; an ihnen kann man nicht einmal ein Empfindungsvermögen wahrnehmen. Ferner seien hier die Anthozoen, die sogenannten Blumentiere, genannt, deren Formen sämtlich festsitzend sind. Die Seeanemonen, die Seefeder u. s. w. gehören hieher. Auch den zu den Brachiopoden gehörigen Terebrateln, ferner vielen Muscheln und Manteltieren fehlt die freie Ortsbewegung. Sogar in der bereits höher stehenden Klasse der Krustazeen findet sich eine festsitzende Form; es ist dies die zu der Gruppe der Cirripedien gehörige Entenmuschel (Lepas anatifera). Sie ist ähnlich wie eine Terebratula mit einem langen, weichen Stiel befestigt und besitzt ein muschelartiges, aus 5 Schalenstücken bestehendes Gehäuse.

Wenn einerseits eingeräumt werden muß, daß die freie Ortsbewegung bei den Pflanzen keine auffälligen Erscheinungen bietet und nur in vereinzelten Fällen zu Tage tritt, so ist, wie die folgenden Zeilen zeigen sollen, das Bewegungsvermögen einzelner Organe eine umso allgemeiner verbreitete Eigenschaft der Pflanze.

Wohl jedem ist die verschiedene Stellung bekannt, welche die Blättchen der Kleepflanzen oder anderer Leguminosen bei Tag und Nacht zeigen. Die Bewegung, welche von diesen Pflanzen ausgeführt wird, um aus der Tagstellung in die Nachtstellung zu gelangen, heißt Schlafbewegung oder nyktitropische Bewegung. Auch der Sauerklee (Oxalis) zeigt diese Erscheinung besonders auffällig. Diese Bewegungen werden auf Turgorschwankungen in gewissen Geweben zurückgeführt. Bei vielen Pflanzen z. B. beim Giftlattich (Lactuca virosa) wirkt auch allzugroße Besonnung; die Blätter stellen sich dann gewöhnlich vertikal, so daß die Sonnenstrahlen gleichsam vorbeigleiten, ohne die Blattfläche zu treffen. Stahl nennt die Pflanzen, die derartige Blattstellungen aufweisen, Kompaßpflanzen, da sämtliche Blätter am Stengel sich in die Meridianebene stellen. Auch die Blumenblätter können oft derartige Schlafbewegungen ausführen. Die Kompositen schließen ihre Blüten nachts, indem sich die Strahlblüten nach einwärts bewegen, um gleichsam die zentral stehenden Blüten zuzudecken und vor übergroßer Wärmeabgabe zu schützen.

Im folgenden seien einige Beispiele angeführt, wie die Pflanze durch Bewegungen auf äußere Reize zu reagieren vermag. Bezüglich dieser Art der Reaktion auf äußere Reize steht die Pflanze, wie wir sehen werden, dem Tiere nicht nach; nur sind meistens die Bewegungen bei der Pflanze unauffälliger, weil sie langsam vor sich gehen und nicht so blitzartig wie beim Tier ausgelöst werden. Ein Beispiel einer sehr auffälligen, raschen Reizbewegung bietet uns die bekannte Mimosa pudica (Sinnpflanze), eine Leguminose warmer Klimate. Sie hat gefiederte Blätter mit

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

flachausgebreiteten Fiedernblättchen. Wird ein derartiges Fiederblättchen durch Berühren, Verbrennen etc. gereizt, so zuckt es zusammen und schlägt sich nach oben zurück. Diese Bewegung geht sehr rasch auch auf die anderen Fiederblättchen über, die kurzen Stiele der Blättchen senken sich und schließlich tut auch der Hauptblattstiel mit auffallender Schnelligkeit dasselbe. Der Reiz wird also von dem gereizten Teile der Pflanze auf die übrigen Gewebe derselben fortgepflanzt; alsbald senken sich auch die anderen Blattstiele mit ihren Blättchen und die ganze Pflanze zeigt ein ganz neues, fremdartiges Aussehen. Diese Fortleitung des Reizes ließ es möglich erscheinen, daß die Pflanze reizleitende Organe in ihren Zellen besitzen müsse, die den tierischen Nerven vergleichbar wären.

Zuerst glaubte man diese pflanzlichen Nerven in den Protoplasmaverbindungen (Plasmodesmen) gefunden zu haben, in den feinen Fädchen, welche das Protoplasma einer Zelle mit dem ihrer Nachbarzellen durch die Zellmembran hindurch verbinden. In jüngster Zeit haben einige Forscher in vielen Pflanzenorganen „Fibrillen“ von bestimmter Struktur als die Organe für die Reizleitung bezeichnet.

Ziemlich auffallende Reizbewegungen zeigen auch die Staubfäden vieler Pflanzen (z. B. von Berberis), die sich bei der leisesten Berührung rasch nach innen gegen die Narbe hin krümmen, was natürlich für die Bestäubung von Wichtigkeit ist.

Von großer Bedeutung für die richtige Erkenntnis des Lebens der Pflanze sind die Bewegungserscheinungen, die mit dem Wachstum aufs engste verknüpft sind. Den Wachstumsvorgang irgend eines pflanzlichen Organes muß man sich zusammengesetzt denken aus zahlreichen Rucken, die z. B. bei einem Stengel nicht gleichzeitig im ganzen Umfange desselben erfolgen, sondern auf der einen Seite etwas rascher und stärker eintreten als auf der entgegengesetzten. Dadurch entstehen Krümmungen, die allerdings immer wieder gleich ausgeglichen werden. Diese aufeinanderfolgenden Krümmungen des betreffenden Organes bilden eine Bewegung, die man als Nutation bezeichnet. Der wachsende Gipfel einer Feuerbohne beschreibt kleine Kreise, er nutiert zur leichteren Auffindung einer Stütze, er tastet gleichsam seine Umgebung ab. Bei windenden Pflanzen spielt diese Nutation eine große Rolle beim Auffinden und Umschlingen ihrer Stütze.

