Einleitung.

Wer den Wegspuren nachgeht, die den Entwicklungsgang des organischen Lebens erkennen lassen, der trifft überall, sowohl auf dem Gebiete der Stammes- wie auf dem der Einzelentwicklung, auf Wegteilungen, d. h. Stellen, wo aus Formen, die bis dahin einfach oder gleichartig waren, eine Vielheit von verschiedenartigen hervorgeht. Diese Differenzierungsvorgänge mögen zwar in den meisten Fällen von äusseren Entwicklungsbedingungen beeinflusst sein; in ihrer Gesamtheit erscheinen sie als Äusserung eines Triebes, als eine specifische Bethätigung der Schöpferkraft, die durch sie die Erde mit einer unendlichen Mannigfaltigkeit von Lebewesen erfüllt hat. **Differenzierung und Integrierung.**

Der Differenzierung tritt als notwendiges Korrelat die Integrierung gegenüber, das Bestreben, die durch jene erzeugten verschiedenartigen Lebenseinheiten zu Einheiten höheren Grades zusammenzufassen: die Zellen zu Organen, die Organe zu Organismen, die Organismen zu Kolonien, Genossenschaften und Staaten. Sie lässt die Pollenzelle der Blütenpflanzen sich mit der Eizelle zu einer Keimzelle vereinigen, sie hält die eigentümlich differenzierten Polypen und Quallen, die aus dem Stamme einer Röhrenqualle hervorknospen, zusammen und lässt sie wie Organe eines Individuums wirken, sie bringt Ordnung und Zusammenhalt in die Millionen von Zellen, die den menschlichen Körper zusammensetzen, und lässt in ihm Organe entstehen, die ein gesetzmässiges Zusammenwirken der einzelnen Zellen ermöglichen. Im ewigen Widerspiel mit der Differenzierung hält sie das Auseinanderstrebende zusammen und organisiert die Welt des Lebendigen.

Entstehung neuer Lebenseinheiten durch Zusammenfassung verschiedener Arten.

In diesem Bestreben, durch Zusammenfassung von einfacheren Lebenseinheiten solche höheren Grades zu schaffen, beschränkt sie sich nicht auf Lebewesen, die von derselben Mutter abstammen, wie in dem oben erwähnten Beispiel einer Röhrenqualle, oder die der-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

selben Art angehören, wie die Mitglieder eines Ameisenstaates, sondern sie vereinigt auch Individuen verschiedener Arten, unter Umständen sogar Tiere und Pflanzen, zu neuen Lebenseinheiten. Und das geschieht zuweilen in so vollkommener Weise, dass deren genossenschaftliche Natur bis vor wenigen Jahrzehnten von den Forschern nicht erkannt, und, nachdem sie von einigen erkannt war, von anderen bestritten wurde. Man hat diese Formen des Zusammenlebens von Individuen verschiedener Arten je nach den Beziehungen der Genossen zu einander als *Parasitismus, Commensalismus, Epiphytismus, Mutualismus* oder *Symbiose* bezeichnet, aber es ist meines Wissens bisher kein Versuch gemacht, diese Kategorien einer vergleichenden Betrachtung zu unterwerfen und scharf gegen einander abzugrenzen, während es an zusammenfassenden Arbeiten über die einzelnen Kategorien, besonders über den Parasitismus, nicht fehlt.

Die Symbiose in der Litteratur.

Im Vergleich zu diesem ist die Symbiose in auffälliger Weise vernachlässigt. Ausser einigen kurzen gemeinverständlichen Artikeln in illustrierten Zeitschriften fand ich nur eine Arbeit, die sich eingehender mit ihr beschäftigt. Es ist ein Vortrag, den *Oscar Hertwig* auf der 56. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte gehalten hat.[1]) Dabei war seine Absicht, diesem Begriffe, der wenige Jahre vorher von *de Bary* in die Botanik eingeführt war, auch für die Zoologie Bürgerrecht zu verschaffen. Da es ihm weniger darauf ankam, alle bis dahin bekannt gewordenen symbiotischen Genossenschaften zu beschreiben, als den Begriff zu erläutern, so beschränkte er sich auf die Besprechung weniger Fälle, unter denen er die Symbiose der Actinien mit gelben Algenzellen, die er in Gemeinschaft mit seinem Bruder Richard kurz vorher entdeckt hatte, besonders eingehend erörterte. Er unterscheidet eine Symbiose im weiteren Sinne, zu der er auch den Parasitismus zählt, und die *mutualistische Symbiose,* die dasselbe bezeichnet, was seither von der Mehrzahl der Autoren als Symbiose schlechthin benannt wird.

