

III. Kapitel.

Die allgemeinen Lebensbedingungen der Tiere.

Wir haben im vorigen Kapitel die Frage nach dem Ursprunge des Lebens berührt und gesehen, daß darauf nur durch eine mehr oder weniger wahrscheinliche Hypothese eine Antwort gegeben werden kann. Wir neigten der Annahme zu, daß im Anfange aus anorganischer Substanz organische ihren Ursprung genommen hat unter Bedingungen, welche wir nicht zu beurteilen vermögen und die nach unseren Erfahrungen in der Jetztzeit nicht zu verwirklichen sind. Und doch müssen wir gerade den Unterschied zwischen der verschiedenen Zusammensetzung organischer und anorganischer Substanz hervorheben, wenn wir die lebenden Naturkörper den toten gegenüberstellen, wie wir ganz allgemein zu thun pflegen. Dieser scheinbare Widerspruch braucht darum noch kein wirklicher zu sein, weil wir bis jetzt nicht imstande gewesen sind, lebende Substanz durch chemische Zusammensetzung zu fabrizieren; denn diese Ohnmacht müssen wir auch manchen anorganischen Stoffen gegenüber anerkennen. Genug, wir müssen das Leben als etwas Gegebenes hinnehmen und uns damit begnügen, den Lebensbedingungen und Lebenserscheinungen nachzuforschen, ein Bestreben, bei welchem wir gleichfalls noch vielfach auf unsicheren Füßen stehen.

Wenn wir in den nachstehenden Erörterungen versuchen wollen, uns ein Bild von den notwendigen Lebensbedingungen der Tiere zu entwerfen, so liegt wohl zuerst die Frage nahe: „Was ist Leben?“ Wenn wir dieselbe in ihrem ganzen Umfange beantworten, das eigentliche Wesen des Lebens erklären könnten, so wären wir sicherlich auch in der glücklichen Lage, auf künstlichem Wege lebende Wesen zu erzeugen. Aber in dieser Unfähigkeit liegt ja gerade das große Rätsel der Physiologie. Wir erkennen nur die Lebensbethätigungen und suchen diese mit Recht auf mechanische Gesetze zurückzuführen, diese selbst aber

sind für uns angenommene Größen, mit denen wir rechnen und rechnen müssen, ohne ihnen bisher durch eine Erklärung näher getreten zu sein.

Unter Leben verstehen wir eine Summe von physikalischen und chemischen Vorgängen, welche sich an gewissen materiellen Einheiten vollziehen. Damit leugnen wir zunächst jene mystische Lebenskraft, welche in früherer Zeit herangezogen wurde, um den Bewegungserrscheinungen im Organismus Ausdruck zu geben. Die Annahme einer zweckmäßig wirkenden Kraft ist eine Erfindung des Mittelalters, sie war vorher nicht bekannt und ist in unseren Tagen glücklicherweise von neuem verbannt. Dieselben Kräfte, welche in der übrigen Natur herrschen, sind auch in den lebenden Wesen thätig.

So muß es also wohl die Materie sein, welche uns die Berechtigung giebt, organische und anorganische Naturkörper einander gegenüberzustellen. Und doch giebt es in Wirklichkeit keinen chemischen Grundstoff, welcher den Organismen eigentümlich ist: alle Elemente, welche in den Aufbau einer Pflanze oder eines Thieres eingehen, finden sich auch in der sogen. toten Natur. Es sind aber durchaus nicht alle chemischen Grundstoffe, welche in den Aufbau der Organismen eingehen, sondern hauptsächlich nur die folgenden: Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, wozu sich häufig noch Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Chlor und Eisen gesellen. Es sind nicht die Grundstoffe selbst, welche organische und anorganische Materie zu unterscheiden erlauben, sondern lediglich die Art und Weise, wie dieselben in den beiderlei Naturkörpern miteinander vereinigt sind. Daraus folgt dann wieder ein verschiedenes Verhalten der letzteren gegenüber der Außenwelt. Die anorganischen Körper befinden sich in einem Zustande beharrlicher Ruhe; die einzelnen Teile ihrer gleichmäßigen Masse bleiben solange im ruhigen Gleichgewichte ihrer Kräfte, als nicht äußere Einflüsse die Einheit des Ganzen stören. Die Organismen dagegen befinden sich in einer Form von Be-

wegung, welche in einem beständigen Wechsel der inneren Teile mit Stoffen der Außenwelt hervortritt, sie entwickeln sich, ernähren sich, pflanzen sich fort und sind meist aus ungleichartigen Teilen zusammengesetzt. Diese Unterschiede beruhen aber eben auf nichts anderem als auf der Vereinigung der chemischen Grundstoffe, welche in den Organismen eine andere ist als in den anorganischen Körpern.

Demnach haben wir die ersten Lebensbedingungen der Organismen in ihrem Aufbau selbst zu suchen und können diese als innere den äußeren Lebensbedingungen gegenüberstellen.

Unter den namhaft gemachten Grundstoffen des Organismus nimmt der Kohlenstoff eine ganz besonders wichtige Stellung ein. Derselbe kehrt in allen Organismen wieder, so daß man den Ausdruck organische Verbindungen und Kohlenstoffverbindungen vollständig gleichbedeutend gebraucht. Die Eigentümlichkeit des Kohlenstoffes besteht in seiner Fähigkeit, mit anderen Elementen sehr zusammengesetzte Verbindungen einzugehen, die ihrerseits wiederum durch leichte Zersezbarkeit ausgezeichnet sind. Unter diesen organischen Verbindungen, welche den anorganischen gegenüber im allgemeinen einer höheren Ordnung angehören, behaupten die erste Stelle die Eiweißkörper, deren molekulare Zusammensetzung noch in Dunkelheit gehüllt ist. Als Proto- plasma ist das Eiweiß die Grundlage einer jeden Zelle und kann geradezu als Substrat des Lebens bezeichnet werden. Diesen stickstoffhaltigen Substanzen stehen die stickstofffreien Fette und Kohlehydrate gegenüber, welche für die Organismen gleichfalls von größter Bedeutung sind.

In der chemischen Zusammensetzung erkennen wir also die erste Bedingung der lebenden Materie. Damit hängen aber andere Eigentümlichkeiten zusammen. Die organische Substanz zeigt einen ganz besonderen Aggregatzustand: sie ist festflüssig, befindet sich im Zustande der Quellung, d. h. sie hat die Eigenschaft, Wasser in die Zwischenräume ihrer Moleküle aufzunehmen. Dadurch wird wiederum eine eigene Art des

Wachstums der Lebewesen bedingt. Die Größenzunahme beruht nicht allein auf einer Anlagerung neuer Massenteilchen, wie bei einem Kristalle, sondern auf einer Aufnahme derselben zwischen die bereits vorhandenen Moleküle; es ist ein Wachstum durch Intussusception. Und hieraus endlich ist es zu erklären, daß die organischen Formen nicht von geraden Flächen, die unter bestimmten Kanten aneinander stoßen, begrenzt werden, sondern eine viel wechselndere Gestalt aufzuweisen haben und nur im allgemeinen auf mathematische Grundformen zurückführbar sind.

Schließlich tritt uns auch darin ein wesentlicher Unterschied zwischen Organismen und anorganischen Körpern entgegen, daß die ersteren nicht aus einer gleichmäßigen Masse bestehen, sondern sich aus verschiedenartigen, einander untergeordneten Einheiten aufbauen, deren einfachste die Zelle ist.

Die Zellen verdienen mit Recht die Bezeichnung „Elementarorganismen“, weil sie nicht nur als Bausteine Tiere und Pflanzen zusammensetzen, sondern alle jene Leistungen vollziehen, welche in ihrer Gesamtheit die Lebenserscheinungen derselben ausmachen. Und eine solche Zelle ist, wie wir bei einer früheren Gelegenheit kennen lernten, im einfachsten Falle nichts anderes, als ein Klümpchen eiweißartiger Substanz, des Protoplasmas, welches häufig im Innern einen Kern enthält und nach außen durch eine Membran begrenzt sein kann. Diese kleinen Gebilde sind es, welche Nahrung aufnehmen, wachsen, sich fortpflanzen, sich bewegen, empfinden, von welchen auch die Thätigkeiten des Geistes ihren Ausgang nehmen. Wenn sie dies alles in einem zusammengesetzten Organismus zu leisten imstande sind, so kann es uns auch nicht verwundern, daß sie unter Umständen für sich allein ein Lebewesen vorstellen, welches in sich alle Leistungen vereinigt, die bei den zusammengesetzten Lebewesen auf Millionen und Milliarden von Zellen übertragen sind. Nur die wenigsten Tiere sind auf dem Zustande einer einfachen Zelle stehen geblieben (Protozoen oder Urtiere); die meisten (Metazoen) bauen sich aus unendlich zahlreichen dieser kleinen Gebilde auf. Die-

selben lagern sich zunächst zu Geweben aneinander, welche wiederum die Organe und Organsysteme bilden. Die vegetativen Funktionen, welche die Tiere mit den Pflanzen gemeinsam haben, werden vermittelt durch die Organe der Ernährung, der Atmung, der Circulation und der Abscheidung. Den spezifisch tierischen Funktionen der Bewegung und Empfindung dienen die Muskel- und Nervenapparate.

Die Nahrungsstoffe werden selten einfach durch die Haut mittelst Endosmose oder direkt in den Zellenleib aufgenommen; meist dient dazu ein besonderer Darmkanal, mit welchem gewöhnlich Einrichtungen zur Ergreifung und Zerkleinerung, zur Verflüssigung und zur Aufsaugung der Nahrung im Zusammenhange stehen. Die für den Körper gewonnene Nahrungsflüssigkeit bewegt sich meist in besonderen Kanälen, oft unter der Einwirkung eines Centralorgans (Herz) als Blut in der Leibeshöhle umher und gelangt so an alle Organe und Gewebe des Körpers. Der Sauerstoff wird aus der Luft oder aus dem Wasser entweder auch nur durch die Körperbedeckung oder mit Hilfe besonderer Athmungsorgane aufgenommen, während die für den Organismus unbrauchbare Kohlensäure auf demselben Wege nach außen abgeschieden wird. Die stickstoffhaltigen Zerfallsprodukte gelangen auf eigenen Wegen ebenfalls nach außen.

So verteilen sich die verschiedenen Funktionen, welche bei den einzelligen Tieren dem Protoplasma selbst zufallen, auf eine Anzahl von Organen, welche in den einzelnen Tiergruppen einen einfacheren oder verwickelteren Bau aufweisen können und immer mit den bestimmten, an sie gestellten Anforderungen im Leben der betreffenden Tiere Hand in Hand gehen. Da ein jedes Geschöpf nur dann funktionieren kann, wenn die einzelnen Organe in gehöriger Weise zusammenwirken, so haben wir natürlich auch in dem bald einfacheren, bald zusammengesetzteren Baue, d. h. in der für jede Tierform charakteristischen Organisation eine innere Lebensbedingung derselben zu erkennen.

Ein Naturkörper, welcher die im Vorhergehenden hervorgehobenen Eigentümlichkeiten besitzt, welcher aus höheren Kohlenstoffverbindungen besteht, mit der Außenwelt einen Wechselverkehr unterhält, aus verschiedenen, einander untergeordneten Einheiten zusammengesetzt ist, ein solcher Naturkörper wird Organismus genannt, d. h. er besitzt infolge der Anordnung seiner Stoffteilchen und der in denselben waltenden Kräfte die Fähigkeit, zu leben. Warum dies alles so ist? bleibt uns ein Rätsel. „Was erteilt den Anstoß? — so fragt mit Recht ein bekannter Physiolog — Was zwingt die Stoffe sich so zu ordnen, daß Leben daraus resultiert? Vergebens tastet die Chemie nach einer Antwort.“

Ein wenig besser sind wir gestellt, wenn wir nach den äußeren Lebensbedingungen eines Tieres gefragt werden. Wir wissen, daß ein jegliches Lebewesen nur unter ganz bestimmten Verhältnissen das bleibt, was es ist. Als wir oben von dem Wesen des Organismus sprachen, mußten wir u. a. den beständigen Wechselverkehr desselben mit der Außenwelt, jene Form von Bewegung, welche man Stoffwechsel nennt, betonen. Damit sind wir notwendig auf die Frage nach den Bedingungen hingewiesen, unter welchen ein Organismus leben bleibt, unter welchen er anders ausgedrückt, seine Eigenschaft als lebendes Wesen bethätigen kann. Die Notwendigkeit eines Wechselverkehrs der Lebewesen mit der Außenwelt wird uns sofort als selbstverständlich vor Augen treten, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß jedes Tier und jede Pflanze ihren Ursprung aus sehr geringen Anfängen nehmen, daß sie sich entwickeln und wachsen müssen; dazu bedürfen sie eine Zufuhr von Bildungstoff von außen her. Aber auch wenn sie erwachsen sind, ist ein solcher noch notwendig; denn bei allen Lebensthätigkeiten wird Substanz verbraucht, sofern die Leistungsfähigkeit eines Organismus nicht gestört werden soll. Wir haben bereits in unserem ersten Kapitel auf die Vorgänge des Stoffwechsels hingewiesen und dabei auch hervorgehoben, daß derselbe bei den Pflanzen im allgemeinen in anderer Weise

als bei den Tieren verläuft. Wir beschränken uns jetzt auf die letzteren allein und erinnern noch einmal an die Lebenserscheinungen eines solchen.