Bei vielen Pflanzen, die an Stützen emporzuklettern vermögen, sind Blattstiele, Stengel oder Infloreszenzachsen zu sogenannten Ranken umgebildet. Die Blattranken der Erbse oder die Stengelranken des Weinstockes sind hiefür Beispiele. Die Ranken zeigen gegen Berührungsreize oft sehr große Empfindlichkeit, wie sie der tierische Organismus wohl nicht aufzuweisen vermag. Ein Stück Seidenfaden mit einem Gewicht von 0·00025 Gramm kann bei manchen Ranken, wie Experimente gezeigt haben, bereits eine Reaktion hervorrufen.

Die Ranke krümmt sich an der Berührungsstelle konkav. Infolgedessen kommt sie auch an anderen Stellen mit ihrer Stütze in Berührung, was ein weiteres Krümmen und schließlich ein Umklammern der Stütze zur Folge hat. Mittelst dieser Ranken vermag die Pflanze sehr geschickt und sicher zu klettern und den Bereich ihres Lebens zu vergrößern. Auch bei der Rankenkrümmung sind es Wachstumsdifferenzen zwischen der berührten und der gegenüberliegenden unberührten Seite des betreffenden Organes.

Sehr interessant und von größter Bedeutung für die Physiologie sind die Bewegungen, die durch bestimmte äußere Richtkräfte bei wachsenden Pflanzenorganen hervorgerufen werden.

Welche äußere Richtkräfte hier walten und wie die Pflanze im Vergleiche zum Tiere auf dieselben reagiert, soll im folgenden dargelegt werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Alles auf der Erde ist der Schwerkraft unterworfen. Die lebenden Wesen zeigen aber nicht nur die Erscheinung, daß sie etwa wie ein freifallender Stein jener Kraft passiv folgen, sondern sie reagieren aktiv in ganz bestimmter Weise auf dieselbe.

Jedes Tier nimmt eine seiner Organisation entsprechende Lage ein. Jede Veränderung in dieser normalen Lage nimmt es wahr. Legt man ein Tier auf den Rücken, so wird es sogleich wieder in seine normale Lage zurückzukommen trachten. Diese Orientierung im Raume wird durch bestimmte Organe ermöglicht. Auch bei den niederen Tieren finden sich diese Werkzeuge; ein Krebs, eine Molluske oder Meduse, ein Wurm, alle sind genau im Raume orientiert. Die Organe, die dies ermöglichen, hat man in den sogenannten Statocysten (statischen Organen) gefunden.

Zur Untersuchung derselben ist z. B. eine Seeschnecke (Pterotrachea) geeignet, wo diese statischen Organe oder Gehörbläschen vom unteren Schlund-(Fuß-)ganglion ausgehen. Es besteht dieses statische Organ aus einem kleinen Bläschen, dessen Innenwand mit Nervenzellen ausgekleidet ist, von denen in das Innere des Bläschens Borsten vorragen. In der Mitte des mit Flüssigkeit erfüllten Bläschens schwebt ein Steinchen (Otolith). Dieser Kalkkörper folgt natürlich in jeder Lage, welche die Schnecke einnimmt, der Erdschwere und reizt durch Berührung die Fühlborsten, die der Schnecke Aufschluß über ihre Orientierung im Raume geben. Den Beweis für diese Wirkungsweise der Otocysten gaben Experimente, in denen man Wassertieren dieselben ausschnitt, wodurch letztere jede räumliche Orientierung verloren. Bekanntlich besitzen ja auch die höheren Tiere und der Mensch in den halbbogenförmigen Kanälen kleine Krystalle von kohlensaurem Kalk, welche die Aufgabe von Otolithen verrichten.

Nun drängt sich uns die Frage auf: Vermag die Pflanze Schwerkraftsreize wahrzunehmen und wie reagiert sie auf diese?

Ein kleiner Versuch klärt uns darüber auf. Man hänge in einem feuchten (dampfgesättigten) Raume einen etwa 5 Tage alten, in feuchtem Sägemehl erzogenen Keimling einer Bohne oder Lupine an einem Bindfaden so auf, daß Stengel (resp. hypokotyles Glied) und Wurzel horizontal stehen. Schon nach einigen Stunden wird man bemerken, daß die Wurzelspitze nicht mehr zur Seite zeigt, sondern sich nach abwärts wendet. Daß dies nicht ein passives Herabsinken, sondern ein aktives Herabkrümmen ist, beweist der Umstand, daß man der Wurzelspitze Hindernisse entgegenstellen kann, die sie an ihrer Krümmung nicht zu hindern vermögen. So dringt z. B. die Wurzelspitze in darunter befindliches Quecksilber ein.

Jedenfalls krümmt sich die Wurzelspitze so lange, bis sie die vertikale Lage erreicht hat, um dann in dieser Richtung weiter zu wachsen.

Auch beim Stengel bemerkt man bei horizontaler Lagerung nach kurzer Zeit eine Krümmung, die aber hier nicht nach unten, sondern nach oben vor sich geht.