Uberblickt man die Litteratur der letzten zwei Jahrzehnte, soweit sie das Genossenschaftsleben der Tiere zum Gegenstande hat, so wird man kaum zwei Autoren finden, die in der begrifflichen Auffassung der Symbiose völlig übereinstimmen. *Forel,* um ein Beispiel zu nennen, gebraucht diese Bezeichnung nur für die Fälle, in denen jeder Genosse den andern zum Leben unbedingt nötig hat, während *Wasmann* sie für alle Genossenschaften verschiedener Arten, also auch für den Commensalismus und den Parasitismus, anwendet.

[1]) Die Symbiose oder das Genossenschaftsleben im Tierreich. Jena 1883.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Diese Unsicherheit und Divergenz in der begrifflichen Auffassung der Symbiose rechtfertigt den Versuch, auf Grund der typischen Vorkommnisse die wesentlichen Merkmale für diesen Begriff festzustellen, ihn gegen die verwandten Kategorien abzugrenzen und die wichtigsten, bisher beobachteten Fälle, die in seinen Bereich fallen, zu erörtern und einzuordnen. Wenn ich mich nun auch bei dieser Grenzregelung auf die Fälle beschränken musste, in denen wenigstens der eine Genosse dem Tierreiche angehört, so schien es mir doch geraten, zur Begriffsbestimmung auf diejenigen typischen Vorkommnisse zurückzugehen, für die diese Bezeichnung „Symbiose“ zuerst angewandt ist, und das waren die als Flechten bezeichneten Genossenschaften.

Notwendigkeit einer Definition.

Die Flechten sind bekanntlich, so sehr sie äusserlich den Eindruck eines einheitlichen Organismus machen, zusammengesetzt aus Pilzen und Algen, die dauernd und unauflöslich mit einander verbunden sind. Zwar können die Flechten-Pilze für sich gezüchtet werden, aber in der Natur sind sie nur mit Algen verbunden zu finden, und zwar beginnt die Genossenschaft mit den ersten Zellteilungen der aus den Pilzsporen hervorsprossenden Hyphen. Nur in seltenen Fällen wandern, wie Frank für Graphis scripta und Arthonia vulgaris nachgewiesen hat, Gonidien, die in diesem Falle ästige Fäden bilden, in den fertigen Pilzthallus ein. Der Pilz bestimmt die äussere Gestalt und das gesamte Aussehn der Flechte, da seine Hyphen die Algenzellen völlig umwachsen. Dafür räumt er jedoch den Algenzellen den günstigsten Platz unmittelbar unter der Oberfläche ein, wo sie das für die Assimilation nötige Licht finden.

Die Flechten als typisches Beispiel für die Symbiose.

Zu diesen morphologischen Merkmalen kommt noch als wichtigstes Moment die gegenseitige Ergänzung in ihren Lebensfunktionen.

Der Pilz liefert der Alge Wasser und mineralische Stoffe, während diese Kohlensäure aus der Luft aufnimmt und durch die Assimilation organische Stoffe erzeugt, deren Überschuss dem Pilze zu gute kommt. Dass diese Verbindung beiden Genossen zum Vorteil gereicht, beweist schon ihr fröhliches Gedeihen, während das Wachstum und die Sporenbildung nachlassen, sobald die Genossen genötigt werden, jeder für sich zu leben.

Durch die Verbindung kommt eben ein neues Lebewesen zu stande, dem eine höhere und vielseitigere Lebensfähigkeit innewohnt, als jedem Teilhaber für sich. Sind doch die Flechten imstande,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

an Orten zu gedeihen, wo keine andere Pflanze leben kann, z. B. an den Felswänden des Hochgebirges oberhalb der Schneegrenze.

Auch zeigen gewisse Anpassungserscheinungen, wie die Erzeugung von Soredien, d. h. von Keimgenossenschaften, in denen eine oder einige Algenzellen mit Hyphen vereinigt sind, dass die Verbindung für beide Teile von Vorteil ist.

Als *wesentliche Merkmale* für die Genossenschaftsbildung der Flechten ergeben sich demnach:

1) *die Konstanz und Gesetzmässigkeit der Verbindung* und
2) *die gegenseitige Ergänzung und Förderung in wesentlichen Lebensfunktionen,* und daraus lässt sich die Symbiose definiren als *die gesetzmässige und dauernde Verbindung von Lebewesen verschiedener Art, die sich in wesentlichen Funktionen gegenseitig ergänzen und fördern.*

Nachweis der Symbiose.

So leicht es ist, aus einem typischen Beispiele eine Definition abzuleiten, so schwierig ist es, im einzelnen Falle festzustellen, ob es sich um wirkliche Symbiose handelt. Es ist für diese Entscheidung fast unumgänglich notwendig, die Genossenschaft im lebenden Zustande zu beobachten. Verhältnismässig leicht und sicher ist der Nachweis da, wo es sich um einen einfachen chemisch nachweisbaren *Stoffaustausch* zwischen den Genossen handelt, also besonders bei Pflanzen und niederen Tieren. Auch gewisse aus dem Zusammenleben sich ergebende *Anpassungserscheinungen* lassen zuweilen auf das Vorhandensein einer echten Symbiose schliessen, wie z. B. die als Keimgenossenschaften zu deutenden *Soredien* der Flechten und die *extranuptialen Honigdrüsen der Ameisenpflanzen.* Dabei ist jedoch zu beachten, dass auch der Parasitismus und der Commensalismus oft ähnliche Anpassungserscheinungen hervortreten lassen.