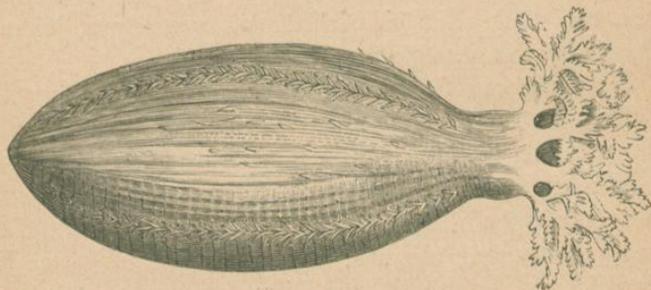
Das Tier ist, nach seinen mechanischen Bewegungsvorgängen beurteilt, eine Kraftmaschine, welche von außen geheizt, d. h. mit Nahrungsstoffen versehen werden muß, wenn sie arbeiten, d. h. leben soll. Die aufgenommenen festen Substanzen werden im Innern des Körpers verbrannt, indem sie sich mit dem eingeatmeten Sauerstoffe verbinden. Durch diesen Verbrennungsprozeß werden die Muskel- und Nerventhätigkeiten erzeugt und wird Wärme gebildet. Die Nahrungsmittel sind Spannkräfte, welche durch die Spaltung, welche sie im Körper erfahren, in lebendige Kräfte verwandelt werden. Das Maß beider steht in einem direkten Verhältnisse; denn wie in der gesamten übrigen Natur, so gilt auch für die Lebenserscheinungen das Gesetz von der Erhaltung der Kraft. Die Natur eines jeden Tieres hat das Bestreben, ein dynamisches Gleichgewicht herzustellen zwischen dem Stoffverbrauche und dem Ersatz desselben. Wenn ein solches wirklich vorhanden ist, so findet ein körperliches Behagen statt, wenn es fehlt, so tritt das Gefühl des Hungers und Durstes ein. Deshalb bestehen die wesentlichsten äußeren Lebensbedingungen der Tiere in der Herstellung des Gleichgewichts zwischen Einnahme und Ausgabe bei der Haushaltung im Organismus, in der Zufuhr von Nahrungsstoffen im weitesten Sinne des Wortes. Darunter fassen wir zusammen feste Nahrung, welche wir fortan ausschließlich als Nahrung bezeichnen wollen, flüssige Nahrung: Wasser, und gasförmige Nahrung: Sauerstoff.

Betrachten wir nunmehr diese einzelnen Lebenserfordernisse etwas genauer, um bei dem Gemeinsamen für alle Tiere die große Mannigfaltigkeit für die einzelnen Formen einigermaßen kennen zu lernen. Wir beginnen mit der Nahrung der Tiere.

Daß dieselbe im allgemeinen eine andere ist als diejenige der Pflanze, haben wir bereits hervorgehoben, als wir von den Unterschieden beider Naturreiche sprachen. Das Tier bedarf vor

allen Dingen organische Substanz zu seiner Ernährung, weil es nicht imstande ist, solche im eigenen Körper aus anorganischen Stoffen zu bilden. Dies ist die Fähigkeit der Pflanze, daher stammt alle tierische Nahrung aus dem Pflanzenreiche und wird entweder direkt aus demselben aufgenommen oder durch Vermittelung anderer Tiere, welche ihren Körper in dieser Weise aufgebaut haben. Man könnte meinen, daß gewisse Tiere keine organische Nahrung bedürfen, weil sie scheinbar nur unorganische Stoffe zu sich nehmen. Der Regenwurm und manche andere Würmer, sowie fast alle Seegurken (Holothurien) — Fig. 33

Fig. 33.



Eine Seegurke. (*Pentacta frondosa*.)

zeigt uns einen Vertreter dieser Echinodermenklasse — fressen Erde und Sand, womit man ihren Magen fast allezeit angefüllt findet. Man darf aber nicht vergessen, daß bei dem ununterbrochenen Untergange organischer Wesen und bei dem stetigen Zerfalle ihrer Leiber überall organische Bestandteile im Boden vorhanden sind; und allein diese, nicht der Schmutz, mit welchem vermischet sie in den Darm eingeführt werden, dienen jenen Tieren zur Ernährung. Es giebt sogar erdeessende Menschen, wie namentlich die Ottomaken — unsere bleichsüchtigen jungen Damen haben gleichfalls sehr häufig einen eigenen Appetit danach. Dieselben befinden sich natürlich in der gleichen Lage wie die Regenwürmer,

sofern in dieser nur neben organischen Stoffen genossenen anorganischen Substanz überhaupt etwas Ernährendes enthalten ist.

Eine ähnliche Ausnahme scheinen die Bewohner der Tiefsee zu bilden, für welche an ihrem Aufenthaltsorte keine organische Nahrung zubereitet wird; denn Pflanzen können in jenen lichtlosen Sphären nicht mehr existieren. Man war früher der Meinung, daß diese Tiere selbst imstande wären, organische Stoffe durch ihre eigene Lebensthätigkeit zu bilden, wie es die Pflanzen thun. Die Überlegung und das Experiment haben aber gezeigt, daß aus höheren Regionen des Meeres pflanzliche und tierische Stoffe durch Senkströme stetig auf den Meeresboden geführt werden und hier oft fußhohe Schichten von Schlick bilden, von welchen sich die Tiefseebewohner ernähren, sofern sie nicht mit anderen ihresgleichen den Hunger stillen.

So bleibt es also ein Gesetz, daß alle Tiere organische Substanz zur Nahrung bedürfen. Es ist aber bekannt, daß die Nahrungsmittel derselben ganz außerordentlich verschieden sind. Es giebt keinen tierischen oder pflanzlichen Stoff, der nicht von diesem oder jenem Tiere genossen würde. Das eine lebt von lebenden, das andere von abgestorbenen Stoffen, das eine frißt bloß Pflanzen, ein zweites bloß Tiere, ein drittes ist bald auf diese, bald auf jene Nahrungsquelle angewiesen; das eine wählt eine ganz bestimmte Pflanze oder ein ganz bestimmtes Tier und macht häufig auch da noch zwischen den einzelnen Organen einen Unterschied, ein anderes ist weniger wählerisch und frißt mit Stumpf und Stiel, was ihn vor den Mund kommt. Natürlich bedingt eine so außerordentlich mannigfaltige Nahrung auch eine Verschiedenheit in der Organisation der Tiere.

Einige wenige Beispiele aus der Klasse der Säugetiere mögen dies erläutern. Der Löwe hat ein Gebiß mit scharfen Schneidezähnen, mächtigen spitzen Eckzähnen, spitz höckerigen Backzähnen — alles geeignet, die Beute zu erfassen und zu zerreißen. Dementsprechend ist das Kiefergelenk ein sehr festes, die Kaumuskel sind sehr kräftig, der Darm ist dickwandig und erreicht eine ver-

hältnismäßig geringe Länge. Ein Wiederkäuer hat breite stumpfe Zahnkronen zum Zermahlen der Pflanzennahrung; ein seitlich verschiebbares Kiefergelenk, einen zusammengesetzten Magen, einen außerordentlich langen und viel dünnwandigeren Darm. Das Gebiß und Kiefergelenk der Nagetiere ist wiederum anders gestaltet. Es ist eben alles der bestimmten Lebensweise angepaßt.

Daher erreicht trotz der so unendlich verschiedenen Nahrungsmittel jedes Tier seinen Zweck: es erhält sich am Leben. Diese einfache Thatsache weist uns mit Notwendigkeit auf die Annahme hin, daß in allen Nahrungsmitteln, welche die Tiere genießen, bestimmte Stoffe vorhanden sein müssen, welche überall wiederkehren und das eigentlich Ernährende sind. Und so ist es in der That. Ganz im allgemeinen gesprochen, können wir diejenigen Substanzen dafür in Anspruch nehmen, aus welchen der tierische Körper zusammengesetzt ist, nämlich Eiweißstoffe, Fette und Kohlehydrate. Die ersteren enthalten im Gegensatz zu den beiden anderen Stickstoff außer Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel und Phosphor. Die Kohlehydrate enthalten Sauerstoff und Wasserstoff in solchem Verhältnis, daß diese zusammen Wasser bilden könnten und treten meist als Stärkemehl, Zucker, Cellulose auf.

Diese hauptsächlichsten Nährstoffe haben selbst wieder einen verschiedenen Nährwert, können aber je für sich allein auf die Dauer zur Ernährung nicht ausreichen; sie finden sich gewöhnlich in den Nahrungsmitteln in einer für den tierischen Körper sehr zweckmäßigen Mischung. Wir dürfen wenigstens für den Menschen behaupten, daß er in dieser Hinsicht instinktiv, d. h. infolge der langen Erfahrung das richtige zu treffen weiß, und die von ihm erfundene „Kochkunst bietet das bewundernswürdige Beispiel eines Instinktes, der unter der alleinigen Führung des Geschmacksinnes und der Hunger- und Durstempfindung praktisch die Resultate der heutigen Wissenschaft antizipiert hat.“ Die übrigen Tiere, welche ihre Nahrung im rohen Zustande genießen, werden wahrscheinlich in gleicher Weise instinktiv auf die

richtigen Mischungsverhältnisse der Nahrungsstoffe hingeleitet werden.

Außer den drei genannten Gruppen von Nahrungsstoffen sind aber auch eine Anzahl anorganischer Körper für die Ernährung von höchster Wichtigkeit. Es sind jene, welche wir früher gleichfalls als Bestandteile des tierischen Körpers kennen gelernt haben. Dieselben sind teilweise in den übrigen Nahrungsmitteln enthalten oder werden gesondert aufgenommen, wie dies namentlich für Kalk und Salz hinlänglich bekannt ist. Sie haben in gewissem Sinne eine höhere Bedeutung als die organischen Nahrungsstoffe, weil sie sich gegenseitig niemals zu ersetzen vermögen, während Kohlehydrate und Fette für einander eintreten können.

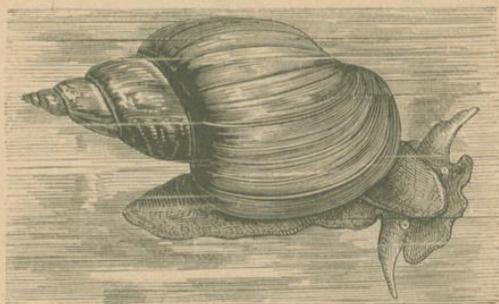
Wenn wir uns darüber klar geworden sind, daß in allen tierischen Nahrungsmitteln die nötigen Nährstoffe enthalten sind, so wird es uns auch leichter begreiflich sein, daß die Tiere in vielen Fällen imstande sind, ihre gewöhnliche Nahrung mit anderer zu vertauschen. Dies wird freilich nur in einer bestimmten Ausdehnung möglich, weil, wie wir vorhin sahen, mit der Nahrung die ganze Organisation mehr oder weniger eng verbunden ist. Und doch muß man daran erinnern, daß die Verwandtschaft der Tiere, also die systematische Stellung durchaus nicht immer mit Sicherheit auf eine bestimmte Nahrung schließen läßt. So hat man beobachtet, daß die durch ihre Zungenbildung auf Pflanzenkost angewiesene Teichhornschnecke (*Limnaeus stagnalis*) (Fig. 34) mit Vorliebe kleine Wassersalamander verzehrt, während alle ihre Verwandten von Vegetabilien leben. Manche Schmetterlingsraupen, die im Freien Blätter und Wurzeln verzehren, fressen sich gegenseitig auf, wenn man sie einsperrt. Die meisten Holothurien fressen Sand, eine Art nährt sich von Meeresalgen. Das Uistitiäffchen (*Jachus vulgaris*) hat eine besondere Liebhaberei für Küchenschaben, während seine Verwandten von Früchten leben.

Immerhin hängt aber die gesamte Organisation im allgemeinen so sehr mit der Nahrung zusammen, daß eine Ver-

änderung der Gewöhnung nur eine beschränkte sein kann. Natürlich sind in dieser Beziehung diejenigen Tiere, welche nur eine ganz bestimmte Kost genießen (Monophagen), schlechter gestellt als die vielerlei fressenden Tiere (Polyphagen); für jene sind die Ernährungsbedingungen viel beschränkter und die Gefahr, zu verhungern, viel größer als für diese. Daß aber dennoch ein ziemlich bedeutender Spielraum möglich ist, wird uns durch eine Anzahl von Beispielen bewiesen werden.

Auf Neuseeland lebt ein merkwürdiger schwarzer Papagei (*Nestor meridionalis*), welcher sich früher, seiner pinselartigen

Fig. 34.



Teichhornschnecke. (*Limnaeus stagnalis*.)

Zunge entsprechend, von Blütenäften nährte, in neuerer Zeit aber die Gewohnheit angenommen hat, das frische Blut geschlachteter Schafe zu lecken, ja sogar die lebenden Tiere in der Bier nach diesem Genusse anzuzapfen. Dadurch wird er den Schafherden sehr gefährlich und ist Gegenstand eifriger Verfolgung geworden, wodurch leider seine ganze Existenz in Frage gestellt wird. Unsere Figur 35 stellt diesen interessanten Vogel vor. Der Schweifbiber (*Myopotamus coypu*), ein Nagetier Südamerikas, frisst für gewöhnlich nur Pflanzenwurzeln, hat sich aber auf den Chonosinseln an Schnecken gewöhnt, welche ihm an der Meeresküste leicht zu gebote stehen.

Professor Semper in Würzburg, welchem wir viele interessante Mitteilungen über die „Existenzbedingungen der Tiere“ verdanken, berichtet etwas Ähnliches von einem anderen Nagetiere, dem wegen seiner Stimme sogen. Prairiehunde (*Cynomys ludovicianus*), welcher mit unseren Murmeltieren nahe verwandt ist.

Fig. 35.



Nestor meridionalis.

Der genannte Forscher hält davon ein Pärchen in der Gefangenschaft und hat dieselben Hans und Gretel getauft. Während sich das sanftere Weibchen, der Nagetiernatur angemessen, auf Pflanzkost beschränkt, frisst der ungestüme Gatte mit Vorliebe alles Tierische, fängt womöglich die Fische und Krebse aus den Zimmeraquarien heraus.

Inwieweit diese ungewöhnliche Nahrung auf den Organismus der erwähnten Tiere etwa verändernd einwirkt, wissen wir bis jetzt nicht, doch fehlt es auch nicht an Beispielen, wo der Nahrung ohne Zweifel ein solcher Einfluß zuzuschreiben ist.

Ein englischer Anatom (Hunter) hat eine Seemöve (*Larus tridactylus*), welche für gewöhnlich von Fischen lebt und demgemäß im Magen eine weiche Schleimhaut besitzt, ein Jahr lang mit Körnern gefüttert und beobachtet, daß sich dadurch der

Fig. 36.



Wärenspinner (*Eupropia caja*) Falter mit Raupe (nat. Gr.).

Magen im Innern mit einer festen Hornschicht (*Cuticula*) bekleidet, wie sie den Körnerfressern allgemein zukommt. Von derselben Möve wird versichert, daß sie auf den Schetlandinseln alljährlich zweimal ihre Magenstruktur in der angegebenen Weise verändere, indem sie während des Sommers Getreidekörner, im Winter Fische verzehrt. Ebenso ist das umgekehrte Experiment geglückt, aus dem dickwandigen Körnermagen einer Taube durch längere Zeit hindurch fortgesetzte Fleischnahrung einen dünnwandigen Raubvogelmagen zu züchten. Weniger

sicher, wenigstens nicht wissenschaftlich experimentell geprüft, sind die Angaben, daß man durch gewisse Nahrungsmittel die Färbung mancher Tiere zu ändern imstande ist. So sollen mehrere Finkenarten, wie z. B. die Gimpel, durch Hanffamen schwarz, ein grüner brasilianischer Papagei (*Chrysotis festiva*) durch das Fett von welsartigen Fischen gelb und rot werden, der als „brauner Bär“ (*Euprepia caja*) bekannte Schmetterling (Fig. 36) durch Fütterung der Raupe mit Wallnußblättern statt seiner bunten eine einfarbig braune Färbung annehmen.

Daß Verschiedenheit der Nahrung auch sonst mancherlei Einfluß auf die körperliche und nicht minder auf die geistige Beschaffenheit der Tiere auszuüben imstande ist, dürfte kaum in Abrede zu stellen sein. Die ausschließliche Fleischnahrung bedingt den raubgierigen Charakter eines Tigers, ausschließliche Pflanzenkost hat das milde Temperament eines Schafes zur Folge. Freilich wissen wir in dieser Beziehung von den Tieren durch wirklich angestellte Versuche so gut wie nichts, und auch das, was über den Menschen ausgesprochen worden ist, beruht mehr auf naheliegenden und gewiß oft richtigen Kombinationen als auf Beweisen für deren Richtigkeit. Wir wissen, daß die ältesten Menschen, von deren Thätigkeit uns gewisse Überreste Kenntnis geben, die Jagd betrieben, die wilden Bestien verzehrten, mit denen sie die Wohnungen zwischen den Felsen teilten, daß erst später der Ackerbau eingeführt wurde, und wir sehen, daß damit zwei verschiedene Kulturstufen bezeichnet werden. Auch unter den Völkern der Jetztzeit hält es nicht schwer, den Einfluß der Nahrung auf ihre geistige und körperliche Ausbildung zu erkennen. Selbst die einzelnen Stände der civilisierten Nationen legen uns derartige Betrachtungen nahe. Wer wollte ferner den Einfluß des Kaffees, des Thees, des Alkohols auf die Stimmung des Menschen in Abrede stellen? Wer es leugnen, daß ein mäßiger Genuß dieser sogen. Reizmittel die geistige Leistungsfähigkeit erhöht und das Gefühl des Wohlbehagens bewirkt? Mit Recht konnte sich ein Naturforscher

dahin äußern, „daß, wenn der Mensch von Luft und Wasser leben könnte, die Begriffe Herr und Diener, Fürst und Volk, Freund und Feind, Haß und Liebe, Tugend und Laster, Recht und Unrecht u. s. w. nicht bestehen würden, und daß das staatliche Gemeinwesen, das soziale und Familienleben, der Verkehr der Menschen, Gewerbe, Handel und Industrie, Kunst und Wissenschaft, kurz alles, was den Menschen zu dem macht, was er ist, dadurch bedingt wird, daß der Mensch einen Magen hat und einem Naturgesetze unterthan ist, welches ihn zwingt, täglich eine gewisse Menge Nahrung zu genießen.“

Nicht nur die Frage nach der Qualität der Nahrung — welche in den Worten „Sage mir, was Du isst, und ich sage Dir, wer Du bist“ gewiß überschätzt wird — sondern auch nach der nötigen Nahrungsmenge wird uns bei unserer Besprechung der Nahrung als Lebensbedingung nahe gelegt. Ein Tier, welches eine Zeitlang keine Nahrung zu sich nimmt, verhungert; wenn es ein Übermaß von Nahrung zu sich nimmt, kann es gleichfalls zu grunde gehen. Diese beiden Grenzen genau zu bestimmen, ist unmöglich, besonders wenn man ganz allgemein von den Tieren spricht. Wir wissen nur, daß bei einer gewissen Nahrungsmenge, unter sonst ebenfalls günstigen Bedingungen, ein jedes Tier sich am wohlsten befindet, daß mithin ein Nahrungsoptimum vorhanden ist, welches jedoch durchaus nicht immer genau in der Mitte zwischen den beiden Grenzen der Schädlichkeit zu liegen braucht, sondern sich bald mehr der einen, bald mehr der anderen nähert.

Im allgemeinen kann man sagen, daß die in einer bestimmten Zeit notwendige Nahrungsmenge im engsten Zusammenhange steht: erstens mit der Körpermasse eines Tieres und zweitens mit der Energie der Lebensthätigkeiten. Daher schwankt die Nahrungsmenge oft zwischen zwei Individuen einer und derselben Art. Ein großes Tier braucht absolut mehr Nahrung als ein kleines; ein Elefant mehr als ein Mensch, ein Mensch mehr als ein Hund, dieser wieder mehr als eine Maus. Trotzdem

aber würde man irren, wenn man diesen Maßstab als allgemein gültig hinstellen wollte. Ein kleines Tier besitzt sehr häufig eine viel größere Lebensintensität als ein großes; es ist infolgedessen genötigt, einen verhältnismäßig viel größeren Ersatz für den Verbrauch herbeizuschaffen als dieses. Ein im Wachstum begriffenes Tier braucht im Verhältnis viel mehr Nahrung als ein erwachsenes: man denke nur an eine Schmetterlingsraupe, welche ganz kolossale Mengen von Pflanzenstoff vertilgt, aber auch das Bildungsmaterial herbeischaffen muß, um zum geschlechtsreifen Tiere zu werden.

Ein Pferd, welches unthätig im Stalle steht, braucht weniger als ein solches, welches vor dem Pfluge den Acker bearbeiten hilft oder, vor einen Wagen gespannt, schwere Lasten zieht. Ein menschlicher Arbeiter ist in der gleichen Lage des Mehrverbrauches als ein vornehmer Geldmensch, der sich den ganzen Tag mit Faulenzen beschäftigt. Das weibliche Geschlecht pflegt im allgemeinen dem männlichen in der Menge des Nahrungsbedarfes nachzustehen.

Es ist ferner eine bekannte Erfahrung, daß man im Winter mehr ißt als im Sommer. Über den Grund werden wir uns verständigen, sobald wir vom Sauerstoffbedarfe sprechen. Nur eine weitere Folgerung dieses Satzes ist die Thatsache, daß die Völker kalter Regionen den Südländern gegenüber geradezu Fresser zu nennen sind. Die Erfahrung hat in dieser Beziehung gezeigt, daß dieselben englischen Soldaten in ihrer Heimat weit mehr Nahrung bedürfen als in der indischen Kolonie.

Wenn ein Tier die für seine bestimmten Lebensverhältnisse notwendige Nahrungsmenge nicht erhält, so stellt sich bei ihm das Gefühl des Hungers ein. Derselbe ist nichts anderes als die Reaktion des gesamten Organismus auf den durch Mangel an Zufuhr verursachten Reiz. Die Fähigkeit, den Hunger zu ertragen, ist bei den verschiedenen Tieren sehr verschieden. Eine Schildkröte oder Schlange z. B. kann jahrelang ohne Nahrung leben, ein Maulwurf geht nach höchstens vierundzwanzig Stun-

den zu grunde. Die größere oder geringere Widerstandsfähigkeit hängt von ganz ähnlichen Bedingungen ab, wie die erforderliche Nahrungsmenge. Junge Tiere erliegen eher als erwachsene; lebhaftere schneller als träge; Pflanzenfresser vertragen den Hunger kürzere Zeit als Fleischfresser, die Warmblüter verhalten sich ebenso gegenüber den Kaltblütern. Um nur einige wenige Beispiele anzuführen, so überlebt eine junge Nachtigall den Nahrungsmangel kaum vierundzwanzig Stunden, ein körnerfressender Vogel zwei Tage, eine Maus drei Tage, ein Kaninchen zwölf bis siebzehn Tage, eine Katze sechzehn bis sechsunddreißig Tage, ein Skorpion neun Monate, eine Klapperschlange sechsundzwanzig Monate, ein Urm fünf Jahre. Diese Resultate sind einzelnen Beobachtungen entnommen und haben natürlich nur eine bedingte Allgemeingültigkeit.

Gesunde Menschen überleben Hunger und Durst gewöhnlich nicht viel länger als eine Woche, selten mehr als zwei Wochen. Wenn uns zuweilen die Zeitungen von Leuten berichten, welche Monate und Jahre lang keine Nahrung zu sich nehmen, so gehört dies einfach unter die Kategorie „Schwindel“! Die Versuche, das Hungern zu lernen, werden stets den gleichen Erfolg haben, wie bei jenem Esel, welchem es sein Herr beibringen wollte. Als er es gelernt hatte, war er tot!

Es sind Beispiele bekannt, wo Tiere außerordentlich lange ohne Nahrungsaufnahme am Leben geblieben sind. So hat man zuweilen Amphibien in Steinen oder anderen Gegenständen bis auf eine kleine Öffnung eingeschlossen gefunden. Sedenfalls sind sie als kleine Individuen dahin gelangt, und haben nachher nicht wieder herausgekonnt. Die Zufuhr an Luft hat aber genügt, sie lange Zeit am Leben zu erhalten. Wir können hier auch die verschiedenen Fälle der Ruheperioden erwähnen, von welchen wir in unserem ersten Kapitel sprachen, wie den Winterschlaf, die Encystierungen vieler Tiere, namentlich der Infusorien, u. s. w.

Wenn aber durch solche spezielle Fälle der Beweis geliefert wird, daß der Nahrungsmangel unter Umständen lange ertragen werden kann, so ist es doch immerhin nur eine Frage der Zeit, wann ein Tier ohne Nahrung zu grunde geht; denn daß die Nahrung eine allgemein notwendige Lebensbedingung ist, bleibt eine unumstößliche Wahrheit.

Wenn übrigens das Optimum der Nahrung nicht erreicht wird, so tritt darum noch lange nicht das totbringende Minimum ein. Es giebt Tiere, welche wegen zu geringer Nahrungsmenge kleiner bleiben, als sie gewöhnlich zu sein pflegen. Dies kann man besonders häufig an Insekten beobachten. Wenn der Schmetterlingszüchter seinen Raupen Futter darzureichen vergißt, so gelangen dieselben unter Umständen dennoch zur Verpuppung, liefern aber kleinere Schmetterlinge, welchen man die kärgliche Kost ihrer Jugend förmlich ansieht. In gleicher Weise hat man zuweilen bei Haustieren in einer zu geringen Nahrung die Ursache für eine Rassenverzerrung erkannt. Nach den Erfahrungen des Herrn v. Nathusius an Schweinen, strebt eine während der Jugend reichlich verabreichte Nahrung danach, den Kopf breiter und kürzer zu machen, während kärgliche Nahrung das entgegengesetzte Resultat erzeugt.

Auch noch in anderer Weise kann sich ein Nahrungsmangel geltend machen. Infolge eines solchen wird oft die Fähigkeit zur Fortpflanzung vermindert, oder fällt ganz hinweg. Natürlich! Denn diese Funktion setzt einen gewissen Überschuß über die zum eigenen Körper erforderlichen Bedürfnisse voraus, sie wird mit Recht als ein Wachstum über das individuelle Maß hinaus erklärt. Wenn dieses letztere aber nicht erreicht ist, bleibt natürlich auch das erstere aus.

Wir haben schon in einem früheren Kapitel die Beobachtungen Kleinenbergs an Hydra erwähnt, und heben diese hier noch einmal hervor. Er fand, daß die Knospen, welche sich bereits gebildet hatten, in solchen Gefäßen, wo den Tieren sehr wenig Nahrung zu gebote stand, erst verkrüppelten und dann

ganz verschwanden. Von anderer Seite wird sogar berichtet, daß eine Meduse durch Nahrungsmangel gezwungen werden kann, zur Ammengeneration des Hydroidpolypen herabzusinken. Ein allgemein bekanntes Beispiel hierfür liefern uns auch die Arbeiterinnen unserer Honigbienen, welche lediglich durch ein der königlichen Kost nachstehendes Futter zu verkrüppelten Weibchen verurteilt sind.

Man muß freilich bei derartigen Erfahrungen mit der Beurteilung des Grundes vorsichtig sein; denn oft ist es nicht der Nahrungsmangel allein, sondern auch das Walten anderer ungünstiger Lebensbedingungen, welche zu Störungen des normalen Verhaltens Veranlassung geben.

Bei dieser Gelegenheit mag erwähnt werden, daß die Ernährung auch in anderer Beziehung auf die Geschlechtsthätigkeit einwirken kann; indem die Reife durch reichliche Kost beschleunigt, die Ausübungsfähigkeit durch gewisse Nahrungsmittel erhöht werden kann.

Wenn einem Tiere die Nahrungsmittel in einem höheren Maße zu gebote stehen, als es das tägliche Bedürfnis fordert, wenn mit anderen Worten das Nahrungsoptimum überschritten wird, so braucht dadurch ebenfalls noch nicht die obere Grenze der Schädlichkeit erreicht zu werden. Freilich zeigt uns unser eigenes Geschlecht nur zu häufig, daß dieser Fall durch Unmaß herbeigeführt wird. Berichtet uns doch die Geschichte, daß man bei den Römern und Griechen Mittel anwendete, um die genossene Speise wieder von sich zu geben, bloß um neue an dem verwöhnten Gaumen vorbeigleiten zu lassen.

Wenn im allgemeinen eine reichliche Nahrung genossen wird, so wird der Überschuß über den augenblicklichen Bedarf in den Geweben des Tieres als Fett aufgespeichert. Dies wird um so eher erreicht, wenn mit der reichlichen Nahrungszufuhr eine möglichst geringe Ausgabe verbunden ist, wenn die Lebensenergie durch Ruhe und Unthätigkeit auf ein geringes Maß beschränkt wird. Bekanntlich wendet der Mensch dieses Mittel an, um

gewisse Haustiere besonders fett zu machen. Wenn er es an sich selbst durchzuführen bemüht ist, so erhebt er sich nicht sehr über jene unglücklichen Geschöpfe, deren unnatürliche Ernährung er zur eigenen Mast bedarf. Das in den tierischen Geweben niedergelegte Fett ist ein Kapital, welches unter Umständen gut aus der Verlegenheit hilft. Die Winterschläfer unter den Säugtieren leben von ihrem Fette. Der wohlgenährte Mensch kann einer Krankheit unter Umständen länger trotzen als der magere. Ein Schwein, welches 150 Tage lang verschüttet lag, unter Verhältnissen, welche die Atmung ermöglichten, ging nicht zu Grunde, hatte aber 60 Kilogramm an Gewicht verloren, als man es aus seiner traurigen Lage befreite.

Wenn ein Tier kein Fett zusetzen kann, oder sobald dieses aufgezehrt ist, so erlahmen allmählich alle Körperfunktionen: der Magen sondert keine verdauenden Säfte mehr ab, die Blutzufuhr nach diesem Organe wird schwächer, die Nerven werden gereizt, die Muskelthätigkeit nimmt ab, bis schließlich der Tod diesem elenden Zustande ein Ende macht.

Eine nicht minder wichtige Lebensbedingung aller Tiere ist die flüssige Nahrung, das Wasser. Ohne Feuchtigkeit wäre kein Stoffwechsel möglich, wäre die Funktion aller einzelnen Organe undenkbar. Alle Gewebe sind mit Wasser durchdrängt; denn das Protoplasma einer jeden Zelle enthält eine gewisse Menge davon. Manche Tiere enthalten 75 Prozent und mehr Wasser, der Mensch und die höheren Säugetiere 58,5 Prozent.

Wir lernten es schon früher als eine allgemeine Eigenschaft der organischen Substanz kennen, daß sie Wasser zwischen ihre Moleküle aufnimmt und sich deshalb im Zustande der Quellung befindet. Dieser Wassergehalt der Organismen hat aber beständige Verluste: durch die Haut, die Atmungsorgane, die Nieren wird fortwährend eine gewisse Menge von Wasser nach außen abgegeben. Ohne Störung des normalen Allgemeinbefindens kann diese Abgabe natürlich nicht unersezt bleiben. Mit dem Wasser werden aber gleichzeitig gewisse anorganische, für den Körper sehr

wichtige Stoffe aufgenommen, nach deren Gehalte wir den Geschmack des Wassers zu beurteilen pflegen.

Die für eine gewisse Zeit notwendige Wassermenge ist im allgemeinen selbstverständlich ebensowenig anzugeben, wie das erforderliche Quantum an Nahrung.

Das eine Tier bedarf mehr als das andere; die Körperthätigkeit, Jahreszeit, das Klima, gewisse wasserentziehende Nahrungsmittel, sowie deren Trockenheit machen ihren Einfluß darauf geltend.

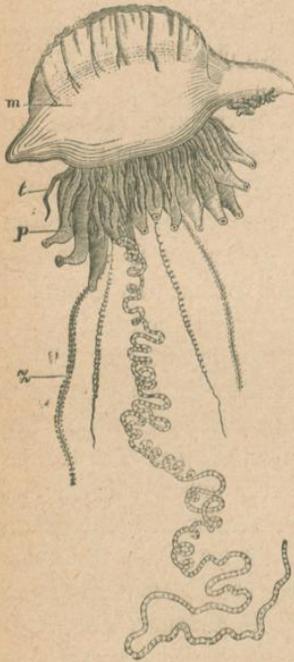
Wenn das richtige Verhältnis im Verbräuche und in der Zufuhr von Feuchtigkeit nicht vorhanden ist, so stellt sich ein Gefühl ein, welches man Durst nennt. Derselbe ist ebensowenig allein auf die Mundhöhle beschränkt, wie der Hunger auf den Magen, sondern ist eine Reaktion des gesamten Organismus, macht sich allerdings durch Trockenheit und Brennen im Schlunde, am weichen Gaumen und an der Zungenwurzel geltend.

Eine ganz besondere Wichtigkeit beansprucht das Wasser für diejenigen Tiere, welchen es zeitlebens oder während eines Theiles ihres Lebens zum beständigen Aufenthaltsorte dient. Der bei weitem größte Teil aller Tiere lebt im Wasser. Den Grund dafür dürfen wir wohl in erster Linie darin suchen, daß ein viel größerer Flächenraum unseres Planeten Wasser als festes Land ist. Außerdem haben wir das Wasser als die Wiege der Lebewesen anzusehen, da es bestanden hat, ehe es Kontinente gab und deshalb eher Tieren und Pflanzen als Wohnort und Nahrungsquelle gedient hat als diese. Es ist ein sinniger Mythos des poesievollen Griechenvolkes, die Göttin der Liebe die „Schaumgeborene“ zu nennen. Auch nach der hebräischen Schöpfungsgeschichte ist es zuerst das Wasser, welches sich mit „webenden und lebendigen Tieren erregt.“

Der Aufenthalt im Wasser bedingt gewisse Einrichtungen in der Organisation der Tiere. Abgesehen von den Atmungsorganen, auf welche wir später zurückkommen werden, sind es namentlich die Bewegungswerkzeuge, welche uns auffallen. Da-

zu dienen entweder Flimmerhaare, welche den ganzen Körper bald gleichmäßig, bald in bestimmter Anordnung bedecken, oder Fortsätze der Haut, welche von inneren Skeletteilen gestützt sein können und ganz allgemein als Flossen bezeichnet werden dürfen.

Fig. 37.



Physalia pelagica.

Solche befinden sich am Kopfe oder am Schwanz, auf der Rücken oder auf der Bauchfläche, paarig oder unpaar, kurz in sehr verschiedener Anordnung und Ausbildung, aber überall dem gleichen Zwecke des Ruderns und Steuerns dienend. Zu solchen dem Wasserleben angepassten Einrichtungen haben wir ferner auch die Schwimmblase der Fische zu rechnen. Man erkennt darin einen sogen. hydrostatischen Apparat, welchem die Aufgabe zugeschrieben wird, das spezifische Gewicht veränderlich zu machen. Dadurch ist der Fisch genötigt, eine gewisse Höhe im Wasser innezuhalten, welche ohne Gefahr für sein Leben nicht überschritten werden darf; denn der äußere Druck auf die in der Schwimmblase vorhandene Luft wird ein anderer, jenachdem die Wassersäule, welche auf dem Tiere lastet, verändert wird. Ein ähnlicher Luftraum findet sich auch

bei manchen Schwimmpolypen: bei der Gattung *Physophora*, von welcher eine Art *hydrostatica* genannt worden ist. Eine verwandte Form mit sehr großem Luftbehälter zeigt uns Fig. 37.

Ganz im Gegensatz zu denjenigen Tieren, welche besondere Bewegungsorgane für das Wasser besitzen, giebt es auch solche,

welche im ausgebildeten Zustande der freien Ortsbewegung gänzlich entbehren. Auch dies ist aufs engste verbunden mit dem Aufenthalte im Wasser und nur hierdurch ermöglicht. Denn im allgemeinen bedarf das Tier zum Auffuchen der nötigen Nahrung Bewegungsorgane, welche der Pflanze darum für gewöhnlich abgehen, weil von ihr die Nahrungsstoffe aus dem Boden direkt aufgesaugt werden. Da nun aber das Wasser allerlei organische Bestandteile, sowohl abgestorbene wie lebende mit sich führt, so wird auch den feststehenden Tieren fortwährend Nahrung durch das sie umspielende Wasser zugeführt. Besondere Greif- und Strudelapparate erleichtern die Aufnahme derselben in sehr vielen Fällen. Zu den feststehenden Tieren gehören viele Cölenteraten und Tunikaten, alle Bryozoen, manche Krebse und Weichtiere.

Wenn wir das Wasser als ein Medium, in welchem Tiere leben, betrachten wollen, so müssen wir zunächst einen Unterschied zwischen salzigen und süßen machen; denn es ist allgemein bekannt, daß das Meer andere Geschöpfe in seinem Schoße nährt als unsere Binnengewässer. Da wiederum dem Meere der Hauptanteil an allem Wasser der Erde gebührt, so kann es von vornherein nicht wunder nehmen, daß uns hier eine besonders große Mannigfaltigkeit und Reichhaltigkeit des Tierlebens entgegentritt. Es ist sicher, daß der Gehalt des Meerwassers an Chlornatrium und einigen anderen chemischen Stoffen, wie Brom und Jod, für gewisse Tiere eine unentbehrliche Lebensbedingung ist; ihrem salzigen Elemente entrückt, gehen sie unfehlbar zu grunde.

Es giebt ganze Gruppen von Tieren, welche ausschließlich im Meere leben, wie die Stachelhäuter (Seeigel, Seeesterne, Holothurien), die Brachiopoden, die Manteltiere oder Tunikaten (Ascidien, Salpen), die Tintenfische oder Cephalopoden unter den Weichtieren, die Sternwürmer oder Gephyreen und gewisse Ringelwürmer im Typus der Würmer. Andere sind bis auf einige wenige Süßwasserformen gleichfalls auf das Seewasser

angewiesen. Von den Schwämmen (Spongien) gehört zu den ersteren in Europa allein die Gattung *Spongilla*, von den Eblenteraten die beiden Gattungen *Hydra* und *Cordylophora*, von den Bryozoen eine kleine Abteilung.

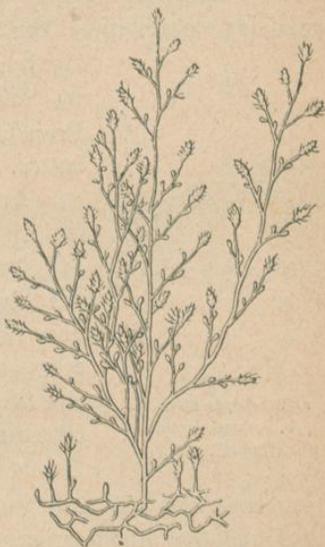
Trotz dem eigenartigen Charakter, welchen die Meeresbewohner auf der einen, die Süßwassertiere auf der anderen Seite zeigen, ist zwischen beiden die Grenze ebensowenig unübersteigbar, wie zwischen Pflanzen- und Fleischfressern.

Die verwandtschaftliche Stellung eines Tieres giebt in bezug auf den Aufenthaltsort keinen sicheren Anhaltspunkt. Während von den im Wasser lebenden Insekten fast alle nur den Binnengewässern angehören, kennt man doch einige im Meere lebende Fliegenlarven, Käfer und Wanzen (*Halobates*), welche letztere auf hoher See ebenso mit ihren langen Beinen herumschwimmen wie die *Hydrocores* auf unseren Teichen. Ferner giebt es aus den für das Süßwasser sehr bezeichnenden Schneckengattungen *Planorbis* und *Lymnaeus* einige Arten im Meere; den gleichen Aufenthaltsort teilen einige Verwandte unseres Regenwurms. Manchen Bewohnern des Süßwassers scheint es ganz gleichgiltig zu sein, ob sie in diesem oder im Meere herumschwimmen, wie es für unseren gemeinen Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) erwiesen ist. Andere Süßwasserfische wandern zum Meere hin, um daselbst zu laichen. Dies thut der Aal, dessen Fortpflanzungsgeschäft uns darum so lange Zeit ein Geheimnis war.

In ganz ähnlicher Weise beobachten wir auch eine Anpassung mancher Meerestiere an das süße Wasser. Lachse, Maifische (den Haringen zugehörig), Schollen, Neunaugen steigen oft weit in den Flüssen aufwärts und führen teilweise Schmarotzer mit sich, welche gleich ihnen eigentlich dem Meere angehören. Die zu den Garneelen gehörige Gattung *Palaemon* lebt meist im süßen Wasser, eine Art z. B. im Gardasee, während alle Verwandten dem Meere angehören. Ebenso verhält sich eine Seekuh (*Manatus*) in den großen Strömen Amerikas; ein Delfin im Ganges.

Die schon erwähnte Gattung *Cordylophora* (Fig. 38) unter den Cölenteraten ist insofern von besonderem Interesse, weil man sie seit den letzten dreißig Jahren bei ihrer Übersiedelung aus dem Meere durch das Brackwasser in Flüsse und Binnenseen hat verfolgen können. Mit verschiedenen Tieren hat man darauf bezügliche Versuche angestellt, deren hauptsächlichste Ergebnisse sich kurz fassen lassen. Die plötzliche Übertragung von Süßwasserbewohnern in Seewasser, oder umgekehrt führt meist zu einem sehr schnellen Tode, aber eine allmähliche Steigerung des Salzgehaltes oder eine Versüßung des Seewassers wird von manchen Formen (z. B. der Wasserasseln) sehr gut vertragen, namentlich von den erwachsenen Tieren. Die Jungen gehen zu grunde, ganz besonders dann, wenn sie in ihrem eigentlichen Elemente geboren sind; waren ihre Eltern bereits an eine Veränderung des Mediums gewöhnt, so ertragen auch sie dasselbe etwas länger.

Fig. 38.

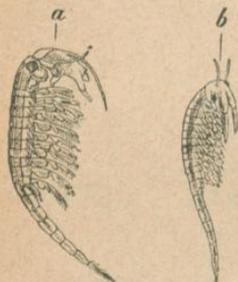


Cordylophora lacustris. (Nach Semper.)

Von einem ganz besonderen Werte sind die Beobachtungen, welche über den verändernden Einfluß eines solchen Wasserwechsels angestellt worden sind. Es giebt eine Gattung von Krebsen aus der Verwandtschaft der von uns bei einer früheren Gelegenheit erwähnten Kiemensfüße (*Apus*), welche in Salzseen lebt und in mehreren Arten auch aus Europa bekannt ist: sie heißt *Artemia*. Es ist geglückt, durch Erhöhung, beziehungsweise Erniedrigung des Salzgehaltes zwei Arten ineinander überzuführen: *A. salina* und *Milhausenii*, von denen die letztere durch

den Mangel von Stacheln an den Schwanzlappen, durch die Kleinheit derselben und durch ziemlich große Kiemenanhänge an den Beinen vor der ersteren ausgezeichnet ist. *Artemia salina* (Fig. 39b) lebt in schwächer salzigem Wasser, und wird durch allmähliche Erhöhung des Salzgehaltes im Laufe mehrerer Generationen zu *Artemia Milhausenii*, und diese durch das umgekehrte Verfahren zu *salina*, ein Experiment, welches bei einer Gelegenheit auch in der freien Natur vollzogen worden ist. Es ist aber sogar möglich gewesen, durch allmähliche vollständige Auszückung des Wassers von *Artemia salina* Nachkommen zu

Fig. 39.



a. *Branchipus stagnalis*.
b. *Artemia salina*.
(Nach Semper.)

erziehen, welche die Charaktere einer andern, im Süßwasser lebenden Krebsgattung, *Branchipus*, (Fig. 39a) angenommen hatten.

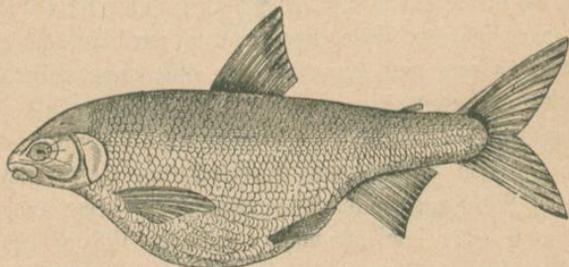
Auch die Wassermasse, in welcher ein Tier lebt, bleibt nicht ohne Einfluß auf dasselbe. Die Versuche Sempers mit *Limnaeus stagnalis*, einer sehr häufigen Süßwasserschnecke (Fig. 34), haben ergeben, daß ein geringes Volumen Wasser eine kurze Schale bedingt. Ein in 100 Kubikzentimetern erzeugenes Tier hatte eine Schale von nur sechs Millimeter Länge,

ein anderes aus 250 Kubikzentimetern eine solche von neun, ein drittes aus 600 Kubikzentimetern eine solche von zwölf und ein viertes aus 2000 Kubikzentimetern eine solche von achtzehn Millimetern Länge.

Was hier durch das Experiment geprüft ist, wissen wir für manche Tiere aus der Erfahrung. Die Fische, welche man aus Liebhaberei in kleinen Glasgefäßen hält, bleiben darin immer klein. Wer die Goldfische nur aus solchen Aquarien in ihrer geringen Körpergröße kennt, wird nicht wenig erstaunen, wenn er sie in ausgedehnten Weihern wieder sieht, wo sie oft Karpfengröße erreichen.

An dieser Stelle machen wir wohl auch am besten darauf aufmerksam, daß die Höhe der Wassersäule, welche auf Tiere, die in der Tiefe leben, einen Druck ausübt, von einem nicht zu unterschätzenden Einfluß auf dieselben sein kann. Wenn z. B. ein solches Tier einen mit Luft gefüllten Raum in seinem Körper besitzt, so unterliegt die darin befindliche Luft einer verschiedenen Ausdehnung, jenachdem der äußere Druck stärker oder schwächer ist. In einer solchen Lage befinden sich die Fische, welche eine Schwimmblase besitzen, was wir schon oben berührten. In der Tiefe des Bodensees lebt eine Lachsart, der wegen seines wohl-

Fig. 40.



Der Kilsch des Bodensees (*Coregonus hiemalis*) mit der durch Ausdehnung der Luft in der Schwimmblase bewirkten Aufreibung des Bauches. (Nach Semper.)

schmeckenden Fleisches sehr geschätzte Kilsch (*Coregonus hiemalis*). (Fig. 40.) Wenn derselbe von den Fischern mit dem Netze aus der Tiefe des Sees herausgezogen wird, zeigt er stets einen stark aufgetriebenen Bauch und einen vorgestülpten Schlund. Dies ist die Folge von der starken Ausdehnung der in der Schwimmblase befindlichen Luft, welche nun nicht mehr unter so hohem Drucke steht, wie an dem normalen Aufenthaltsorte des Fisches.

Endlich muß auch daran erinnert werden, daß für viele Tiere die Strömung des Wassers eine notwendige Lebensbedingung ist. Manche Tiere finden sich nur in stehenden oder langsam fließenden, andere in stark strömenden Gewässern und können durchaus nicht ohne Schädigung aus den einen unter

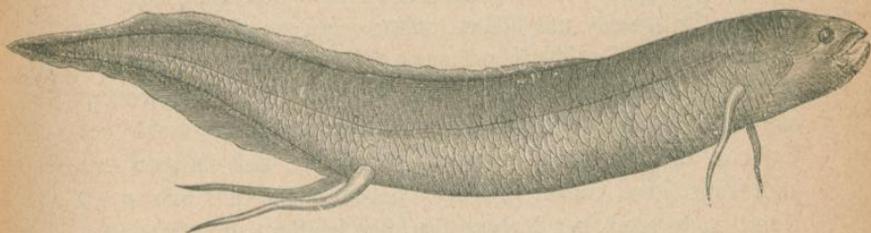
die anderen Verhältnisse gebracht werden; namentlich würden die Bewohner der stehenden Gewässer zum Theil gar nicht in der Lage sein, sich in Strömungen festhalten zu können und dadurch dem Untergange preisgegeben werden, während andererseits die Strömung bei der Ausbreitung und Wanderung vieler Tierarten, namentlich der im ausgebildeten Zustande feststehenden, eine Rolle spielt.

Wir finden übrigens unter den Wassertieren die Fähigkeit der Anpassung nicht nur an salziges und süßes Wasser, sondern sogar an das Leben auf dem Lande (Krebse, Fische u. a.). Da hierdurch vor allen Dingen die Atmung beeinflusst wird, so wollen wir uns an dieser Stelle mit dieser bloßen Bemerkung begnügen, um bei einer späteren Gelegenheit darauf zurückzukommen.

Wenn es nun nach dem Gefagten einleuchten muß, daß das Wasser für ein jedes Tier eine durchaus unentbehrliche Lebensbedingung ist, so erscheint die Thatsache um so wunderbarer, daß eine Anzahl von Tieren eine Austrocknung zu vertragen imstande ist. Nicht nur solche Tiere, welche auf dem Lande leben, sondern auch echte Wasserbewohner befinden sich in der Lage. Wir haben schon früher, als wir von den Ruheperioden im Leben aller Tiere sprachen, die interessante Beobachtung herangezogen, daß tropische Schnecken auf dem brittischen Museum nach einer längeren Zeit feuchter Witterung in den Sammlungskästen herumgetrocknet sind, in welchen man sie mit Etiketten versehen und in der sicheren Voraussetzung ihrer Abgestorbenheit aufgestellt hatte. Selbst in unseren „gemäßigten“ Breitengraden kann man an Schnecken die Beobachtung machen, daß sie in der heißen Jahreszeit, wo Baum und Strauch vor Trockenheit ihre Blätter schlaff herabhängen lassen, in einen Zustand von Lethargie verfallen. Sie hängen sich an Pflanzen auf oder liegen an und unter der Erde, nachdem sie ihr Gehäuse durch einen kalkigen Deckel verschlossen haben. Derselbe sichert sie vor vollständiger Austrocknung der Gewebe, wodurch sicherlich ihr Tod bedingt werden würde. Sie besitzen noch die nötige Menge von Feuch-

tigkeit, um im Innern ihres Versteckes die Lebensfähigkeit zu behalten, bleiben aber darin so lange zurückgezogen, bis sie durch den Regen wieder zu einem aktiven Leben erweckt werden. In einer ähnlichen Lage befindet sich sogar ein Fisch, also ein Tier, von welchem man eine derartige Widerstandsfähigkeit am wenigsten erwarten sollte. Denn wir wissen aus Erfahrung, daß dieselben, aus dem Wasser genommen, nur kurze Zeit am Leben bleiben, weil die der Atmung dienenden Kiemen austrocknen. Der Protopterus, welcher in den größeren Strömen Afrikas zu hause ist, bleibt während der heißen, regenlosen Jahreszeit, wo die Flüsse austrocknen, in einer festen Schlammhülle liegen, welche seinen

Fig. 41.



Lepidosiren paradoxa.

eigenen Körper vor Vertrocknung schützt, und fängt wieder in der gewohnten Weise an, frei herumzuschwimmen, wenn seine harte Kruste vom Regen gelöst ist.

Dieser Fisch hat aber die Eigenschaft, außer durch Kiemen, durch die Schwimmblase atmen zu können, welche zu einer vollständigen Lunge eingerichtet ist, und von dieser Fähigkeit macht er während seiner ihm aufgezwungenen Ruheperiode Gebrauch. Wir führen in Figur 41 unseren Lesern einen anderen, dem erwähnten nahe verwandten „Durchfisch“, *Lepidosiren paradoxa* aus Brasilien, vor Augen.

Auch auf andere hierher gehörige Beispiele mußten wir schon bei einer früheren Gelegenheit verweisen. Die Infusorien sterben beim Austrocknen der Tümpel, in welchen sie ihr Wesen

treiben, nicht ab, wie viele andere der Mitbewohner, sondern kapfeln sich ein und werden mit dem zu Staub zusammengetrockneten Schlamm vom Winde oft weit fortgetragen, um ganz gelegentlich, ins Wasser zurückgebracht, zu neuem Leben zu erwachen. Diese Eigenschaft, das Austrocknen zu vertragen, ist auch von einigen anderen Tieren bekannt: von den Nädertierchen und von den Bärtierchen (*Tardigrada*), welche in die Verwandtschaft der Milben gehören, von manchen Krebsen und Spulwürmern; freilich dürfte die Annahme ihre volle Berechtigung haben, nach welcher diese Tiere immer eine gewisse, wenn auch noch so geringe Menge von Feuchtigkeit in ihren Körper zurückhalten.

Die ersten Beobachtungen über die Wiederbelebungsmöglichkeit von Infusorien und Nädertierchen gehen auf den berühmten niederländischen Forscher Leeuwenhoek zurück und stammen aus den ersten Jahren des achtzehnten Jahrhunderts. Sie wurden dann um die Mitte desselben von dem Engländer Needham auf das Weizenälchen (*Tylenchus scandens*), von welchem wir auch früher schon einmal gesprochen haben, ausgedehnt und in der Folge noch durch verschiedene Forscher bestätigt und bereichert.

Am interessantesten sind jedenfalls die Thatfachen, welche man an den Eiern mancher Krebse gesammelt hat, daß sie nämlich zu ihrer normalen Entwicklung einer gewissen Zeit der Austrocknung bedürfen. Dahin gehören die Kiemenfüße, die Gattung *Apus*, welche wir bei Gelegenheit der Parthenogenese kennen gelernt haben. Der ausgetrocknete Schlamm aus den Pfützen, in welchen diese Krebse gelebt haben, liefert erst nach einigen Jahren, wenn man ihn unter Wasser bringt, Larven. Von einer verwandten Art, der vorher besprochenen *Artemia*, entwickelte sich die junge Brut im Jahre 1877, nachdem der mit den Eiern versehene Schlamm fünf Jahre vorher in der Dase Dachel der libyischen Wüste gesammelt worden war. Schlamm mit *Branchipus*-Eiern ergab sogar, nachdem er zehn Jahre lang trocken gelegen hatte, noch eine Larve.

Derartige Beispiele, welche nach den Untersuchungen zahlreicher namhafter Forscher als unzweifelhafte Wahrheiten anzusehen sind, beweisen uns, wie schwer es oft ist, zwischen einem lebenden und toten Naturkörper zu unterscheiden, und daß man zwischen beiden einen allerdings der Lebensfähigkeit ermangelnden, aber zur Wiederbelebung fähigen Zustand anerkennen muß.

Die dritte notwendige Lebensbedingung ist die Luft. Dieselbe umgibt die Landtiere als Atmosphäre, und ist ebenso im Wasser enthalten. Die völlige Entziehung derselben, welche mit Hilfe einer Luftpumpe bewerkstelligt werden kann, bringt unfehlbar den Tod. Die atmosphärische Luft ist bekanntlich kein einfaches Gas, sondern ein Gemisch mehrerer in ganz bestimmtem Verhältnisse. Sie besteht aus 21% Sauerstoff und 79% Stickstoff, wozu kleine Mengen von Kohlensäure und Wasserdampf hinzukommen. Etwaige, in abnormer Weise in der Atmosphäre enthaltene Gase, wie Schwefel- und Kohlenwasserstoff, Kohlenoxydgas u. a. wirken tödtlich auf die Organismen ein. Die erwähnten Bestandteile der Luft sind keineswegs in dem gleichen Grade für das tierische Leben bedeutungsvoll, die Kohlensäure würde sogar in großen Mengen den Tod derselben herbeiführen. Es ist der Sauerstoff, welcher als das eigentliche Lebensgas bezeichnet werden muß: er spielt für unsere Körperfunktionen eine gleichwichtige Rolle, wie für das Feuer, mit welchem wir uns erwärmen und die Dunkelheit überwinden.