Man hat gefunden, daß auch bei der Pflanze dieser räumliche Orientierungssinn auf bestimmte Teile, das ist auf die Wurzelspitze und Stengelspitze, beschränkt ist. Denn beraubt man einen Keimling seiner Wurzelspitze, ohne jedoch die Wachstumszone der Wurzel zu schädigen, so bleibt jede Reaktion auf den Schwerkraftsreiz aus. Man hat diese Reaktion der Pflanze auf die Erdschwere Geotropismus genannt. Der Stengel zeigt negativen, die Wurzel positiven Geotropismus. Nebenbei sei erwähnt, daß nicht nur die Erdschwere, sondern auch eine andere Art der Massenbeschleunigung, die Centrifugalkraft, dieselbe Reaktion bei der Pflanze hervorzubringen im stande ist. Wenn man Keimlinge an der Peripherie einer Scheibe befestigt und diese rotieren läßt, so wird man zu Ende des Versuches bemerken, daß die Wurzeln sich alle nach außen, hingegen die Stengel gegen die Rotationsachse hin, also entgegen der Richtung der Centrifugalkraft, gekrümmt haben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Pflanze ist da äußerst empfindlich. Die geringste Ablenkung einer Wurzel aus der Vertikalrichtung kann als Richtungsreiz wirken und die Wurzel zur Krümmung veranlassen.

Man hat durch Versuche herausbekommen, daß die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes innerhalb des ersten Millimeters der Wurzelspitze stattfindet.

Man suchte nun auch nach Organen in der Wurzelspitze, welche den Schwerkraftsreiz wahrnehmen uhd der Pflanze vermitteln sollten. Man glaubte diesen Apparat in den Zellen der Wurzelhaube gefunden zu haben; man stellte sich nämlich vor, daß die in diesen Zellen enthaltenen Stärkekörner bei wechselnder Orientierung der Wurzel durch ihre Lageveränderungen den Schwerkraftsreiz übermitteln, ähnlich wie die Bewegung der Statolithen in den Otocysten von den Tieren wahrgenommen würden. Doch hat sich diese Annahme noch nicht als durchwegs stichhältig erwiesen.

Als Richtkraft möge ferner hier das Licht näher in seiner Wirkungsweise beobachtet werden. „Kein Leben ohne Licht." Dieser Satz stellt uns die Wichtigkeit dieses Faktors vor Augen. Doch die Bedeutung des Lichtes für die Ernährung wollen wir hier nicht berühren, sondern nur zeigen, in wieweit die Pflanze, resp. das Tier auf Lichtreize reagiert.

Jeder weiß, wie im Sommer die Mücken oder andere Insekten mit besonderer Vorliebe einem im Zimmer stehenden Licht zufliegen und schließlich ihre allzugroße Neugierde mit dem Leben bezahlen müssen.

Ein ähnliches Aufsuchen des Lichtes kann man auch bei den schon früher wegen ihrer freien Ortsbewegung erwähnten Algenschwärmern beobachten. Wird ein Glas mit Wasser, in dem derartige Schwärmer sich finden, einseitig beleuchtet, so kann man sehen, daß jene im allgemeinen die stärker beleuchtete Seite des Gefäßes aufsuchen und sich daselbst an der Innenwand festsetzen.

Doch nicht immer zeigen die Organismen ein Hinstreben nach dem Lichte. Geradeso wie z. B. ein Regenwurm, den man nachts bei seinen oberirdischen Spaziergängen mit einem Licht überrascht, sich vor demselben erschreckt zurückzieht, meiden auch viele frei bewegliche pflanzliche Bewohner des Wassers allzu grelles Licht und lieben Stellen mit geringerem Lichtgenuß.

Man hat den Lichthunger positiven Heliotropismus, das Abwenden vom Licht negativen Heliotropismus genannt.

Auch die festgewachsene Pflanze zeigt diese Empfindlichkeit gegen Lichtreize und führt entsprechende Bewegungen aus.

Unsere Zimmerpflanzen mit ihrem geringen Lichtgenuß zeigen alle das Bestreben, ihre Blattflächen so zu stellen, daß möglichst viel Lichtstrahlen dieselben treffen. Sie stellen sie normal auf die Richtung der Lichtstrahlen. Die langen Triebe der in Kellern aufbewahrten, keimenden Kartoffeln streben alle dem Kellerfenster zu.

Die Wurzeln sehen wir dagegen das Licht fliehen und sich in die Finsternis des Bodens vergraben.

Beim Stengel haben wir positiven Heliotropismus vor uns, er stellt seine Achse in die Richtung des einfallenden Lichtes, bei den Blättern sprechen wir von transversalem Heliotropismus; die Wurzeln dagegen sind negativ heliotropisch.

Die Pflanze ist im Erkennen der Lichtintensität dem menschlichen Auge, ja selbst empfindlichen physikalischen Methoden überlegen. Ein junger Keimling, den man in die Mitte zwischen 2 photometrisch als gleich befundene Lichtquellen stellt, wird doch der einen oder der andern Lichtquelle zustreben, indem er die feinsten Unterschiede zu erkennen imstande ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Suchen wir hier nach dem reizempfänglichen Organ, gleichsam nach dem Auge, so finden wir, daß auch bei diesen Reizvorgängen die sensible Zone in der Nähe der Wachstumszone liegt. Man kann einem solchen Keimling auch die „Augen" verbinden. Wenn man z. B. über die Spitze der Blattscheide eines Haferkeimlings ein kleines Stanniolkäppchen stülpt, so wird man bei einseitiger Beleuchtung keine heliotropische Krümmung bemerken können.

Aber nicht nur die Intensität, sondern auch die Qualität des Lichtes wird von der Pflanze unterschieden. Die blauen und violetten Strahlen vermögen stärkere Wirkungen hervorzurufen als die gelben und roten.