Bei höher organisierten Tieren verhelfen uns oft bestimmte *Willensacte* der Genossen zu der richtigen Entscheidung. Wenn z. B. der *Einsiedlerkrebs* seine Freundin, die *Adamsia palliata* bei jedem Wohnungswechsel von dem bisher bewohnten Schneckengehäuse ablöst, um sie auf das neue zu übertragen, so liegt darin ein psychologischer Beweis für das Interesse, das der Krebs an der Genossenschaft hat. Die Juristen würden es eine konkludente Handlung nennen.

Häufig gelingt es auch, die Genossen für sich zu züchten, und dann giebt deren mehr oder weniger gutes Gedeihen einen Anhalt für die Beantwortung der Frage, ob die Vergesellschaftung für beide Teile notwendig oder von Vorteil ist.

Verhältnis der Symbiose zu sonstigen Genossenschaften.

Von den übrigen Verbindungen verschiedenartiger Genossen wird die als *Commensalismus* bezeichnete am leichtesten und häufigsten

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

mit der echten Symbiose verwechselt. Er bietet oft dasselbe äussere Bild, wie jene. Die Genossen sind dauernd und gesetzmässig mit einander verbunden, zeigen mancherlei Anpassungsmerkmale und gedeihen in dieser Verbindung auf das beste. Biologisch ist jedoch der Commensalismus von der Symbiose zu unterscheiden, da bei ihm nur dem einen Genossen aus dem Zusammenleben ein Vorteil erwächst, während der andere die Kosten trägt.

Der Commensalismus bildet den Übergang von der Symbiose zum *Schmarotzertum*. Er wird zur Symbiose, wenn der Mitesser sich zu einer Gegenleistung versteht, zum Parasitentum dagegen, wenn er sich nicht damit begnügt, die Beute mit zu verzehren, sondern vom lebenden Körper seines Genossen selbst zehrt. Dass diese Übergänge nicht nur begrifflich konstruierbar, sondern in der Natur anzutreffen sind, braucht wohl kaum erwähnt zu werden.

Ein andrer Übergang führt von der Symbiose zu jener Vergesellschaftung, die der Botaniker als *Epiphytentum,* der Zoologe als *Wohnungsparasitismus* oder *Synoekie*, auf deutsch *Hausgenossenschaft* bezeichnet. Sie wird dadurch characterisiert, dass der eine Genosse, der Hauswirt, dem andern gutwillig Wohnung gewährt, ohne dass dieser ihn dafür irgendwie entschädigt.

Drängt sich der Mieter seinem Hauswirt auf und schädigt ihn dadurch wesentlich, so wird die Synoekie zur *Synechtrie.*

Nach einer dritten Richtung hin geht die Symbiose in dasjenige Genossenschaftsverhältnis über, welches beispielsweise zwischen den Honig suchenden Insecten und insectenblütigen Pflanzen besteht, ein Verhältnis, für welches bisher keine besondere Bezeichnung gebräuchlich ist. Es stimmt insofern mit der Symbiose überein, als die Genossen sich in wesentlichen Funktionen ergänzen und fördern, aber es treten nicht wie bei jener bestimmte Individuen mit einander in dauernde Verbindung, sondern es findet ein beständiger Wechsel in der Beteiligung statt. Die Biene, die, um ein Beispiel zu nennen, soeben eine Lamiumart besucht hat, nascht im nächsten Augenblicke an einer Lindenblüte, während jener Bienensaug vielleicht von einer zweiten, einer anderen Art angehörenden Biene besucht wird. Im Gegensatz zum Schmarotzertum ist hier also das biologische Merkmal der Symbiose vorhanden, während das morphologische, die dauernde und gesetzmässige Verbindung der Genossen, fehlt. Ich kann mich daher der Auffassung von *P. Hentschel,*[1]) der dieses Verhältnis als Symbiose bezeichnet, nicht

[1]) Paul Hentschel: Symbiose. „Die Natur.“ Jahrgang 47 p. 295 u 303.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

anschliessen. Was die Kategorie bei dieser Auffassung an Geltungsbereich gewinnen würde, würde sie an Bestimmtheit und damit an Brauchbarkeit einbüssen, denn man müsste sie folgerichtig auf alle Fälle ausdehnen, in denen verschiedene Lebewesen sich gegenseitig im Kampfe ums Dasein unterstützen. Für derartige Verhältnisse würde sich vielleicht die von van Beneden stammende Bezeichnung „*Mutualismus*“ am besten eignen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf