

## **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

### **Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander**

Die Beziehungen der Tiere zueinander

**Kraepelin, Karl**

**Leipzig, 1913**

IV. Die Beziehungen verschiedener Tierarten zueinander

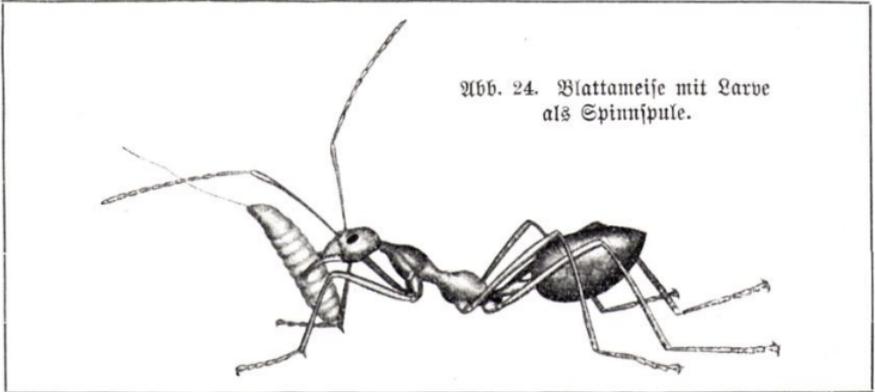


Abb. 24. Blattameise mit Larve  
als Spinnspule.

(*Oecophylla*, *Polyrhachis* in Ostasien, *Camponotus senex* in Brasilien) von ihren Larven machen, indem sie dieselben als Spinnspulen benutzen (Abb. 24), mit deren Hilfe sie die Blätter hoch oben in den Zweigen zum kugeligen Neste zusammenspinnen. Auch Gespinnstgürtel um die Stämme zum Schutz gegen das Vordringen einer anderen kleinen Ameisenart werden nach Halland von der *Oecophylla* mit Hilfe ihrer im Maule dorthin transportierten Larven ausgeführt. — Alles in allem kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß wir in den Staaten der Bienen, Wespen, Ameisen und Termiten das Vollkommenste vor uns haben, was an gesellschaftlicher Organisation im Tierreiche zur Ausbildung gelangt ist. Die Grundlage, auf der diese Staaten sich aufbauten, war vielleicht, wie Voelcke meint, eine verfehlte und führte zur Erstarrung; rein objektiv betrachtet aber erheben sich ihre Leistungen hoch über das, was selbst die menschenähnlichsten Wirbeltiere in dieser Beziehung aufzuweisen vermögen.

#### IV. Die Beziehungen verschiedener Tierarten zueinander.

Zwischen den Tieren, welche verschiedenen Arten oder gar verschiedenen Klassen angehören, fehlen naturgemäß alle die mannigfachen Beziehungen, die sich aus dem Geschlechtstrieb, der Elternliebe, der Zuneigung der Geschwister oder überhaupt der Artgenossen ergeben, und es wäre daher wohl denkbar, daß die zahllosen Gestalt- und Organisationsformen des Tierreiches auf unserer Erde im wesentlichen unabhängig voneinander dahinlebten, weder in gutem noch in bösem Sinne beeinflusst von den anders gearteten und auf andere Lebensbedingungen angewiesenen Mit-  
tieren, wenn nicht ein übermächtiger Faktor diesen Gedanken eines fried-

lichen Nebeneinander illusorisch erscheinen ließe: die Notwendigkeit, die durch den Lebensprozeß verbrauchten Substanzen des Körpers durch Zufuhr neuer organischer Stoffe zu ersetzen, d. h. also das Bedürfnis des Nahrungserwerbes. Gewiß kommt es vor, daß die Interessen des einen Geschöpfes hierbei in keiner Weise mit denen des anderen kollidieren, wie es denn beispielsweise der Pilzmade völlig gleichgültig sein kann, ob daneben am Kraut die Raupe frißt, oder dem mäusejagenden Buffard, ob der Reiher mit seinem Fischfange erfolgreich ist; im großen und ganzen aber stehen selbst Tiere verschiedenster Organisation in mehr oder weniger direkter Wechselbeziehung zueinander, und zwar in erster Linie auf Grund der bereits früher erörterten Tatsache, daß die Erde schon längst mit dem Maximum von organischen Wesen besetzt ist, welches sie zu ernähren vermag, verbunden mit dem Gesetz von der Überproduktion der Reime.

### A. Pflanzenfresser und Tierfresser.

Selbst wenn es auf der Erde nur Pflanzenfresser gäbe, würden die beiden angeführten Tatsachen in zahllosen Fällen eine gegenseitige Beeinträchtigung der einzelnen Tierarten herbeiführen. Im allgemeinen kann man die Pflanzenfresser scheiden in solche, die sozusagen unterschiedslos die gesamten Kräuter und Gräser eines Gebietes abweiden, wie etwa die Rinder und Schafe, und in solche, die nur auf eine oder wenige Pflanzenarten gewissermaßen abgestimmt sind, nur diese zur Befriedigung ihres Nahrungsbedürfnisses angreifen und lieber verhungern, ehe sie mit einem anderen Stoffe fürlieb nehmen. Bei den Tieren der ersten Gruppe ist natürlich eine gegenseitige Beeinträchtigung, eine Konkurrenz um den Lebensunterhalt ganz ebenso vorhanden, wie unter den Individuen derselben Art, da es für das hungernde Reh gewiß keinen Unterschied macht, ob das zur Verfügung stehende Wiesenstück schon vorher von anderen Rehen, oder aber von Hirschen und Rindern abgeweidet ist. Anders bei den Spezialisten, die auf ganz bestimmte Pflanzen oder gar nur einzelne Organe bestimmter Pflanzen angewiesen sind, wie dies vor allem bei zahlreichen Insekten und deren Larven der Fall ist. Unter diesen ist eine direkte Konkurrenz völlig ausgeschlossen, sobald es sich, wie in dem oben gewählten Beispiel von Pilzmade und Blatt-raupe, um Tiere verschiedener Geschmacksrichtung handelt; um so verhängnisvoller muß dafür aber der Wettbewerb zwischen denen werden, die etwa in gleicher Weise nur die Blätter oder die Früchte einer einzigen, vielleicht noch überdies seltenen Pflanzenart als Nahrung

verwenden können. Der Verkümmernng und dem Hungertode werden dann leicht zahllose Individuen einer Tierart durch die Konkurrenz einer anderen ganz in derselben Weise anheimfallen, als wenn das Mißverhältnis zwischen Nahrungsquantum und Nachfrage durch ein Zuviel der eigenen Artgenossen herbeigeführt worden wäre.

Nun aber gibt es auf der Erde nicht nur Pflanzenfresser; es bedürfen vielmehr zahlreiche Tiere ganz oder zum Teil der animalischen Kost, die sie sich in der Regel durch Tötung anderer Tiere zu verschaffen suchen, gleichgültig, ob diese letzteren selbst Vegetarianer sind oder nicht. Die Mehrzahl solcher „Raubtiere“ zeigt nun eine ähnliche, wenn auch nur selten so stark ausgeprägte Spezialisierung in bezug auf die Wahl ihrer Beute, wie dies von vielen Pflanzenfressern gilt, und zwischen solchen auf verschiedene Tierformen abgestimmten Räubern herrscht dann im wesentlichen dieselbe Indifferenz, wie zwischen den auf verschiedene Pflanzenkost angewiesenen Pflanzenfressern. Den Bussard, um bei den früheren Beispielen zu bleiben, sicht es nicht an, wenn der Reiher den Teich auch bis auf den Grund ausfischt, oder wenn der Grünspecht den Ameisenhaufen nach Beute durchstöbert. Immerhin ist ein solcher Ausschluß jeglicher Konkurrenz bei der geringeren Spezialisierung weit seltener als bei den Pflanzenfressern. Wissen wir doch, daß selbst Fuchs, Dachs und zahlreiche größere Raubvögel den Singvögeln, Fröschen usw. die Insektennahrung schmälern, wenn besseres Wild aus der Klasse der Wirbeltiere nicht zu erlangen ist.

## B. Raubtier und Beutetier.

Handelt es sich in den bisher betrachteten Fällen der Hauptsache nach um einen Konkurrenzkampf, wie ihn auch die Genossen der gleichen Art in Tier- und Pflanzenreich miteinander auszufechten haben, einen Kampf, der meist ohne offensichtliche Befeindung nur durch Vornahme des wichtigsten Lebensbedürfnisses, der ausreichenden Nahrung, fort und fort unermessliche Opfer fordert, so tritt uns in dem Verhältnis von Raubtier und Beute die offene, nackte Feindschaft entgegen, ein Vernichten des fremden Lebens durch brutale Gewalt zur Befriedigung des eigenen Bedürfnisses auf der einen Seite, ein Sichwehren und Zuentgehen suchen auf der anderen Seite mit tausend Mitteln, welche die Todesangst und der Selbsterhaltungstrieb in überraschender Fülle zur Ausbildung gelangen lassen. Dieser offene Kampf, der ein jedes Geschöpf, ob Pflanzen- oder Tierfresser, in gleicher Weise bedroht, da sich fast immer noch ein stärkerer Räuber findet, der dem schwächeren

nachstellt, ist es vor allem, der weitgehende Anpassungen der Körperform und der Instinkte an die umgebenden Lebensverhältnisse bei den einzelnen Arten und Gruppen des Tierreiches hervorgerufen hat; er gilt als der mächtigste, die geschlechtliche Zuchtwahl an Bedeutung weit hinter sich lassende Faktor der Naturzüchtung. Nur diejenigen Formen, denen es gelungen, in diesem beständigen Ringen auf Tod und Leben genügende Schutz- oder Angriffsmittel zu entwickeln, konnten im Laufe der Jahrtausende ihren Platz behaupten, während das Unzulängliche oder gar Unzweckmäßige schonungslos ausgemerzt wurde.

### 1. Schutz- und Trugmittel der Beutetiere<sup>1)</sup>.

Stellen wir uns zunächst auf den Standpunkt des Beutetieres, des Schwächeren, Verfolgten, der sein Leben vor den überall lauernernden und spähernden Räubern zu schützen sucht, so ergibt sich für die Erreichung dieses Zweckes eine große Fülle von Möglichkeiten, die wir dann tatsächlich in der Natur auch verwirklicht finden. Von besonderem Interesse erscheint es, daß es sich dabei im wesentlichen um dieselben Mittel handelt, deren auch der Mensch in Fällen drohender Gefahr sich zu bedienen pflegt.

#### a) Mittel zum Entfliehen und Sichverbergen.

Das einfachste Mittel, dem nahenden Feinde zu „entgehen“, ist wohl die Flucht. In allen Arten der Fortbewegung, im Laufen und Springen, im Klettern, Fliegen und Schwimmen, haben es viele Tierarten zu einer staunenswerten, weit über menschliches Können hinausgehenden Fertigkeit gebracht, und es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die dauernd gegebene Notwendigkeit des Fliehens bei der Heranzüchtung dieser Fertigkeiten eine maßgebende Rolle gespielt hat. Freilich darf man bei der Entwicklung solcher, oft noch durch allerlei Raffiniertheiten, wie Hakenschlagen (Hase), Zickzackflug (Schnepe) usw. gesteigerten Fähigkeiten nicht vergessen, daß infolgedessen ja nun auch die Räuber, falls sie nicht verhungern wollen, zu gleicher Steigerung ihrer Leistungen gezwungen werden, so daß sich hieraus, ähnlich wie bei den Kriegen der Menschen zwischen Panzer und Geschos, ein scheinbar endloser oder doch bis zur äußersten Grenze der physischen Möglichkeit fortgeführter Wettkampf der Bewegungsleistungen zwischen Beutetier und Verfolger ergeben mußte.

Neben der einfachen Flucht ist das Sichverbergen wohl das ver-

<sup>1)</sup> Vgl. Guénot, L.: Les moyens de défense chez les animaux in Rev. sc. (4) IX, 1898 S. 449—458.

breitetste Mittel der Sicherung. Schon bei der Besprechung der Eiablage und des Schutzes der jungen Brut wurde ausgeführt, welche Fülle von Verstecken der Tierwelt zu Gebote steht. In den oberen Schichten des Erdbodens, in selbstgegrabenen Gängen und Höhlen hausen die Regenwürmer, die Werrn und Grillen sowie zahllose Insektenlarven, denen sich das Heer derjenigen anschließt, die unter Steinen, Moos, abgefallenem Laube, im Mulm, in leeren Schneckenhäusern usw. ihr Wesen treiben, wie die Lauf- und Raubkäfer, die Wolfsspinnen, Tausendfüßer, Asseln, Laufmilben und viele andere. In Mauerritzen, unter Baumstümpfe ziehen sich die Reptilien zurück, und kunstvolle Erdhöhlen bilden die Zufluchtsstätten der meisten kleineren Säugetiere, von den Mäusen, Bühlmäusen, Hamstern bis herauf zu Kaninchen, Murmeltier, Präriehund und Biber, von den raubenden Spitzmäusen und Maulwürfen bis zu Dachs und Fuchs mit ihren oft großartig angelegten Bauten. Auch ganze Völker gesellig lebender Insekten wählen gern die schützende Erdhöhle zum Wohnsitz, wie die Hummeln und viele Ameisenarten. Von den Termiten wissen wir sogar, daß sie die verbergende Erdoberfläche überhaupt nicht entbehren zu können glauben und daher zu ihrem Tagewerk des Herbeischaffens von Baustoffen und Nahrung nur unter dem Schutze von aus Erde gefertigten, gedeckten Laufgräben oder gewölbten Gängen auszurücken wagen.

Eine ungeheure Mannigfaltigkeit der Verstecke bietet sodann die Pflanzenwelt. In der Hauptsache sind es allerdings die noch unentwickelten Tiere, die Larven, welche in Blatt und Blüte und Frucht, in Mark und Rinde, in Stamm und Wurzel ein verborgenes Dasein führen, wie dies ja bereits bei der Brutpflege geschildert wurde (vgl. S. 19). Aber auch den Erwachsenen sind solche Schlupfwinkel willkommen, wenn die Anforderungen des Lebens nicht ein freies Zutagetreten erfordern: In den Blütenkelchen der Blumen bergen die Fliegen und Bienen, die Blütenkäfer und Blasenfüße sich zur Nachtruhe; in den Kapseln des Mohn und anderer Gewächse, in hohlen Stengeln hausen die Ohrwürmer, die Ameisen und mancherlei anderes „Ungeziefer“; in Blattausswüchsen und verunstalteten Blattstielen haben Milben und Blattläuse ihren dauernden Wohnsitz aufgeschlagen. Seltsam plattgedrückte, also einer solchen Lebensweise besonders angepasste Käfer, Wanzen, Spinnen, Tausendfüßer kommen zum Vorschein, wenn wir ein Stück lockerer Rinde vom Baumstumpfe lösen. Im dichten Laub der Bäume, im wogenden Kornfelde oder im Uferschilf entzieht sich der Vogel den Blicken der Verfolger, in das Gewirr der flutenden Wasserpflanzen flüchtet die erschreckte Fischbrut, und selbst unter den Säugern gibt es nicht wenige, die, wie die Fleder-

mäuse, die Marder, die Wildkazen, bei den Pflanzen Zuflucht suchen, indem sie die Höhlungen der Bäume zum Aufenthalt wählen.

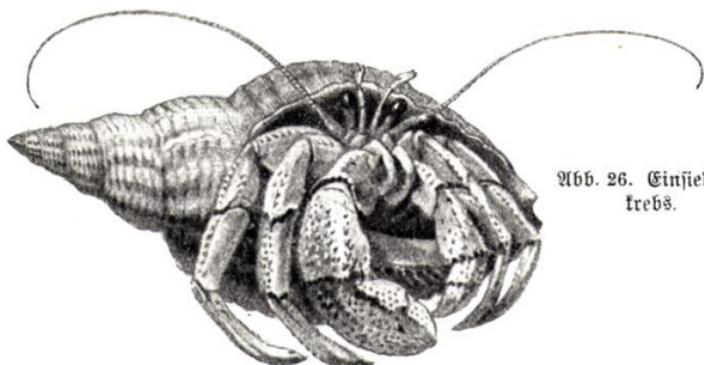
Wo die von der Natur gebotenen Verstecke trotz alledem nicht ausreichen, suchen die Tiere durch mancherlei Kunstfertigkeiten nachzuhelfen. Namentlich den noch nicht vollentwickelten Insekten, den Larven, ist in dem Material ihrer Spinndrüsen ein vorzüglicher Stoff geboten, sich selbständig Schlupfwinkel zu schaffen.

Von den gesellig lebenden Raupen, den Ringelspinnern, Goldastern, Gespinstmotten usw. wurde bereits früher hervorgehoben, daß sie zum Teil sehr dichte und starke Gespinste verfertigen, in die sie sich nachts oder bei schlechter Witterung in Scharen zurückziehen. Ähnliches gilt von den Kiefernblattwespen. In zusammengerollten und durch Fäden zusammengehaltenen Blättern hausen die Raupen vieler Widler, während die Frostspannerraupen durch Gespinstfäden das Aufbrechen der ihnen zum Wohnsitz dienenden Knospen verhindern. Die Hauptanwendung aber findet diese Gespinstkunst bei zahllosen Schmetterlingen und Blattwespen für die Zeit der Puppenruhe, d. h. desjenigen Lebensabschnittes, in dem das Insekt in vollkommenster Hilflosigkeit und Bewegungsunfähigkeit einen tiefgreifenden Umwandlungsprozeß zum geflügelten Insekt durchzumachen hat. Es liegt auf der Hand, daß die unermüdlige Tätigkeit des „Seidenwurmes“, der, gleich den Raupen



Abb. 25. Nest der Tapezier spinne.

anderer „Spinner“, in mehrtägiger, anstrengender Arbeit sich einen fast 4000 m langen Seidenfaden aus seinen Spinndrüsen haspelt, um dem ihn umhüllenden Kokon die nötige Dichte und Widerstandsfähigkeit zu geben, im Hinblick auf die dann folgende Periode der Hilflosigkeit einen sehr realen Hintergrund hat, indem es sich dabei um Tod oder Leben handelt; und wir verstehen es auch, wenn diese Kokons an möglichst versteckten Orten untergebracht, ja oft noch durch allerlei fremde Zutaten, wie Erde, Fraßspäne, Kot, Haare usw., der Umgebung tunlichst ähnlich gemacht werden. Außer den Insekten wenden dann namentlich noch die Spinnen ihre schöne Kunst zur Herstellung von Wohnungen an, sei es, daß sie hierbei nur reinen Spinnstoff verwenden, sei es, daß sie mit ihren Spinnfäden Blätter einrollen oder aneinander heften. Viele bauen auch unterirdische Röhren und tapezieren sie mit dichtem Gewebe

Abb. 26. Einfiödler-  
trebs.

aus, ja fertigen wohl noch dazu, wie die Tapezierspinnen (Oteniza), einen kunstvollen, außen mit Erde verkleideten Klappdeckel (Abb. 25), den sie von innen her vermöge eigens angebrachter Handgriffe mit ihren Klauen zu halten, wenn man ihn zu öffnen versucht. — Daß auch die Kunstbauten der gesellig lebenden Insekten mit ihrem so verschiedenartigen Baumaterial von Erde, Moos, Reifern, Pappe, Wachs usw. nicht allein der Brutpflege, sondern zugleich auch dem Schutze der Erwachsenen dienen, soll hier nur der Vollständigkeit halber noch besonders bemerkt werden. Auch die Nester der höheren Tiere, wenigstens diejenigen der Säuger, werden vielfach als Zufluchtsstätten benutzt. Unter den Vögeln ist ein solcher Brauch nur bei wenigen, z. B. beim Zaunkönige, beobachtet.

In den bisher besprochenen Fällen handelte es sich um Verstecke, in welche das Tier sich zurückzieht, wenn es der Ruhe pflegen will oder sonstwie Grund hat, die Verborgenheit aufzusuchen. Für das eigent-

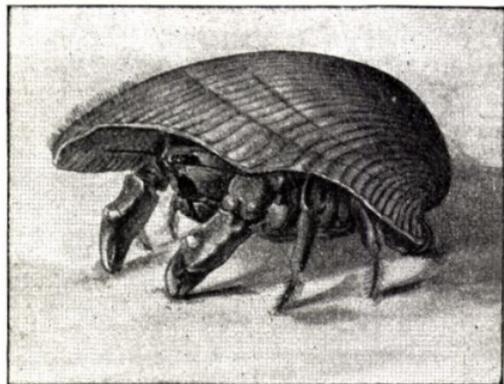


Abb. 27. Krabbe (Hypoconcha) unter Muschelschale.

liche Tagewerk aber, den Erwerb der Nahrung, den Verkehr der Geschlechter, die Eiablage und Brutpflege ist in der Regel — abgesehen von gewissen wasserbewohnenden, der Pflanze gleich festgewachsenen und meist durch feste Gehäusbildung geschützten Detritusfressern — ein Heraustreten aus der Verborgenheit unerlässlich, und in solchen Momenten

ten gewährt auch der beste, aber vielleicht in unerreichbarer Ferne befindliche Schlupfwinkel keinen Nutzen. Zwar wissen viele an Blättern lebende Tiere in verhältnismäßig glücklicher Weise sich dadurch zu helfen, daß sie sich bei nahender Gefahr vom Blatt in das darunter befindliche Gestrüpp und Gras fallen lassen, wo sie dann leicht den Späheraugen entgehen; ein idealeres Schutz-

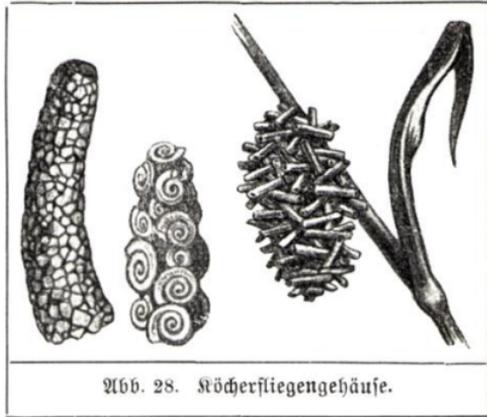


Abb. 28. Köcherfliegengehäuse.

mittel aber haben wir zweifellos darin zu erblicken, wenn das Tier es versteht, auch während seiner normalen Tätigkeit die Zufluchtsstätte stets bei sich zu haben, mit anderen Worten, wenn es ein transportables Schutzgehäuse mit sich zu führen vermag. Am leichtesten durchzuführen ist diese Methode der Sicherung im Wasser, wo das Gewicht des Schutzapparates durch den Auftrieb des Wassers ausgeschaltet wird. An unseren Meeresküsten leben in großer Menge die Einsiedlerkrebse. In leere Schneckengehäuse haben sie ihren weichen, ungeschützten Hinterleib hineingezwängt (Abb. 26), der infolge dieser Gewohnheit sogar die Spiraldrehung der Schneckenwindung angenommen hat. Unter dem Schutze dieser massiven Hinterleibsdeckung vollbringen sie ihr Tagewerk, bei jeder Beunruhigung sich blitzschnell in das Innere zurückziehend und die Mündung nun mit den Scheren verschließend, deren größere nicht selten in wunderbarer Weise den Größenverhältnissen dieser Mündung angepaßt ist. Wird die Wohnung zu eng, so wird eine andere, größere gesucht und in gleicher Weise in Gebrauch genommen. Etwas einfacher ist die Methode mancher Krabben (*Hypoconcha*, *Conchoecetes*; Abb. 27), die ihren Körper mit einer leeren Muschelschale bedecken. Im süßen Wasser finden wir das Heer der Köcherfliegenlarven, deren selbstgefertigte Gehäuse eine wunderbare Mannigfaltigkeit zeigen, von den zierlichen, oft maltubenartigen und ganz aus Gespinnst bestehenden der *Hydropsychiden* bis zu den aus Schilfrohr, Wasserlinsen, aus Zweigen, Steinen und Schneckengehäusen zusammengeleimten der *Vimnophiliden* und anderer Gruppen (Abb. 28). Auf dem Lande kennen wir ebenfalls manche Insektenlarven, denen der unvergleichliche Spinnstoff ein vorzügliches Mittel zum Bau eines Schutzgehäuses an die Hand gibt. Aus den zernagten Fasern des Tuches, von dem sie sich nähren, fertigen



Abb. 29. Zikade mit Wachsabscheidung.

unsere Kleider- und Tapezierrmotten ihre schützende Hülle; aus winzigen Zweig- und Stämmchen, aber auch wohl aus langen, starrenden Dornen, die Sackträger (Psychiden), deren flügellose Weibchen auch im erwachsenen Zustande diese Burg nicht verlassen. Mit dem Saugrüssel fest verankert und von starrem Wachschild überdeckt, treibt die Mehr-

zahl der Schildläuse an Zweig und Blatt unserer Kulturpflanzen ungestört ihr Vernichtungswerk.

Ist bei den bisher besprochenen Einrichtungen in Anbetracht der Festigkeit des Gehäuses mit dem Versteck zugleich auch ein mechanischer Schutz gegeben, so müssen sich andere Tiere mit einem lediglich die Gestalt verhüllenden Schirm begnügen. Einen solchen bilden die langen zarten Wachsäden, mit denen manche unserer heimischen Blattflöhe (Psylliden) und Blattläuse überkleidet sind, wie man besonders schön an den Woll- und Blutläusen unserer Gartenbäume, den Orthezien unserer Brennnessel beobachten kann. Die Larven der Florfliegen („Blattlauslöwen“) und gewisser Sonnenkäferchen (*Scymnus*) sollen sich, gleich dem Münchhausenschen Wolf, derart in dieses Gewirr der Wachsäden hineinarbeiten, daß sie schließlich selbst mit Wachswolle bekleidet umherstolzieren. Noch mächtiger entwickelt zeigen sich diese Wachschilderdecken bei manchen tropischen Zikaden (Abb. 29), deren eine (*Plata limbata*) deshalb sogar von den Chinesen zur Wachsgewinnung eingesammelt wird. Durch Schmutz und Staub unkenntlich sind die Larven der Schreitwanzen, gewisse Weberknechte (*Trogulus*) u. a. In einer Hülle des eigenen, speichelartigen Kotes birgt sich die Schaumzikade (*Aphrophora spumaria*), und die brandroten Larven der Lilienkäfer (*Lema merdiger*) haben die Gewohnheit, sich oberwärts völlig mit ihrem schwarzgrünen, spinatartigen Kot zuzudecken. In gewisser Hinsicht ist solchen Maskierungen die noch später näher zu besprechende Ge-

pflogenheit vieler Taschenkrebse an die Seite zu stellen, sich mit allerlei Meeresgetier und Tangen bewachsen zu lassen.

Mögen die mancherlei Schutzgehäuse, die wir bisher kennen gelernt haben, im großen und ganzen auch ihren Zweck erfüllen, so bleiben sie doch immerhin eine arge Behinderung in der Freiheit der Bewegung. Besser ohne Zweifel ist derjenige daran, dem es gelingt, auch ohne einen solchen schwerfälligen Verhüllungsapparat sich möglichst unauffällig durchs Leben zu schlagen, d. h. in einem Gewande aufzutreten, das sich zwanglos der Umgebung anpaßt und den Feind gar nicht ahnen läßt, was für eine fette Beute ihm sozusagen vor der Nase sitzt. Am ausgiebigsten ist dieses Mittel der sog. Schutzfärbung bei Meerestieren zur Entwicklung gelangt, und zwar in erster Linie dadurch, daß ihr gesamter Körper mehr oder weniger die glashelle Durchsichtigkeit des Wassers angenommen hat und so in demselben oft völlig unsichtbar wird. Die Kottlücken und viele winzige Larvenformen, zahlreiche Quallen, Röhrenquallen, Rippenquallen (Cydippe, Cestum), Salpen, Feuerwalzen, Würmer (Sagitta, Alciopiden), Krebse, Garnelen, ja selbst Fische (die Larven der Male) besitzen hierdurch einen vorzüglichen Schutz, wie er in dem an Schlupfwinkeln armen Meere gewiß vonnöten ist. Ein weiteres Schutzmittel, das namentlich bei den Fischen weit verbreitet ist, besteht darin, daß Bauch und Flanken des Tieres, entsprechend den mannigfachen gläsernden Reflexen der wellenbewegten Meeresoberfläche, silberglänzend sind, während der Rücken die blauen und grünlichen Farbentöne der von oben betrachteten Meeresfläche besitzt. Aber auch auf dem Lande ist eine Anpassung an die Farbe der Umgebung ungemein weit verbreitet.<sup>1)</sup> Eine große Zahl der bei uns auf Gras und Büschen lebenden Insekten (Raupen, Käfer, Wanzen, Grashüpfer usw.) und Spinnen trägt, gleich den Baumschlangen, den Baumagamen, Baumfröschen und vielen Vögeln der Tropen, ein den Blättern entsprechendes grünes Gewand, wohingegen die Bewohner des Erdbodens und der Rinde meist graue oder braune, oft durch sehr eigenartige, den Spezialverhältnissen angepasste Zeichnungsmuster (Tiger, Zebra, Schlangen usw.) modifizierte und zwecks Minderung der Schattenwirkung nach unten meist in weiß übergehende Farbentöne aufweisen. Selbst die Taupropfen auf den Blättern werden von manchen Schildkäfern und Perlmutterfaltern (Unterseite der Flügel) vorgetäuscht. Bei vielen Bewohnern der Wüste (Wüstenechsen, Wüstenlerchen, Wüstenhühner, Springmäuse, Corsaks, Schakale usw.) sehen wir,

1) Thayer, G. S.: Concealing-coloration in the Animal kingdom. New-York, 1909.

daß sie sich in das fahle Gelb des Wüstenandes kleiden, während Eisbär, Eisfuchs und Schneehuhn die weiße Farbe der nordischen Schneelandschaft angenommen haben.

Sehr merkwürdig ist es dabei, daß viele von diesen Schneetieren, wie Eisfuchs, Hermelin, Wiesel, Alpenhase, Schneehuhn, ihr weißes Kleid nur den Winter über tragen, bzw. bald nach Eintritt des ersten Schneefalles anlegen, den Sommer über im braunen oder erdfarbenen Gewande umherlaufen, gewiß ein sprechender Beweis dafür, daß diese in ihrer Entstehung noch unerklärte Erscheinung auf Naturzüchtung infolge des durch die Farbenänderung gewährten größeren Schutzes zurückzuführen ist.

Natürlich ist ein solcher einmaliger Farbenwechsel weit entfernt, allen Anforderungen zu genügen. Kann es doch dem Wiesel im schneefreien oder schneearmen Winter passieren, daß sein weißes Winterkleid nun erst recht mit der Umgebung in Kontrast gerät. Es ist daher als eine Bervollkommnung in der eingeschlagenen Richtung anzusehen, wenn andere Tiere die Fähigkeit besitzen, je nach der Umgebung automatisch ihre Farbe zu wechseln, wie dies seit langem vom Chamäleon bekannt und gepriesen ist. Die neuere Forschung hat nun gelehrt, daß diese Fähigkeit bei niederen Wirbeltieren, von den Fischen aufwärts bis zu den Reptilien, sehr verbreitet ist, und daß auch bei Wirbellosen — es sei hier nur an die von Gamble und Keeble im Jahre 1900 genauer untersuchte Garneele *Hippolyte varians* erinnert — Beispiele hierfür nicht selten sind. Bei den Fischen und Amphibien ist diese Umwandlung der äußeren Färbung, die bekanntlich auf der Kontraktion oder Ausbreitung verschiedenfarbiger, in der Unterhaut lagernder Pigmente beruht, in der Regel allerdings keine momentane und daher ohne weiteres augenfällige, sondern sie pflegt allmählich, oft erst nach Stunden oder gar Tagen, einzutreten, führt aber dann nicht selten zu einer geradezu staunenswerten Anpassung an die Farben der Umgebung, wie dies ja besonders bei den auf dem Meeresande ruhenden Schollen, aber auch schon bei unseren Laubfröschen, Grasfröschen usw. zu beobachten ist. Das vollendetste Beispiel eines blitzschnellen Farbenwechsels bieten uns die Tintenfische, die daneben noch ein unfehlbares Mittel besitzen, die Verfolgung des Feindes unmöglich zu machen; es besteht darin, daß sie den schwarzen Saft einer Drüse, des sogenannten Tintenbeutels, aus ihrem trichterförmigen Fuße herausschleudern und dadurch das Wasser im weiten Umkreis in eine dunkle Wolke verwandeln (Abb. 30). Wer je, etwa in der Zoologischen Station zu Neapel, das Funktionieren dieses Verschleierungsapparates gesehen und dann erst nach langem

Suchen das Tier selbst in völlig veränderter Gestalt und Färbung im entferntesten Winkel seines Bassins wieder entdeckt hat, wird darin beistimmen, daß eine gleiche Vollkommenheit der Schutzmittel wohl kaum bei irgendeiner anderen Tiergruppe zu finden ist. Nur das Auswählen einer Sandwolke bei manchen Krabben läßt sich allenfalls dem Aus-spritzen des Tintensaftes an die Seite stellen.

Wie sehr auch die Anpassung der Körperfärbung an die Farben der Umgebung das Auge der Feinde zu täuschen vermag, so ist doch die

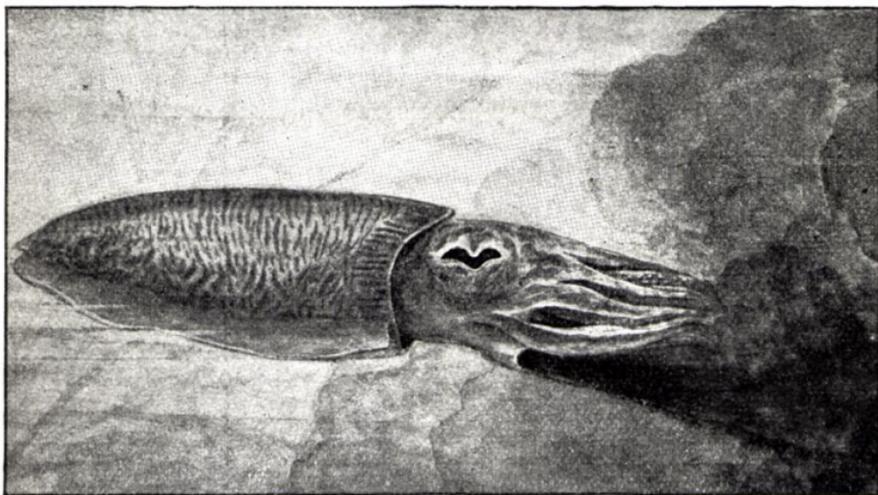


Abb. 30. Tintenfisch, Saft ausspritzend.

höchstmögliche Ausbildung dieser Schutzmethode erst erreicht, wenn neben der Farbe nun auch die Form des Körpers den Gegenständen des Aufenthaltsortes angepaßt ist, und zwar natürlich in erster Linie solchen, die für den auf Fleischnahrung ausgehenden Räuber weiter kein Interesse bieten. Schon die heimische Fauna liefert in ihrer Insektenwelt eine ganze Reihe von Beispielen, in denen diese Forderung in überraschender Weise verwirklicht ist, so die mancherlei Spannerraupen, die in ihrer steifen, gestreckten Haltung grünen Blattstielen oder dünnen Zweigen zum Verwechselln ähnlich sehen (Abb. 31), die Kupferglucke, der Nagelfleck, der dem dünnen, vom Winde hin und her bewegten Blatte der Buche gleicht, die Nachahmer der Flechten (manche Käfer und Schmetterlinge), die wunderbaren Cucullia-Raupen, die in geradezu raffinierter Weise eine ganze Blütenähre des Feldbeifußes vortäuschen. Noch auffallendere Beispiele sind aus den Tropen bekannt geworden, wo ohne Frage der Kampf um die Existenz noch weit heftiger tobt wie in unseren gemäßigten Breiten. Berühmt sind unter den Heuschrecken das wandelnde

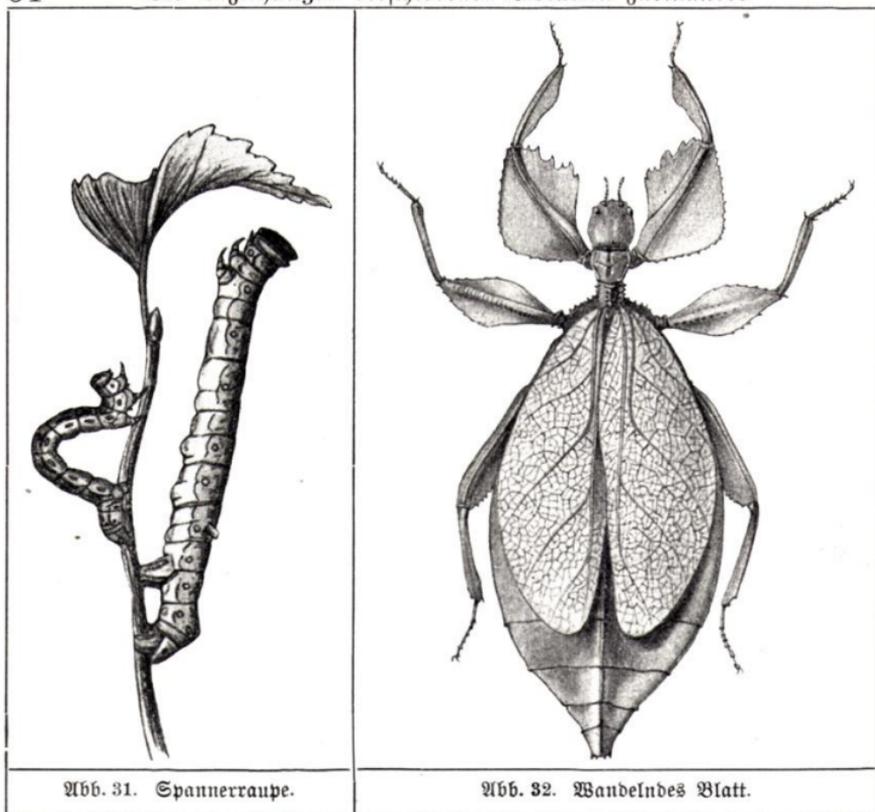


Abb. 31. Spannerraupe.

Abb. 32. Wandelndes Blatt.

Blatt (Abb. 32), die Stabheuschrecken (Abb. 33), die verrotteten und zerfressenen Blättern gleichenden Pseudophylliden (*Tanusia*, *Pterochroza*), Mecopodiden (*Acridoxena*) u. a., sodann unter den Schmetterlingen die prächtigen Kallima-Arten, die zusammengeklappt auf das täuschendste einem gestielten verdorrten Blatte mit deutlicher Nervatur und allerlei Rostflecken gleichen, die madagassischen Rüsselkäfer (*Lithinus Hildebrandti* usw.), die von ihrer Flechtenunterlage auf der Baumrinde durchaus nicht zu unterscheiden sind, die den Akazienstacheln gleichenden Buckelzirpen (*Umbonia*) und viele andere. Manche Schildläuse (*Pulvinaria*), aber auch Käfer, Raupen und selbst eine Spinne (*Phrynarachne decipiens* von Sumatra), haben völlig das Aussehen von Vogelzung, der zufällig auf die Blätter gefallen ist. Im Meere kennen wir vor allem die Seenadeln als vorzügliche Nachahmer des Seegrases, während der Felsenfisch (*Phyllopteryx eques*) und zahlreiche Nachtschnecken (*Dendronotus*) den verschiedenen Formen der Tanggewächse (und Schwämme) sich anpassen. In allen diesen Fällen ist das offenbare Endziel — teleologisch gesprochen — dieser Naturzüchtung, das

Tier in seiner Umgebung möglichst verschwinden zu machen, in geradezu staunenswerter Weise erreicht worden.

#### b) Einwirkung auf die Sinnesorgane des Feindes.

Indes, man darf nicht vergessen, daß auch der Angreifer in diesem ewigen Kampfe zwischen Beute und Raubtier gezwungen wurde, durch stete Steigerung seines Spürsinnes die Künste seiner Opfer gewissermaßen zu paralytisieren, und daß er daher trotz alledem oft genug imstande sein wird, die Beute selbst in ihrer Schutzfärbung oder in ihren verborgensten Verstecken ausfindig zu machen. Es kann uns daher nicht wundernehmen, daß neben den bisher besprochenen Einrichtungen, die alle ein Verborgenbleiben vor dem Feinde zum Zielpunkte haben, nun noch eine Parallelereihe von Mitteln zur Ausbildung gelangt ist, die, darüber hinaus, bezwecken, auch nach erfolgter Entdeckung durch den Feind noch vor ihm sicher zu sein. Es ist selbstverständlich, daß hierbei in erster Linie eine in dieser Richtung erfolgreiche Einwirkung auf dessen Sinnesorgane in Frage kommen mußte, und so sehen wir denn, wie je nach dem Wege, den die Naturzucht eingeschlagen, bald dieser, bald jener Sinn des Feindes in einer Weise beeinflusst wird, die ihm die Lust zum Raube verleiden soll.

Das naturgemäße und sich gewissermaßen von selbst aufdrängende Mittel gegen das Gefressenwerden ist ein schlechter oder widerlicher Geschmack, häufig verbunden mit dem Ausströmen unangenehmer Düfte, da Geruch und Geschmack ja bei allen Tieren in enger Beziehung stehen. Die Zahl der Tierformen, die auf diese Weise den Räubern sozusagen den Appetit verleiden, ist recht beträchtlich, und selbst Giftstoffe kommen hierbei zur Verwendung. Unter den Insekten sind in



Abb. 33. Stabheuschrecken.

erster Linie die wanzenartigen Tiere zu nennen, die durch abscheulichen Geruch und auch wohl Geschmack abschrecken, wie ja auch wir uns mit Ekel von den Bettwanzen oder Beerenwanzen abwenden; von Schmetterlingen sind u. a. die Zygänen, Danaiden, Heliconiden und Acräiden als vor mancherlei Nachstellungen gesichert bekannt; auch die Schwaben haben meist einen üblen Geruch. Heuschrecken, Aaskäfer und Lauskäfer lassen bei Gefahr ihren stinkenden Magen saft zwischen den Kiefern hervortreten, Totenkäfer (Blaps), Raubkäfer und manche Schnellkäfer (Lacoe) entleeren ein ähnliches Sekret aus besonderen Enddarmdrüsen, während bei den Marienkäferchen, Maiwürmern und Verwandten sogar Tröpfchen ihres giftigen Blutes aus den Gelenken zutage treten. Unter den Tausendfüßern finden sich besonders bei den Juliden Stinkdrüsen allgemein verbreitet, wobei zum Teil sogar freie Blausäure entwickelt wird. Zahlreiche Fische aus den Gruppen der Haftkiefer (Ostracion, Balistes, Diodon, Tetrodon), aber auch der Schlundblasenfische (Engaulis japonica, Harengula humeralis und namentlich Meletta theissa und venenosa), der Serraniden, Spariden usw., sind wegen ihres giftigen Fleisches verrufen. Von Amphibien sind hier die Kröten und Salamander zu nennen mit ihrer drüsenbesetzten, einen milchigen, beißenden Saft absondernden Körperoberfläche; von Säugetieren die Spitzmäuse, der Iltis, die Stinkdachsje, Stinktiere usw.

Man könnte einwenden, daß das Schlechtsschmecken an sich dem einzelnen, vom Räuber ergriffenen Individuum wohl nur wenig helfen dürfte, da der Mißgriff erst bemerkt werden werde, wenn die Beute eben schon überwältigt und „angebissen“ sei. Demgegenüber ist darauf hinzuweisen, daß es sich nicht sowohl um einen Schutz des Individuums als um den der Art handelt, der aber zweifellos dadurch gegeben ist, daß die Raubtiere ein Gedächtnis haben und nach einigen gemachten schlechten Erfahrungen die ihnen als notorisch schlecht schmeckend bekannten Tiere unbehelligt lassen, wenn sich nicht gar im Laufe der Naturzüchtung ein instinktiver Widerwille gegen diese Formen herausbildet.

Mit der widrigen Einwirkung auf Geruch und Geschmack des Raubtiers geht nicht selten auch noch eine solche auf das Gefühl einher, wodurch dann eine gesteigerte „Ekelwirkung“ erzielt wird. Dies ist der Fall, wenn unsere einheimischen Kröten und Frösche erschreckt ihren Urin von sich geben, wenn die amerikanische Krötenechse (Phrynosoma) dem Angreifer ihr Augenblut entgegenspritzt, wenn die Kamele, die Lamas dem Feinde eine derbe Ladung zähen Speichels ins Gesicht spucken, oder wenn die Zungen der Sturmvögel, Albatrosse und anderer Schwimmvögel eine volle Portion ihres übelriechenden Kropfinhaltes

über den Unvorsichtigen ergießen, der ihnen zu nahe kommt. Ohne Frage wird durch derartige Mittel der Feind oft von seinem Angriff zurückgeschreckt, und zwar in ganz ähnlicher Weise, wie etwa der Blattlauslöwe, wenn ihm die angegriffene Blattlaus mit dem schmierigen Saft ihrer Pechröhren ins Gesicht fährt. — Schließlich dürfte auch die reichliche Schleimabsonderung der Schnecken, Schleimfische (*Myxino*), wie des seltsamen, zwischen Gliederfüßern und Würmern vermittelnden *Peripatus* (klebrige Mundfäden) als Mittel zur Appetitsverminderung der Raubtiere Erwähnung verdienen.

Bei der Einwirkung auf die höheren Sinnesorgane, Gehör und Gesicht, sucht das Beutetier in der Regel durch Stimme, Haltung und Gebärde den Feind einzuschüchtern und zurückzuschrecken. Das Knurren des Hundes, das Fauchen der Katze, das Kollern des Puters, das Kreischen der Papageien, das Rischen der Gans und des in seiner Baumhöhle beunruhigten Wendehals sind solche auf den Gehörsinn berechnete Schreckmittel, die dann meist von entsprechender feindlicher Körperhaltung, dem Entblößen der Zähne (Hund), der Sprungstellung (Katze), dem Vorstrecken des Kopfes (Gans), dem Öffnen des Rachens (Wendehals), dem Sträuben des Gefieders (Eulen, Papageien, Hähne usw.) und der Haare, ja mit dem Aufrichten und Aufblähen eigentümlicher Hautlappen (Puter) oder des ganzen Körpers (Kröten, Chamäleons) verbunden sind. Da es sich hierbei um Affektwirkungen handelt, so verstehen wir, daß dieselben vornehmlich bei höheren Tieren mit ausgeprägterem Geistes- und Gefühlsleben zur Entwicklung kamen, doch kennt man auch bei niederen Tieren einige Fälle, wo solche Schreckstellungen und Einschüchterungsmittel sich finden, vermutlich nicht gegen andere niedere Tiere, sondern wohl gegen Vögel, die ihnen nachstellen. Hierher gehört z. B. das Hin- und Herschlagen vieler Raupen mit ihrem Vorderkörper, die Schreckstellung der Blattwespenraupen mit dem drohend gekrümmten Hinterleib (Abb. 34), die zugleich auch einen widerlichen Geruch ausströmende Nackengabel der Schwalbenschwanzraupen, die roten, ebenfalls ausstülpbaren Schwanzfäden der Gabelschwanzraupen, das Aufrichten des Vorder- und Hinterleibes bei der Raupe des Buchenspinners (*Stauropus fagi*), der Hinterleibsspitze bei den Raubkäfern und Ohrwürmern.

Zuweilen scheint bei der Einwirkung auf die Sinnesorgane des Feindes nicht sowohl ein Erschrecken als eine Warnung in Frage zu kommen. Das Tier, das die furchtbare Waffe der Klapperschlange kennt, wird sich scheu zurückziehen, sobald es das Rasseln ihrer Klapper hört, auch wenn es sonst vielleicht genügend wehrhaft ist; die Stirnhörner mancher Cha-

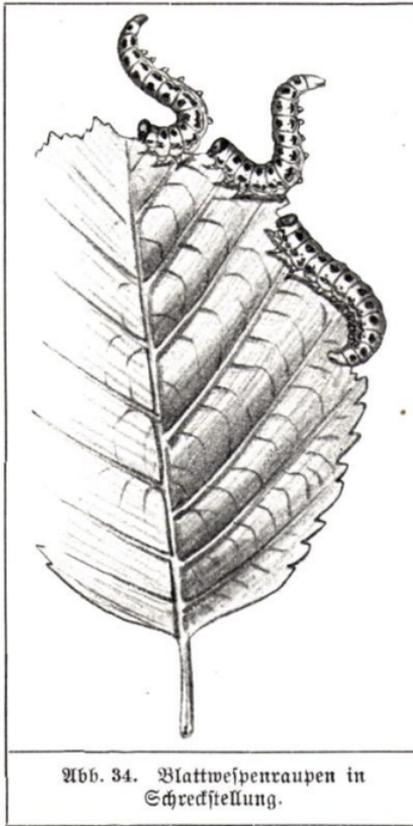


Abb. 34. Blattwespenraupen in Schreckstellung.

mäléons, die großen Augenflecke des Abendpfauenauges und gewisser brasilianischer Falter (*Caligo atreus*) machen einen „unheimlichen“ Eindruck, und der lebhaft saf-rangelb gefleckte Salamander scheint sich den Feinden ganz besonders einprägen zu wollen als derjenige, den man seiner Unbekömmlichkeit wegen vermeiden muß. Auch bei anderen Gift- und Stinktieren — ich erinnere an die widerlich riechenden Schmetterlinge, das Rot der Korallenmatern — sind diese sog. Warn- und Widrigkeitsfarben verbreitet. Wenn die heimische Unke bei Verfolgung sich auf den Rücken wirft und nun ihre feuerfarbene Bauchseite zeigt, so dürfte dies wohl als eine Kombination von Schreckstellung und Warnfarbe zu deuten sein.

Auch andere Kombinationen von abschreckenden Sinnesindrücken, als die früher genannten, treten zuweilen in die Erscheinung. Am inter-

essantesten in dieser Hinsicht sind wohl die drolligen Bombardierkäfer (*Brachinus* und Verwandte), die aus besonderen Enddarmdrüsen dem Angreifer ein wahres Pelotonfeuer entgegenschleudern, indem sie ein an der Luft mit hörbarem Knall unter sichtbarer Rauchbildung explodierendes, übelriechendes Gas in kurzen Intervallen ausstoßen. Man weiß bei dieser seltsamen Schießerei wirklich nicht, ob es hier mehr auf den Geruchssinn, oder aber auf Gehör und Gesicht des Feindes abgesehen ist.

Mimicry.<sup>1)</sup> Eine mit der Ausbildung der Warnfarben und der Schreckstellungen nahe verwandte Methode, den Gegner fernzuhalten,

1) Vgl. Beddard, Frank, C.: *Animal coloration*. London 1892. Bates, Ph.: *The Naturalist on the River Amazonas*. London 1863. Poulton, W. B.: *The Colours of Animals*. London 1890. Piepers, M. C.: *Mimikry, Selektion, Darwinismus*. Leyden 1903. Wallace, Mfr. R.: *Darwinismo*. London 1889. Jacobi, A.: *Die Bedeutung der Farben im Tierreich*. Gemeinverständl. darwinist. Vorträge und Abh. Brauckweide 1905.

besteht nach Ansicht vieler Forscher in der oft äußerst getreuen Nachahmung solcher Tierarten, die vom Räuber in Frieden gelassen werden, sei es, daß ihn deren Geschmack nicht behagt, sei es, daß er deren Wehrhaftigkeit fürchtet. Seit Bates bezeichnet man diese weit verbreitete Art des Schutzes als *Mimicry*. Einige Beispiele mögen zur Erläuterung dienen. Unter den tropischen Schmetterlingen haben die Heliconiden, Euploiden, Danaiden und Acräiden einen so widerlichen Geruch, daß sie von den insektenfressenden Vögeln meist gemieden werden. Die Dornraupenfalter, Weißlinge, Grasvögel usw. entbehren dieses Schutzmittels; allein sie haben sich vielfach dadurch in eine ähnlich günstige Lage gebracht, daß die einzelnen Arten in Form, Färbung und Manieren diejenigen Spezies der durch Duftdrüsen geschützten Familien nachahmen, die in dem betreffenden Verbreitungsgebiete vorkommen. Sehr interessant ist hierbei, daß ein und dieselbe Art in verschiedenen Distrikten ihres Verbreitungsgebietes sogar an verschiedene Spezies der geschützten Familie angepaßt sein kann (*Papilio merope*), oder daß beide Geschlechter nicht der nämlichen, sondern zwei verschiedenen Spezies der geschützten Familie angepaßt sind (*Euripus haliterses*). Die Anpassung selbst kann auf sehr verschiedene Weise, bei sonst völliger Erhaltung der Familiencharaktere, in Flügelgeäder, Raupe, Puppe usw., zustande kommen, wie denn z. B. die glasartige Durchsichtigkeit gewisser Heliconiden (*Methona*) auf Kleinheit der Schuppen beruht, während die gleiche Durchsichtigkeit bei nachahmenden Formen teils durch Ausfall der Schuppen, teils durch völlige Pigmentlosigkeit der im übrigen normal entwickelten Schuppen erzielt wird.

Die zweite Form der *Mimicry*, die Nachahmung wehrhafter Formen, ist bei den Insekten nicht minder verbreitet. Selbst die einheimische Fauna bietet hierfür zahlreiche Beispiele. In erster Linie sind die verschiedenen Familien der wehrlosen Fliegen zu nennen, die Syrphiden, Musciden usw., die in Form und Färbung, in Stimme und Manieren den verschiedenen Gruppen der Bienen, Hummeln, Wespen, Grabwespen usw. oft so täuschend gleichen, daß sie nur durch genauere Untersuchung von diesen zu unterscheiden sind. Auch manche Schmetterlinge, wie der Hornissenschwärmer und andere Glasflügelchwärmer finden durch eine ähnliche Anpassung Schutz, und selbst unter den Käfern gibt es Formen, die den durch ihren Geruch geschützten Wanzen, den Bienen oder Wespen ähneln (*Charismelipona*; *Clytus*, *Odontocera odyneroides*), oder durch Farbe, Körperform, Flügelverkürzung usw. die Gestalt einer großen Schlupfwespe angenommen haben, wie der heimische Bockkäfer *Necydalis major*. Am meisten werden augenscheinlich die überall verbreiteten

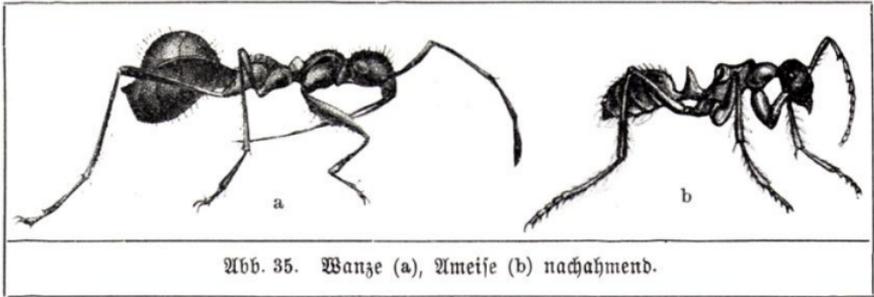


Abb. 35. Wanze (a), Ameise (b) nachahmend.

und wehrhaften Ameisen nachgeahmt. Gibt es doch nicht nur unter den Käfern (Ecitomorpha, Mimeciton), sondern auch unter den Wanzen (Myrmoplasta mira, Alloeonotus; Abb. 35), Bifaden (Heteronatus), Heuschrecken (Myrmecophana) und Spinnen (Myrmecium, Castaneira, Copa, Carinomma u. a.) mancherlei Formen, die sich diese Gruppe zum Vorbilde gewählt haben. Vielleicht ist auch die vielfach hervortretende Ähnlichkeit zwischen ungiftigen Nattern und Giftnattern (Claspiden) sowohl in Amerika wie in Ostindien als Mimicry aufzufassen.

Eine letzte Art der Mimicry tritt endlich noch zuweilen bei solchen Tieren auf, die ein Interesse daran haben, von irgendeiner bestimmten anderen Tierart für ihresgleichen gehalten zu werden, um unter dem Schutze dieser Verkleidung unbehelligt allerlei Schandtaten an dieser Tierart ausführen zu können. Schon manche der oben erwähnten ameisenähnlichen Käfer (Lomechusa bei sehenden, Ecitomorpha, Mimeciton bei blinden Ameisen) gehören hierher, indem sie sich in den Nestern der Ameisen als arge Räuber der Larven und Puppen erweisen; des ferneren sind zu nennen die Federfliegen (Volucella), die Kuckucksbienen und die Schmarotzerhummeln, die im Vertrauen auf ihre Gestalt in die Wohnung der Erdbienen bzw. Hummeln eindringen und dort ihre Eier ablegen.

Sichttotstellen. Mit der Tatsache, das viele Raubtiere nur an lebender Beute Geschmack finden, ist möglicherweise wohl das Schutzmittel des Sichttotstellens in Beziehung zu bringen, das besonders bei vielen Insekten (Anobium, Dermestes, Anthrenus, Byrrhus, Coccinella, Silpha, Ameisen), aber auch bei Spinnen und selbst beim Dpossum unter den Säugetieren beobachtet wird.

### c) Panzer und Waffen für den Kampf.

Das äußerste Mittel, wenn alle Versteckkünste, alle Abschreckungs- und Verkleidungsmethoden nichts helfen wollen, ist der Kampf bzw., wo Waffen fehlen oder nicht ausreichen, die durch feste Panzerung her-

beigeführte Widerstandsfähigkeit gegen den feindlichen Angriff. Ungemein verbreitet durch die gesamte Tierreihe, von den Urtieren bis herauf zu den Säugetieren, ist die Einrichtung, durch starre Skelettbildungen die äußere Körperwandung nach Möglichkeit unverwundbar zu machen. Die Foraminiferen, die Radiolarien des Meeres umgeben sich mit festen Kalk- oder Kieselgehäusen, und die Mehrzahl der Korallenpolypen, der Hydroiden, Moostierchen, Röhrenwürmer usw. zieht sich bei der geringsten Beunruhigung in die feste Burg ihrer Kalk-, Chitin- oder Sandgehäuse zurück. Feste, meist ungliederte oder wenig gegliederte Kalkgehäuse umschließen auch den Körper der Stachelhäuter und der Mollusken, und nicht minder schwerfällig sind die starren Knochenpanzer, welche manche Fische („Koffersfische“) und vor allem die Schildkröten als Rüstung tragen. Vorteilhafter noch, weil reich gegliedert und daher freie Beweglichkeit gestattend, sind die aus reinem Chitin oder aus mit Kalksalzen imprägniertem Chitin bestehenden Körperwandungen der Gliedertiere, die namentlich bei Käfern und Krebsen eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit besitzen können. Ähnliche Gliederung zeigt auch die Kopf- und Rückendecke der Gürteltiere, während die Schuppenbekleidung der Fische und Reptilien, die schon bei gewissen Meereswürmern (Polynoiden) vorkommt, bei den Schuppentieren wiederkehrt und wohl als Vorbild der Schuppenpanzer des Mittelalters gedient hat. Zuweilen sind die äußeren Hartbildungen des Körpers noch mit allerlei Spizen und Stacheln besetzt (Seeigel, die noch dazu sich ausblähenden Zgelfische usw.), um dem angreifenden Feinde das Maul zu verwunden, oder ein solcher starrender Besatz von Dornen (Dornenraupen), Borsten (Seeraupe), mechanisch reizenden Haaren (Bärenraupen, Prozessionsspinner), Stacheln allein, ohne darunter liegende festere Skelettschicht, dient dem gleichen Zweck, wobei dann die Stacheln oft (Zgel, Ameisenigel, Stachelschweine) durch eine ausgiebige Muskulatur aufgerichtet, bzw. nach der Stelle des Angriffs besonders konzentriert werden können. Bei den Stachelfloßern unter den Fischen sind die stärksten, dornartigen Strahlen meist durch Sperrgelenke feststellbar und bilden so einen wirksamen Schutz gegen das Übergeschlucktwerden von seiten der Großen. — Wo Panzerung und Stachelentwicklung gewisse Teile des Körpers, also namentlich die Bauchseite und Beine oder gar den Kopf, unbeschützt lassen, da bildet sich die Fähigkeit des Zusammenklagens aus, die schon bei den Gliedertieren verbreitet ist (Armadillinen unter den Krebsen; Juliden, Glomeriden unter den Tausendfüßern; Abb. 36; Goldwespen unter den Insekten), aber auch von manchen Mollusken (Käferschnecken) und Säugetieren (Gürteltiere, Zgel) geübt wird.

Die Beispiele von Stachelbildungen bei Seeigeln, Igel und Stachelschweinen zeigen bereits, daß ein ursprünglich dem Schutze bestimmtes Organ auch zur Waffe dienen kann, namentlich, wenn, wie beim Igel, durch Zucken des Körpers diesen Stacheln noch eine gewisse Stoßbewegung gegeben wird. Aber auch sonst ist es verständlich, daß selbst das im übrigen friedfertigste Tier, das ausschließlich von Pflanzenstoffen

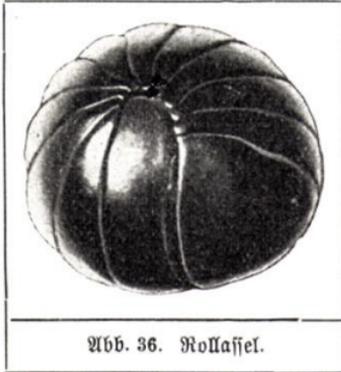


Abb. 36. Kollasfel.

oder Detritus lebt, sich nicht willenlos hinmorden läßt, sondern sich wehrt, soviel eben in seinen Kräften steht, und daher auch wirkliche Verteidigungswaffen ausgebildet haben kann. Selbst die pflanzenfressenden Käfer und Heuschrecken, die Hirschkäfer, Bockkäfer, Warzenbeißer usw. pflegen auch dem Menschen gegenüber von ihren starken Riefen Gebrauch zu machen. Die honigsammelnden Bienen und Hummeln besitzen, allerdings wohl noch aus der Zeit her, wo sie gleich den meisten ihrer Ordnungsgenossen Raubtiere waren — man leitet sie von den Grabwespen ab —, einen hervorstreckbaren, mit einer Giftblase in Verbindung stehenden Stachel, den sie vorzüglich zu handhaben wissen, sobald sie sich in Gefahr wähnen. Auch die Ameisen benutzen ihren Stachel oder, in Ermangelung dessen, ihr Gift wohl nur zur Verteidigung. Bei vielen größeren Heuschrecken beobachtet man dorrenbesetzte Schienen der Hinterbeine, mit denen sie beim kräftigen Strecken des Sprunggelenks schmerzhaft Wunden schlagen. Eine höchst interessante Bewaffnung ist bei gewissen Nacktschnecken des Meeres (*Aeolis*) nachgewiesen. Es handelt sich hierbei um Nesseltapseln, die ursprünglich gewissen, von den Schnecken gefressenen Hydroiden entstammen, dann aber durch Einwanderung aus den Darmverästelungen in die Haut des Weichtieres übergehen und nun ähnliche Dienste leisten, wie bei den Polypen, denen sie zu eigen waren. Als Wehrapparate der Fische sind vor allem die gefürchteten Giftflossstacheln des Petermännchens (*Trachinus*), der indischen Giftstachelfische (*Synanceia*), zahlreicher See- skorpione (*Cottus*, *Scorpaena*) usw. zu nennen, sowie die lang peitschenförmigen, mit widerhakigen Stacheln besetzten Schwänze der furchtbaren Stechrochen (*Trygon*). Auch die gewöhnlichen Rochen und die Haie teilen mit ihrem Schwanz gefährliche Schläge aus, ebenso manche Eidechsen (z. B. Dornschwänze, *Uromastix*). Mit den Flügeln kämpfen die Schwäne und die mit mächtigem Sporn am Flügelbug bewehrten Wehrvögel

(Palamedea, Chauna), mit dem Sporn an den Beinen die Hähne mit dem Schnabel die Kraniche, Störche, Reiher und viele andere Vögel. Die Strauße sind imstande, mit dem Tritt ihres Fußes einen Menschen zu töten. Bei den Säugetieren dienen vor allem die Zähne auch dem harmlosen Pflanzenfresser, der Maus, dem Hamster, dem Eichhörnchen, zur Verteidigung und haben zu dem Ende nicht selten (Wildschweine, Walroß, Elefant, Narwal) eine außerordentliche Größe erlangt. Daneben finden die Vorder- und Hinterbeine im Kampf Verwendung (Hasen, Känguruhs, Pferde). Ein mächtiger Hornfortsatz auf der Nase macht das Rhinoceros zum furchtbaren Gegner, mit der Spitze seines Geweihs sucht der gestellte Hirsch die angreifenden Hunde zu „forkeln“, und selbst der großen Raubkaken wissen die Wildtiere mit ihren Hörnern nicht selten Herr zu werden. Mit einem Schlage seines Schwanzes zertrümmert der Walfisch das verfolgende Boot. Sogar eine der modernsten Kräfte, die wir kennen, die Elektrizität, ist von manchen Fischen (Bitterrochen, Bitteraal, Bitterwels usw.) in den Dienst der Verteidigung gestellt, indem in eigenen, aus umgewandelter Muskelsubstanz in Verbindung mit Nervenfasern konstruierten Batterien die gewonnene Elektrizität zur Austeilung kräftiger Schläge benutzt wird.

Preisgabe von Gliedmaßen. Ein geradezu heroisches letztes Mittel, das Leben zu retten, liegt dann endlich wohl noch in der Opferung gewisser Teile des Körpers, die, sich leicht abtrennend und zum Teil auch regenerierend, dem Feinde als Beute überlassen werden. In dieses Kapitel gehören die leicht ablösbaren Scheren und Gangbeine der Krebse und Krabben, die Beine der Weberknechte und Heuschrecken, der Schwanz der Eidechsen und Geckonen, ja selbst die langen Flügelspitzen der Schwalbenschwänze und anderer Schmetterlinge. Eine Schnecke des Meeres (Harpa) schnürt das Ende des Fußes ab, um sich selbst ohne ernstere Schaden in ihr Haus retten zu können, und Ähnliches berichtet Semper von den Landschneckengattungen Helicaria und Stenopus.

## 2. Die Kampfmittel der Raubtiere.

Im allgemeinen kann man als zweifellos behaupten, daß die Waffen zur Verteidigung an Mannigfaltigkeit und Furchtbarkeit deutlich hinter denen zurückstehen, welche bei den Raubtieren zur Bewältigung der Beute entwickelt sind. Außer acht lassen darf man natürlich nicht hierbei, daß eine so scharfe Scheidung, wie sie hier der Klassifizierung halber gezogen wurde, zwischen Angriffs- und Verteidigungswaffen in Wirklichkeit nicht existiert, da ja auch viele raubende Tiere von

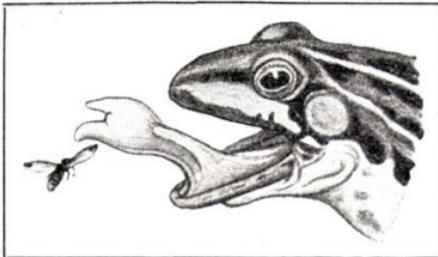


Abb. 37. Froschkopf mit Fangzunge.



Abb. 38. Skorpion

stärkeren Räubern verfolgt werden und dann zur Abwehr derselben Waffe bedürfen, die sie vielleicht noch kurz zuvor zur Bewältigung ihrer Beute gebraucht hatten.

#### a) Waffen.

Schon die einfachen RaHWaffen pflegen bei den Raubtieren durch Schärfe und stärkere Muskulatur zu viel größerer Leistungsfähigkeit entwickelt zu sein als bei den Pflanzenfressern. Das Gebiß des Löwen oder Tigers besitzt eine weit stärkere Beißkraft als das des Kindes oder Pferdes, die Krallen des Adlers oder der Katzenarten reißen ganz andere Wunden als die eines Huhnes oder Kängurus, und die furchtbaren Gebisse der Haiische und der südamerikanischen Piranhas, ja selbst des Hechtes, stehen im schroffen Gegensatz zu den we-

nigen, platten Schlundzähnen unserer friedlichen Karpfenarten. Über gewaltige Stoßwaffen verfügen der Schwertfisch und der Sägefisch; mit der starken Muskulatur des Rumpfes umschnürt die Riesenschlange wie mit ehernen Banden ihre Beute; mit saugnapfbesetzten muskelkräftigen Armen zerreißt sie der Tintenfisch; und selbst die Zunge wird bei Specht und Chamäleon, bei Frosch und Kröte zur Angriffswaffe (Abb. 37).

Ungemein verbreitet ist dann bei den raubenden Tieren die Erzeugung irgendeines Giftstoffes<sup>1)</sup>, um die Wirkung der Waffe zu erhöhen. Bereits in der morphologisch so tief stehenden Gruppe der Pflanzentiere (Coelenteraten) treffen wir in allgemeiner Verbreitung als Giftwaffe die sog. Nesseltapseln, die selbst auf der Haut des Men-

1) Faust, H. S.: Die tierischen Gifte. Braunschweig 1906. Robert, R.: Beiträge zur Kenntnis der Giftspinnen. Stuttgart 1901. Linnow, D. v.: Die Gifttiere und ihre Wirkung auf den Menschen. Berlin 1894. Taschenberg, D.: Die giftigen Tiere. Stuttgart 1909.

Abb. 39. Giftdrüse  
und Giftzahn einer  
Schlange.

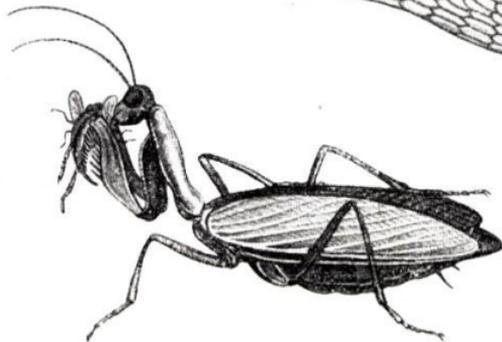
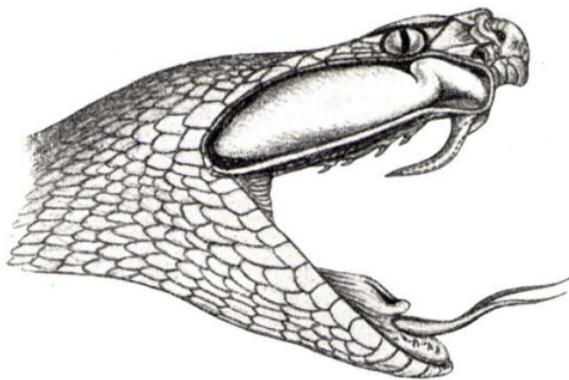


Abb. 40. Gottesanbeterin.

ischen ein oft kaum erträgliches Brennen verursachen. Unter den Gliedertieren steigern namentlich die Spinnen die Wirkung des Bisses ihrer Netze durch Hinzufügen von Gift, und zwar zuweilen bis zu einem solchen Grade, daß sie auch dem Menschen verhängnisvoll werden, wie die gefürchtete Malmignatte oder Karakurte Südeuropas (*Latrodectes malmignatus*), der Katipo Neuseelands (*Latrodectes scelio*), der *Latrodectes formidabilis* Chiles u. a. Ähnlich ist es mit den großen Skolopendern der wärmeren Länder und gewissen Raubschnecken des Meeres (*Conus*), während die Skorpione einen gefürchteten Giftstachel am Hinterende ihres langgestreckten, gelenkigen Schwanzes besitzen (Abb. 38). Mücken, Bremsen, Flöhe, Wanzen und andere auf das Blutsaugen angewiesene Tiere sind mit stechheberartigen Mundwerkzeugen ausgerüstet, die aber gestatten, daß zugleich mit dem Einstechen auch ein Tröpfchen giftigen Speichels in die Wunde fließt, um den Blutzufluß zu steigern und das Gerinnen des Blutes zu verhindern. Mit haarscharfem, giftgefülltem Dolch am Ende des Hinterleibes töten oder lähmen die Wespen und Mordwespen ihre Beute. Unter den Wirbeltieren sind die aalartigen Muränen durch die Verbindung einer Giftdrüse mit dem Gebiß ausgezeichnet; vor allem aber haben die in allen Ländern verbreiteten Giftschlangen, sowie einige wenige Eidechsen

(*Heloderma*), in ihrem mit Rinne oder Kanal versehenen, das Gift der umgewandelten Ohrspeicheldrüse (Abb. 39) in die Wunde leitenden Giftzahn eine furchtbare Waffe zur Verfügung.

Zu bemerken ist endlich noch, daß in einzelnen wenigen Fällen auch Fernwaffen in Gebrauch sind. Es gehören hierher zunächst die ostindischen Sprizfische (*Chaetodon*) und Schützenfische (*Toxotes*), welche die auf den Blättern der Wasserpflanzen sitzenden Insekten durch geschickt emporgeschleuderte Wassertropfen herabschießen, sodann gewisse Spinnen, die mit Gespinnstfäden (*Theridium triste*) oder gar mit lassoartigen, klebkugelbesetzten „Bolas“ (*Ordgarius cornigerus*) ihre Beute bewerfen. Die das Opfer durch eine wohlgezielte Ladung Sand in ihre Gewalt bringenden Ameisenlöwen gehören wohl besser in das folgende Kapitel.

### b) List.

Doch nicht die überlegenen Muskelkräfte, nicht die mannigfachen Waffen mit und ohne Zuhilfenahme von Gift sind es allein, welche den vom Raube lebenden Tieren den Erfolg sichern; oft genug ist es daneben die List, welche den Fang und die Überwältigung der Beute ermöglicht. Ohne ein Glied zu regen, nur vorwärts getrieben durch Wasserausstoßen aus dem Enddarm, schleicht sich die Libellenlarve (*Aeshna*) unmerklich in die Nähe ihres Opfers, um dasselbe dann mit bis dahin verborgenem und nun plötzlich vorgerecktem Zangenapparat zu packen. Im Geäst sitzen die dürrbeinigen, unschuldigem Stengelwerk gleichenden Bittacus (Netzflügler) lauend und unbeweglich, um mit ihren langen Hinterbeinen alles zu erhaschen, was in ihre Nähe kommt, und ähnliche Jagd betreiben in Gras und Kraut die Gottesanbeterinnen (*Mantis*; Abb. 40) mit ihren schrecklichen Fangklauen. Zusammengekauert auf dem Baumast hoch über dem Wechseipfad des Wildes lauert der Luchs, bis der Augenblick günstig, den Ahnungslosen in den Nacken zu springen, mit lautlosen Tritten beschleichen die Katzenarten, der Gepard, der Fuchs, die Zibetkaten ihre Beute. Bei Welsen, Grundeln und vielen anderen Fischen sehen wir lange „Barteln“ um das Maul herumgestellt, welche gleich leckeren Würmern schlängelnd im Wasser spielen und als Köder die kleineren Räuber anlocken, die der große, mit seinem übrigen Körper oft ganz im Schlamm vergrabene für sich zu erhaschen wünscht. Ähnlich verfahren der Sterngucker (*Uranoscopus*) und der Froschfisch oder Angler (*Lophius*), bei dem aber an Stelle der Barteln appetitliche, an langen Knochenstäben auf dem Kopfe befestigte Fleischlappchen als Lockspeise getreten sind. — Zahlreiche Fische und andere Tiere der Tiefsee

tragen mannigfach angeordnete Leuchtorgane (Abb. 41), die, gleich den Fackeln beim Krebsfang, der Anlockung der Beutetiere zu dienen scheinen.<sup>1)</sup>

Als Spezialität der Spinnen muß der Fang mit Hilfe von Netzen angesehen werden. Die Mannigfaltigkeit dieser kunstvollen Gewebe, mit deren Hilfe ein großer Teil der Spinnen lebende Insekten für ihren Lebensunterhalt fängt, ist sehr groß, von dem unregelmäßigen

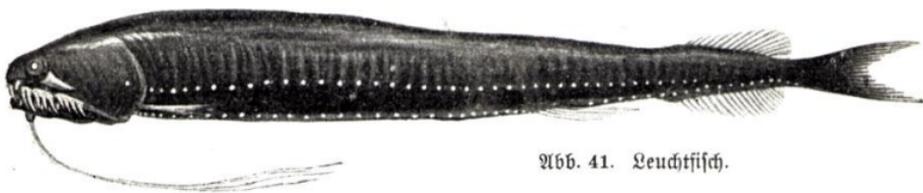


Abb. 41. Leuchtfisch.

Fadengewirre der „Znaequitelen“ und den eckbrettartigen Gespinnsten der Winkelspinnen (Tegenaria) bis herauf zu den bewundernswerten Radnetzen der Kreuzspinnen (Abb. 50). Der eigentliche Fangapparat besteht bei allen diesen Netzen aus zahlreichen mit klebrigen Knötchen dichtbesetzten Fangfäden, an denen die anfliegenden Insekten fest sitzenbleiben, während andere, trockene Fäden, wie sie beim Kreuzspinnenetz z. B. die Mitte und die Radien bilden, zum Laufen der Spinne dienen. Zu große Insekten werden durch Zerreißen der Fäden von der Spinne meist selbst befreit, nicht genügend festgeleimte möglichst schnell durch neue Fäden umwickelt oder, wenn nicht zu wehrhaft, durch Bisse getötet.

Erkennen wir im Angeln und Netzspannen gewissermaßen die Vorbilder menschlicher Fangkünste bei der Erwerbung unseres Bedarfs an animalischen Nahrungsstoffen, so gilt das gleiche auch noch für eine dritte Methode, die in der Anlegung von Fallgruben besteht. Abgesehen von den Larven der Sandlaufkäfer (Cicindela; Abb. 42), die sich damit begnügen, von einem gegrabenen senkrechten Zylinderrohr aus die in ihre Nähe kommenden Ameisen und andere Insekten zu erhaschen, haben es nur zwei Tiergruppen zur Anfertigung wirklicher Fallgruben gebracht: die schlanken, ihre Beute umschlingenden Larven der südeuropäischen Schnepfensfliege (*Leptis vermileo*) und die verschiedenen Arten der heimischen Ameisenlöwen (*Myrmeleon*). In sandigen Gegenden, wo reichlicher Ameisenverkehr zu erwarten, haben sich die letzteren eine mehrere Zentimeter breite, nach der Tiefe im Abfallwinkel des rieselnden Sandes trichterförmig zugespitzte Grube gegraben,

1) Vgl. de Ker ville, S. G.: Die leuchtenden Tiere und Pflanzen. Deutsch von Marshall. Leipzig 1893.



Abb. 42. Wohnungsröhre der Sand-  
laufflägerlarve.

der letzteren zum Zielpunkte haben. Es gibt aber noch eine ganze Reihe anderer Beziehungen zwischen den Tieren des gleichen Wohngebietes, die zwar vielfach nichts weniger als freundliche sind, keinesfalls aber den unmittelbaren Tod der einen Partei zur Folge haben oder bezwecken. Nicht um einen plötzlichen Zusammenstoß, um einen kurzen Kampf auf Leben und Tod handelt es sich hierbei, sondern meist um langandauernde Verhältnisse, bei denen der eine Teil auf irgendeine Weise seinen Vorteil findet, während der andere, gezwungen oder gleichgültig, diese Vorteile gewährt, ohne selbst dabei in seinen Daseinsbedingungen gefördert zu werden.

Bei genauerem Studium erweisen sich diese Beziehungen so mannigfaltig und so vielfachen Modifikationen unterworfen, daß es schwerhält, eine einigermaßen brauchbare Klassifizierung für sie zu finden, zumal wir über die intimeren Lebensverhältnisse namentlich vieler Meeresstiere bisher nur sehr ungenügend unterrichtet sind.

Im allgemeinen wird man wohl bei den Tieren, welche andere zu eigenem Vorteil ausnutzen, zwischen solchen unterscheiden können, die

in deren Grunde sie verborgen lauern, nur die gewaltigen Zangenkieser ein wenig hervorstreckend (Abb. 43). Alles, was auf die schiefe Ebene dieses Trichterabhanges gerät, ist rettungslos dem in der Tiefe lauernden Schensal verfallen, das durch eine drehende Rückbewegung seines Kopfes einen Sandwirbel nach dem anderen gegen sein Opfer schleudert, bis es herabrollt und von den Kiesern gepackt werden kann. Nur selten führt selbst ein wiederholtes Losreißen zur Errettung, da schließlich auch der Stärkste bei dem immer von neuem wiederholten Spiele ermatten muß.

### C. Synökie, Kommensalismus.<sup>1)</sup>

Die Beziehungen zwischen Raubtier und Beute sind absolut feindlich, da sie die möglichst schnelle Vernichtung

1) Vgl. van Beneden, P. J.: Le commensalisme dans le règne animal in: Bull. Ac. Roy. Belgique (2) XXVIII, 1869.

als echte Schmarozer oder Parasiten ihre Nahrung der Körpersubstanz des „Wirtstieres“ selbst entnehmen, also direkt von ihm zehren, und solchen, die aus irgendeinem anderen Grunde ihren Vorteil in der

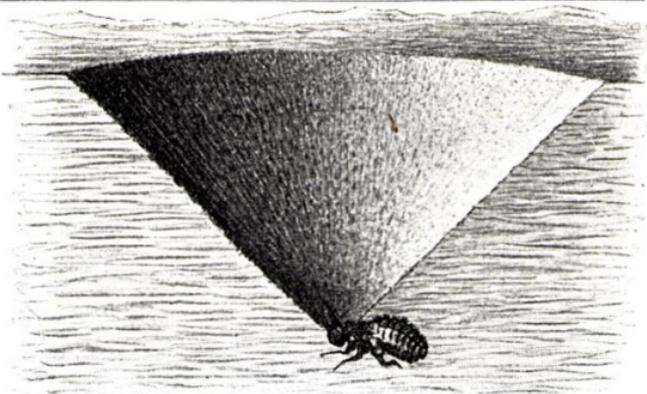


Abb. 43. Trichter des Ameisenlöwen.

Vergesellschaftung mit dem Wirtstier finden. — Die Tiere dieser letzteren Gruppe mögen ganz allgemein als Synöken im weitesten Sinne, und wenn sie durch dieses Beisammensein zugleich auch ihre Nahrung finden, als Kommensalen bezeichnet werden. Bei der Unmöglichkeit, in jedem einzelnen Falle mit Sicherheit festzustellen, ob der Gast auch an der Nahrung des Wirtes sich beteiligt, erscheint es zurzeit untunlich, diesen Unterschied im Verhalten der „Gäste“ weiter als Einteilungsprinzip zu verwerten, zumal man alsdann mit dem nämlichen Rechte auch diejenigen, die nur der Gewinnung eines Anheftungspunktes wegen oder aus Gründen des Orts- und Wasserwechsels, des Schutzes, der Sicherung der Brut usw. den Wirt in Anspruch nehmen, als gleichwertige Gruppen den Kommensalen gegenüberstellen müßte. Hierbei aber würde man auf kaum überwindliche Schwierigkeiten stoßen.

Eine etwas leichter durchführbare Einteilung der Synöken im weiteren Sinne ergibt sich, wenn wir die verschiedenen Modalitäten ins Auge fassen, unter denen die Tiere miteinander vergesellschaftet sind. Wir erkennen alsdann, daß sich die an ein Wirtstier gebundenen Gäste ganz wohl in solche scheiden lassen, die auf oder in dem Wirtstiere selbst leben, und die wir „Epöken“ nennen wollen, und in solche, die nur die Wohnung des Wirtes mitbenutzen, also „Synöken“ im engeren Sinne sind. Endlich hätte man noch solche Formen besonders herauszuheben, die nur in der Nähe des Wirtstieres sich aufhalten und demnach die Bezeichnung „Paröken“ verdienen.

### 1. Epöken.

Die Epökäe kann, wie oben schon angedeutet, sehr verschiedene Gründe haben; sie ist fast ganz auf die Tiere des Wassers, namentlich

des Meeres beschränkt, findet hier aber eine weite Verbreitung. Oft ist es einfach das Bedürfnis eines festen Anheftungspunktes, verbunden mit dem Schutz gegen Übersandung usw., welches viele sesshafte Tiere von bescheidener Größe veranlaßt, mächtigere Stöcke und Einzeltiere zum Wohnsitz zu wählen. Hierher gehören die sesshaften, meist koloniebildenden Infusorien (*Vorticella*, *Carchesium*, *Epistylis*), die kleineren Hydroiden- und Moostierformen, die so häufig auf den Schalen der Schnecken und Muscheln, auf Wurmröhren, auf größeren Kolonien der Korallen und Moostiere zu finden sind. Einige zu den Seeanemonen gehörigen *Palythoa*-Arten besiedeln mit großer Regelmäßigkeit den Kieselnadelstumpf bestimmter Kieselchwämme (*Hyalonema*, *Axinella*). Von Mollusken sind einige Gattungen festsetzender Meeresschnecken (*Vermetus*, *Crepidula*, *Hiponyx* usw.) zu nennen, sowie die Süßwasser-Miesmuschel (*Dreysena*), die, gleich jenen, mit Vorliebe größere Muschelschalen zum Anheftungspunkt wählt. Namentlich in dem gleichmäßigen Schlamm- und Schlickgrunde der Tiefsee sind derartige Fixationspunkte für viele Tiere unerläßliche Lebensbedingung.

Bei der Inanspruchnahme von Wirtstieren mit lebhafter Ortsbewegung spielt vermutlich auch der hierdurch herbeigeführte stärkere Wechsel des Sauerstoff und Nahrung liefernden Wassers eine wichtige Rolle. Dies ist augenscheinlich der Fall bei der zu den Hydroiden gehörigen *Stylactis minoi*, die bisher nur auf dem Fische *Minous inermis* (*Scorpaenide*) gefunden ist, ebenso bei den verschiedenen Gattungen der Seepocken und Entenmuscheln (*Coronula*, *Tubicinella*, *Conchoderma*; Abb. 44), welche die Haut der Walffische bewohnen, aber auch auf Seeschildkröten (Gatt. *Chelonobia*) und Haien (Gatt. *Alepa*s) häufig sind. Auch die drolligen Caprellen und manche Krabben lieben es, von Schildkröten, Fischen, Walen sich umhertragen zu lassen, wobei vielleicht nur die Vorteile des Wanderlebens im allgemeinen in Frage kommen, wie wir dies wohl bei dem berühmten Schiffshalter (*Echeneis*), einer mit den Makrelen verwandten Fischgattung, annehmen müssen, der, mittels seiner gewaltigen Kopfsaugscheibe an größeren Tieren oder auch an Schiffen verankert, weite Reisen unternimmt. — Unter den Landtieren sind namentlich die Bücherkorpione als solche blinden Passagiere der Fliegen und anderer Insekten bekannt; neben ihnen wären noch gewisse Jugendstadien (*Hypopus*) von Milben zu nennen, die sich von mancherlei Insekten tragen lassen, sowie die merkwürdigen, noch später zu besprechenden Larven der Mainwürmer (*Triungulinus*-Stadium) und Fächerflügler (*Strepsiptera*), welche sich an die Honig naschende Biene, anklammern, um so in deren Wohnung zu gelangen.



Abb 44. Seepocken auf Walfischhaut.

Außerordentlich groß ist die Zahl derjenigen Epöken, die auf und noch mehr in dem Körper des Wirtstieres Schutz suchen, womit wohl oft auch Ernährungsvorteile verbunden sind. Einen wirksamen Schutz kann der auf dem Wirt lebende Gast bereits dadurch finden, daß er in Farbe, Skulptur und Gestalt in ähnlicher Weise dem Wirte angepaßt ist, wie dies bei so zahlreichen Tieren in bezug auf die von ihnen bewohnten Pflanzen geschildert wurde (vgl. S. 63). Sehr überzeugende Beispiele hierfür bieten unter anderen viele zu den sog. Medusenhäuptern unter den Seesternen gehörige Formen (Trichaster, Astroporpa, Astrophyton usw.), die auf den Stöcken verschiedener Gorgoniden leben. Eine Nacktschnecke (Doris) auf einem Hornschwamm (Triakentron) gleicht in Färbung und Skulptur so sehr dem Wirt, daß sie nur schwer von ihm zu unterscheiden ist; auch manche Gehäus- schnecken (Pedicularia auf der Edelkoralle, Ovula auf Gorgonien, Crepidula auf dem Mündungsdeckel von Strombus, Cerithium usw.), sind in der Färbung dem Wirte angepaßt, und selbst die kleinen, zu den Flohkrebseu gehörigen Caprellen dürften geschützt sein, wenn sie an den Stöckchen der Hydroidpolypen (Sertulariden, Tubulariden usw.) umherkriechen.

Ungleich häufiger ist die Methode, durch Eindringen in die Haut

oder in die inneren Organe des Wirtes sich vor den Feinden zu sichern. So lassen gewisse Hydroiden (*Spongicola* usw.) sich ganz von Hornschwämmen umwachsen, während die Bohrschwämme die Kalkschale der Muscheln durchwachsen. Von Würmern leben der Palolowurm und andere Polychäten (*Syllis*-Arten, *Nereis tethycola* usw.) im Inneren der Korallenblöcke oder im Kanalsystem von Schwämmen, eine Alciopide (*Alciopie parasitica*) im Magenraum einer Rippenqualle, ein Nematode (*Odontobius*) ausschließlich zwischen den Barten der Wale, wofelbst er auch seine Nahrung finden wird. Unter den Stachelhäutern wählen besonders die Schlangensterne gern das Kanalsystem der Meereschwämme als Aufenthaltsort. Außerst mannigfach sind die Beispiele, in denen die Krebstiere des Meeres ihre Mittiere auszunutzen pflegen. Bald schlagen sie im Innern der Schwämme ihre Wohnung auf (*Typhon spongicola*, die im Hohlraum des Gießkannenschwammes eingeschlossenen *Aega*-, *Spongicola*- und *Pontonia*-Arten), bald in quallenartigen Tieren, in deren Leibeshwand sie sich festsetzen (*Pisa styx* in *Melitaea*), in deren Magenraum sie wohnen (*Metoecus medusarum*), oder die sie sogar aufessen, um sich ein Schutzgehäuse zu schaffen (*Phronima sedentaria* in *Beroë* und *Pyrosomen*). In dem Geäst mancher Korallen haben sich einige von ihnen (z. B. *Hapalocarcinus marsupialis*) derart eingenistet, daß sie ganz von der Kalksubstanz der Äste umschlossen sind und das Phänomen der sog. „Krebsgallen“ darbieten. Im Enddarm der Holothurien haufen die Muschelwächter (*Pinnotheres*), zwischen den Dornen oder im Inneren um den Enddarm der Seeigel und Seesterne die *Fabia*-, *Porcellana*- und *Oxybeles*-Arten, in den Kiemenfäden der Seescheiden die merkwürdigen, mit den Hüpfertlingen verwandten *Notodelphyiden*; und zahlreiche Formen der *Pinnotheres*, *Pontonia*, *Gammarus*, *Conchodytes*, *Ostracotheres* usw. haben es vorteilhaft gefunden, sich im Inneren der durch ihre starken Schalen geschützten Muscheln (der *Pinna*-, *Mytilus*-, *Melaeagrina*-, *Tridacna*-Arten usw.) häuslich einzurichten. Diese Gewohnheit war bereits im Altertum bekannt, doch ist es auch heute noch nicht mit Sicherheit erwiesen, ob diese „Muschelwächter“ für den Schutz, den sie genießen, nun auch irgendwelche nennenswerte Gegenleistung zu bieten haben. Selbst die eigentlichen Herren des Meeres, die Fische, werden von den Krebsen in Dienst genommen. Sehen wir vorläufig ab von den zahlreichen „Fischläusen“, die auf der Haut der marinen Wirbeltiere leben und wohl als Halbschmarotzer zu bezeichnen sind (vgl. S. 88), oder von den im Maul der Fische sich anheftenden und vermutlich als „Miteffer“ zu betrachtenden Lausaffeln (*Cymothoa*), so bleiben doch noch andere Formen übrig, die augen-

scheinlich den Fischkörper lediglich als Wohnung benutzen, indem sie sich (*Ichthyoxenus*, *Epichthys* unter den *Isopoden*) in die Bauchwand der Tiere hinter den Bauchflossen eingraben und hier zu zweien als Pärchen vereint in einer nach außen offenen Höhle wohnen. Unter den *Mollusken* suchen namentlich manche Muschelgattungen sich im Inneren anderer Tiere zu verbergen. Bekannt sind vor allem die *Modiolaria*-Arten, die sich ganz in den Mantel gewisser Seescheiden (*Ascidia*, *Phallusia*) hineinwühlen, ferner die *Bulfsellen* (und *Crenatula*), die nur mit einem Stückchen des Schalenrandes aus dem zur Wohnung erkorenen Schwammkörper herausragen. Daneben ist die merkwürdige, den *Wellhörnern* verwandte Schnecke *Rhizochilus antipathum* zu erwähnen, welche die Zweige der *Antipathes*-Korallen mit eigentümlichen Fortsätzen ihrer Schale umgreift und sich so verankert. — Das berühmteste Beispiel eines Fisches, der einen Unterschlupf in lebenden Tieren sucht, ist der *Fierasfer* des Mittelmeeres, der mit dem Schwanzende voran in die Afteröffnung verschiedener Seewalzen (*Holothuria tubulosa*, *Stichopus regalis*) kriecht und nun, nach Belieben aus- und einwandernd, seinen dauernden Wohnsitz in den sog. *Wasserlungen* derselben aufschlägt, dabei von den Planktonorganismen des in diese eintretenden Atemwassers sich nährend. Auch in einer *Perlmuschel* und in *Seesternen* hat man verwandte Formen gefunden, während eine *Seenadel* (*Syngnathus intestinalis*) wieder im Inneren von *Holothurien* beobachtet ist. Andere Arten leben im Inneren von *Quallen* (z. B. *Caranx trachurus*) oder im Magenraum von *Seeanemonen* (Gatt. *Amphiprion*). Winzige *Welsformen* (*Stegophilus*, *Vandellia*) hausen furchtlos im Maule einer größeren Art (*Platystoma*), und dasselbe gilt von gewissen *aalartigen Fischen* (*Ophichthys*, *Apterichthys*), die *Riemenhöhlenbewohner* und natürlich zugleich auch *Kommensalen* des *Seeteufels* sind. Übel berüchtigt endlich sind einige *südamerikanische kleine Welsarten* (*Vandellia*, *Cetopsis*) wegen ihrer Gewohnheit, *Badenden* in die *Harnröhre* zu dringen. — Von *Landtieren* wären als *Epöken* und gleichzeitige *Kommensalen* hier wohl nur gewisse *Ameisenmilben* (*Antennophorus*) und die *Bienenläuse* (*Braula coeca*) aufzuführen, die den Körper der *Ameisen* bzw. *Bienen* bewohnen und bei Nahrungsbedarf ihre Wirte so lange am Munde fixeln, bis diese ein Tröpfchen *Futterjaft* von sich geben.

Als besondere Formen der *Epökie* zum Zwecke des Schutzes sind schließlich noch die Fälle zu erwähnen, in denen die junge Brut anderen geschützten Tieren anvertraut wird oder selbst dort *Unterkunft* sucht. *Zahlreiche Würmer* und *Krebse* haben die Gewohnheit, ihre Eier im



Abb. 45. Larve (Glochidium) der Teichmuschel.

Inneren des Kanalsystems der Schwämme abzugeben. Noch überraschender ist der Instinkt des weiblichen Bitterlings (*Rhodeus amarus*), mit Hilfe einer langen Legeröhre die Eier zwischen die Kiemenblätter der Teichmuscheln (*Anodonta*) abzugeben (vgl. Abb. 14), wo die junge Brut bis zur Aufzehrung ihres Nahrungsdotterers verweilt. Gewissermaßen als ein Akt der Vergeltung erscheint es, wenn dann auch umgekehrt

die jungen, hakenbewaffneten Larven der Fluß- und Teichmuscheln (*Glochidium*=Stadium; Abb. 45) bald nach ihrem Ausschwärmen sich an die Haut von Süßwasserfischen anheften und hier in einer pustelartigen Wucherung ihre Entwicklung zum fertigen, wenn auch noch sehr winzigen Muscheltier durchmachen.

## 2. Synöken.

Als Synöken im engeren Sinne sollen, wie schon S. 79 bemerkt, diejenigen Tierformen bezeichnet werden, die mit anderen die gleiche Wohnung benutzen, wobei man wohl praktisch die Wohnungen der Einzeltiere von denen der gesellig lebenden unterscheiden kann. Auch hier sind die Haupttriebfedern für einen solchen Anschluß der bessere Schutz und die dargebotene Nahrung, wobei es nicht immer leicht ist, zu entscheiden, inwiefern das eine oder das andere Moment in den Vordergrund tritt.

Als Synöken bei Einzeltieren haben wir zunächst eine Reihe von frei lebenden Meeresswürmern anzusehen, die sich in den Gehäusen der Röhrenwürmer einzunisten pflegen (z. B. *Harmothoe sarniensis* in der Röhre von *Chaetopterus insignis*, *Antinoe nobilis* in derjenigen von *Terebella nebulosa*). Andere (*Nereis succinea*, *Lepidonotus*) bevorzugen die Röhren der Bohrwürmer (*Teredo*), und noch wieder andere (*Nereis pelagica*, *fucicola* usw.) die Schneckenhauswohnungen der Einsiedlerkrebse. — Das bekannteste Beispiel von Synökie bei einzeln lebenden Landtieren bietet wohl der junge Kuckuck, der noch dazu von seinen Pflegeeltern gefüttert wird, also zugleich Kommensale ist, wohingegen der im Nest des amerikanischen Seeadlernestes bauende Bootschwanz (*Quiscalus versicolor*) sich mit dem Schutze des mächtigen Raubvogels begnügt. Daneben wären vielleicht noch die in den Nestern der Schwalben und anderer Vögel hausenden Milben, Bücherfospione, Käfer, Mottenraupen usw. zu erwähnen, die hier im Detritus ihre Nahrung finden.

Bedeutend häufiger ist die Ausnutzung von Kolonialbauten, namentlich der Insektenstaaten, seitens der Synöken.<sup>1)</sup> Hierher zu rechnen sind in erster Linie die zahlreichen Mitbewohner der Ameisen- und Termitenwohnungen, soweit sie nicht als „Symphilen“ oder Symbionten mit ihren Wirten in ein auf gegenseitiger Dienstleistung begründetes Freundschaftsverhältnis getreten sind (vgl. S. 104). In der Regel werden diese fremden Einmieter von den rechtmäßigen Besitzern als indifferent geduldet, so verschiedene kleine Ameisenarten (*Stenomma*, *Asemorhoptum* usw.), die sich im Bau eingenistet haben, und das Heer der vom Mulm und Detritus, vom Nistmaterial und den Mahlzeitresten, ja selbst von den aufgespeicherten Vorräten sich nährenden Milben, Borstenschwänze, Spinnen, Asseln, kleinen Raubkäfer, Stukkäfer, Larven der Rosenkäfer usw., die *Wasmann* als echte Synöken bezeichnet. Manche aber werden als Räuber der Brut verfolgt (namentlich viele Raubkäfer wie *Myrmedonia*, *Myrmoecia*, *Quedius*, *Lamprinus* usw.) und deshalb von *Wasmann* als „Synechthren“ unterschieden. Eine solche Synechthrie, eine Feindschaft zwischen Wirt und Gast, herrscht augenscheinlich auch zwischen den Bienen und den Larven der Wachsmotte; letztere zerfrisst die schönen Wachswaben, weiß sich aber durch ihr dichtes Gespinnst vor den Stichen der Wirte zu schützen. — Hingewiesen sei an dieser Stelle auch auf die große Zahl derjenigen Insekten, die ihre Eier an die zum Zwecke der Brutpflege von anderen Kerbtieren zusammengebrachten Vorräte legen<sup>2)</sup>, wie die Schmarogerhummeln (*Psithyrus*), die Ruckucksbienen (*Nomada*, *Melecta*, *Coelioxis* usw.), Bienenameisen (*Mutilla*), Goldwespen (*Chrysididen*), Trauerschweber (*Anthrax*) und die Spinneneierkokons oder Brutwaben der Wespen auffuchenden *Mantispa*-Arten (Netzflüglergattung); doch handelt es sich in allen diesen Fällen, in Hinblick auf die mit dieser Synökie einhergehenden Vernichtung der jungen Brut der Wirte, um Verhältnisse, die auch noch unter einem anderen, später zu erörternden Gesichtspunkte betrachtet werden müssen (vgl. S. 89). Einfacher liegt die Sache bei den sog. Einmietern (*Inquilinen*) unter den Gallwespen, welche die bereits von anderen Arten hervorgerufene Galle zur Eiablage benutzen und dabei trotz kräftigen „Miteffens“ doch wohl nur in selteneren Fällen die Entwicklung des rechtmäßigen Besitzers beeinträchtigen;

1) Vgl. *Wasmann*, G.: Kritisches Verzeichnis der myrmecophilen und termitophilen Arthropoden, Berlin 1894. Derselbe: Die Gäste der Ameisen und Termiten in: *Jl. Z. f. Entom.* III 1898 S. 145 ff.

2) Vgl. *Frieese*, H.: Die Schmarogerbienen und ihre Wirte. *Zool. Jahrb., Syst.* III 1889 S. 847—870.

sie sind echte Synöken. — Unter den höheren Tieren sind die Beispiele kolonialer Synökie selten, doch kann man wohl die merkwürdige Bergesellschaftung der Brückenechse (*Hatteria*) mit neuseeländischen Sturmvögeln (*Procellaria*) und Sturmtauchern (*Puffinus*) in den von letzteren gegrabenen Höhlen, sowie die der Dorneidechse und Munguste in den Kolonien des Klippdachs (*Hyrax*) als hierher gehörig betrachten.

### 3. Paröken.

Zu der letzten Gruppe der Paröken, d. h. derjenigen Tiere, die aus dem Aufenthalt in der Nähe anderer Vorteil ziehen, gehören in erster Linie die zahlreichen Bewohner der Korallenriffe, die Seeigel, Seeesterne, Schlangensterne, Würmer, Krebse, Mollusken, Fische, die in dem Gewirr der vielverzweigten, kalkstarrenden Stöcke der Korallenpolypen neben reichlicher Nahrung vor allem auch Schutz gegen ihre Feinde finden. Manche von ihnen scheinen an diese Lebensweise mit den Korallen geradezu gebunden zu sein, so unter den Schnecken die Gattungen *Coralliophila*, *Rhizochilus*, *Leptoconchus*, *Sistrum*, nebst den seltsamen *Magilus*, deren Gehäuse in den massiven Blöcken der Mäandrinen zu einer ungeheuerlichen Röhre sich streckt, um nicht von dem wachsenden Polypenstock überwuchert zu werden (Abb. 46), so unter den Krebsen die bereits im Früheren (vgl. S. 82) erwähnten Krabbenformen, die man in ihren gallenartigen Kalkgehäusen ebensogut auch als Epöken auffassen kann. Auch ein großer Teil der sog. Korallenfische (*Chaetodon*) scheint in seinem Vorkommen auf die Korallenriffe beschränkt zu sein. — Einen willkommenen Schlupfwinkel bieten sodann die Schirme der Quallen und Wurzelquallen (*Rhizostoma*), die durch neffeltapfelbewehrte Senkfäden geschützt sind; sie werden sowohl von Krebsen (*Hyperia*) und kleinen Quallen (*Aegineta*), wie vor allem auch von jungen Fischen (*Carangiden*, *Scomberiden*, *Amphiprion*, *Minous* usw.), wenn auch mit der nötigen Vorsicht, aufgesucht. Auch im Bereich der Brennqualle (*Physalia*) findet ein Fisch (*Nomius gronovii*) ständigen Schutz, ähnlich ein anderer zwischen den Stacheln eines Seeigels. Weniger klar sind die Gründe, die den berühmten Lotsenfisch oder



Abb. 46. Schnecke *Magilus* in einem Korallenblock.

Pilot (Naucrates) veranlassen, sich zum ständigen Gesellschafter der gefräßigen Haie zu machen. Möglich immerhin, daß er auf diese Weise leichter seine Nahrung, die durch das Ungeheuer aufgeschreckten kleinen Fische, erwirbt.

Ammern und Lerchen, Goldhähnchen und Meisen, Regenpfeifer und Strandläufer usw. sind oft zu Schwärmen vereinigt. Mit den Herden der südafrikanischen Zebraarten finden sich stets auch Gnus vergesellschaftet, dazu nicht selten Springböcke, Buntböcke und Strauße, die wohl hier Schutz suchen. Die Züge der Treiberameise Brasiliens werden von mancherlei Ameisenbögen (Formicariiden) begleitet, die sich der von jenen aufgestöberten Raupen usw. bemächtigen. Schakale, Hyänen und Geier sind als Kommensalen der größeren Raubtiere zu nennen, deren Beutereste sie verzehren. In sehr prosaischer Weise erklärt sich das Zusammenleben der Elfenbeinmöwen mit den Robben; sie fressen deren Kot. Die Raubmöwen aber, der Schmarogermilan, der brasilianische Geierbuffard (Ibycter), der Fregattvogel usw. machen sich gern an andere Vögel heran, um ihnen die noch unverdaute, also eben erworbene Beute abzujagen.

## D. Parasitismus.<sup>1)</sup>

### 1. Begriff und Einteilung des Parasitismus.

Der Parasitismus oder das Schmarogertum ist eine im Tierreiche außerordentlich verbreitete Erscheinung, deren Wesen nach unserer Auffassung darin liegt, daß eine Tierart nicht nur „auf Kosten“ einer anderen sich nährt, wie etwa die Wachsmotte, die Schmarogherummel oder die Raubmöwe, sondern von dem lebendigen Körper dieser Tierart selbst. Da auch das Raubtier durch die Inanspruchnahme fremden tierischen Lebens zur Befriedigung des eigenen Nahrungsbedürfnisses charakterisiert ist, so liegt es auf der Hand, daß die Grenze zwischen diesen und den Parasiten nur eine willkürliche, auf ziemlich schwankenden Merkmalen beruhende sein kann. Im allgemeinen, so darf man wohl sagen, ist das Raubtier stärker als seine Beute, sein Eingriff

1) Vgl. van Beneden, P. J.: Die Schmarogher des Tierreiches, Leipzig 1876. Braun, M.: Die tierischen Parasiten des Menschen, 3. Aufl. Würzburg, 1903. Fiebiger, J.: Die tierischen Parasiten der Haus- und Nutztiere, Wien 1912. v. Graff, L.: Das Schmarogertum im Tierreich und seine Bedeutung für die Artbildung, Leipzig 1907. Leuckart, H.: Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten, 2. Aufl., Leipzig und Heidelberg Bd. I 1879—1901. Peiper, E.: Tierische Parasiten, 2. Aufl., Wien 1904. Ferner: Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitismus und Infektionskrankheiten, Jena, Gust. Fischer; Archives de Parasitologie, Paris.

in deren Organismus ist so gewaltig und übermächtig, daß dieser gänzlich zerstört wird; der Parasit hingegen ist meist unendlich viel kleiner als sein Wirt, er wirkt daher nicht ohne weiteres vernichtend auf ihn ein und vermag dementsprechend auch für längere Zeit Vorteil aus ihm zu ziehen. In der Wirklichkeit zeigen Raub und Schmarozertum mannigfache Übergänge zueinander. So können von nahe verwandten

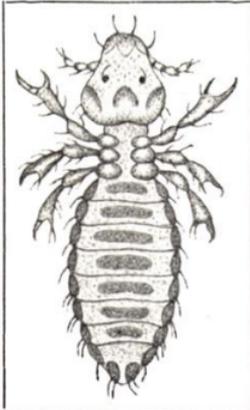


Abb. 47. Haarling.

Tierformen die einen durch Blutsaugen bei höheren Tieren als Parasiten erscheinen, während die anderen durch dieselbe Tätigkeit bei niederen Organismen zu Raubtieren werden, wie wir dies bei den säugetierblutsaugenden Bremsen und den insektenmordenden Raubfliegen, bei den schmarozenden Bettwanzen und den raubenden Schreitwanzen beobachten. Die Larven der Schlupfwespen müssen zwar als Parasiten angesprochen werden; das vollständige Ausfressen des Wirtstieres aber nähert sie in vielen Fällen doch recht sehr den Raubtieren. Der Blutegel gilt uns als Parasit, wenn er etwa dem ins Wasser getriebenen Pferde oder dem Menschen ein wenig Blut abzapft, aber er erscheint uns als Raubtier,

wenn er dieselbe Prozedur an einer jugendlichen Froschlarve vornimmt, die durch dieses „saigner à blanc“ ohne weiteres getötet wird. Daß übrigens nach unserer obigen Definition auch Nachtigall und Schwalbe mit ihrem Insektenfang als echte Raubtiere zu gelten haben, mag hier, als dem Sprachgebrauch widersprechend, noch besonders hervorgehoben werden.

Nicht minder schwer, wie gegen die Raubtiere, sind die Parasiten in manchen Fällen gegen die Synöken und Kommensalen abzugrenzen. Dies gilt beispielsweise von zahlreichen Fischläusen (*Anilora*, *Nerocila*, *Argulus*, *Caligus*, *Cyamus*, *Ancus* usw.), d. h. Krebsformen, die auf der Haut der Fische, Seeschildkröten, Wale leben und hier augenscheinlich der Hauptsache nach vom ausgeschiedenen Schleim ihrer Wirtstiere sich nähren. Es gehört entschieden eine gute Dosis juristischen Scharfsinns dazu, um mit Sicherheit zu entscheiden, ob diese Ausscheidungsprodukte der Haut noch als „Teile“ des betreffenden Wirtskörpers aufzufassen sind oder nicht. Ähnlich verhält es sich mit den Haarlingen (*Trichodectes*; Abb. 47) und Federlingen (*Mallophagen*), denen vornehmlich die Abfallprodukte der Haut von Landtieren, also die Schuppen und Federseiden, aber auch wohl die Haare zur Nahrung dienen. Noch schwieriger dürfte die Frage bei den Krebs-

egeln (*Histriobdella*, *Astacobdella*, *Polia*) zu lösen sein, die zwischen den am Schwanz befestigten Eierballen der Krebse und Krabben umherkriechen und die abgestorbenen Eier verzehren.

Eine ganze Reihe schwer unterzubringender Fälle liefert endlich das bei der Brutpflege auftretende Schmarozertum, dessen bereits S. 85 Erwähnung getan wurde. Als klassisches Beispiel für die hier zutage tretenden Schwierigkeiten kann der Lebenslauf der jungen Maiwürmer (*Meloiden*) gelten. Die alten Maiwürmer legen ihre Eier ganz ehrbar in die Erde und stehen auch sonst mit irgendwelchen anderen Tieren in keinerlei Beziehung. Die ausgeschlüpften Larven (*Triungulinus*) aber klettern in die Blüten der Blumen, klammern sich hier an die Honig suchenden Bienen an und lassen sich von ihnen in die Stöcke tragen, wo sie, abspringend, in die Zellen gelangen. Das dort befindliche Bienenei wird verzehrt und darauf eine Verwandlung durchgemacht, die das Geschöpf befähigt, mit dem ursprünglich für die Bienelarve bestimmten Honigvorrat sich zu mästen und, unter Einschaltung verschiedener weiterer Verwandlungsstadien, zum geschlechtsreifen Tier heranzuwachsen. Man pflegt diese eigentümlichen Gewohnheiten der Maiwürmer einfach als Parasitismus zu bezeichnen, obwohl es sich, strenggenommen, bei der Benutzung der Arbeiterbiene als Transportmittel um Synökie (*Epökie*), bei dem Aufzehren des Bieneneies um die völlige Vernichtung, um ein Aufressen des schwächeren Tieres seitens der Maiwurmlarve handelt, die demgemäß nunmehr als Raubtier anzusprechen wäre, während sie in der späteren Phase des Honigfressens zum einfachen Kommensalen wird. Vielleicht könnte man sich in diesem Falle, wie auch in den vielen ähnlichen, in denen fremde Gäste die Eier und Larven staatenbildender Insekten fressen, dadurch helfen, daß man neben dem gewöhnlichen Individual-Parasitismus, der nur das einzelne Wirtstier betrifft, noch einen Kommunal-Parasitismus unterscheidet, der dadurch charakterisiert wäre, daß der Schmarozer in irgendeinem als Ganzes gedachten sozialen Gemeinwesen durch Vernichtung von Teilindividuen gerade so schädigend wirkt, ohne das Ganze zu zerstören, wie dies beim gewöhnlichen Parasiten durch Inanspruchnahme von Teilen des Wirtstieres der Fall ist. Allen Klassifikationschwierigkeiten wäre jedoch auch hierdurch noch nicht begegnet, wenn anders die Annahme richtig ist, daß auch bei den einzeln lebenden Erdbienen, Wespen, Grabwespen usw. das dem Nahrungsquantum einer Zelle beigefügte Ei, bzw. die bereits ausgefrochene Larve, von den jene Vorräte verzehrenden Larven der Ruckucksbienen, Trauerschwebnern, Goldwespen, Bienenameisen usw. regelmäßig vernichtet wird. Es handelt sich eben hier um Beziehungen, die weder mit dem Para-

fitismus, noch auch mit dem einfachen Raube sich decken, sondern deren Wesen darin besteht, daß ein Unberechtigter sich an die Stelle des rechtmäßigen, von ihm beseitigten Besitzers setzt, sich „substituiert“.

Der echte Parasitismus, die Inanspruchnahme der Körpersubstanz eines „Wirtstieres“ als Nahrungsquelle, läßt eine große Zahl von Modifikationen erkennen, je nach den Organen, welche in Anspruch genommen werden, der Schwere des Eingriffes und der Dauer desselben. Im allgemeinen pflegt man wohl zwischen Endoparasiten und Ektoparasiten, sowie zwischen zeitweiligen und ständigen Schmarozern zu unterscheiden. Auch hier handelt es sich nicht um übergangslose Kategorien, wie denn z. B. die unter der Haut sich entwickelnde Krätzmilbe, oder die in der Nasenhöhle schmarozende Made der Nasenbremse sowohl als Endo- wie als Ektoparasit, der Floh, die Biene als zeitweiliger wie als ständiger Schmarozerg aufgefäßt werden kann.

## 2. Verbreitung des Parasitismus.

Wie die Schar der Raubtiere über alle Gruppen des Tierreiches verteilt ist, von den raubenden Urtieren (Acineten, manche Infusorien wie Amphileptus) bis herauf zu den Säugetieren, so auch finden wir Schmarozerg fast in allen Tierklassen. Für die massigen und hoch organisierten Wirbeltiere erscheint eine solche Art des Nahrungserwerbes allerdings nur wenig passend, doch ist zu beachten, daß in gewissem Sinne auch das saugende Junge an den Zitzen der Mutter der Definition des Parasiten entspricht, und daß diese Parallele noch vollständiger wird, wenn etwa die Jungen der Katze einer säugenden Hündin untergeschoben sind.

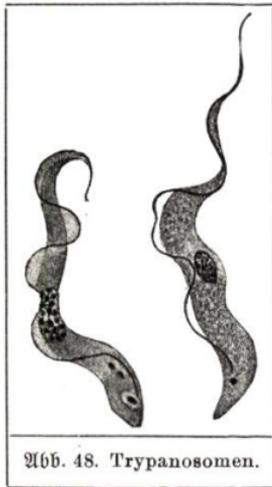


Abb. 48. Trypanosomen.

Unter den Urtieren kennen wir als Parasiten neben den Flagellaten (besonders Trypanosoma; Abb. 48), Gregarinen und Coccidien namentlich die Hämosporeidien (Plasmodium), die in neuerer Zeit als Träger einer Reihe schwerer Krankheiten des Blutes erkannt sind; sodann die Opaliniden und Trichodiniden unter den Infusorien. Von den drei großen Hauptgruppen der Würmer, den Plattwürmern, Rundwürmern und Ringelwürmern, enthalten die beiden ersten ungemein zahlreiche, meist endoparasitische Schmarozerg, während die Ringelwürmer nur in der Ordnung der Blutegel parasitierende Formen aufweisen. Im Typus der Gliedertiere scheint nur eine einzige Klasse,

die der Tausendfüßer, dem Parasitismus durchaus fernzubleiben, und auch bei den Spinnen tritt er nur in einigen Gruppen (ektoparasitische Milben, endoparasitische „Zungenwürmer“) auf; um so größer ist die Zahl der Schmarotzer unter den Krebsen, namentlich unter den niederen Formen derselben, den Isopoden (Bopyriden), den Entomostraken und Cirripeden, sowie unter den Insekten mit den artenreichen Gruppen der Federlinge, Läuse, Flöhe, Fliegen, Wanzen, Schlupfwespen, Braconiden, Chalcididen usw. Selbst schmarotzende Schmetterlingsraupen (auf Zikaden) und Schmetterlinge (an Faultieren) sind neuerdings bekannt geworden. Wenig verbreitet erscheint der Parasitismus bei den Mollusken, von denen außer den meist ektoparasitisch an Stachelhäutern schmarotzenden Eulima-, Stylixa- und Stylixa-Arten vor allem die seltsamen

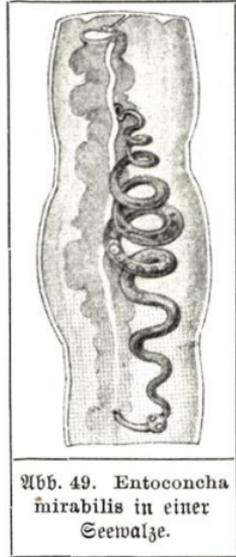


Abb. 49. Entococoncha mirabilis in einer Seequalze.

endoparasitischen Schnecken Entococoncha (Abb. 49), Entocolax, Eulima und die gleichfalls endoparasitische Muschel Entovalva in Holothurien zu nennen sind. Unter den Wirbeltieren gehört fast alle in die Gruppe der tiefstehenden Rundmäuler hierher; sie liefert in der Familie der Neunaugen Ektoparasiten, in derjenigen der Myxinoideen oder Schleimfische sogar Endoparasiten. Daneben kommt nur noch die zu den Fledermäusen gehörige Familie der südamerikanischen Vampire in Betracht, die als Blutsauger an Warmblütern gefürchtet sind.

Nicht minder verschieden, als die Parasiten selbst, sind die von ihnen heimgesuchten Wirtstiere: Von den Infusorien bis herauf zu den Säugetieren gibt es wohl keine Tiergruppe, die gänzlich von ihnen verschont wäre. Dabei hat sich in weit höherem Grade als bei den Raubtieren eine Spezialisierung, eine Anpassung des Schmarotzers an nur eine oder wenige nahe verwandte Wirtsformen herausgebildet, die jedenfalls in den oft sehr komplizierten Lebensverhältnissen und Lebensschicksalen namentlich der Endoparasiten und deren Brut ihre Erklärung findet. — Von besonderem Interesse erscheint es, daß bisweilen selbst die Parasiten wieder von Parasiten zu leiden haben, wie dies z. B. bei den auf Einsiedlerkrebsen schmarotzenden Wurzelkrebsen (Peltogaster usw.) der Fall ist. Sie werden wieder von Cryptoniscus-Arten heimgesucht, die nun ihre Nahrung aus dem Wirt durch die Wurzeln des Wurzelkrebses ziehen. Noch verbreiteter ist dieser „Hyperparasitismus“ bei den Schlupfwespen und Verwandten. So wird die in Kohlweiß-

lingsraupen häufige Braconide *Apanteles glomeratus* vielfach von der Crypturide *Hemiteles fulvipes* und dem Chalcidier *Tetrastichus microgaster*, der in Frostspannerraupe lebende Braconide *Meteorus ictericus* von *Hemiteles arcator* befallen. Auch Ophioniden in den Raupen der Buschhornblattwespen sind oft wieder von *Cryptus nubiculatus* heimgesucht.

### 3. Schädigungen durch Parasiten.

Sehr mannigfach sind die Schädigungen, welche die Parasiten den Wirtstieren zufügen. Am glimpflichsten treiben es zweifellos unter den



Abb. 50. Tsetsefliege.

Ektoparasiten die Fischläuse, die Federlinge und Haarlinge, die sich im wesentlichen nur von den Abfallstoffen der Haut nähren. Aber auch von anderen Parasiten, wie z. B. den Haarbalgmilben der Talgdrüsen, braucht der Wirt keinerlei Beschwerden zu verspüren. Die Stiche der Flöhe, Läuse, Wanzen, Mücken, Bremsen, Zecken, Blutegel usw. sind zwar oft unangenehm und schmerzhaft, haben aber an sich meist keine ernstern Folgen, wenn

sie nicht etwa in übergroßer Menge oder an besonders empfindlichen Stellen erfolgen (Lanblutegel, Moskitos, Columbarzermücke), oder aber durch gleichzeitige Übertragung von Blutparasiten (*Plasmodium*, *Trypanosoma*) zu schweren Infektionskrankheiten Veranlassung geben (*Anopheles*-Mücken als Übertrager der Malaria; Tsetsefliege (Abb. 50) als Übertrager der Schlafkrankheit und der Nagana-Krankheit der Huftiere; Zecken als Übertrager des Texasfiebers der Rinder, der Surra-Krankheit usw.). Lästiger und meist auch schädigender wirken in der Regel diejenigen Ektoparasiten, die sich für längere Zeit in der Haut des Wirtstieres ansiedeln, wie die Krähmilben, die Sandflöhe, deren Weibchen zu erbsengroßen Kugeln anschwellen, die Bremsen oder Biesfliegen in der Haut der Rinder (*Hypoderma*) und des Menschen (*Dermatobia*, *Ochromyia*), wie in den Nasenhöhlen der Schafe und Hirscharten (*Oestrus*).

Unter den Endoparasiten gibt es zweifellos ebenfalls eine ganze Reihe harmloser, das Gedeihen des Wirtstieres nicht oder in kaum merkbarer Weise beeinträchtigender Formen, so die mikroskopischen Infusorien (*Opalina* usw.) und Gregarinen, manche Rundwürmer (*Trichocephalus*, *Trichosomum*, *Ascaris*-Arten), vorausgesetzt, daß sie nicht in

übergroßer Zahl versammelt sind; andere hingegen bedingen mancherlei Krankheitserscheinungen (Bandwürmer, Madenwurm, Magenbremse), ja schweres Siechtum und selbst den Tod (Trichinen, *Filaria bancrofti* [der Erzeuger der Elephantiasis], *Filaria medinensis*, *Ancylostomum duodenale*, *Fasciola hepatica*, *Schistosomum haematobium*, Finne von *Taenia echinococcus*, *coenurus*, Schlupfwespen, Braconiden, Raupenfliegen usw.). Bei Krebsen wird zuweilen durch den Einfluß des Schmarozers (*Entoniscus*) das Wirtstier steril und unfähig, sich fortzupflanzen.

#### 4. Schutzmittel der Wirtstiere.

In dem großen Kampfe zwischen Raubtieren und Beutetieren ist, wie wir gesehen haben, seitens der letzteren eine geradezu staunenerregende Fülle und Mannigfaltigkeit von Mitteln zum Schutz und Trutz gegen das Gefressenwerden zur Ausbildung gelangt. Ähnliche Abwehrmittel der Wirtstiere gegen die doch oft nicht minder verderblichen Parasiten sucht man vergebens. Nur den Ektoparasiten gegenüber haben wenigstens die höchst organisierten Geschöpfe, die Säugetiere, ein paar bescheidene Einrichtungen erworben, die in diesem Sinne zu deuten sind, so die Hautmuskulatur, durch deren Kontraktionsbewegungen die lästigen Insekten verschleudert oder gar zerdrückt werden, und vor allem den lang buschig behaarten Schwanz, den man ja bei Pferden, Rindern usw. wohl geradezu als Fliegenwedel bezeichnen könnte. Schon der Hund aber ist wehrlos gegen das ihn peinigende Ungeziefer, gegen das er vergeblich mit seinen Zähnen anzukämpfen sucht, und nicht besser geht es dem Schaf mit seinen „Schafzecken“ (*Melophagus ovinus*), dem Kanarienvogel mit seinen Milben (*Dermanyssus*) oder der Eidechse mit ihren Zecken (*Ixodes*).

Ebensowenig ist ein ausreichender Schutz gegen die Endoparasiten zur Entwicklung gekommen, da er sich im wesentlichen auf den Kampf der weißen Blutkörperchen gegen die Bakterien und Plasmodien, das Herausleitern der Filarien und Bremenlarven aus der Haut, sowie auf die Ausscheidung einer Kapsel bei den im Bindegewebe, in den Muskeln usw. eingenisteten Schmarozern beschränkt, d. h. also auf diejenigen Mittel, die dem Organismus auch gegen jeden beliebigen Fremdkörper zur Verfügung stehen. Als Grund für diese Erscheinung haben wir wohl in erster Linie anzusehen, daß die meisten Parasiten als mehr oder weniger mikroskopische Jugendstadien in den fremden Organismus gelangen, wo sie in den dem Willen unterworfenen Organen des Mundes, der Haut usw. noch keinerlei Reaktion hervorrufen, während sie in späteren Entwicklungszuständen eben ausschließlich in solchen Organen haufen, die dem Willen des Wirtstieres nicht mehr zugänglich sind. Ohne

Frage war es in der Vervollkommnungsskala der tierischen Organisation von den Urtieren bis zum Zellstaat des Wirbeltieres ein großer Fortschritt, als die sog. vegetativen Organe mehr und mehr zu selbständiger, automatischer Dienstleitung befähigt wurden; die Wehrlosigkeit gegen den Endparasitismus aber lehrt uns, daß dieser Fortschritt auch gewisse Nachteile im Gefolge hatte.

### 5. Anpassungen der Parasiten.

Weit mannigfaltiger sind dagegen die Anpassungserscheinungen, welche die Schmarotzer ihrerseits an das Wirtstier und an die oft sehr eigenartigen Lebensbedingungen des von ihnen erkorenen Wohnsitzes zeigen. Es leuchtet ein, daß hierbei von vornherein ein starker Gegensatz zwischen Ekto- und Endoparasiten zutage treten muß.

Die Ektoparasiten haben meist aktiv das Wirtstier aufzusuchen

und sind zu dem Ende oft mit vorzüglichen Sinnesorganen (Wanzen, Mücken, Schlupfwespen) und Bewegungsapparaten (fliegende Insekten, Floh) ausgerüstet, besonders wenn viele Wirte nacheinander heimgesucht werden müssen. Bei dauernd sesshaften Formen dagegen können weitgehende Reduktionen der genannten beiden Organsysteme eintreten (Kräzmilbe; Abbildung 51; Haarbalgmilbe; Abb. 52) oder sich im weiteren Verlauf des Schmarotzerlebens einstellen (Bopyriden, Penelliden, Lernäaden, Chondracanthiden), bis dann bei den Wurzelfressen (Sacculina, Pel-

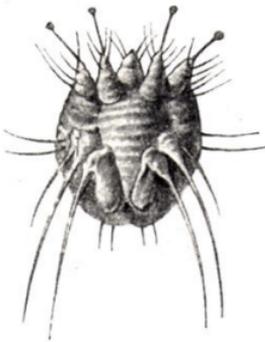


Abb. 51.  
Kräzmilbe.



Abb. 52.  
Haarbalgmilbe

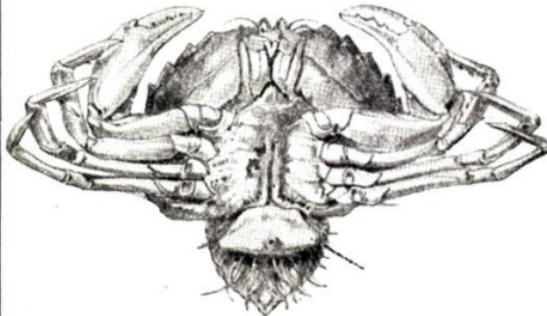


Abb. 53.  
Wurzelfress (Sacculina) an einer Krabbe.

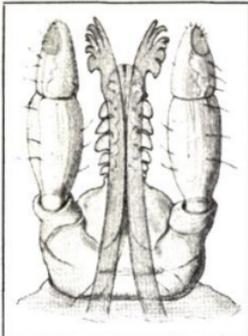


Abb. 54. Saugrüssel und Fühler einer Zeeke.

togaster) der ganze Körper schließlich nur noch einen ungegliederten, lediglich Geschlechtsprodukte enthaltenden und mit langen wurzelartigen Saugröhren seine Nahrung aus dem Wirtstier gewinnenden Sack darstellt (Abb. 53). Den Ektoparasiten stehen regelmäßig auch zweckmäßige Waffen zur Verfügung, um ihre Nahrung dem Opfer entnehmen zu können. In der Regel handelt es sich hierbei, abgesehen von den Haare, Federn und Schuppen fressenden Mallophagen, um ein Vordringen zur Blutflüssigkeit unter der Haut, die deshalb von den Insekten und parasitierenden Milben mit stilettartigen Riefen durchstoßen

wird, während die Blutegel einen durch Saugen hervorgerufenen Hautbuckel durch kreisförmig wirkende, zahnrandige Riefen durchschneiden. Der Blutzufluß zu der so erzeugten Wunde wird in der Regel durch Einspritzen eines reizenden Speichels erhöht, der zugleich auch das Gerinnen des Blutes verhindern kann (Blutegel, Zecken). Bei längerem Festsaugen können die in die Haut eingeführten Stilette auch noch mit besonderen Widerhaken versehen sein (Zecken; Abb. 54), wobei dann gleichzeitig der oft noch mit Blindsäcken versehene Darm und die Leibeshöhle einer solchen Dehnbarkeit fähig zu sein pflegen (Blutegel, Zecken), daß die „auf einen Sitz“ eingenommene Blutmenge auf Monate, ja vielleicht für die ganze Lebenszeit genügend ist. — Besondere Einrichtungen verlangt sodann noch bei dauerndem Aufenthalt das Sichfesthalten des Parasiten auf dem Wirtstier, sofern er nicht mit Hilfe seines Stechapparates verankert ist. Hierher gehören die Klammerklauen der Läuse und Pelzfresser der Pferdelausfliegen, Schafzecken und Fischläuse, die Saugnapfbildungen gewisser Milbenstadien (Hypopus), der Arguliden, der ektoparasitischen Saugwürmer (Polytomiden) und Blutegel. Damit die junge Brut auch sofort wieder die passende Nahrung findet, kleben die Ze-

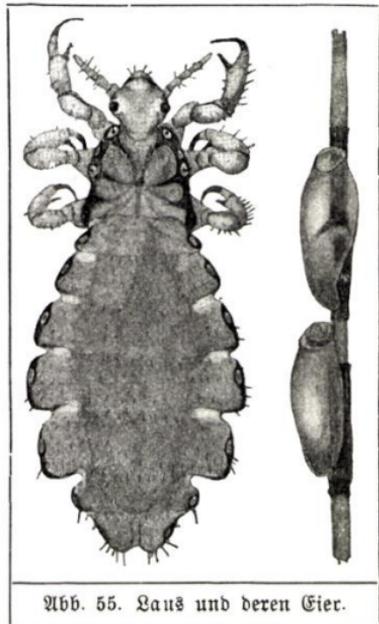


Abb. 55. Laus und deren Eier.



derlinge, die Pelzfresser und Läuse ihre Eier an das Haar- und Federkleid des Wirtes selbst an (Abb. 55), und die Fliegen- gruppe der Pupiparen hat es, im Hinblick auf die für ektoparasitische Lebensweise wenig geeignete Madenform ihrer Larven, sogar fertiggebracht, die ganze Entwicklung der Brut bis zum Puppenstadium im Inneren des mütterlichen Organismus sich abspielen zu lassen. Andere Fliegenlarven, die Dasselwürmer (*Hypoderma*), die durch ihre Lagerung in der Unterhaut der Wirtstiere einen festen Halt haben, zumal sie oft mit Hakenreihen versehen sind, haben insofern eine besondere Anpassung erfahren, als das Tracheen- oder Atemröhrensystem nur mit zwei Stigmen am Hinterleibsende sich öffnet, so daß das bloße Herausstrecken der Hinterleibspitze aus der eiternden Dasselbeule zur Gewinnung des nötigen Sauerstoffes genügt.

Wesentlich andere Verhältnisse beeinflussen das Leben der Endoparasiten. Natürlich ist es auch für diese vielfach von

Wichtigkeit, Vorrichtungen zum Festhalten und Anklammern zu besitzen, namentlich in denjenigen Organen, in denen durch automatische Bewegung der Inhalt vorwärts geschoben wird, d. h. also im Darm, in den Adern, in der Harnblase. Hier treffen wir die bekrallten Zungenwürmer (*Peutastomum*), die Magenbremen mit ihren Klammerhaken (Abb. 56), die mit Chitinhaken versehenen Rundwürmer, die Kragwürmer (*Echinorhynchus*; Abb. 57) mit ihrem stachelbewehrten Rüssel, die mit Saugnäpfen und Hakenkranz bewehrten Bandwürmer (Abb. 58), die saugnapftragenden Saugwürmer. Besondere Gliedmaßen als Bewegungsorgane treten nirgends auf, doch ist durch eine wohlentwickelte Hautmuskulatur wenigstens den frei in den Organen lebenden Tieren meist eine ziemlich ausgiebige Eigenbewegung ermöglicht, die sogar zuweilen zu Auswanderungen aus dem Darm (*Oxyuris*, *Mermis*, *Gordius*) benutzt wird. Spezifische Waffen zum Erbohren der Nahrungsquelle sind meist nicht vonnöten, da der Schmarotzer ja von nährender Flüssigkeit genügend umspült wird; nur zum Durchbohren der Haut des Wirtstieres

sind zuweilen kleine Stilette entwickelt (manche Cercarien). Da der Körper wegen des geschützten Aufenthaltsortes eines besonderen äußeren Schutzes entbehren kann, so ist die Haut in vielen Fällen so zart, daß sie der Diffusion der ihn umspülenden Nährflüssigkeit kein Hindernis bietet; es bedarf dann weder einer besonderen Mundöffnung noch auch eines verdauenden Darmes (Kragwürmer, Bandwürmer), und der Parasit wird dann von seiten seines Wirtes ganz ähnlich ernährt, wie dessen eigenen Organe. Auch Gesichtsz- und Gehörorgane sind niemals entwickelt; nur der Tastsinn behält noch seine Bedeutung und ist häufig in besonderen Tastpapillen lokalisiert.

Das weitaus schwierigste Problem, was zu lösen war, lag jedoch für den Endoparasiten in der beschränkten Lebensdauer der Wirtstiere wie in der Unmöglichkeit, aus dem toten Kadaver als vollentwickelter Parasit nicht nur auszuwandern, sondern auch in diesem Zustande alsbald ein neues lebensfrisches Wirtstier zu besiedeln. Mochte der im Innern des Darms heimische Bandwurm während eines langen Lebens auch Tausende und aber Tausende von Nachkommen hervorgebracht haben, die etwa mit und neben ihm in gleicher Weise im Darm des Wirtes Nahrung fanden, so war doch diese ganze Mühe vergebens, wenn mit dem Tode dieses Wirtes nicht nur dem Muttertier, sondern auch allen neben ihr erwachsenen Kindern ein gleiches Ende in sicherer Aussicht stand. Das einzige Mittel gegen diesen zum schnellen Untergange der Art führenden Mißstand war in der Ausbildung eines regelmäßigen Wohnungs- und meist auch Wirtswechsels der Brut gegeben, derart, daß dieselbe in einem möglichst jugendlichen und transportfähigen Stadium, also in der Regel als Ei, den Körper des Wirtstieres der Mutter verließ, um dann von außen her auf mehr oder weniger indirektem Wege in den Organismus eines neuen Wirtstieres zu gelangen und so in diesem ebenfalls zum geschlechtsreifen Parasiten sich zu entwickeln. Im einzelnen haben sich hierbei recht mannigfache und oft wunderbare Methoden zur Sicherung des Gnderfolges herausgebildet. Im einfachsten Falle gelangen die Eier bzw. Embryonen lediglich in den Darm eines anderen Individuums der nämlichen Art, wobei dann unter Umständen auch Selbstinfektion des Wirtstieres durch die Embryonen der bereits in seinem Innern hausenden Parasiten nicht ausgeschlossen ist (Oxyuris). In der Regel findet ein Wirtswechsel statt, derart, daß die dem Wirtes des Muttertieres entstammende junge Brut zunächst auf irgendeine Weise in den Körper und zwar, meist nach Passierung des Mundes und Darms, in das Bindegewebe, die Muskulatur usw. einer Tierart gelangt, die zu dem ersten Wirt in irgendeiner regelmäßigen Beziehung



steht, etwa als beliebtes Beutetier desselben; hier entwickelt sich die Brut bis zu einem gewissen Stadium (z. B. dem Finnenstadium; Abb. 59), um dann erst, wenn das Beutetier seinem Räuber zum Opfer fällt, im Darm des letzteren zur Geschlechtsreife heranzuwachsen. So leben, um einige Beispiele zu erwähnen, mancherlei Bandwurmarten als „Finnen“ im Bindegewebe von Pflanzenfressern (Hase,

Raninchen, Maus, Rind, Schaf, Schwein), um erst später im Darm der Hunde, Katzen, Wölfe usw. zu Bandwürmern sich umzubilden. Auch zwischen Hundelaus und Hund findet eine solche Wechselbeziehung statt. Unter Umständen kann dieser Wirtswechsel aber noch erhebliche Komplikationen erfahren, wie denn z. B. die sog. Saugwürmer (Trematoden) neben Perioden des Freilebens oft eine Reihe von drei verschiedenen Wirtstieren zu durchlaufen haben.

Bei der Umständlichkeit des Weges, auf dem die Nachkommen eines Endoparasiten allein zur vollen Entwicklung gelangen können, ist von vornherein anzunehmen, daß zahllose Keime zugrunde gehen werden, ohne ihr Ziel zu erreichen. Namentlich die Übertragung der mit dem Kote des ersten Wirtstieres ins Freie gelangenden Eier in den Organismus eines Pflanzenfressers ist von einer bedenklich großen Fülle von Zufälligkeiten abhängig, und ebensowenig ist es sicher, daß jeder mit Finnen besetzte Hase nun gerade etwa einem Fuchse oder Hunde zum Opfer fällt. Sollte daher die Art vor dem Aussterben gewahrt bleiben, so war es nötig, daß die Endoparasiten außergewöhnlich große Mengen von Eikeimen erzeugten, um auch bei denkbar ungünstigsten Verhältnissen den Erfolg zu sichern, und so kann es nicht wundernehmen, daß diese Eier der Spulwürmer, Saugwürmer, Bandwürmer meist nach Millionen zählen, von denen aber, wie schon früher ausgeführt, durchschnittlich immer nur eines als Ersatz des Muttertieres zur vollen Entwicklung kommt. Die ungemein günstigen Ernährungsverhältnisse des Parasiten inmitten der Säfte des Wirtstieres stellen jedenfalls einen Faktor dar, der die Ausbildung jener enormen Eiproduktion erklärlich macht. Auch die auffallend lange Lebensdauer der in Muskulatur oder Bindegewebe eingekapselten Jugendformen, die auf den erlösenden Fleischfresser harren, muß als Anpassungserscheinung an den Parasitismus betrachtet werden.

## 6. Wechsel von Parasitieren und Freileben.

Zum Schlusse dieses Kapitels erübrigt es, noch kurz darauf hinzuweisen, daß die zu den Schmarozern gerechneten Tierarten durchaus nicht immer während sämtlicher Phasen ihres Lebens parasitieren, sondern daß in dieser Beziehung die größten Verschiedenheiten herrschen. Selbst bei den echten Eingeweidewürmern treffen wir in sehr verschiedenen Gruppen neben Formen, deren ganzer Lebenszyklus im Innern der Wirte sich abspielt (Trichine), vielfach auch solche, die eine mehr oder weniger lange Periode des Freilebens durchmachen. Bei den Bandwürmern sind es ausschließlich die Eier, die mit dem Kote des Wirtes nach außen gelangen und auch als solche wieder vom neuen Wirt aufgenommen werden; bei vielen Rundwürmern (*Ascaris lumbricoides*, *nigrovenosa*, *Ancylostomum*, *Filaria*) aber und den Saugwürmern (Trematoden) leben die Jungen oder gar die Erwachsenen (*Gordius*, *Mermis*) eine Zeitlang frei in der Erde oder im Wasser. Ähnlich ist es bei den Gliedertieren. Auch die völlig rückgebildeten sackförmigen Wurzelkrebse waren in ihrer Jugend als Larven (Nauplius; Abb. 60) frei beweglich und mit 3 Paar Gliedmaßen ausgestattet. Bei den Insekten und Spinnen aber pflegt die parasitische Lebensweise auf eine Entwicklungsstufe beschränkt zu sein, während die anderen Stadien freilebend sind. Als Beispiele von Gliedertieren, deren Larvenformen sich selbständig ernähren, deren Parasitismus also erst mit der letzten Entwicklungsstufe beginnt, sind die Flöhe, die Bremsen, Mücken, Stechfliegen zu nennen; ihre Larven wachsen in modernden Stoffen, im Wasser, in der Erde heran. Andererseits schmarozten die Bremsen, Dickkopffliegen (*Conops*), Raupenfliegen (*Tachina*), Schlupfwespen, Wassermilben als Jugendzustände und zeigen im Alter keinerlei andere Beziehungen zu den Wirtstieren, als daß sie bei ihnen meist ihre Eier unterzubringen suchen. Bei den merkwürdigen Fächerflüglern (Strepsipteren; Abbildung 61) wird zwar das Männchen nach der Puppenruhe zum freien geflügelten Insekt, das Weibchen

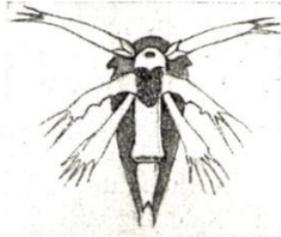


Abb. 60. Larve (Nauplius) eines Wurzelkrebseß.

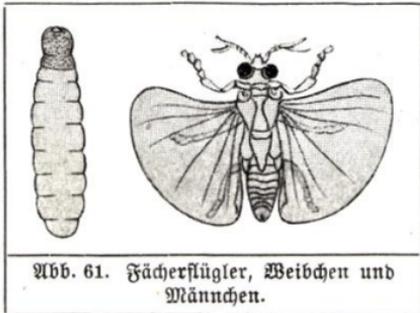


Abb. 61. Fächerflügler, Weibchen und Männchen.

aber bleibt als unförmlicher, zwischen den Ringen des Hinterleibes sich vordrängender Sack im Körper der Wirtstiere (Wespen und Bienen), und nur die die Mutter verlassenden Jungen, die sich nach Art der Maikäfer in die Bauten der Wirtstiere tragen lassen, führen eine Zeitlang ein freies Leben, bis sie sich in die ihnen passend scheinende Wespen- oder Bienenmade eingebohrt haben. Endlich gibt es auch Fälle, in denen überhaupt nur die Weibchen parasitieren, während die Männchen in allen Entwicklungsstadien selbständig bleiben. So ist es beispielsweise bei den Rücken und bei vielen Schmarotzerkrebsen (Bopyriden, Capopoden).

### E. Mutualismus, Symbiose.<sup>1)</sup>

Bei dem rücksichtslosen Egoismus, mit dem das Tier für seine eigenen Interessen und die seiner Sippe einzutreten pflegt, trifft es sich verhältnismäßig selten, daß diese Interessen mit denen anderer Tierarten so weit harmonieren, daß daraus eine Art wechselseitiger Dienstleistung sich entwickelt, die man als Mutualismus bezeichnet. Erreicht diese gegenseitige Hilfe einen so hohen Grad, daß man von einer dauernden und gesetzmäßigen Verbindung der beiden Tierformen sprechen kann, ja, daß die eine nicht oder kaum ohne die andere existenzfähig erscheint, so gebraucht man für ein solches Verhältnis den Ausdruck Symbiose (im engeren Sinne). Es ist selbstverständlich, daß zwischen beiden Begriffen eine scharfe Grenze nicht zu ziehen ist, wie denn auch Kommensalismus und Synökie oft recht schwer von Mutualismus zu unterscheiden sind. Ist es doch nicht selten eine schier unlösbare Aufgabe, mit Sicherheit festzustellen, ob so ein Mitbewohner oder Miteßer seinem Wirte für alle Vorteile denn absolut gar keine Gegendienste zu leisten vermöge. Aus diesem Grunde werden manche der im früheren aufgeführten Fälle von Synökie, verbunden mit Kommensalismus, wie z. B. das Zusammenleben der Einsiedlerkrebse mit gewissen Meereswürmern (Nereis), des Muschelwächters mit den Steckmuscheln usw., von anderen Autoren als Mutualismus aufgefaßt, ohne daß zurzeit eine endgültige Entscheidung zu treffen wäre.

#### 1. Mutualismus und Symbiose bei Einzeltieren.

Ein verhältnismäßig einfacher Fall von Mutualismus liegt vor, wenn gewisse Vogelarten, wie die Stare, die Madenhacker (Buphaga), die Madenfresser (Crotophaga), die Kuhreihher (Bubulcus) sich daran ge-

1) Vgl. Schwarze, W.: Beiträge zur Kenntnis der Symbiose im Tierreich. Progr. Realgymn. Hamburg 1902.

wöhnt haben, den weidenden Huftieren, den Büffeln, Rindern, Schafen, Nashörnern, Elefanten, das Ungeziefer von der Haut abzulesen. Dem Vieh wird hierdurch zweifellos ein großer Dienst erwiesen, besonders, wenn es hierbei auch von den Inzassen der bösen Dasselbeulen befreit wird, und die Vögel ihrerseits finden ihren Vorteil in dem stets gedeckten Tisch. So mußte sich im Laufe der Zeit ein gewisses Freundschaftsverhältnis ausbilden, das bei den Huftieren zu einer bewußten Duldung der Vögel auf ihrem Körper, bei den Vögeln zur Ablegung aller Scheu vor ihren großen Nahrungsspendern geführt hat. Daß dann in weiterer Entwicklung dieses Verhältnisses die keck gewordenen Vögel auch zu recht ungemütlichen Raubtieren werden können, beweisen namentlich die afrikanischen Madenhacker, die in jüngster Zeit sich gewöhnt haben, den Weidetieren neben den Maden auch Haut- und Fleischstücke aus dem Leibe zu reißen. Noch zahlreiche andere Vögel, wie die heimischen Schaffstelzen (*Motacilla flava*), schließen sich gern den Weidetieren an, ohne jedoch mit ihnen zu jener Intimität der Stararten, Madenhacker usw. gelangt zu sein. Als steter Begleiter des Nilkrokodils ist ein kleiner regenpfeiferartiger Watvogel (*Pluvianus aegyptius*) bekannt, der furchtlos dem Ungeheur die Speisereste sogar zwischen den Zähnen fortpickt. Ob auch er absichtlich geduldet wird oder nur durch seine Gewandtheit dem Rachen des Reptils entgeht, dürfte schwer zu entscheiden sein. Als seine etwaige Gegenleistung aber könnte wohl gelten, daß er wegen seines lauten Geschreies als Wächter und Warner sehr geeignet ist.

Eine gewisse Verwandtschaft mit den eben geschilderten Beziehungen zeigen die seltsamen Freundschaften, die nicht selten zwischen ungleichartigen Haustieren oder den mannigfaltigen Inzassen eines Hühnerhofes zur Ausbildung kommen. Mag es sich bei diesen Freundschaften zwischen Pferd und Spitz, Hofhund und Hühnervolk usw. auch nicht immer um materielle gegenseitige Leistungen handeln, so unterliegt es doch wohl keinem Zweifel, daß in beiden Teilen die Empfindung eines durch das Zusammenhalten erhöhten Lebensgenusses lebendig ist, und daß mancherlei kleine Dienste und Gunstbezeugungen das Gefühl der Zuneigung wach erhalten. Von menschlichen Gefangenen wird ja oft berichtet, daß sie in der Beschäftigung mit einer Spinne, einer Fliege ihre einzige Lebensfreude fanden. So mag denn auch der zu einförmigem Dasein verurteilte Kettenhund darauf verfallen, mit den Lebewesen seiner Umgebung gewisse, das ewige Einerlei unterbrechende Beziehungen anzuknüpfen.

Bei den niederen Tieren sind solche zum Teil im Geselligkeitstriebe wurzelnde, fast möchte man sagen uneigennützige Freundschaften infolge

des geringer entwickelten Geisteslebens natürlich nicht anzutreffen. Sehen wir trotzdem bei ihnen zwei Tiere verschiedener Organisation zu einer Lebensgemeinschaft vereint, so handelt es sich dabei regelmäßig um sehr greifbare materielle Vorteile, sei es des Nahrungserwerbes, sei es des erhöhten Schutzes. Unter den Meerestieren sind namentlich die Gruppen der höheren Krebse berühmt wegen der Häufigkeit der bei ihnen anzutreffenden Symbiosen. Schon die gewöhnlichen Taschenkrebse der Nordsee (*Cancer pagurus*), sowie namentlich die *Dromia*-Arten, lieben es sehr, sich von allerlei Schwämmen, Seepocken, Röhrenwürmern usw. bewachsen zu lassen, ja sich dieselben zum Teil „eigenhändig“ auf den Rücken zu pflanzen. Der Vorteil, der hieraus beiden Teilen erwächst, ist leicht einzusehen: die Krebse erhalten hierdurch bei ihren Beutezügen eine passende Maskierung, ohne infolge des Wasserauftriebes merklich belastet zu sein; den Ansiedlern dagegen wird durch reichlicheren Wasserwechsel wie durch die Abfälle von den Mahlzeiten des Krebses ein besserer und leichterer Nahrungserwerb gewährleistet. Noch allgemeiner ist diese Sitte des sich Maskierens bei den Einsiedlerkrebsen entwickelt, deren Schneckengehäuse ungemein häufig von Schwämmen, Hydroidpolypen (*Hydractinia*), Bryozoen usw. besiedelt sind, oft in einem Grade, daß von dem Gehäuse selbst nichts mehr zu sehen ist (z. B. Wohnung des *Pagurus callidus*, überwuchert von dem Kieselhornschwamm *Suberites domuncula*). Am interessantesten sind die Beziehungen, die zwischen einigen Einsiedlerkrebsen (*Pagurus callidus*, *P. prideauxi*) und manchen Seerosen (*Sagartia parasitica*, *Adamsia palliata*) zur Ausbildung gelangt sind. Auch hier hat man beobachtet, daß die Krebse sich die betreffende Actinie selbst auf ihr Gehäuse setzen (Abb. 62), und daß letztere sich diesen Gewalttät ohne Abwehrversuche gefallen läßt; auch hier erwachsen der Seerose aus der Teilnahme an den Mahlzeiten des Krebses gewiß namhafte Vorteile. Letzterer aber erfreut sich nicht nur einer vorzüglichen Kulisse, unter der verborgen er sein räuberisches Handwerk betreiben kann, sondern er genießt auch überdies noch erheblichen Schutz von seiten seines Reiters, indem die Actinie die Abwehr feindlicher Angriffe durch Ausschleudern langer Nesselfäden, der sog. Montien, zu unterstützen sucht.<sup>1)</sup> In tieferem

1) Über die Bedeutung einer in mancher Hinsicht ähnlichen Symbiose läßt sich zurzeit nicht mit gleicher Sicherheit urteilen. Es handelt sich um gewisse zu den Sipunculiden gehörige Würmer (*Aspidosiphon*), die eine leere Schnecke (*Cerithium*) bewohnen, welche nun regelmäßig von einer kleinen solitären Koralle (*Heteropsammia*, *Heterocyathus*) besiedelt wird. Da die Schnecke schließlich ganz im Kalk der Koralle verschwinden kann, vielleicht



Abb. 62.  
Ginsiedlerkreb  
in einer  
Schnecken-  
schale  
mit zwei See-  
anemonen  
(Sagartia).

Wasser wird namentlich die Gattung Epizoanthus von den Ginsiedlerkrebse verwendet, ja bei *Catapagurus sharreri* findet sich sogar oft eine „Triple-Alliance“, indem sich auf dem Epizoanthus americanus noch eine *Adamsia sociabilis* ansiedelt. Nicht selten erscheint das Wohngehäuse des Ginsiedlerkrebses (bei *Pagurus prideauxi*) auch mit dem individuenreichen Stocke eines Hydroidpolypen (*Podocoryne carnea*) bepflanzt, der ausgeprägten Polymorphismus der Einzeltiere erkennen läßt. Rings um die Mündung der Schnecken- schale, d. i. also um den Eingang der Zufluchtshöhle des Krebses, sind dann langfadenförmige, mit zahlreichen Nesselkapseln besetzte Wehrpolypen entwickelt, die mehrere Male taktmäßig gegen den Feind schlagen, der den Inzassen zu beunruhigen wagt. Übrigens steht diese Benutzung der furchtbaren Nesselkapselwaffe der Coelenteraten durch andere nicht ganz vereinzelt da. Auch ein Fisch (*Trachichthys*) der javanischen Korallenriffe sucht sich dieselbe dadurch zunutze zu machen, daß er in dem von den Tentakeln einer großen gelben Seeanemone umkränzten Raume seinen ständigen Aufenthalt nimmt. Die Actinie hütet sich merkwürdigerweise, ihn zu brennen, wird aber dafür auch — so beobachtete man wenigstens am Aquarium — von dem kleinen Symbionten entsprechend belohnt, indem letzterer die auf den Boden gefallen Bissen aufhebt und ihr

auch aufgelöst wird, so glaubte Semper (Existenzbedingungen S. 165 ff.), daß die Würmer ihre Wohnung direkt im Fußblatte der Korallen aufgeschla- gen hätten.

ins Maul steckt, für sich selbst nur winzige Fäserchen des Beutestückes dabei abzupfend. Herausgetrieben aus jenem lebenden Schutzwall der Actinienfangarme waren die Fische im Aquarium binnen kurzem anderen Räubern zum Opfer gefallen. Eine andere Trachichthys-Art ist im Tentakelraum der Gattung *Bunodes* beobachtet.

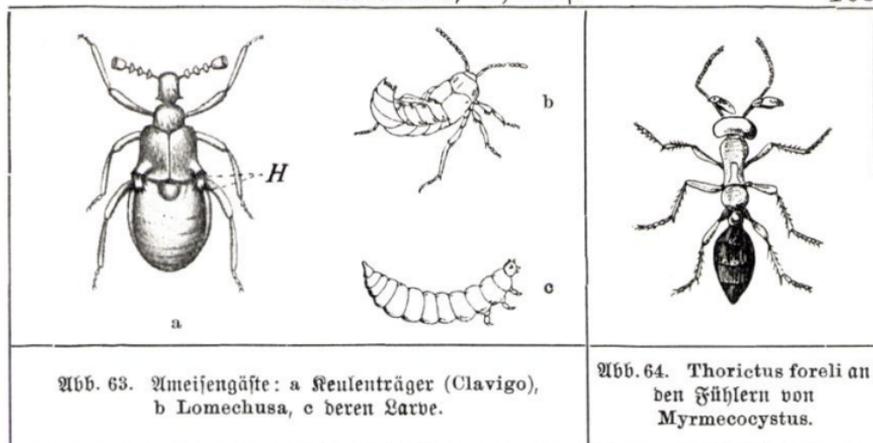
## 2. Symbiose im Insektenstaat, Viehzucht, Sklaverei.<sup>1)</sup>

Die ausgebildetste Symbiose findet sich wohl zwischen den Ameisen bzw. Termiten und ihren „Gästen“, woran sich dann Verhältnisse reihen, die, mit menschlichem Maßstabe gemessen, ganz wohl als Viehzucht und Sklaverei zu bezeichnen wären.

Etwa 300 Myrmecophilen, meist den Käferfamilien der Clavigeriden, Paussiden, Thorictiden, Staphyliniden (*Lomechusa*-Gruppe), Histeriden usw. angehörig, kennt man zurzeit, die zu den Ameisen als echte „Symphilen“ im Sinne Wasmanns in so enger Beziehung stehen, daß sie nicht nur in deren Nestern Wohnung und Nahrung finden, sondern sogar vielfach unfähig sind, ohne ihre Freunde allein den Kampf mit dem Leben durchzuführen. Oft sind sie der Augen verlustig gegangen; und ihre Nahrung gewinnen sie dadurch, daß sie mit ihren keulenförmigen Fühlern die ihnen in den Weg kommenden Ameisenarbeiter so lange betupfen und anbetteln, bis diese einen Tropfen Futtersaft von sich geben, den sie dann mit ihrer breiten kurzen Unterlippe auffangen. Natürlich müssen sie für dieses Gefüttertwerden den Ameisen einen Gegendienst leisten, der ausnahmslos darin besteht, daß sie aus gelb oder rot gefärbten, bei den einzelnen Arten an verschiedenen Körperstellen entwickelten Büscheln von Drüsenhaaren (Abb. 63 a bei H), ein ätherisches Öl ausscheiden, das von den Ameisen augenscheinlich als besonderer Leckerbissen geschätzt und aufgeleckt wird. Eine besondere Ameisenähnlichkeit ist bei vielen dieser echten Ameisenfreunde in der Regel nicht ausgebildet, weil unnötig, und ebenso fehlen die Schutzorgane, welche die weniger harmlosen Synöken der Ameisen oft vor deren Verfolgungen bewahren.

Wie verwickelt übrigens im einzelnen die Beziehungen der Gäste zu den Ameisen sind, lehren unter anderen die zu den Raubkäfern gehörigen *Lomechusa*- und *Atemeles*-Arten (Abb. 63 b, c), die zwar alle Merkmale echter Ameisenfreunde tragen, auch nebst ihren Larven sorgsam von den Ameisen gefüttert und gepflegt werden, trotzdem aber

1) Vgl. die Literatur auf S. 36 und 85, ferner Wasmann, E.: Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen. Münster. 1891.



sich an der jungen Brut ihrer Wohltäter vergreifen, während ihre Larven es noch schlimmer treiben und bald den Bestand der Ameisenkolonie gefährden würden, wenn nicht die Ameisen bei ihrer Gewohnheit des liebevollen Reinigens und Umbettens unabsichtlich viele der nur durch einen zarten Kokon geschützten Puppen zugrunde richteten. Nicht weniger festsam sind die Beziehungen eines winzigen Käfers, *Thorictus foreli*, zu einer nordafrikanischen Ameise (*Myrmecocystus viaticus*). Forel entdeckte denselben in Oran und beobachtete, daß er einen Fühler der Ameise mit seinen Kiefern umklammert (Abb. 64) und sich so tragen läßt. Der Käfer erschien demnach zunächst als einfacher Spök. Weitere Untersuchungen ergaben dann, daß er in Anbetracht seiner gelben Haarbüschel, die auch regelmäßig von den Ameisen beleckt werden, als echter Ameisengast oder Symphile anzusprechen sei, bis Wasmann schließlich feststellte, daß das kleine Ungeheuer bei seiner Umklammerung des Ameisenfühlers letzteren mit seinen spizen Unterkiefern durchbohrt und das aus der Wunde hervortretende Blut mit seiner Unterlippe aufleckt. Der „Ameisenfreund“ hat sich somit zugleich auch als ein recht ungemütlicher Ektoparasit der Ameise entpuppt.

Eine etwas andere Stellung als die eben geschilderten Myrmecophilen nehmen die Blattläuse, Schildläuse und, als Ersatz hierfür in tropischen Gegenden, die kleinen Cikadenarten im Haushalte der Ameisen ein. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß diese Blattläuse von seiten der Ameisen einen gewissen Schutz genießen, indem man sie gegen andere Feinde schützt, ihnen wohl aus Sand oder Blättern ein Regendach, eine Schutzmauer baut, oder sie gar, soweit sie es vertragen können (*Wurzelläuse* Forda, *Paracletus*, *Lachnus*-Arten, *Rhizobius*, *Schildläuse*), im Inneren des Nestes an noch lebenden Pflanzen-

teilen ansiedelt; im wesentlichen aber erscheinen die Vorteile, welche diese Tiere seitens der Ameisen genießen, gering gegen das, was sie selbst zu bieten vermögen, und hierin liegt eine gewisse Inferiorität der Blattläuse gegenüber den sie rücksichtslos ausnutzenden Ameisen, so daß der Vergleich mit der Viehhaltung des Menschen nicht unpassend erscheint. Es ist der stark zuckerhaltige, flüssige Kot der Blattläuse, den die Ameisen als Nahrung begehren, und zu dessen Abgabe sie ihre „Milchkühe“ durch Streicheln mit den Fühlern zu bewegen wissen. Will man doch auch beobachtet haben, daß die Blattläuse diese Flüssigkeit zurückhalten, bis sie durch jenes Streicheln zur Abgabe veranlaßt werden. Wo immer solche Blattlauskolonien auf Kräutern und Bäumen auftreten, da sieht man zahlreiche Ameisen um sie bemüht; und verschiedentlich ist auch beobachtet, daß von Blattläusen gereinigte Pflanzen von den geschäftigen Ameisen aufs neue mit ihnen oder gar mit ihren Eiern besiedelt wurden. — Auch die Raupen der Bläulinge (*Lycaena*) scheiden aus einer besonderen Rücken-drüse im 11. Segment einen den Ameisen angenehmen Honigsaft aus und werden deswegen von ihnen besucht und geschützt.

Von besonderem Interesse sind endlich noch die fremden Ameisenarten, die in sehr verschiedener Weise mit den Volksgenossen eines Ameisenstaates zusammen zu leben pflegen. Vielfach handelt es sich hierbei um eine einfache Synökie, indem namentlich gewisse winzige Spezies (z. B. *Stenomma*, *Asemorhoptrum*) nach Art der anderen Ameisengäste in allen drei Geschlechtern bei dem mächtigen Stammesverwandten Schutz und Wohnung gefunden haben. Echte Symbiose scheint dagegen bei den sogenannten „gemischten Kolonien“ vorzuliegen, wie denn neuere Beobachtungen feststellten, daß gewisse Ameisenweibchen (z. B. *Formica difficilis* var. *consocians*) ihre Eier in weiselloren Kolonien anderer Arten (z. B. *Formica incerta*) ablegen und ihre erste Brut hier aufziehen lassen, bis später beide Arten sich wieder trennen. — Noch häufiger aber sind es nicht freiwillige Gäste, welche in den Gängen und Straßen der Ameisenstadt sich tummeln, sondern als Kinder aus fremden Kolonien geraubte Sklaven, die nun, in der Fremde großgezogen und zum vollkommenen Insekt entwickelt, die Arbeitskolonnen ihrer Herren vergrößern. Mächtige Heersäulen waren aufgeboten worden, um dieses Ziel zu erreichen, gewaltige Schlachten und Überfälle, bei denen Tausende von Leichen das Feld deckten, waren nötig, um den unglücklichen Nachbarstaat zu vernichten und dessen Larven und Puppen in die Gefangenschaft fortzuführen. Nun aber das Schreckliche geschehen, und die geraubte Brut die erhofften Arbeits-

kräfte geliefert, herrscht Friede und bestes Einvernehmen zwischen Herren und Dienern. Erstere pflegen dann vielfach, so z. B. bei der blutroten Ameise (*Formica sanguinea*), vorwiegend den Außendienst zu übernehmen, das Herbeischaffen der Nahrung, der Baustoffe und weiteren Sklavematerialies, während den Dienern vornehmlich die häuslichen Pflichten der Kinderwartung, der Wohnungspflege, der Bauätigkeit obliegen. In weiterer Entwicklung dieser eigenartigen Verhältnisse überlassen die Herren-Ameisen mehr und mehr die gesamte Arbeitslast den Sklaven, bis ihnen zuletzt, wie bei der Amazonenameise (*Polyergus rufescens*) auch die Kunst des selbständigen Fressens verloren geht, und sie von ihren Sklaven gefüttert oder wohl gar umhergetragen werden müssen. Die Erklärung des Sklavenhaltens darf man wohl mit *Wasmann* aus den bereits oben erwähnten Beziehungen gewisser befruchteter Weibchen zu weisellosten Kolonien anderer Arten ableiten. *Wasmann* ist zu dem Ergebnis gelangt, daß sämtliche isolierte Königinnen der Raubameisen ihre neuen Kolonien mit Hilfe von Arbeiterinnen bestimmter fremder Arten begründen, daß also die Raubkolonien stets aus „Adoptionskolonien“ (seltener „Allianzkolonien“ zweier fremder Königinnen) hervorgehen.

Mit diesem Phänomen der Vieh- und Sklavenhaltung bei den Ameisen sind zweifellos Verhältnisse gegeben, die an die Herrschaft des Menschen über die von ihm in Zucht genommenen Lebewesen erinnern; eine ähnlich systematische Inanspruchnahme fremder Leistungen und Kräfte ist selbst bei den höchstorganisierten Wirbeltieren nicht zur Ausbildung gelangt.