Im allgemeinen ist aber hervorzuheben, daß nicht jede Pflanze etwa das Lichtmaximum aufsucht, sondern daß jedes Organ sein Lichtoptimum hat, über welches hinaus der Lichthunger direkt in Lichtabscheu umschlägt.

Auch gibt es Ausnahmen insofern, als manche Stengelorgane (viele Ranken und die Stengel einzelner Kletterpflanzen) nicht positiv, sondern negativ heliotropisch sind.—

Bei vielen Tieren kann man die Eigenart bemerken, sich gegen den Strom zu stellen. Dieser sog. „Rheotropismus" zeigt sich sowohl bei Tieren des Wassers als auch bei solchen, die in der Luft wohnen und den Windströmungen ausgesetzt sind. Krebse und Fische pflegen sich oft gegen die Wasserströmung zu bewegen, die Vögel fliegen mit Vorliebe gegen den Wind. Die amerikanische Felsenheuschrecke fliegt bei schwachem Winde in der Richtung desselben, bei heftigem Winde gegen denselben (negativer und positiver Aerotropismus).

Dieser Rheotropismus findet sich auch bei der Pflanze. Bringt man die Wurzel eines Keimlings in rasch fließendes Wasser, so kann man nach einiger Zeit bemerken, daß die Wurzelspitze sich der Stromrichtung entgegen krümmt. Auch hier zeigt sich also eine Parallele mit dem Tiere. —

Das durstige Wild wittert das Wasser und geht dahin, um seinen Durst zu löschen. Auch die Pflanze hat das Vermögen, Feuchtigkeit zu spüren. Die Wurzelspitze ist es, welche Feuchtigkeitsdifferenzen wahrnimmt und dahin wächst, wo der größere Wassergehalt im Erdboden oder in der Luft vorhanden ist. Man nennt diese Eigenschaft der Wasserliebe bei der Wurzel: Hydrotropismus. Der Hydrotropismus ist für die Pflanze, die ja meistens nicht wie das Tier freie Ortsbewegung besitzt, von besonderer Wichtigkeit. Denn die Wurzel ist es ja, mit der die Pflanze „trinkt", d. h. das Wasser mit den gelösten Nährsalzen aufnimmt.

Die bisher aufgezählten Arten der Bewegung der Pflanze sollen nur einige Beispiele und Beweise dafür sein, daß man das Bewegungsvermögen und die Empfindung der Pflanze nicht absprechen darf, also hierin gewiß kein Unterschied zwischen Tier und Pflanze zu suchen ist.

Allerdings muß zugegeben werden, daß das Tier in diesen Beziehungen mannigfacher ist und daß Bewegungen beim Tier oft blitzschnell erfolgen, während sich bei der Pflanze die Bewegungen in längeren Zeiträumen abspielen. Die Schreckbewegung der Mimosa ist übrigens ein Beispiel dafür, daß auch die Pflanze rasch auf äußere Reize zu antworten vermag.

Einen durchgreifenden Unterschied zwischen Tier und Pflanze glaubte man in dem chemischen Aufbau ihrer Zellen gefunden zu haben. Man meinte, die Pflanzen hätten durchwegs ein Zellulosegerüst, während dieser Stoff dem Tierreiche fremd sei. Doch hat man Zellulose in dem Mantel von Ascidien gefunden und auch das Chlorophyl, das allerdings anderseits unter den Pflanzen den Pilzen fehlt, kommt bei niederen Tieren (Stentor, Hydra, Bonellia) vor.

Weit wichtigere Unterschiede ergaben allerdings die vergleichenden Betrachtungen über den Stoffwechsel bei Tier und Pflanze.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Pflanze nimmt außer bestimmten Nährsalzen insbesondere Wasser, Kohlensäure und Ammoniak auf und formiert aus diesen anorganischen Verbindungen organische Substanz. Das Tier benötigt außer Wasser und den Salzen noch organischer Verbindungen, welche im Stoffwechsel wieder zu Wasser, Kohlensäure und zu stickstoffhältigen Spaltungsprodukten zerfallen.

Die grüne Pflanze bildet durch die Tätigkeit der chlorophylhaltigen Zellen unter Beisein des Lichtes aus Kohlensäure, Ammoniak und Wasser organische Substanz und scheidet als Assimilationsprodukt Sauerstoff aus, den das Tier mit seinen Atmungsorganen zur Respiration aufnimmt.

Stoffwechsel und Respiration sind bei Tier und Pflanze entgegengesetzt und daher einander bedingend.

Das Tierleben besteht in einer Analyse zusammengesetzter Verbindungen und ist ein Oxydationsprozeß.

Hiebei werden Licht, Bewegung und Wärme erzeugt.

Die Pflanze vollführt in der Assimilation eine Synthese; ihr Leben ist im großen und ganzen ein Reduktionsprozeß, bei dem Licht und Wärme gebunden werden. Es hat sich aber gezeigt, daß auch dieser Gegensatz kein durchgreifender ist.

Viele Schmarotzerpflanzen und die große Gruppe der Pilze zeigen überhaupt nicht jene Assimilation, sondern nehmen bereits fertige organische Nahrung auf und zeigen eine tierische Atmung, indem sie Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure exhalieren.

Soussure und Dutrochet haben übrigens durch eingehende Untersuchung bewiesen, daß alle Pflanzenorgane bei Tag und bei Nacht wie die Tiere Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure abgeben.

Ein Verweilen in sauerstoffreier Umgebung zerstört also auch bei der Pflanze (abgesehen bei den Anaërobionten) jede Lebenstätigkeit; das Wachstum erlischt, die Plasmaströmung sistiert, die äußeren Bewegungserscheinungen fehlen.

Außer den oben erwähnten Pilzen und Schmarotzerpflanzen gibt es auch grüne Pflanzen, die außer der Assimilation noch andere Quellen zur Bereitung ihrer organischen Substanz benützen. Es sind dies die sogenannten fleischfressenden oder insektenfressenden Pflanzen, welche kleine Tiere (Insekten) in hiezu geeigneten und umgeformten Organen fangen und ihre organischen Stoffe nach Art der tierischen Verdauung mittelst Ausscheidung eiweißlösender Fermente aufnehmen. Hiezu gehören das bei uns auf sumpfigen Wiesen vorkommende Fettkraut (Pinguicula), der Sonnentau (Drosera), der stehende Gewässer bewohnende Wasserschlauch (Utricularia), die Venusfliegenfalle (Dionea muscipula), Nepenthes, Sarracenia, Cephalotus, Darlingtonia etc.

Also auch betreffs der Ernährung finden sich viele Berührungspunkte, so daß sich auch in dieser Beziehung zwischen Tier und Pflanze keine scharfe Grenze ziehen läßt.

Aus diesen Betrachtungen muß man schließen, daß die übliche Unterscheidung von Tier und Pflanze nur mit bestimmten Beschränkungen aufzunehmen ist.

Man hat sich vorzustellen, daß das Tier- und Pflanzenreich 2 Reihen von Organismen darstellen, die nicht fremd nebeneinander dastehen, sondern sich in ihren niederen Stufen nähern und schließlich einen gemeinsamen Ausgangspunkt haben.

Die Deszendenzlehre zeigt uns, daß die Welt der höher organisierten Wesen sich langsam aus einfacher gebauten entwickelt hat.

Dieser Ursprung der Tiere und Pflanzen schließt eine scharfe Grenze zwischen beiden Reichen aus. Denn die bei den höheren Wesen beider Reiche auftretenden

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Unterscheidungsmerkmale waren zu Beginn noch nicht vorhanden und stellten sich erst im Laufe der phylogenetischen Entwicklung ein.

Die einfachsten Wesen, welche jetzt existieren, sind allem Anschein nach auch an dem gemeinsamen Ausgangspunkt jener phylogenetischen Entwicklung gestanden.

Die lebenden Wesen bilden also ein zusammenhängendes Reich, das oberhalb seiner Ursprungstelle künstlich in Tiere und Pflanzen geschieden wurde.

II. Tier und Pflanze in Lebensgemeinschaft.

Im folgenden seien einige Beziehungen, in die Pflanze und Tier in der Natur treten, näher beleuchtet. Es handelt sich da um gewisse Abhängigkeitsverhältnisse oder um symbiotische Beziehungen, die in der verschiedensten Weise hervortreten.

Zunächst sei hervorgehoben, daß alle Tiere bezüglich ihrer Nahrung auf die Pflanzenwelt angewiesen sind. Denn den Tieren, die nicht selbst Pflanzenfresser sind, dienen doch pflanzenfressende Tiere zur Nahrung.

Wir wollen nun einmal betrachten, wie sich die Pflanze diesem Tierfraße gegenüber verhält und ob ihr nicht oft die Natur auch Schutzmittel in dieser Hinsicht gegeben hat.

Eine gewisse Beschränkung in der Vernichtung der Pflanzen ist damit gegeben, daß gewöhnlich jede Tierspezies ihre bestimmte Pflanzennahrung hat. Damit ist die Gefahr der allzustarken Vernichtung einer Art oder deren Ausrottung gesteuert.

Viele Pflanzen haben aber spezifische Mittel, die sie vor Tierfraß schützen. Hieher gehören Pflanzen mit Haaren oder Stacheln, z. B. Anchusa oder Berberis. Einen anderen Schutz gegen Weidetiere bieten Giftigkeit oder eigentümlicher Geschmack. So werden z. B. Colchicum, viele Umbelliferen, Ranunculaceen deswegen von jenen verabscheut.

Auch nasses Futter meiden die meisten Weidetiere. Viele Pflanzen zeigen Wasseransammlungen in Stengeltüten oder auf den Blattflächen. So ist in dieser Hinsicht z. B. der Frauenmantel (Alchemilla) mit seinen Wasseransammlungen auf den trichterig gefalteten Blattflächen bekannt. Gelenktüten finden sich bei Polygonum Fagopyrum oder Polygonum aviculare und erfüllen den obigen Zweck. Auch sehr spitzige und schneidende Gräser werden vom Vieh verschmäht.

Gegen Schneckenfraß scheinen die Pflanzen nach den Untersuchungen von Stahl ganz besonders geschützt zu sein. So wurde gezeigt, daß Blätter von Arum maculatum und anderen Pflanzen, welche Raphiden (nadelförmige Calciumoxalatkrystalle) im Mesophyll der Blätter besitzen, von Schnecken nicht gefressen werden.

Oxalis acetosella ist auch ein Beispiel hiefür. Außer den Raphiden kommen auch andere Schutzmittel gegen Schneckenfraß vor, wie z. B. die in dem Zellsafte der betreffenden Organe gelösten Säuren, sauren Salzen, Gerbstoffe, Bitterstoffe und ätherischen Öle.

Doch auch gegen den Ansturm des großen Heeres der Insekten zeigen manche Pflanzen Schutzeinrichtungen. So wird Blattläusen, welche auf den grünen Teilen vieler Pflanzen vorkommen, der Zutritt zu den Blüten durch wollige, spinnwebenartige Haarüberzüge verwehrt. Das Emporkriechen von Ameisen und anderen Insekten wird durch klebrige Überzüge an den Stengeln verhindert. Lychnis Viscaria, Silene muscipula, Holosteum glutinosum zeigen derartige Einrichtungen. Viele Pflanzen mit gegenständigen Blättern bilden an den Stengelknoten förmliche Wasserreservoirs, indem die gegenüberstehenden Blätter miteinander zu einem seit-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lich geschlossenen, nach oben offenen, becher- oder tütenartigen Gebilde verwachsen. Hierin sammelt sich das Regenwasser an, welches kriechenden Insekten den Aufstieg zur Blüte versperrt. Derartige Wasserbehälter finden sich bei Dipsacus laciniata, Gentiana lutea, in denen man nicht selten ertrunkene Tierchen bemerken kann.

In vielen Fällen steht allerdings die Pflanze ihren Vertilgern machtlos gegenüber.

Anderseits kennt man Pflanzen, die, wie bereits früher erwähnt wurde, außer ihrer normalen Nahrung auch Tiere verzehren. Gewöhnlich besitzen sie hiezu besonders gestaltete Fangvorrichtungen. Die Namen dieser insektenfressenden Pflanzen wurden bereits an anderer Stelle angeführt.

In den meisten Fällen, wo die Pflanze Tieren Nahrung bietet, schöpft sie selbst auch Nutzen von diesen Tieren, so daß man diese Verhältnisse gewöhnlich als symbiotische, als Lebensgemeinschaft mit Leistung und Gegenleistung der beteiligten Faktoren, bezeichnen kann.

Zunächst sei an einigen Beispielen gezeigt, in welcher Weise die Tiere oft für die Verbreitung der Pflanzen sorgen, und welche Vorrichtungen zu diesem Zwecke an der Pflanze zu finden sind.

Bei der Kirsche lockt die grelle Farbe und der Wohlgeschmack des Fruchtfleisches die Vögel. Nach Verzehrung der saftigen Hülle der Samen werden diese von den Vögeln verschleppt und auf diese Weise verbreitet. Dieser Fall tritt bei den meisten saftigen Früchten ein. Die Tiere fressen die wohlschmeckende Hülle und geben die mit einer unverdaulichen Hülle umgebenen Samen mit dem Gewölle oder in den Exkrementen von sich.

Dieselbe Bedeutung haben auch die Arillargebilde (Samenmantel) verschiedener Samen. Solche Samen mit „Arillus“ finden sich bei Evonymus europaea, Taxus etc. Auch die als „Caruncula“ bezeichneten, bei manchen Samen an der Anheftungsstelle des Funiculus auftretenden Zellgewebswülste haben wohl dieselbe bioligische Bedeutung. So werden z. B. die Samen von Viola odororata oder Galanthus nivalis durch Ameisen, welche jene Anhängsel der Samen verzehren, den Samen dagegen nicht beschädigen, vertragen und verbreitet. Dasselbe gilt auch bezüglich der Samen von Chelidonium.

Die Tiere sind es auch, welche die Verschleppung von anhäkelnden Früchten besorgen. Es heften sich oft die Samen durch klebrige Ausscheidungen an Tiere, wie z. B. die Samen der Teichrose (Nuphar luteum), die durch Wasservögel verbreitet werden.

Viel häufiger handelt es sich aber um Früchte mit Stacheln oder Borsten, wie sie z. B. bei Xanthium spinosum, Galium Aparine, Echinospermum, Medicago etc. vorkommen.

Besonders sind die Vögel unter den Tieren als Verbreiter von Früchten und Samen zu betrachten. Die Samen werden an den Federn oder an den Füßen (bei Schwimmvögeln) mit fortgetragen oder mit den Exkrementen ausgeworfen.

Auch Vermehrungszellen von Kryptogamen werden oft durch Tiere verbreitet. So werden z. B. die Konidien des Mutterkornpilzes (der Sphacelia-Form) durch Insekten von einer Getreideähre auf die andere übertragen. Die Insekten werden nämlich durch den Geruch und die süße Flüssigkeit, welchen das Pilzmycelium ausscheidet, angelockt.

Den wichtigsten Dienst leisten die Insekten den Pflanzen beim Befruchtungsvorgang. Denn in den meisten Fällen sind die Pflanzen auf diesen Dienst der Insekten angewiesen. Bei manchen Pflanzen ist durch den Blütenbau eine Selbstbestäubung direkt unmöglich gemacht. So könnte z. B. der Pollen aus den

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

einbrüderigen Staubgefäßen von Malva nicht auf die Narben gelangen, da die Narbenäste oberhalb der Beutel und zu einer Zeit erscheinen, wo diese bereits verstäubt haben.

Schon Darvin hob die große Bedeutung der Insektenbestäubung hervor. Er zeigte, daß durch deren Mithilfe die zur Erzeugung keimfähiger Samen unbedingt notwendige Wechselbefruchtung ermöglicht wird. Wenn auch der Wind in vielen Fällen denselben Dienst leistet, so ist die Zahl der insektenblütigen Pflanzen weitaus größer als die der windblütigen.

Die Blüten der insektenblütigen Pflanzen zeigen in den meisten Fällen treffliche Einrichtungen, um den Insektenbesuch zu ermöglichen und zu begünstigen.

Hiebei muß aber auch die Pflanze vor nutzloser Verschleppung des Blütenstaubes und vor unnützen Fressern geschützt sein.

Die Farben und der Duft der Blüten sind die Anlockungsmittel für die Insekten.

Die von der Pflanze dargebotene Speise besteht im „Blütenhonig" (Nektar), einem süßen Safte, der von besonderen Hilfsorganen der Blüte, den Honigdrüsen der Nektarien, ausgeschieden wird.

Bei vielen Pflanzen müssen sich die Insekten allerdings mit dem Pollen begnügen.

Bei der Färbung der Blütenblätter kann man bemerken, daß nicht jede Farbe in jeder Umgebung gleich gut bemerkbar ist. So sind denn auch die Pflanzen ihren verschiedenen Standorten gemäß verschieden gefärbt. Ja sogar dieselbe Pflanze kann in anderer Umgebung eine andere Färbung zeigen.

Die lebhafte Färbung zeigt gewöhnlich nur das Perianth, oft beteiligen sich aber auch der Kelch und andere Teile der Pflanze (extraflorale Schauapparate) mit ihrer auffallenden Farbe am Anlockungsgeschäft. Caltha, Helleborus, Aquilegia u. a. haben z. B. corollinisch ausgebildete Kelche. Wenn die Blüten klein sind, so bilden sie gewöhnlich Blütenstände, um durch die Menge zu wirken. Die Köpfchen der Kompositen, Umbelliferen, der Kleearten u. a. wirken durch Häufung der kleinen an und für sich unauffälligen Blüten.

Von F. Plateau wurde betreffs der Anlockung der Insekten der Duft ganz in den Vordergrund gestellt, während er die Farben als bedeutungslos hinstellte. Wenn sich dies durch Experimente auch nicht ganz bestätigen ließ, so muß zugegeben werden, daß der Duft der Blüte besonders aus größerer Entfernung auf die Insekten als Anlockungsmittel wirkt, während die Blütenfarbe besonders den Zweck hat, in der Nähe zu wirken. Besonders die sogenannten „Saftmale" an den Blumenblättern (Viola tricolor) zeigen den Insekten den Weg zum Blütenhonig. Selbst übelriechende Blüten, wie die von Crataegus oxyacantha oder Pirus communis, welche infolge des Gehaltes an Trimethylamin den Geruch nach Häringslacke besitzen, werden von Insekten aufgesucht. Aasartig riechende Blüten werden von Aasfliegen häufig besucht.

Gewöhnlich findet man, daß bestimmte Pflanzen stets von bestimmten Insekten bestäubt werden. Es zeigt sich in den einzelnen Fällen eine gegenseitige Anpassung von Tier und Pflanze.

Liegen die Nektarien frei, dann sind diese allerdings verschiedenen Insekten zugänglich. In vielen Fällen jedoch sind die Nektarien verborgen, so daß sie nur von langrüsseligen Insekten erreicht werden können.

So liegen z. B. bei Lychnis, Sylene, Dianthus etc. die Nektarien so tief, daß sie nur von Schmetterlingen, die ja unter den Insekten den längsten Saugrüssel (bis 8 cm) besitzen, erreicht werden.

Auch unter den Schmetterlingen kann die Pflanze eine Auswahl treffen. Manche Pflanzen (Silene nutans) beginnen erst bei Einbruch der Nacht zu duften, andere

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

(Lonicera Caprifolium) duften nachts stärker als bei Tage. Die Folge davon ist, daß solche Blüten wohl vorzugsweise von Nachtschmetterlingen besucht werden. Bienen und Hummeln besorgen das Bestäubungsgeschäft bei den Labiaten, Papilionaceen und Skrophulariaceen. Die Bienen können mit ihrem kürzeren Saugrüssel nur kurzröhrige Blüten mit Erfolg besuchen.

Der weiße Klee (Trifolium repens), der kürzere Blütenröhren als der rote Wiesenklee (Trifolium pratense) besitzt, wird vorzugsweise von Bienen besucht, während die Hummeln mit ihrem längeren Saugrüssel die bevorzugten Gäste des roten Klees sind.

Viele Pflanzen erleichtern durch ihren besonderen Blütenbau den Insekten das Bestäubungsgeschäft. Auf einige besonders interessante und auffallende Erscheinungen in dieser Art sei im folgenden hingewiesen.

Sehr sinnreich ist z. B. die Blüte der Osterluzei (Aristolochia Clematitis) eingerichtet.

Die in Wirteln stehenden Blüten, die durch ihren Duft die Insekten anlocken, bestehen aus einer engen Blumenröhre, die innen zahlreiche, nach abwärts gerichtete Haare trägt; diese gestatten wohl den Eintritt, nicht aber den Austritt eines Insektes. Unten erweitert sich die Blütenröhre kesselartig und beherbergt die Narbe eines unterständigen Fruchtknotens. Unter der Narbe stehen die Staubblätter. Dadurch und durch den Umstund, daß die Narbe eher konzeptionsfähig wird, als die Staubbeutel stäuben, wird eine Selbstbefruchtung vermieden. Ein Insekt, das nun in die Blüte gelangt ist, kann erst dieselbe verlassen, wenn die Haare der Blumenröhre eingetrocknet sind. Dies geschieht aber erst nach Öffnung der Antheren, also nachdem das betreffende Insekt bei seinen Bewegungen genügend Pollen aufgenommen hat, um damit eine andere Blüte zu befruchten.

Eine andere Einrichtung zeigt der Wiesensalbei (Salvia pratensis). Wenn eine Hummel beim Saugen des Honigs den Grund der in der Oberlippe verborgenen Staubfäden berührt, so treten sie aus ihrem Verstecke hervor und entleeren den Pollen auf den Rücken der Hummel. Kommt nun die Hummel zu einer anderen Blüte, so überträgt sie diesen Pollen auf die aus der Oberlippe derselben hervorragende Narbe.

Sehr interessant sind die Blüten der Orchideen gebaut.