Der Wechselverkehr der Tiere mit dem Sauerstoffe wird ganz allgemein als Atmung bezeichnet. Dieselbe besteht darin, daß das Blut, oder wo solches nicht vorhanden ist, die Körpersubstanz, Sauerstoff in sich aufnimmt, und dafür die Kohlensäure, welche sich durch die Lebensprozesse als Zerzeugungsprodukt gebildet hat, nach außen abgibt. Es kann jede beliebige Stelle des Körpers, sobald sie die nötige Blutzufuhr erhält, und mit der Außenwelt in Verbindung tritt, zur Atmung verwendet werden. Für gewöhnlich sind freilich ganz bestimmte Organe vorhanden, welchen diese Aufgabe ausschließlich zufällt. Dieselben sind anders

gestaltet, wenn die Sauerstoffaufnahme aus der Luft oder aus dem Wasser erfolgt. Im letzteren Falle nennt man sie Kiemen, und findet solche in außerordentlicher Mannigfaltigkeit im Tierreiche ausgebildet; im ersteren Fall spricht man von Lungen, wenn das Blut an eine bestimmte Körpergegend geführt wird und hier mit dem Sauerstoffe in Verbindung tritt, dagegen Tracheen, wenn dieser durch ein reichverzweigtes Röhrensystem den einzelnen Organen zugeleitet wird. Dies letztere ist der Fall bei den Insekten.

Aber auch bei dem Vorhandensein bestimmter Atmungsorgane bleibt der Haut immer noch ein Anteil an dem Wechselverkehre mit der Luft. Dazu sind ganz besonders die mit einem reichen Kapillarnetze umspunnenen Schweißdrüsen bei den höheren Tieren geeignet. Namentlich bei den kaltblütigen Wirbeltieren, wie den nackthäutigen Amphibien, spielt die Hautatmung eine wichtige Rolle. Man hat beobachtet, daß Frösche, welche man ihrer Lungen beraubt hatte, durch die Haut fast in derselben Ausgiebigkeit zu atmen imstande sind. Manche Tiere atmen auch vermittelst des Darmes, in welchen ein beständiger Wasserstrom eintritt. Gewisse Fische, wie namentlich der Schlammpeitzger (*Cobitis fossilis*) schlucken unter Umständen Luft zu dem gleichen Zwecke.

Es atmen übrigens durchaus nicht alle im Wasser lebenden Tiere aus ihrem Elemente, sondern oft aus der Luft. Dann besitzen sie natürlich Lungen oder Tracheen und müssen zur Füllung derselben an die Oberfläche emporsteigen. In dieser Lage befinden sich u. a. sämtliche im Wasser lebende Säugetiere, wie die Walfische. Auch Kiemenatmer sind zuweilen in die Notwendigkeit versetzt, Luft zur Atmung aufzubewahren, weil der im Wasser enthaltene Sauerstoff ihren Bedarf nicht deckt. Es kann daraus der Schluß gezogen werden, daß manche Tiere imstande sind, weiter zu leben, auch wenn sie durch ihre Atmungsorgane nicht die nötige Sauerstoffmenge aufnehmen können. Diejenigen, welche die Minderzufuhr nicht auf andere Weise ausgleichen können, gehen zu grunde. Denn wie für

die feste Nahrung, so muß auch für die Aufnahme des Sauerstoffes ein Optimum angenommen werden, welches in einem bestimmten Spielraume zur normalen Unterhaltung der Lebensfunktionen notwendig ist.

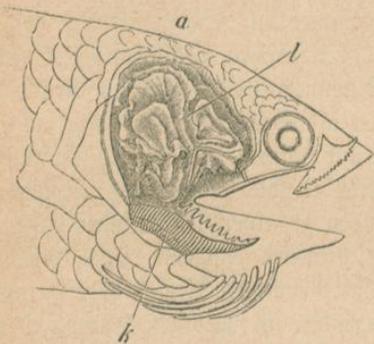
Die Vorgänge der Gasdiffusion setzen stets eine feuchte Oberfläche der Atmungsorgane voraus, wodurch die oben hervorgehobene Wichtigkeit des Wassergehaltes aller tierischen Gewebe ihre Bestätigung findet. Auch die in der zu atmenden Luft selbst enthaltene Feuchtigkeit ist nicht ohne Einfluß. Jedermann weiß, eine wie unangenehme Empfindung warme, austrocknende Winde veranlassen; namentlich jene gefürchtete heiße Luftströmung, welche von der afrikanischen Wüste ausgeht und auf ihrem Wege über das Mittelmeer noch soviel an Trockenheit beibehält, daß sie in Italien als Scirocco einen höchst nachteiligen Einfluß auf die Nerven und mithin die Gemütsstimmung ausübt. Besonders für Leidende ist die Einwirkung trockener Luft, welche in manchen Gegenden zu einer klimatischen Eigentümlichkeit wird, von sehr verschiedenen Folgen. Das Gleiche muß aber auch von einer besonders feuchten Atmosphäre gesagt werden, welche in unseren Gegenden in gewissen Jahreszeiten mehr oder weniger regelmäßig eintritt und stets eine Menge von Krankheiten, sogen. „Erkältungen“ nach sich zu ziehen pflegt.

Wir erwähnten schon oben, daß manche Tiere ihren gewöhnlichen Wasseraufenthalt zeitweise mit dem Landleben zu vertauschen vermögen. Dies muß uns von vornherein verwundern, da anzunehmen wäre, daß solchen Tieren, welche aus dem Wasser atmen, an der atmosphärischen Luft sehr bald die hierzu nötige Feuchtigkeit entzogen werde. Und doch giebt es eine Anzahl von Formen, welche beständig auf dem Lande, freilich an feuchten Orten und in feuchten Klimaten, leben, während die bei weitem größere Mehrzahl ihrer Verwandten echte Wassertiere sind. Dahin gehören manche Blutegel, Strudel- und Schnurwürmer (Planaria — Nemertes), Schnecken und Krebse, welche sämt-

lich trotz ihrem Landleben durch Kiemen atmen, also den hauptsächlichsten Charakter von Wassertieren beibehalten haben.

Am meisten muß es befremden, daß sogar Fische zeitweise auf dem Lande leben können. Dann ist entweder die Spalte, durch welcher die Kiemenhöhle hinter dem Kiemendeckel mit der Außenwelt in Verbindung steht, besonders klein, wie bei unserem gemeinen Fluß-Nale, oder aber es ist die Möglichkeit vorhanden, auch Luft zu atmen. Die letztere kann in der Kiemenhöhle selbst

Fig. 42.



Kopf von *Anabas scandens*, k geöffnete Kiemen- und am Kiemendeckel eine gute Unterstützung besitzt. Andere machen weite Wanderungen

auf dem Lande, um einen neuen Aufenthaltort aufzusuchen. In ähnlicher Weise giebt es echte Landkrabben (*Gecarcinus*), (Fig. 44), welche mit ihrer Kiemenhöhle aus der Luft atmen, und die bekannten Süßwasserschnecken der Gattung *Lymnaeus* sind imstande, ihre Lungen — sie gehören nebst den Landschnecken zu den Lungenschnecken oder Pulmonata — ebenso mit Luft wie mit Wasser zu füllen, sowohl aus diesem, wie aus jener den zur Atmung nötigen Sauerstoff zu entnehmen.

Der Bedarf an Sauerstoff, welchen ein Tier hat, ist in ähnlicher Weise wie die zum Leben erforderliche Nahrungsmenge

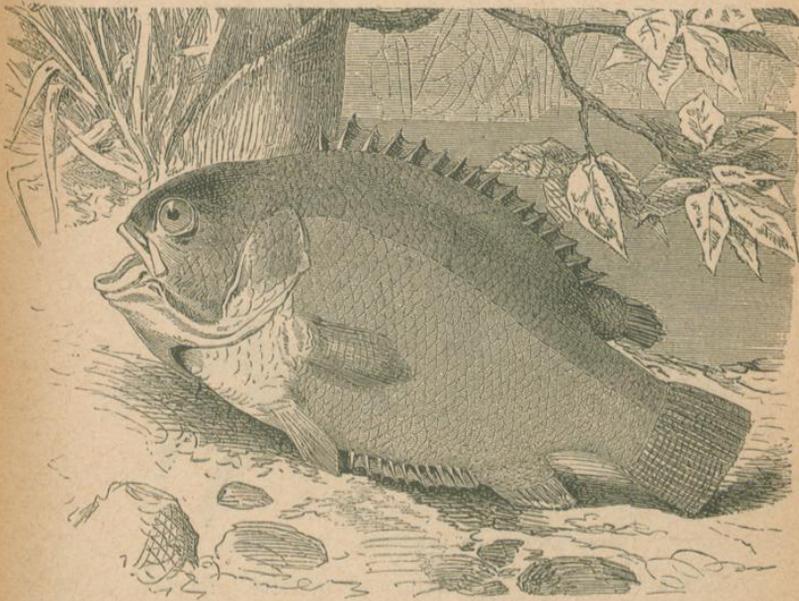
oder in besonderen, damit im Zusammenhange stehenden labyrinthförmigen Räumen enthalten sein (Fig. 42), oder endlich es dient die durch eine Öffnung mit dem Schlunde verbundene Schwimmblase als Lunge. Man berichtet von einem Fische, dem *Anabas scandens* (Fig. 43), dessen Atmungsorgane wir in Figur 42 wiedergegeben haben, daß er auf Palmen emporklettere, worin er durch Stacheln an seinen Schuppen

l. der damit im Zusammenhange stehende labyrinthförmige Raum.

(Nach Semper.)

von der Energie der gesamten Lebensthätigkeit abhängig, und es ist hier in letzter Linie wiederum die Zelle, deren Sauerstoffverbrauch das richtige Maß für die Atmungsbedürftigkeit des Gesamtorganismus abgibt. Was die Lebensthätigkeit dieser Elementarorganismen in irgend einer Weise beeinflusst, wirkt auch ver-

Fig. 43.



Stetterfisch (*Anabas scandens*). (Nach Brehm.)

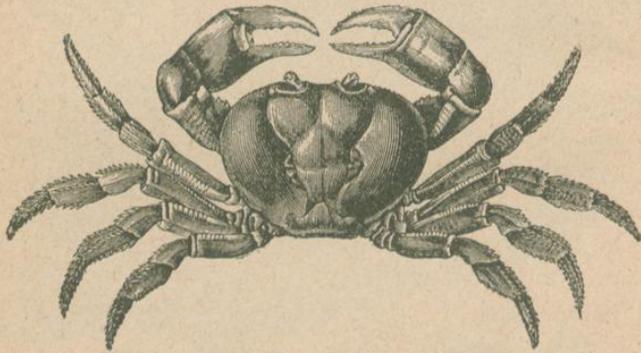
ändernd auf die Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure ein. In dieser Beziehung macht sich ein Unterschied geltend zwischen Wachen und Schlafen, Arbeiten und Ausruhen, höheren und niedrigen Temperaturgraden der Umgebung, Nahrungsaufnahme oder Hunger. Wir haben bei einer früheren Gelegenheit auf die Thatsache hingewiesen, daß der Mensch im Winter, beziehungsweise in kalten Regionen mehr isst als im Sommer oder in heißen Zonen. Dies hängt mit der durch Temperatur-

erniedrigung bedingten Steigerung des Atnungsprozesses zusammen, wodurch natürlich das Bedürfnis an Heizungsmaterial erhöht wird.

Allgemeiner bekannt ist der Einfluß verminderten oder gesteigerten Luftdruckes auf die Atnung des Menschen, an welchem fast allein hierfür Beobachtungen angestellt worden sind. Jedermann weiß, daß wir auf hohen Bergen uns ganz besonders wohl befinden, wir atmen so leicht, fühlen uns so gestärkt, wir empfinden gleichsam, wie eine geringere Atmosphäre auf uns lastet als in der Ebene.

Auf den Bergen ist Freiheit! der Hauch der Grüste,
Steigt nicht hinauf in die reinen Lüfte.

Fig 41.



Gecarcinus rusticola, Landkrabbe. (Nach Semper.)

Dieses Gefühl des Wohlbehagens verliert sich aber, wenn man eine gewisse Höhe überschritten hat, und macht dann sehr bedenklichen Körperzuständen Platz. Beobachtungen darüber liegen aus den asiatischen und südamerikanischen Hochgebirgen vor, aus einer Höhe von 4000 Meter und darüber. Es tritt daselbst Kopfwel, Schwierigkeit der Atnung, Appetitlosigkeit, Neigung zu Lungen- und Nasenblutungen ein, Erscheinungen, welche sich in gleicher Weise auch bei Maultieren und Hunden zeigen. Die aus Europa auf die südamerikanischen Hochebenen gebrachten Jagdhunde sind wegen des veränderten Luftdruckes

zur Jagd untauglich, erst die unter jenen Verhältnissen geborenen Nachkommen haben sich in dieselben hineingefunden.

In der 13 228' hoch gelegenen peruanischen Stadt Cerro del Pasto ist es nach den Berichten Eschudis unmöglich, Hauskazen und Hunde anzufiedeln, weil sie unter dem verminderten Luftdrucke sterben. Dagegen ist die außerordentliche Anpassung der Vögel an verschiedene Höhen in der Atmosphäre auffallend, namentlich sind es Raubvögel welche sich aus bedeutenden Höhen sehr schnell auf die Erde niederlassen, ohne dadurch Schaden zu nehmen. Der Kondor steigt in den Cordilleren aus Höhen von mehr als 20000' sehr schnell herab.

Die bedeutendste Höhe, welche als Grenze des tierischen Lebens angesehen werden kann, beträgt etwa 8000 Meter. Dieselbe ist durch Aufsteigen mit dem Luftballon erreicht worden, und hat den Tod eines der Insassen hervorgerufen, während die anderen durch schnelles Senken gerettet wurden. Die Erniedrigung des Barometerstandes beträgt in solchen Höhen etwa 250 mm Quecksilber, der Druck der uns auf der Erde umgebenden Atmosphäre beträgt im Mittel 760 mm.

Aber auch bei einer Vermehrung des Luftdruckes, wie er sich in Taucherglocken oder bei Brückenbauten unter Wasser bemerkbar macht, wird das normale Befinden gestört, es treten Schmerzen in den Gliedern, besonders in den Ohren, zuweilen auch Nasenbluten ein, ganz besonders dann, wenn der Wechsel des Luftdruckes ein schneller ist, wodurch sogar der Tod herbeigeführt werden kann. Die in dieser Richtung gemachten Beobachtungen beziehen sich auf Brückenarbeiter, welche in eisernen Hohlzylindern 40 Fuß unter dem Flußbette thätig sein mußten.

In den Nährstoffen, dem Wasser und dem Sauerstoffe haben wir drei Bedingungen kennen gelernt, ohne welche kein tierisches Leben denkbar ist; nur durch den fortdauernden Wechselverkehr mit diesen Dingen der Außenwelt vermag der Organismus in der, zu seiner Erhaltung notwendigen Weise zu funktionieren. Aber auch noch in anderer Weise sind die Tiere

von ihrer Umgebung abhängig. Dieselbe muß eine gewisse Wärme besitzen. Die Grenzen indessen sind auch hier sehr schwer zu bestimmen. Wir wissen, daß das tierische Leben in unserer kalten Jahreszeit sehr zurücktritt und sich erst unter der Einwirkung der Frühlingssonne in der gewohnten Weise entfaltet, daß es vom Äquator nach den Polen zu bedeutend abnimmt und in ähnlicher Weise in horizontaler Richtung nach oben mehr und mehr verschwindet, daß mithin die wärmere Jahreszeit und die wärmeren Erdstriche ein mannigfaltigeres Tierleben bedingen,

Fig. 45.



Der Gletscherfloh (*Desoria glacialis*) stark vergrößert, darunter in dem Kreise die nat. Gr. Nach: „Aus der Heimat.“

als die umgekehrten Verhältnisse. Aus diesen bekannten Thatfachen können wir aber noch nicht ersehen, welche Wärme- oder Kältegrade das Leben ausschließen. Wir kennen eine Anzahl von Beispielen, welche uns in Erstaunen setzen müssen und manchen naheliegenden Vermutungen über diese Grenzen entgegen treten.

Es giebt Tiere, welche auf dem Schnee und zwischen den feinen Spalten eines nie schmelzenden Eises leben, und andere, welche in heißen Quellen herumschwimmen, deren Temperatur für unsere Hand selbst auf kurze Zeit kaum erträglich ist. Zu den ersteren gehört z. B. der Gletscherfloh (*Desoria glacialis*),

(Fig. 45) ein der niedrigsten Insektengruppe zugehöriges Tier, welches mit *Pulex*, „dem Turner im braunen Trikot“ nur die Fähigkeit des Springens gemeinsam hat; ferner eine Mücke *Chionea araneodes*, manche Käfer u. a. Von den letzteren sind Insektenlarven, Nädertierchen, Krebse, Mollusken und Fische bekannt geworden. In Abyssinien hat man Fische von 1—2 cm Länge in heißen Quellen von 44° C. angetroffen, auf Luzon in solchen von 63° C. Die Quellen von Tozer und Casca Nordafrikas haben 75° C. und beherbergen einen Fisch der Gattung *Sparus*, und in den an ihrem Ausflusse 95° C. heißen Quellen von Hammann-Mekkhoutia in Algier leben Insekten, Krebse, Frösche und Fische. Wir stehen diesen Erfahrungen wie einem ungelösten Rätsel gegenüber, denn wir wissen, daß das tierische Protoplasma im allgemeinen bei einer Temperatur von 40—50° C. gerinnt und abstirbt.

Zwischen den beiden soeben hervorgehobenen Extremen in den Temperaturgraden liegen unendlich viele Abstufungen, bei welchen tierisches Leben gedeiht, ohne daß wir imstande wären, für jede einzelne Form die zum Leben nötigen Grenzen anzugeben. Wie für die vorher besprochenen Lebensbedingungen müssen wir auch für die Temperatur ein Optimum annehmen, welches in jedem einzelnen Falle zu bestimmen, von viel geringerem Interesse ist, als eine Untersuchung darüber, wie sich die Tiere bei Veränderungen der normalen Wärme ihrer Umgebung verhalten. Daß Anpassungen auch in dieser Beziehung möglich sind, muß man von vornherein vermuten, und es giebt allgemein bekannte Thatsachen zur Genüge, um dafür die erforderlichen Stützen zu gewinnen.

Alle Tiere, welche in einem nach der Jahreszeit wechselnden Klima leben, sind in dieser Lage. Von uns selbst wissen wir am besten, welchen Einfluß Sommer und Winter auf uns übt, wie in ersterem die Hautthätigkeit eine größere, die Nahrungsaufnahme dagegen geringer ist, wie große Hitze Müdigkeit und Trägheit verursacht. Es ist ferner bekannt, daß manche Tiere

beim Eintritte der kalten Jahreszeit ein dichteres Haar- und Federkleid erhalten, mit welchem auch Veränderungen der Färbung verbunden sein können. Andere Tiere verfallen in einen Winterschlaf, während welchem ihre Lebensfunktionen außerordentlich zurücktreten, zuweilen vollständig aufhören. Dies ist der Fall bei sehr vielen „kaltblütigen“ Tieren, deren Körpertemperatur wegen der Unfähigkeit einer eigenen Wärmeproduktion mit derjenigen der Umgebung ungefähr gleich ist; aber auch bei einer Anzahl von Säugetieren, deren Eigenwärme dann soweit herabsinkt, daß sie während des Winterschlafes als Kaltblüter angesehen werden können. Wieder andere Tiere, wie vor allem sehr viele Vögel, entziehen sich der nachteiligen Einwirkung der Kälte durch Wanderung in wärmere Gegenden.

Aus dem Gefagten geht zur Genüge hervor, wie außerordentlich verschieden die Temperaturerniedrigung auf die einzelnen Tierformen einwirkt. Dies mag auch im einzelnen durch einige Beispiele erläutert werden.

Die Infusorien verfallen bei $+2$ oder 3° C. in einen Zustand der Kältestarre, wo ihre Bewegungen vollständig aufhören, und gehen bei längerer Einwirkung der gleichen Temperatur oder noch größerer Erniedrigung zu grunde. Die gemeine Teichhornschnecke (*Limnaeus stagnalis*) erleidet bei der gleichen Temperatur keinen Schaden, aber erst wenn das Wasser bis auf 12° C. erwärmt ist, vermag sie Nahrung zu assimilieren und zu wachsen. Die Weinbergsschnecke verliert ihren Kalkdeckel, welcher sie während ihres Winterschlafes schützte, erst wenn die Luft 10 — 12° C. warm ist. Die Amphibien verfallen bei uns in den Winterschlaf, wenn sich das Wasser nahe dem Gefrierpunkte befindet, während das gleiche auf Kuba zwischen 7 und 29° C. eintritt. Manche Tiere ertragen ein vollständiges Einfrieren. So werden Fische sowohl im Eizustande, wie erwachsen auf Eis versandt, ohne dadurch ihr Leben einzubüßen. In einer ähnlichen Lage sind die sogenannten Wintereier der Wasserflöhe (*Daphniden*), die Gemmulä der Schwämme und Statoblasten

der Moostierchen. Ob die Behauptung, daß Frösche, welche durch und durch so gefroren sind, daß man sie in Stücke zerbrechen kann, nach allmählicher Auftauung doch am Leben bleiben sollen, gerechtfertigt ist, erscheint sehr wenig wahrscheinlich.

Einen interessanten Einfluß sinkender Temperatur hat man experimentell zu prüfen Gelegenheit gehabt. Die als *Vanessa prorsa* und *levana* beschriebenen Tagsschmetterlinge sind nicht zwei verschiedene Arten, wie man früher annahm, sondern nur zwei in gesetzmäßigem Wechsel aufeinander folgende Generationen einer Art. *Vanessa prorsa* ist die Wintergeneration, welche im Frühjahr ausschlüpft, *V. levana* die von jener abstammende Sommergeneration. Wenn man nun die letztere bei künstlich erniedrigter Temperatur (im Eiskeller) züchtet, so entsteht bereits im Sommer die Wintergeneration. In ähnlicher Weise hat man bei anderen Insekten den Einfluß einer während des Winters künstlich gesteigerten Temperatur beobachtet.

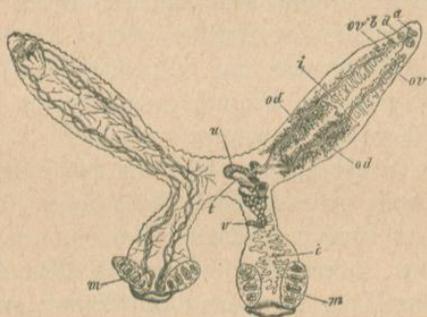
Die Blattläuse pflanzen sich, wie wir früher kennen gelernt haben, unter naturgemäßen Verhältnissen im Laufe des ganzen Sommers durch jungfräuliche Weibchen fort. Beim Eintritt der kälteren Jahreszeit erscheinen auch Männchen; die von ihnen befruchteten Eier überdauern den Winter und liefern im Frühjahr die Stammform der Sommergeneration. Wenn man aber diese letztere dauernd einer höheren Temperatur aussetzt, für sie also den Eintritt des Winters unbemerkt macht, so entstehen keine Männchen, sondern die jungfräulichen Geburten nehmen ruhig ihren Fortgang. Réaumur hat auf diese Weise während drei oder vier Jahren über fünfzig parthenogenetisch erzeugte Blattlausgenerationen, die von einer einzigen Mutter abstammten, gezüchtet. Hierher gehören auch die Beobachtungen, welche man an einem, auch sonst sehr merkwürdigen Saugwurme gemacht hat.

Das Diplozoon paradoxum ist ein aus der Verwachsung zweier ursprünglich getrennter Individuen hervorgegangener kreuzförmiger Parasit (Fig. 46) an den Kiemen verschiedener karpfen-

artiger Fische. In der freien Natur pflanzt sich derselbe nur während des Sommers durch Eiablage fort, thut dies jedoch auch im Winter, wenn die von ihm bewohnten Fische im Zimmeraquarium mit gleichmäßiger Sommertemperatur des Wassers gehalten werden.

Gerade in bezug auf die Fortpflanzung und Entwicklung der Tiere macht sich ein unverkennbarer Einfluß gesteigerter Temperatur geltend. In wärmeren Klimaten tritt die Geschlechtsreife bei Menschen und Tieren zeitiger ein, und bei manchen, wie bei Kaninchen, Ratten, Hühnern zeigt sich unter eben diesen Ver-

Fig. 46.



Diplozoon paradoxum.

hältnissen eine noch größere Fruchtbarkeit als in unseren Breiten, in welchen dagegen manche Tiere äquatorialer Herkunft unfruchtbar bleiben. Es ist ferner allgemein bekannt, daß die Vogeleier einer gewissen und zwar ziemlich bedeutenden Wärme bedürfen, um sich zu entwickeln. Diese ist auch für andere Eier von Einfluß. Beobachtungen am Froschlaiche haben ergeben, daß die kleinen Larven bei 10,5° C. am 21. Tage, bei 15,5° C. aber schon am 10. Tage auschlüpfen. Unter dem Einflusse der geringeren Wärmegrade verlaufen bis zur Beendigung der Metamorphose vom Ablegen des Eies an gerechnet 225, bei der höheren Temperatur nur 73 Tage.

Andererseits kennt man Fälle, wo sehr bedeutende Schwankungen in der Temperatur ohne Einfluß auf die Entwicklungsfähigkeit bleiben. Die Eier von Apus und Branchipus, jener schon mehrfach erwähnten Krebschen, entwickeln sich sowohl bei einer Temperatur von 0° wie von 30° C., freilich geht dieser Prozeß bei höheren Graden viel schneller vor sich als bei niedrigen.

Wir sehen aus den angeführten Beispielen, daß die Grenzen in der Temperatur, zwischen welchen tierisches Leben möglich ist, außerordentlich weit auseinander gehen; es ist kaum möglich, ein absolutes Maximum oder Minimum anzugeben, wo der Tod unfehlbar eintritt, und das Optimum liegt für die verschiedenen Tiere in sehr ungleicher Weise zwischen jenen Extremen. Jedemfalls werden diejenigen Tiere unter den günstigsten Verhältnissen leben, welche — unter sonst ebenfalls günstigen Bedingungen — einer möglichst geringen Temperaturschwankung unterworfen sind, wobei die absolute Höhe der Wärme nur in zweiter Linie in Betracht kommt. Hierfür scheinen wenigstens mancherlei Thatsachen zu sprechen. Die Ostsee hat verschiedene Mollusken mit der Küste von Grönland gemeinsam. Hier werden sie groß, während sie dort klein und dünnchalig bleiben, obgleich die Ostsee im Mittel eine höhere Temperatur besitzt. Dieselbe ist aber größeren Schwankungen unterworfen, während sie bei Grönland, wenn auch niedriger, so doch gleichmäßig ist. Ebenso hat man den Beweis dafür in den Händen, daß die Akklimatisation tropischer Tiere in unseren Breiten bei kälteren, dabei aber gleichmäßigen Temperaturgraden sehr wohl durchführbar ist. Man hat in England die verschiedenartigsten Papageien bei einer Kälte von 7° C. im Freien nicht nur durchgewintert, sondern auch zur Fortpflanzung gebracht.

In einem sich gleichmäßig bleibenden Klima tritt auch die Periodizität der Tierformen zurück, welche bei uns allgemein auffällt. Man findet meist in einer bestimmten Jahreszeit nur einen bestimmten Entwicklungszustand eines Tieres, bald nur die Eier, bald die Larven, bald die erwachsene Form; in tropi-

sehen Klimaten dagegen, welche sehr unwesentlichen Temperaturschwankungen ausgefetzt sind, finden sich alle diese Stadien nebeneinander, wie es z. B. von Semper auf den Philippinen beobachtet ist.

Auch unter den Meeresbewohnern scheint die Periodizität in ziemlich geringen Graden hervorzutreten.

Ganz besonders interessant ist eine andere der marinen Fauna entlehnte Beobachtung. Es giebt gewisse Tierformen, welche die nördlichen Meere mit den südlichen gemeinsam haben, so z. B. viele Holothurien. In jenen leben sie aber in bedeutenden Tiefen, während sie sich in diesen viel näher der Oberfläche finden. Auch diese Erscheinung dürfte darin eine richtige Erklärung finden, daß die Temperaturschwankungen, welche in den wärmeren Meeren selbst im Winter und Sommer an der Oberfläche kaum hervortreten, in den kälteren Meeren erst in beträchtlicher Tiefe aufhören, während die höheren Regionen denselben in nicht unbeträchtlichem Maße unterworfen sind. Daraus ist es auch wahrscheinlich zu erklären, daß manche sehr alte Tierformen, deren Verwandte fast sämtlich der Vorwelt angehören, sich in den tiefsten Meereschichten noch am Leben erhalten haben und zwar in den verschiedensten Breitengraden; denn in jenen Regionen sind die Lebensbedingungen den geringsten Schwankungen unterworfen gewesen.

Die Sonne, welcher wir fast alle Wärme, die auf der Oberfläche unseres Planeten herrscht, verdanken, sendet uns mit ihren Strahlen gleichzeitig Licht herab. Haben wir auch in dieser Himmelsgabe eine notwendige Lebensbedingung der Tiere zu erkennen, wie in den bisher besprochenen Einwirkungen der Außenwelt? Diese Frage müssen wir verneinend beantworten. Kein Tier kann ohne Nahrungsmittel im weitesten Sinne des Wortes, keines ohne eine gewisse Wärme existieren, wohl aber giebt es eine große Anzahl, welche in ewiger Finsternis ihr Dasein fristen. Auf dem Grunde der Meere, im Innern des Erdbodens, in der Tiefe unterirdischer Höhlen, in den lichtlosen

Gingeweiden anderer Tiere entfaltet sich eine eigene Fauna. Man kennt von solchen Örtlichkeiten, abgesehen von den weit verbreiteten Entoparasiten: Fische, Amphibien, Krebse, Tausendfüßler, Spinnen, sehr zahlreiche Insekten und noch viele niedrigere Tiere. Namentlich ist es die Grottenfauna, welche schon seit längerer Zeit die Aufmerksamkeit zahlreicher Forscher auf sich gezogen hat. Wir kennen beispielsweise die Grotten von Krain, die Mammuthöhle in Kentucky, Höhlen auf Barbados, unterirdische Seen in den Anden, welche zahlreiche tierische Bewohner beherbergen. Auf die eigentliche Fauna der Meeresstiefen ist man erst in den letzten Jahren und ganz besonders durch die umfangreichen Beobachtungen der Challenger-Expedition aufmerksam geworden. Auch aus tiefen Brunnen kennt man Krebse, und als Bewohner des Erdbodens sogar Vertreter der höchst entwickelten Tierklasse, wie die Maulwürfe, welche allerdings von Zeit zu Zeit an das Tageslicht empor tauchen.

Das Organ, welches die Lichtstrahlen empfindet und diese Eindrücke dem Nervenzentrum übermittelt, ist bekanntlich das Auge. Es kann uns nicht wunder nehmen, daß viele der unterirdisch lebenden Tiere dasselbe entbehren. Manche sind völlig blind, d. h. sie besitzen keine Spur eines Sehorgans, andere tragen Rudimente davon unter der äußeren Körperbedeckung, sind mithin unfähig, dieselben zu gebrauchen. Für viele ist gerade dieser Nichtgebrauch der Augen die Ursache zur Verkümmern der selben geworden; denn z. B. für den Olm (*Proteus anguineus*) (Fig. 47) der Adelsberger Grotte und den Maulwurf dürfen wir mit Recht annehmen, daß sie von ursprünglich mit vollständiger Sehkraft begabten Vorfahren abstammen, welche sich allmählich der Lebensweise im dunkeln angepasst haben. Freilich fehlt uns die Berechtigung, diese Lebensweise als alleinigen Grund von Blindheit in Anspruch zu nehmen, weil wir mit jenen augenlosen Formen zusammen zum Teil sehende finden — man kennt sogar eine Käfergattung (*Machairilus*), bei welcher nur die Weibchen blind sind — und

weil andererseits der Mangel der Augen auch bei solchen Tieren zu beobachten ist, welche an beleuchteten Örtlichkeiten leben. Eine Erklärung hierfür müssen wir zur Zeit schuldig bleiben.

Wenn wir nun auch nach dem Gesagten anerkennen müssen, daß das Licht für viele Tiere völlig entbehrlich ist, so darf doch der Einfluß desselben auf die meisten keineswegs in Abrede gestellt werden. Es ist bekannt, wie der durch Tag und Nacht bedingte Wechsel des Lichtes sich bei den verschiedenen Tieren äußert. Die Dunkelheit bedingt für sehr viele und so auch für den Menschen den Schlaf, in welchem auch gewisse Körperfunktionen, wie die Atmung, in etwas anderer Weise verlaufen. Ein jeder weiß aus Erfahrung, wie bereits der bleigraue Himmel, welcher uns im November oft auf Tage und Wochen

Fig. 47.



Dsm. (*Proteus anguineus*.)

das helle Sonnenlicht verdunkelt, auf unsere Gemütsstimmung einwirkt, wie uns die Welt „farb- und gestaltlos“ erscheint, wenn uns „ein graulicher Tag hinten im Norden umfängt“. Es ist ferner erwiesen, daß bei einer totalen Sonnensfinsternis viele Tiere, durch die Dunkelheit über die Zeit getäuscht, in Schlaf verfallen. Und doch sind nicht alle Tiere in der gleichen Weise von jenem Wechsel der Tageshelle und der Dunkelheit der Nacht beeinflusst. Giebt es doch viele, welche in gerade umgekehrter Richtung ihre Lebensthätigkeit entfalten, am Tage zurückgezogen sind und schlafen, während sie bei einbrechender Dunkelheit aus ihren Verstecken hervorkommen und auf Beute ausgehen. Wir brauchen nur an die Fledermäuse und manche nächtliche Insekten zu erinnern, um unseren Lesern ganz allge-

mein bekannte Beispiele ins Gedächtnis zu rufen. Es sind oft ganz nahe verwandte Arten, welche in dieser Beziehung voneinander abweichen.

Die Nachttiere stehen übrigens in der Ausbildung ihrer Augen keineswegs hinter den Tagtieren zurück, manche der ersteren, wie z. B. die Eulen unter den Vögeln, gewisse Affen (*Nyetipithecus* u. a.) unter den Säugetieren sind sogar durch besonders große Augen ausgezeichnet, so daß also auch für die Nachttiere eine gewisse Helligkeit, welche der Erde selbst in den dunkelsten Nächten eigen ist, von Bedeutung ist. Wir führen unseren Lesern in Figur 48 den Schlanklori (*Stenops gracilis*) als Beispiel eines Nachtaffen vor Augen.

Ein anderer Einfluß des Lichtes macht sich auf die Färbung der Tiere geltend. Zwar ist es durchaus irrig, wenn man die Farbstoffe der Tiere ohne weiteres von der direkten Einwirkung des Lichtes abhängig glaubt. Hierfür scheinen allerdings gewisse Thatsachen zu sprechen, wie einerseits die intensiveren Farbentöne tropischer Tiere und andererseits der fast völlige Mangel solcher bei Eingeweidewürmern und Höhlentieren. Man darf aber auch nicht außer acht lassen, daß sehr viele andere Tiere, welche an dunklen Orten leben oder unter Mangel an Licht ihre Entwicklung durchlaufen, ebenso reich gefärbt sind, wie die stets unter der Einwirkung des Lichtes stehenden. Man denke nur an die Schmetterlinge, deren Raupen sich vor ihr Verpuppung in die Erde verkrochen haben, oder an die von der brütenden Mutter bedeckten Vogeleier oder an viele Bewohner der Tiefsee. Wir sind hier, wie in vielen anderen Dingen, über die eigentlichen Ursachen, beziehungsweise über das eigentümliche Zusammenwirken der verschiedensten Ursachen durchaus im Ungewissen. In manchen Fällen sind wir jedoch in der Lage, mit Hilfe des Experiments eine direkte Beeinflussung der Färbung der Tiere durch die Einwirkung des Lichtes zu beweisen. Es giebt nämlich gewisse Tiere — und wir kommen in einem zweiten Teile unserer „Bilder“ ausführlicher auf dieselben zurück, — welche ihre Färbung

willkürlich derjenigen ihrer Umgebung anzupassen vermögen. Diese Farbenveränderung wird ermöglicht durch verschieden pigmentierte, in verschiedenen Hautschichten gelegene, kontraktile Zellen, welche man Chromatophoren genannt hat. Durch Ausdehnung derselben erscheint das Tier dunkel, durch Zusammenziehung hell. Die Veranlassung dazu ist das Licht, jedoch nicht durch einfache

Fig. 48.



Schlanklori (*Stenops gracilis*). (Nach Brehm.)

Erregung der farbigen Zellen, sondern unter Vermittlung des Auges und des Nervensystems und zwar des sogen. sympathischen Nervensystems. Sobald das Auge eines Tieres zerstört ist, hört auch die Fähigkeit der Farbenanpassung an die Umgebung auf, wie man unter anderen an einer blinden Scholle beobachtet hat, welche allein unter zahlreichen anderen Exemplaren eine dunkle Färbung zeigte, während diese in Übereinstimmung mit

dem sie umgebenden Sande hell aussahen. Wie die Anpassung an die Farbe der Umgebung ermöglicht ist, läßt sich nur durch eine Vermutung erklären. Wahrscheinlich werden durch die von dunklen Gegenständen reflektierten Lichtstrahlen die dunkel pigmentierten Chromatophoren nicht zur Zusammenziehung veranlaßt, was dagegen in um so höherem Maße geschieht, je helleren Gegenständen die reflektierten Lichtstrahlen entstammen, so daß bei einem völlig hellen Untergrunde alle Chromatophoren zusammengezogen werden und dadurch die Haut ebenfalls hell erscheinen lassen.

Eine derartige Fähigkeit der Farbenanpassung kennt man bei zahlreichen Fischen, bei Amphibien und bei Krebsen.

In wie weit sich noch andere kosmische Einflüsse, wie Elektrizität und Magnetismus, auf die Tiere geltend machen, verschließt sich nach unseren jetzigen Kenntnissen noch jedweder Beurteilung.

In den näher besprochenen Verhältnissen und ihrem Wechselverkehre mit den Tieren haben wir Bedingungen kennen gelernt, ohne deren Zusammenwirken das Leben auf längere Zeit unmöglich bestehen kann. Daß aber dennoch ein jedes Tier, selbst wenn ihm alle zu seinem Leben nötigen Bedingungen geboten sind, früher oder später von dem Schauplatze seiner Thätigkeit abtreten muß und in die Elemente zerfällt, aus denen sein Organismus in so künstlicher Weise aufgebaut war, lehrt uns eine tägliche Erfahrung. Die Lebensdauer der einzelnen Geschöpfe ist außerordentlich verschieden, die Grenzen liegen zwischen Minuten und mehreren Jahrhunderten; einmal wird aber die Grenze sicher erreicht: der Tod alles Lebendigen ist eine Naturnotwendigkeit.

Warum alle Organismen sterben müssen? ist eine oft besprochene Frage, auf welche wir ebensowenig eine sichere Antwort zu geben vermögen, wie auf jene andere nach dem Ursprunge des Lebens. Eins können wir dabei in Erwägung ziehen. Wir haben gesehen, daß alle Lebensbethätigung in letzter

Linie auf die Zellen zurückzuführen ist, deren Einzelarbeit das Gesamtergebnis des funktionierenden Organismus bedingt. So werden wir auch in der Zelle die Negation des Lebens zu suchen haben. Doch hiermit haben wir nur unsere Unkenntnis von der Notwendigkeit des Todes auf einen etwas entfernteren Punkt verschoben. Warum ist der Lebenshätigkeit der Zellen ein Ziel gesteckt? Warum hört die Fähigkeit ihres Wachstums und ihrer Fortpflanzung einmal auf? Wir wollen uns hier nicht auf weitere Vermutungen einlassen, nicht fragen, ob der Tod durch die physiologische Beschaffenheit der Zellen selbst bedingt, oder als eine Zweckmäßigkeit an die äußeren Lebensbedingungen aufzufassen sei. Wir sehen in dem Tode wie in dem Leben Wirkungen unumstößlicher und ewiger Naturgesetze, deren Allgewaltigkeit und Erhabenheit wir allezeit bewundern und ehren müssen, auch wenn wir nicht überall mit unserem endlichen Verstande in ihr eigentliches Wesen einzudringen vermögen.

IV. Kapitel.

Tierstöcke und Tierstaaten.

Im vorigen Kapitel haben wir die Abhängigkeit der Tiere von der toten Natur besprochen und in der Nahrung, dem Wasser, der Luft und der Wärme Bedingungen kennen gelernt, welche für das Leben derselben notwendig sind. Aber auch in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnisse stehen die Tiere: ein jedes will leben und hat dazu die gleiche Berechtigung. Hunger und Liebe sind die mächtigen Triebfedern des Daseins, welche jedes Einzelwesen zwingen, für sich zu sorgen, und in ihm das Bestreben wachrufen, dem anderen den Vorrang abzugewinnen. Dadurch entstehen tausenderlei Beziehungen der Tiere untereinander. Die einen geben anderen den Tod um selbst zu leben, andere können im großen nichts vernichten und fangen es im kleinen an, indem sie sich in oder auf dem Körper eines