Versucht ein Insekt bei diesen Blüten den Nektar zu erreichen, so bleiben die Pollinarien mittelst ihrer Klebmassen an dessen Kopf oder Rüssel haften und werden in eine andere Blüte vertragen.

Sehr sonderbar ist die Befruchtung beim Feigenbaum. Die wilde Feige bringt männliche und getrennt von diesen weibliche Blütenstände hervor; letztere bilden jedoch keine Früchte aus, sondern in ihnen werden durch den Stich einer Gallwespe (Cynips psenens) Gallen erzeugt. Die aus diesen sich entwickelnden Gallwespen übertragen den Pollen der wilden Feige auf die weiblichen Blüten der kultivierten Feige, welche keimfähige Samen hervorbringt.

Außer den Insekten sind es auch noch bestimmte Vögel, welche die Bestäubung in gewissen Fällen vollziehen. Solche Pflanzen heißen ornithophil.

Hieher gehören mehrere tropische Pflanzen, die von verschiedenen Kolibri-Arten besucht und bestäubt werden. Eine solche Pflanze ist z. B. die in Nicaragua vorkommende Marcgravia, die außerhalb der Blüten Nektarien bildet, in welchen sich Insekten ansammeln, die von den Kolibris aufgesucht und verzehrt werden. Die Befestigung der Blüten ist eine derartige, daß die Kolibris bei jener Arbeit den Pollen mitnehmen und auf andere Blüten übertragen müssen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wir haben gesehen, daß die Pflanzen in den Tieren nicht immer Feinde besitzen, sondern, daß im Gegenteil viele Tiere geradezu Förderer der Pflanzenwelt genannt werden müssen. Denn sie unterstützen zwei wichtige Lebensfunktionen der Pflanze: die Bestäubung und die Verbreitung der Geschlechtsprodukte.

Schließlich mögen noch einige Vorkommnisse erwähnt werden, welche auf eine engere Lebensgemeinschaft zwischen Tier und Pflanze Bezug haben. Es handelt sich da um Erscheinungen, die als Zusammenleben heterogener Organismen von De Bary mit dem Worte „Symbiose" bezeichnet wurden. Es mögen hier jedoch nur die Fälle berücksichtigt werden, wo ein für beide Symbionten förderliches Verhältnis herrscht.

Hieher gehören die Fälle, wo durchsichtige Tiere von einzelligen gelben oder grünen Algen bewohnt werden. So sind oft Radiolarien, Polypen, Turbellarien, Anneliden etc. von Zoochlorellen oder Zooxanthellen, wie man diese Algen nennt, durchsetzt. Diese Vereinigung bezweckt eine gegenseitige Unterstützung durch die Exspirationsprodukte. Die Pflanze assimiliert die vom Tiere exhalierte Kohlensäure, wobei Sauerstoff frei wird, der dem Tiere zukommt. Das Verhältnis ist ein ähnliches, wie jenes, in dem Alge und Pilz stehen, welche uns in ihrer Vereinigung als Flechten entgegentreten.

Um Symbiose handelt es sich auch in den Fällen, wo wir ein Zusammenleben von Pflanzen und Ameisen beobachten können. Zu diesen myrmekophilen Pflanzen gehören aus der Familie der Rubiaceen, Myrmecodia und Hydrophyton, ferner Vertreter aus der Familie der Urticaceen, Euphorbiaceen, Myristicaceen, Verbenaceen und Leguminosen.

Die in Südamerika heimische Cecropia adenops zeigt an bestimmten Stellen des Stammes kleine Grübchen, die von den Ameisen leicht durchbrochen werden, weil gerade an dieser Stelle die sonst den ganzen Stamm durchziehenden Bastfasern nicht ausgebildet sind. An diesen Stellen gelangen die Ameisen leicht in die hohlen Internodien jener Pflanze, die ihnen als Wohnung dient. Die Ameisen schützen die Cecropia vor den schädlichen Blattschneiderameisen. Bemerkenswert sind bei Cecropia auch noch die an der Unterseite der Blattstielpolster ausgebildeten, von Haaren umgebenen „Müller'schen Körperchen", die wohl rudimentäre Sekretionsorgane sein dürften und den Ameisen als Futter dienen.

In den angeführten Fällen treten uns in augenfälliger Weise Tier und Pflanze verbrüdert entgegen. Wir sehen, wie sie sich in ihrem Kampf ums Dasein unterstützen, wie sie gemeinsam wirken und einander ergänzen.

Doch nicht nur in vereinzelten Vorkommnissen zeigt sich das, sondern die Natur im großen zeigt uns überall dasselbe Prinzip, das Prinzip der Arbeitsteilung. —

Welche Faktoren bei diesen Lebensgemeinschaften zusammentreten, ändert sich mit dem Orte und dem Zwecke.

Anders ist das Bild, das z. B. ein Sumpf uns mit seiner Flora und Fauna bietet, anders zeigt sich das Leben, das in der Wiese oder im dichten Walde herrscht. Immer sind die Organismen einerseits ihrem Aufenthaltsorte, anderseits die Organismen untereinander angepaßt. Erst wenn wir das erkennen, wird uns klar, warum die Organismen bestimmte Einrichtungen besitzen, die uns ohne Erkenntnis ihres Zweckes stets unverständlich bleiben müßten.

Mit Recht schreibt Goethe:*) „Die Übereinstimmung des Ganzen macht ein jedes Geschöpf zu dem, was es ist. — Und so ist wieder jede Kreatur nur ein Ton, eine Schattierung einer großen Harmonie, die man auch im großen ganzen studieren muß; sonst ist jedes einzelne ein toter Buchstabe."

*) An Knebel, Mitte Nov. 1784.

Rud. Bertel.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf