

# Das Schmarotzertum im Tierreich

von

L. von Graff

Wissenschaft



und Bildung

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

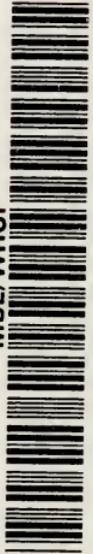
QR  
251  
G 81



EX·LIBRIS

21915-B

MBL/WHOI



0 0301 0021485 4

# Wissenschaft und Bildung

Einzeldarstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Geheftet  
1 Mark

Herausgegeben von Privatdozent Dr. Paul Herre  
Monatlich 1 bis 2 Bändchen von je 130—160 Seiten

Orig.-Ebd.  
1.25 Mark

Die Sammlung bringt aus der Feder unserer berufensten Gelehrten in anregender Darstellung und systematischer Vollständigkeit die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung aus allen Wissensgebieten.

Sie will den Leser schnell und mühelos, ohne Fachkenntnisse vorauszusetzen, in das Verständnis aktueller wissenschaftlicher Fragen einführen, ihn in ständiger Fühlung mit den Fortschritten der Wissenschaft halten und ihm so ermöglichen, seinen Bildungskreis zu erweitern, vorhandene Kenntnisse zu vertiefen, sowie neue Anregungen für die berufliche Tätigkeit zu gewinnen.

Die Sammlung „Wissenschaft und Bildung“ will nicht nur dem Laien eine belehrende und unterhaltende Lektüre, dem Fachmann eine bequeme Zusammenfassung, sondern auch dem Gelehrten ein geeignetes Orientierungsmittel sein, der gern zu einer gemeinverständlichen Darstellung greift, um sich in Kürze über ein seiner Forschung ferner liegendes Gebiet zu unterrichten.

Ein planmäßiger Ausbau der Sammlung wird durch den Herausgeber gewährleistet. Abbildungen werden den in sich abgeschlossenen und einzeln käuflichen Bändchen nach Bedarf in sorgfältiger Auswahl beigegeben.

Bisher erschienen bzw. im Drucke befinden sich:

**Unser Deutsch.** Einführung in die Muttersprache. Von Geh. Rat Prof. Dr. Kluge in Freiburg i. B. 8<sup>o</sup>. IV u. 147 S.

„... Professor Kluge in Freiburg, ein hervorragender Forscher, auf dem Gebiete der deutschen Sprachwissenschaft, gibt uns in zehn Essays einen Überblick über die gesamte Entwicklung unserer Sprache und wertet dabei die Ergebnisse seiner bahnbrechenden Forschungen über die deutschen Standes- und Berufssprachen.“  
Bad. Schulzeitung, 1907, Nr. 2.

**Der Sagenkreis der Nibelunge.** Von Prof. Dr. G. Holz in Leipzig. 8<sup>o</sup>. IV u. 126 S.

Entstehung, Weiterbildung der Sage, ihre Quellen und ihr geschichtlich-mythischer Ursprung werden untersucht u. ihr Weiterwirken bis in die moderne Literatur verfolgt.

**Volksleben im Lande der Bibel.** Von Prof. Dr. Lühr in Breslau. 8<sup>o</sup>. IV u. 134 S. mit zahlreichen Abbildungen.

Verfasser führt uns durch Palästinas heilige Stätten, zeigt uns Land und Leute in ihrer charakteristischen Eigenart und hinterläßt uns so, durch zahlreiche Originalphotographien unterstützt, eine klare Vorstellung von der Eigenart und Bedeutung dieses Landes.

**Die Poesie des alten Testaments.** Von Prof. Dr. E. König in Bonn. 8<sup>o</sup>. ca. 140 S.

Unter besonderer Berücksichtigung der vergleichenden Methode und unter Heranziehung der arabischen und babylonischen Literatur wird hier die althebräische Dichtung nach Form und Inhalt eingehend untersucht und psychologisch-ästhetisch analysiert.

## Wissenschaft und Bildung

**Das davidische Zeitalter.** Von Prof. Dr. B. Baentsch in Jena. 8°. IV u. 160 S.

David tritt uns entgegen als Regent, Kriegsmann, Politiker und Mensch in seiner weit über das davidische Zeitalter hinaus wirkenden Bedeutung. Die ganze Periode wird in die großen, geschichtlichen Zusammenhänge des alten Orients hineingestellt.

**Christus.** Von Prof. Dr. O. Holzmann in Gießen. 8°. IV u. 147 S.

Jesu Heimat und Volk, sein Leben und sein Evangelium werden behandelt, die Quellen auf ihre Glaubwürdigkeit geprüft, die Glaubensstatsachen besprochen, und die Glaubensurteile der verschiedenen Zeiten dargestellt.

**Mohammed und die Seinen.** Von Prof. Dr. H. Reckendorf in Freiburg i. B. 8°. IV u. 134 S.

In großen Zügen zieht Mohammeds Leben an uns vorüber und zeigt uns sein Wirken als Religionsstifter, Heerführer und Staatsmann.

**Politik.** Von Prof. Dr. J. Stier-Somlo in Bonn. 8°. VI u. 166 S.

Eine für jede politische Bildung unentbehrliche Staatslehre: Wesen und Zweck, Rechtfertigung und typischer Wandlungsprozeß des Staates, seine natürlichen und sittlichen Grundlagen usw. werden geprüft und gewertet. Monarchie und Volksvertretung, Parteiwesen und Imperialismus, kurz alle unsere Zeit bewegenden politischen Ideen kommen zur Sprache.

**Eiszeit und Urgeschichte des Menschen.** Von Prof. Dr.

J. Pohlig in Bonn. 8°. IV u. 142 S. mit zahlr. Abbildungen. Gibt auf Grund der neuesten, streng wissenschaftlichen Forschungen ein Bild von den landschaftlichen Wirkungen des Eises, der Bildung der Flußtäler und Höhlen, dem Leben des Urmenschen, seiner tierischen und pflanzlichen Begleiter.

**Schmarogertum im Tierreich und seine Bedeutung für die Artbildung.** Von Hofrat Prof. Dr. E. v. Graff in Graz. 8°.

IV u. 132 S. mit zahlreichen Abbildungen.

Zum ersten Male wird hier von einem unserer ersten Zoologen die wichtige Rolle eingehend dargestellt, die dem Parasitismus für die Entstehung der Arten zukommt. Sorgfältig ausgewählte, reich illustrierte Beispiele geben die Grundlagen für die allgemeinen Erörterungen unter besonderer Berücksichtigung der Parasiten des Menschen.

**Die Bakterien und ihre Bedeutung im praktischen Leben.** Von Privatdozent Dr. H. Mische in Leipzig. 8°. ca. 140 S. mit zahlreichen Abbildungen.

Ihre Formen, Lebens- und Ernährungsweise werden eingehend behandelt und in ihrer Bedeutung für den Menschen betrachtet, sowohl als Helfer in der Natur und in der Industrie, wie als Feinde durch Verderben der Nahrungsmittel, Krankheits-erreger usw. Ein Schlusskapitel zeigt die Mittel ihrer Befämpfung.

**Befruchtung und Vererbung im Pflanzenreich.** Von Professor Dr. K. Giesenhagen in München. 8°. IV u. 132 S. mit zahlreichen Abbildungen.

Die einzelnen Abschnitte behandeln die Erhaltung der Art durch ungeschlechtliche Fortpflanzung; die Ausgestaltung der geschlechtlichen Fortpflanzung bei den blütenlosen Pflanzen; die Befruchtung der Blütenpflanzen; Selbstbefruchtung, Geschlechtsverlust und Jungfernzeugung im Pflanzenreich; die wichtigsten Vererbungs-gesetze und ihre Erklärung.

**Die Elektrizität als Licht- und Kraftquelle.** Von Privatdozent Dr. P. Eversheim in Bonn. 8°. ca. 144 S. m. zahlr. Abbild.

Die wichtigsten elektrischen Vorgänge werden erläutert und begründet und jene Fragen beantwortet, die sich beim Anblick der tausenderlei „elektrischen Dinge“ stellen, denen wir fast täglich begegnen.

Herrn Prof. Dr. C. O. Whitman z. Jr. E. an  
Woodhole 22. VII. 07. *Gr. Graff*

## Wissenschaft und Bildung

Einzeldarstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Herausgegeben von Dr. Paul Herre

5

574  
G 75

# Das Schmarokertum im Tierreich

und seine Bedeutung für die Artbildung

VON

Ludwig von Graff

o. ö. Professor a. d. Universität Graz



1907

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig



## Vorwort.

Den Inhalt des vorliegenden Büchleins bilden im wesentlichen die Vorträge, welche ich aus Anlaß der „Serialfortbildungskurse für Mittelschullehrer“ an der Universität Graz während der Sommerferien des Jahres 1905 gehalten habe. Dasselbe Thema wurde von mir bei den Hochschul-Serialkursen in Salzburg 1906 behandelt. Mit dem Wegfall der zahlreichen Präparate und Wandtafeln, die den mündlichen Vortrag unterstützten und für welche die Textfiguren wenigstens zum Teile Ersatz bieten sollen, mußte natürlich eine Umarbeitung des Textes Hand in Hand gehen, wie ich auch dem Zwecke dieser Publikationsserie durch eine möglichst gemeinverständliche Darstellung gerecht zu werden suchte.

So habe ich auch auf Wunsch des Herrn Herausgebers eine Zusammenstellung der zu einer weiteren Vertiefung in den Gegenstand geeigneten Literatur und eine Reproduktion und kurze Erläuterung jener tabellarischen Zusammenstellungen angefügt, welche während der Vorträge zu kurzen gelegentlichen Hinweisen auf die Parasitenfauna des Menschen benutzt wurden.

Graz, im Januar 1907.

Der Verfasser.



# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
Die Malaria-Erreger . . . . .	14
Die Plattwürmer . . . . .	22
Strudelwürmer . . . . .	24
Saugwürmer . . . . .	24
Bandwürmer . . . . .	33
Parasitische Krebstiere . . . . .	39
Ruderfüßer . . . . .	40
Ranckenfüßer . . . . .	44
Parasitische Schnecken . . . . .	47
Einfluß des Schmarozertums auf den Parasiten . . . . .	57
a) form und Bau . . . . .	57
b) Fortpflanzungsverhältnisse . . . . .	62
c) Wanderungen . . . . .	79
d) Entwicklung . . . . .	85
Entstehung der heutigen Formen des Parasitismus . . . . .	92
Die Zweckmäßigkeit im Parasitismus . . . . .	105
Stellung des Parasitismus in der Biologie der Tiere . . . . .	108
Die Parasiten des Menschen . . . . .	112
Literatur . . . . .	125
Verzeichnis der Figuren . . . . .	128
Verzeichnis der besprochenen Tiere und Erklärung der Fach- ausdrücke . . . . .	129

## Einleitung.

Wie, wann und wo das Leben auf unserer Erde begonnen hat, das wissen wir nicht. Aber das eine steht fest, daß die ersten Lebewesen einfachste Formen waren, Plasma Klümpchen, deren Lebensäußerungen sich nicht über die, dem Protoplasma unserer heutigen Pflanzen und Tiere gemeinsamen Stoffwechselprozesse und Bewegungserscheinungen erhoben, und daß im Laufe der langen Zeiträume der Erdgeschichte aus diesen einfachsten Ahnen alle die mannigfaltig gestalteten und oft so kompliziert gebauten Organismen hervorgegangen sind, welche heute unseren Planeten in Millionen verschiedener Arten bevölkern.

Mit ihrer Vermehrung und der Differenzierung ihrer Lebensbedürfnisse sowie ihres Baues ging Hand in Hand die Ausbreitung über die Erdoberfläche, entstand jener Kampf ums Leben „struggle for life“, in welchem, getrieben „durch Hunger und durch Liebe“ die Lebewesen schließlich die ganze Erde besiedelten, insoweit diese nur irgendwie die Bedingungen für die Erhaltung des Daseins darbot. Und eines der vielfältigen Mittel, die individuelle Existenz und die Erhaltung der eigenen Art zu sichern, bestand für viele in der Ansiedelung auf oder in anderen Lebewesen.

Diese, schlechtweg als „Parasitismus“ bezeichnete Lebensweise ist weit verbreitet im Pflanzen- und Tierreiche, und unter dem Heere der Parasiten finden sich neben solchen, die auf und in Arten ihres eigenen Reiches leben, auch solche, die sich auf und in Angehörigen des anderen angesiedelt haben, wie es ja eine allbekannte Tatsache ist, daß der Mensch selbst eine große Anzahl von, seinen Körper bewohnenden Pflanzen und Tieren, also Phyto- und Zooparasiten beherbergt.

Wenn wir sehen, wie es unter den niedersten der heutigen Pflanzen und Tiere Parasiten gibt, die auf oder in anderen ebenso einfach gebauten Organismen leben, so müssen wir an-

nehmen, daß der Parasitismus fast so alt ist, wie das Leben auf der Erde überhaupt, wengleich die ältesten fossil erhaltenen Anzeichen desselben erst durch die, von gewissen Würmern der Familie Myzostomidae auf Haarsternen der Kohlenperiode hervorerufenen, an Pflanzengallen erinnernden Mißbildungen geliefert werden.

Diese ältesten Dokumente des Parasitismus betreffen aber, sowohl was die Organisationshöhe der dabei beteiligten Tiere — die Myzostomen gehören zur höchsten Klasse der Würmer —, als was den Grad des Parasitismus — manche Arten derselben sind ausgesprochene Binnenschmarotzer — angeht, einen Fall, der viele Vorstufen voraussetzt. Denn jeder Parasit kann seinen Stammbaum auf nichtparasitische Ahnen zurückführen, und die normalen Wechselbeziehungen der Lebewesen gehen durch so allmähliche Zwischenstufen in die Extreme des Schmarotzertums über, daß es ganz unmöglich ist, die Lebensweise der gemeinhin als „Parasiten“ bezeichneten Organismen von jener der nichtparasitischen scharf abzugrenzen. Dies wird klar werden, wenn wir die verschiedenen Abstufungen der zum echten Parasitismus hinüberführenden Vergesellschaftungen der Lebewesen kurz betrachten. Wir wollen uns dabei, um die Übersicht nicht zu verlieren, auf das Tierreich beschränken und die in diesem vorkommenden Vergesellschaftungen folgendermaßen einteilen.



## A. Auf Gegenseitigkeit beruhende Vergesellschaftungen.

Diese von den Botanikern als „mutualistische Symbiose“ bezeichnete Art der Vergesellschaftung ist dadurch charakterisiert, daß beide daran beteiligten Genossen aus ihr Nutzen ziehen. Nach der Art der gegenseitigen Dienstleistungen unterscheiden wir hier die Symbiose i. e. S. und den Mutualismus. Die Bezeichnung

I. **Symbiose** beschränken wir auf jene Fälle, in welchen die Gesellschafter sich gegenseitig in ihrem Stoffwechsel ergänzen. Eine so definierte Symbiose kennen wir zwar zwischen zwei verschiedenen Pflanzen, sowie zwischen Algen und niederen Tieren, aber nicht zwischen zwei verschiedenen Tieren. Warum dieser letztere Fall nicht vorkommt, wird aus folgender Erwägung verständlich.

Die Lebewesen unserer Erde zeigen uns zwei verschiedene Arten des Stoffwechsels. Die eine ist vertreten bei allen Pflanzen, welche den als Chlorophyll bekannten grünen Farbstoff oder dessen gelbe, rote oder braune Modifikationen besitzen. Solche Pflanzen nehmen einfache anorganische Verbindungen, Wasser und Salze sowie Kohlensäure auf und verwandeln sie in den so gefärbten Teilen unter Einfluß von Licht und Wärme in kompliziertere Kohlenstoffverbindungen, indem sie die Kohlensäure zerlegen und den frei werdenden Sauerstoff abgeben. Die andere Art des Stoffwechsels ist zunächst allen Tieren eigentümlich. Das Tier nimmt — in letzter Linie immer von der Pflanze herkommende — Kohlenstoffverbindungen sowie Sauerstoff auf und verwendet diesen zur Oxydation der ersteren. Dabei werden also komplizierte Verbindungen zerlegt in einfachere, flüssige Endprodukte und Kohlensäure, welche beide vom Tiere ausgeschieden werden. Tier und Pflanze ergänzen sich demnach in ihrem Stoffwechsel. Doch gibt es Pflanzen, welche

des Chlorophylls entbehren und daher unfähig sind, Kohlensäure zu zerlegen. Diese haben die gleiche Art des Stoffwechsels wie das Tier, und wenn sich eine solche Pflanze oder ein Tier mit einer chlorophyllführenden Pflanze zu einem Individuum höherer Ordnung verbände, so würde dieses als Mikrokosmos in sich die Wechselbeziehungen der beiden Reiche der Lebewesen vollendet zum Ausdruck bringen.

Derartige Symbiosen sind nun in der Tat verwirklicht. Die Flechten sind nichts anderes als solche Doppelwesen, da sie aus einem Pilze bestehen, dessen, des Chlorophylls entbehrendes Flechtwerk die Form des ganzen bestimmt, Kohlensäure und Wasser liefert, während in seinen Maschen eine grüne Alge lebt, die Stärke erzeugt und Sauerstoff abgibt, also jene Stoffe, welche die Flechte zu ihrer Existenz benötigt.

Vergesellschaftungen zwischen Tieren und grünen, gelben, braunen oder roten Algen sind in großer Zahl bekannt und kommen besonders häufig vor bei Urtieren, Schwämmen, Nesseltieren, sowie Würmern, und zwar scheinen gelbe, braune und rote Algen sich bloß in marinen Tieren, grüne aber sowohl in marinen als süßwasserbewohnenden, wengleich bei letzteren weit häufiger als bei ersteren, vorzufinden. Sie liegen meist in den verdauenden Zellen oder zwischen Darm und Haut in der Leibeshöhle, bisweilen aber in allen Organen des Tieres eingebettet. Bei der Mehrzahl der Fälle handelt es sich allerdings um einen Raumparasitismus der Alge, die dann im Tierkörper ähnliche Vorteile genießt, wie die Algen im Pilzmichel der Flechte, wengleich die Annahme nicht von der Hand zu weisen ist, daß auch das Tier durch den von den Algen produzierten Sauerstoff respiratorische Vorteile genießen werde. In einigen Fällen — wie bei manchen Strudelwürmern — muß aber, da solche von Algen erfüllte Tiere die Aufnahme von anderer Nahrung ganz einstellen oder auf ein Minimum beschränken, mit Haberlandt angenommen werden, daß diese Algen „zu einem integrierenden histologischen Bestandteil des Wurmes geworden sind, daß sie nunmehr sein Assimilationsgewebe vorstellen“, sonach eine echte Symbiose vorliege, wie zwischen den beiden Komponenten des Flechtenorganismus.

**II. Mutualismus**, d. h. die Vergesellschaftung mit gegenseitigen Dienstleistungen anderer Art, ist eine weit verbreitete Erscheinung im Tierreich. Die Krabben, welche sich fuchen-

förmige Kolonien zusammengesetzter Ascidien auf den Rücken nehmen, können, so unsichtbar gemacht, leichter an ihre Beutetiere heranschleichen und der Einsiedlerkrebse, der auf seinem Schneckenhause Aktinien ansiedelt, ist dadurch der Gefahr entzückt, von der Spongie *Suberites domuncula* überwuchert und so dem Hungertode überliefert zu werden. Für die Ascidien jedoch wie für die Aktinien, die beide festsetzende Tiere sind, hat die Ansiedlung auf einer so beweglichen Unterlage, wie es die genannten Krebse sind, zweifellos Vorteile in Hinsicht auf die Ernährung und Atmung. Daß die beiden Geschlechter einer und derselben Tierart mit Hinsicht auf ihre gemeinsame höchste Lebensaufgabe in ihrer Lebensführung voneinander abhängen, ist ja wohl bekannt, aber neu dürfte den meisten von Ihnen die Tatsache sein, daß sich diese Abhängigkeit bei manchen Tieren (*Bonellia*, *Trichosomum*) zu einem Zueinanderleben potenziert hat, indem die reifen Männchen innerhalb der weiblichen Geschlechtswege ständigen Aufenthalt nehmen.

## B. Vergesellschaftungen zu einseitigem Nutzen.

Das Wesen dieser ist danach zu beurteilen, ob der dem einen Gesellschafter daraus erwachsende Nutzen dem anderen keinen Abbruch tut oder ihn direkt schädigt.

### I. Ohne Schädigung des zweiten Gesellschafters.

In diese Kategorie gehört nach unseren heutigen Kenntnissen eine große Menge von, denselben Wohnort teilenden oder auf und in anderen lebenden Tieren, die größtenteils nicht als Vergesellschaftungen erscheinen, in welchen der bestimmte Genosse notwendig oder auch nur nützlich wäre, sondern vielmehr bloße Lebensgemeinschaften von Tieren darstellen, deren Mitglieder lediglich durch die gegebenen Lebensbedingungen zusammengeführt werden (*Biocoenosen*). Je spezialisierter die Lebensbedingungen sind — Temperatur, Salz- und Sauerstoffgehalt sowie Bewegung des Wassers, Beschaffenheit des Bodens usw. — desto kleiner wird die Zahl der Arten sein, die sich an solchen Lokalitäten zusammenfinden und desto häufiger

werden immer wieder dieselben Tiere eng verbunden angetroffen werden. Aber der Muschel, die sich an den Ästen einer Korallenart des Korallenriffs festheftet, würde wahrscheinlich ein zackiger Lavafels dieselben Dienste leisten, und der Bohrschwamm, den sein Kalkbedürfnis veranlaßt, sich in die dicken Schalen gewisser Muscheln einzubohren, bedient sich dazu ebenso gerne glatter Kalksteine von dichtem Gefüge, wenn diese an seinem Wohnorte zu haben sind. Wir müssen uns an einige wenige, genauer bekannte Fälle halten, um die Menge der Tatsachen nach biologischen Gesichtspunkten ordnen zu können. So unterscheiden wir denn unter diesen durch einseitigen Nutzen und Mangel einer Schädigung des Genossen charakterisierten Vergesellschaftungen folgende Kategorien.

1. Wohnungsgenossen, welche denselben Aufenthaltort teilen oder sich in von anderen Tieren hergestellten Bauten einnisten. Hierher gehört ein Teil der von Kraepelin als „Synöken“ bezeichneten Formen, sowie viele der als „Gäste“ in den Bauten der Ameisen und Termiten lebenden Insekten. Die Seeplanarie, welche ihren Laich in vom Einsiedlerkrebs bewohnte Schnechenschalen ablegt, schützt damit die Brut vor Verfolgern, während ein Teil der Ameisengäste dazu noch Schutz vor den Unbilden der Witterung und Nahrung findet, gleich den Koprophagen (Kotfressern) in Mäusenestern. Dagegen erscheinen die Blattläuse, welche als Haustiere von den Ameisen Wohnung und Schutz genießen, ihnen jedoch als Gegenleistung Zuckersaft liefern, eigentlich als Mutualisten.

2. Bewohner offener Körperhöhlen anderer Tiere. Solche finden hier Schutz vor Verfolgern, wie die Eier des Bitterlings (*Rhodeus amarus*), die von diesem in die Kiemenblätter der Teichmuscheln abgesetzt werden, oder auch Nahrung (Schleim, Tiere des Atemwassers), wie die als „Muschelwächter“ (*Pinnotheres*) bekannten Krabben, die ihr Leben im Mantelraume verschiedener Meeresmuscheln verbringen. Andere, wie z. B. die Turbellarien, welche sich bei eintretender Ebbe in die Mantelhöhle der Miesmuscheln flüchten, genießen dadurch den doppelten Vorteil, vor Vertrocknung geschützt und von ihren Jagdgründen nicht abgezogen zu werden, in welche sie sich bei zurückkehrender Flut auf dem kürzesten Wege wieder begeben können.

3. Als Epöken bezeichnet Kraepelin Tiere, welche sich

auf der Oberfläche anderer freischwimmender Tiere ansetzen, um so durch größere Wassergebiete geführt, vorteilhaftere Bedingungen für Nahrungserwerb und Atmung zu genießen. Daß aber den so auf Seeschildkröten und Walen angesiedelten Entenmuscheln (*Lepas*) und Seeeecheln (*Balanus*) ein Schiffsbauch oder ein Stück Treibholz die gleichen Dienste leistet, ist wohlbekannt. Hierher gehören auch die auf Säugern und Vögeln lebenden Haarlinge (*Trichodectes*) und Federlinge (*Philopterus*), die bloß abgestoßene Hautschüppchen ihrer Träger verzehren.

Schon der Bitterling, dessen heranwachsende Embryonen eine Deformation der Anodonta-Kiemien verursachen und der Muschelwächter, welcher einen Teil der, der Muschel zufließenden Nahrung wegschnappt, sind Beispiele dafür, wie ein allmählicher Übergang hinüberführt zu den Vergesellschaftungen

## II. Mit Schädigung des zweiten Gesellschafters,

die in verschiedener Weise erfolgen kann. Zunächst dadurch, daß

### 1. Dem Genossen ein Teil seiner Nahrung entzogen wird.

Aus den zahlreichen Fällen dieser von P. J. van Beneden als Kommenalismus oder Tischgenossenschaft bezeichneten Art der Vergesellschaftung führe ich als typisches Beispiel die beiden auf ungestielten Haarsternen (*Comatula*) unserer europäischen Meere lebenden *Myzostoma*-Arten an (Fig. I). Diese scheibenförmigen Würmer (*m*) krallen sich mit ihren Fußhaken in der Umgebung des Mundes der *Comatula* derart an, daß ihr Rüssel direkt in den Mund der letzteren hineinreicht, woselbst die von den zehn Armen kommenden Nahrungsströme zusammenmünden, und man findet oft mehrere dieser Mitesser auf einer *Comatula* versammelt, der auf solche

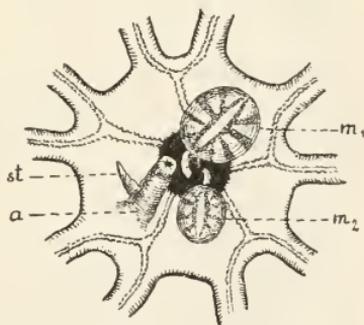


fig. I.

Scheibe einer *Comatula mediterranea* (Lam.), in deren Asterrohr *a* eine parasitische Schnecke (*Stylina comatulicola* Graff, *st*) eingebohrt ist, während der Mundrand von zwei Kommenaliten  $m_1$  und  $m_2$  (*Myzostoma glabrum* F. S. Leuck.) besetzt ist.

Weise ein großes Nahrungsquantum entzogen wird. Doch reicht diese Schädigung nicht entfernt heran an jene zweite Gruppe von Gesellschaftern, die

2. sich von Säften und lebenden Zellen des Genossen ernähren.

Das sind die echten Parasiten, und wenn wir diesen Namen bloß auf die letztgenannte Art der Vergesellschaftung beschränken, dann läßt sich der Parasitismus leidlich gut umgrenzen, indem wir als Parasiten bezeichnen: Organismen, welche sich auf oder in bestimmten anderen Organismen aufhalten, um sich von lebender Substanz oder fertigen Nährsäften derselben zu ernähren.

Wie nahe aber der Parasitismus an andere Formen der Vergesellschaftung heranreicht, ist daraus zu ersehen, daß z. B. die Krätzmilben sich von den unter der Kategorie der Epöken genannten Haarlingen bloß dadurch unterscheiden, daß sie nicht die völlig verhornten, abgeschuppten, sondern noch lebende, plasmatische Zellen der Haut verzehren. Und für manche der im Mastdarm und in der Harnblase lebenden Tiere ist es ganz zweifelhaft, ob wir sie zu den unter der Gruppe I genannten Koprophagen oder unter die Parasiten einzureihen haben. Und auch gegen den freien Nahrungserwerb des Raubtieres ist keine scharfe Grenze zu ziehen. Der Blutegel ist ein Raubtier gleich dem Tiger, wenn er in seiner Jugend einem Wassermolch soviel Blut entzieht, daß dieser daran zugrunde geht, er wird aber als Parasit bezeichnet, wenn er, erwachsen, den Menschen oder ein anderes warmblütiges Tier anfällt. Hier entscheidet also für die Bezeichnung das Größen- und Stärkeverhältnis des Ausbeuters zu jenem des Ausgebeuteten! Wir müssen eben auch bei dem Versuche, die Vergesellschaftungen der Tiere übersichtlich zu gruppieren, im Auge behalten, daß die wirklich vorhandenen Wechselbeziehungen so mannigfaltige sind, daß jede Einteilung eine künstliche sein muß. Und dabei kennen wir heute nur einen kleinen Teil der hierhergehörigen Tatsachen, und von diesen nur verhältnismäßig wenige genau genug, um uns eine klare Vorstellung von den physiologischen Momenten machen zu können, durch welche die in Frage kommenden Gesellschafter aneinander gefettet sind.

Die übergroße Mehrzahl der Parasiten ist ihrer, von der Norm abweichenden Lebensweise physiologisch und morphologisch angepaßt: physiologisch dadurch, daß sie für die Erhaltung ihres Lebens der einer bestimmten Tierart oder einer Gruppe von verwandten Tierarten zu entnehmenden Nahrung notwendig bedürfen, morphologisch insofern, als ihr Körperbau auf den Erwerb gerade dieser Nahrung eingerichtet ist und sich um so mehr von jenem der freilebenden Verwandten unterscheidet, je weiter der Beginn ihrer parasitischen Lebensweise zeitlich zurückreicht und je intensiver und exklusiver damit die Art ihres Parasitismus geworden ist. Diese morphologische Anpassung an den Parasitismus und ihre Bedeutung für die Bildung neuer Tierarten ist der Hauptgegenstand dieser Vorträge.

Ehe wir an dies Hauptthema herantreten, sei jedoch für jene Zuhörer, welche dem Gegenstande meiner Vorträge ferner stehen, kurz erörtert, welche Gesichtspunkte für die Beurteilung der Erscheinungen des Parasitismus in Betracht kommen.

Wie beim Kommensalismus, so ist auch beim Parasitismus ein Ausbeuter, der Parasit, und ein Ausgebeuteter, der „Wirt“, zu unterscheiden. Und wie jede der früher besprochenen Arten der Vergesellschaftung, so kann auch der Parasitismus ein gelegentlicher oder ein echter sein. Gelegentlich (fakultativ) nennen wir den Parasitismus eines Tieres dann, wenn dieses, obgleich gewöhnlich freilebend, doch auf oder in einem anderen Tiere leben kann, wenn es zufällig oder künstlich durch die Hand des experimentierenden Menschen dorthin verbracht wurde. So können Tiere, die normal in Defekten des Menschen leben, auch innerhalb des menschlichen Darmes sich weiter entwickeln, wenn der Zufall ihre Eier dahin überträgt, wie die als „Rattenschwanzmade“ bekannte Larve der Fliege *Eristalis tenax* und jene der Blumenfliege *Anthomyia canicularis*, welche beide gewöhnlich nur in faulenden Stoffen zu finden sind. Tiere, die sich mit Vorliebe von faulenden organischen Substanzen ernähren, werden besonders viele gelegentliche Parasiten stellen, und wie der Räuber leicht zum Blutsauger wird, so jene zu Binnenschmarotzern. Die Rolle, welche die Fliegen in dieser Beziehung unter den Insekten spielen, fällt unter den Würmern den Rundwürmern (*Nematelminthes*) zu. Von letzteren sei als das bekannteste Beispiel des fakultativen Parasitismus die *Leptodera appendiculata* an-

geführt. Gleich den meisten ihrer Verwandten in faulenden organischen Stoffen des Bodens lebend und in solchen ihre Bohrbewegungen vollführend, gelangt sie bisweilen in die dem Boden angeschmiegte Kriechsohle der schwarzen Wegschnecke und findet hier das Blut dieses Tieres als adäquate Nahrung. Und es werden diese in die Wegschnecke gelangten Individuen sogar bedeutend größer und erlangen viel umfangreichere Geschlechtsdrüsen als ihre freilebenden Geschwister! Solche Beispiele sind für uns von größter Wichtigkeit, weil sie zeigen, wie der echte Parasitismus entsteht. Denn dieser hat stets als fakultativer Parasitismus begonnen. Als echten (adaptiven) Parasitismus bezeichnen wir jenen, bei welchem der Parasit soweit an die parasitische Lebensweise angepasst ist, daß er nur auf oder in bestimmten anderen Wirtstieren — in extremen Fällen sogar nur in einem bestimmten Organ einer einzigen Tierart — leben kann.

Dabei ist, was die Zeitdauer des Aufenthaltes eines echten Parasiten auf oder in seinem Wirte angeht, hervorzuheben, daß hierin große Verschiedenheiten herrschen. Viele besuchen ihren Wirt bloß zum Zwecke der Nahrungsaufnahme (Blutegel, Bettwanze), oder sind, wenn sie gleich auch sonst bei ihrem Wirte verweilen, doch nicht an ihn gebunden (unser Floh). Wir bezeichnen solche Parasiten als zeitweilige (temporäre) im Gegensatz zu den dauernden (stationären), die für längere Zeit an ihre Wirte gebunden sind. So gibt es manche Rundwürmer, die ihre Jugend parasitisch verbringen, aber behufs Erlangung der Geschlechtsreife das Wasser oder die Erde aufsuchen müssen, und bei anderen waltet ein gerade umgekehrtes Verhältnis. Die Bandwürmer aus der Gattung *Taenia* verbringen bloß einen Teil der Embryonalzeit noch von der Eischale umschlossen außerhalb der Wirte, jene der Gattung *Dibothriocephalus* sowie alle parasitischen Krebse schwimmen als Larven frei im Wasser umher, bis sie den Wirt gefunden haben, in oder auf welchem allein sie sich weiter entwickeln können. Verhältnismäßig selten ist der Parasitismus ein lebenslänglicher, wie z. B. jener der Trichine und des Malaria-Plasmodium. Daß ein tierischer Parasit aber auch je einen Teil seines Lebens frei, als zeitweiliger und als dauernder Parasit verbringen kann, lehrt uns der südamerikanische Sandfloh (*Sarcopsylla penetrans*). Ihre Larven- und Puppenzeit

verbringen beide Geschlechter desselben frei, gleichwie unser einheimischer *Pulex irritans*. Der ausgebildete männliche Sandfloh lebt dann als zeitweiliger Blutsauger, das Weibchen führt aber diese Lebensweise bloß bis zur Begattung, um sich nach dieser in die Haut seiner Wirte (Mensch, Maus usw.) einzubohren, hier als stationärer Binnenschmarozer die Reife seiner Eierstöcke abzuwarten und nach der Eiablage zugrunde zu gehen — ein Schicksal, von dem das Männchen schon bald nach dem Begattungsakte ereilt wird. Es fällt also der weibliche Sandfloh auch in beide der Kategorien, welche wir nach den vom Parasiten befallenen Organen des Wirtes aufstellen. Von diesem Gesichtspunkte aus unterscheidet man Außenschmarozer (Ektoparasiten), welche sich auf der Körperoberfläche oder in mit dieser in direktem Zusammenhange stehenden Organen (Kiemen-, Mund- und Nasenhöhle) aufhalten, und Binnenschmarozer (Entoparasiten), welche sich im Darm und dessen Anhangsorganen, in von der Außenwelt gänzlich abgeschlossenen Körperhöhlen (Leibeshöhle, Blutgefäße) oder parenchymatösen Organen (Muskulatur, Gehirn) ansiedeln.

Die weite Verbreitung des Parasitismus im Tierreich geht aus der Tatsache hervor, daß mit Ausnahme der Pflanzentiere (Coelenterata) und Stachelhäuter (Echinodermata) alle Tierstämme parasitisch lebende Vertreter haben und daß es wahrscheinlich keine einzige Tierart gibt, die nicht von tierischen — und wenn solche fehlen sollten — wenigstens von pflanzlichen Parasiten heimgesucht wird. Die Zooparasiten rekrutieren sich vornehmlich aus den Stämmen der Urtiere (Protozoa), Würmer (Vermes) und Gliederfüßer (Arthropoda), selten aus jenen der Weichtiere (Mollusca) und Wirbeltiere (Vertebrata). Von letzteren enthält bloß die niederorganisierte Klasse der Rundmäuler (Cyclostomata) einige Parasiten, unter den Weichtieren stellt die höchste Klasse, die der Kopffüßer (Cephalopoda) überhaupt keine, während die Klassen der Schnecken und Muscheln nur wenige enthalten. Dies zeigt deutlich, daß mit zunehmender Organisationshöhe die Anpassung an die parasitische Lebensweise immer schwieriger wird, eine Regel, die auch darin ihren Ausdruck findet, daß innerhalb der die Hauptmasse der Parasiten umschließenden Tierstämme die niederst

organisierten Klassen auch die meisten parasitisch lebenden Arten enthalten. So unter den Würmern die Platt- und Rundwürmer, unter den Gliederfüßern die Krebstiere. Wenn demnach die einfachere Organisation sich leichter an das parasitische Leben anpaßt als die kompliziertere, und andererseits die höher organisierten Tiere vermöge der reicheren Sonderung und Komplikation ihrer verschiedenen Organe dem Heere der Parasiten eine viel mannigfaltigere Auswahl von Lebensbedingungen und mehr Raum zur Ansiedelung darbieten, so ist es leicht erklärlich, daß für die übergroße Mehrzahl der Fälle der Satz gilt: Der Parasit ist viel schwächer und auch einfacher gebaut als sein Wirt. Daß es jedoch Ausnahmen von dieser Regel gibt, beweisen u. a. die Schnecken und Muscheltiere, welche in Stachelhäutern parasitieren, also in Tieren, deren Organisation tief unter jener der Weichtiere steht.

Welch' verwickelte Vergesellschaftungsverhältnisse der Parasitismus schafft, lehrt uns das Vorkommen von Parasiten auf und in Parasiten. So lebt, um nur drei Beispiele anzuführen, ein Urtier (Sporozoon) im Darm eines Wurmes (Genostoma), welcher seinerseits Parasit eines Krebstieres (Nebalia) ist; eine Schlupfwespenlarve (Pezomachus) lebt in einer anderen Schlupfwespenlarve (Microgaster), welche in der Kiefernspinnerraupe parasitiert; auf Krabben lebt, mit Saugwurzeln in deren Organe eingebohrt, ein Wurzelkrebs (Peltogaster) und auf diesem eine Binnenassel (Entoniscus), und in diesem letzten Falle gehören alle drei so vergesellschafteten Tiere derselben Tierklasse an. Ein Wirt kann im selben Entwicklungsstadium zahlreiche Parasitenarten beherbergen, und für den am genauesten untersuchten tierischen Organismus, den Menschen, werden — von den vielen Stechmückenarten ganz abgesehen — fast 200 tierische Parasiten verzeichnet. Diese hohe Zahl darf Sie freilich nicht erschrecken, denn es sind, wie ich Ihnen durch eine tabellarische Zusammenstellung am Schlusse unserer Vorlesungen zeigen werde, in dieser Zahl 1. zweifellos auch manche bloß gelegentliche Parasiten inbegriffen, 2. manche, die sowohl in bezug auf ihre artliche Selbständigkeit, wie hinsichtlich ihrer Parasitennatur noch zweifelhaft sind, und 3. verteilt sich die genannte Zahl auf die ganze bewohnte Erde, und von den gut bekannten Parasiten des Menschen kommt kaum die Hälfte auf Europa. Andere „Parasitenherbergen“ sind der Hund mit

etwa 40, Rind, Schaf, Pferd, Katze, Hausmaus, Haushuhn mit je etwa 30, manche Wasservögel, Amphibien, Fische, Schnecken und Muscheln mit je etwa 20 Parasitenarten. Da die meisten Parasiten mit der Nahrung in den Körper ihrer Wirte gelangen, so sind im allgemeinen Allesfresser mehr als Fleischfresser, und diese mehr als Pflanzenfresser von Parasiten heimgesucht, aus dem gleichen Grunde auch die Haustiere des Menschen mehr als deren wildlebende Verwandten.

Ein Parasit kann auch mehrere Wirte haben und es kommt wahrscheinlich nur in verhältnismäßig wenigen Fällen vor, daß ein Parasit sich mit nur einer einzigen Wirtsart begnügt, wie z. B. der Pfriemenschwanz (*Oxyuris vermicularis*) der bisher bloß im Menschen gefunden worden ist. Das andere Extrem stellt die Trichine dar, welche bis jetzt in 13 Arten von Säugetieren natürlich vorkommend gefunden, künstlich überdies in ein weiteres Duzend von Säugern, dann in Vögel und Salamander übertragen und dort fortgebracht wurde. Wenn ein Parasit mehrere Wirtsarten besitzt, so pflegt eine die am häufigsten befallene zu sein. Wir nennen sie Hauptwirt im Gegensatz zu den seltener in Anspruch genommenen Nebenwirten.

Dagegen ist die andere Einteilung der Wirte in Zwischen- und Endwirte (auch definitive Wirte genannt), wobei der erstere den Jugendzustand des Parasiten, der letztere den geschlechtsreifen Zustand desselben beherbergt, darauf zurückzuführen, daß manche Parasiten, um sicherer in denjenigen Wirt zu gelangen der ihnen die zur Erreichung der Geschlechtsreife notwendige Nahrung bieten kann, den Umweg durch andere, dem Endwirt als Nahrung dienende Tiere nehmen müssen. So verleben drei der Bandwürmer des menschlichen Darmes ihre Jugend im Rind, Schwein und Hecht, um mit dem Fleische dieser Tiere in den Menschen überführt zu werden. Noch verschlungenere Pfade wandeln, wie wir sehen werden, die Saugwürmer (Trematodes), welche mehrerer Zwischenwirte zu dem gleichen Zwecke bedürfen. Doch gibt es, wie wir später sehen werden, zahlreiche Parasiten, darunter auch solche, welche zweier verschiedener Wirte zur Vollendung ihres Entwicklungskreises bedürfen, die ihre Geschlechtsreise erst außerhalb dieser Wirte erreichen. Solche haben demnach einen oder mehrere Zwischenwirte, aber keinen Endwirt.

Nach dieser allgemeinen Einleitung wollen wir die spezielle Naturgeschichte einiger Parasiten betrachten und bei jedem der gewählten Beispiele darauf hinweisen, nach welcher Richtung und wie weit sich der Parasit von seinen freilebenden Verwandten entfernt hat.

### Die Malaria-Erreger.

Aus dem Stamme der Urtiere wähle ich als Beispiel das Malaria-Plasmodium sowohl wegen seiner Bedeutung für Leben und Gesundheit des Menschen, als auch aus dem Grunde, weil der genannte Parasit das ganze Leben in seinen Wirten verbringt und gewisse Anpassungen an diese seine Lebensweise besonders deutlich darbietet. Die Kenntnis der Malaria-Parasiten verdanken wir zahlreichen Forschern, von denen Batista Grassi und unser, für die Wissenschaft und das Wohl der Menschheit leider viel zu früh verstorbener Fritz Schaudinn in erster Reihe stehen. Dem letzteren folge ich in der Benennung der Entwicklungsstadien und seiner ausgezeichneten Darstellung ist auch unsere Fig. II entnommen, welche sich auf Plasmodium praecox (Grassi und Seletti) — die am besten bekannte der drei, das Wechselfieber erzeugenden Plasmodium-Arten — bezieht. Dieses Tier gelangt in das Blut des Menschen durch den Stich einer Mücke aus der Gattung Anopheles (besonders A. Claviger Fabr.). Mit ihrem Speichel ergießt sie eine Anzahl fadenförmiger, etwa 0,014 mm langer und bis 0,001 mm dicker, einen spindelförmigen Kern enthaltender Sporozoiten (1) die zunächst in der Blutflüssigkeit ihre Gestalt ändern und zu rundlichen, amöboide Fortsätze bildenden Schizonten (2) werden, um als solche in ein rotes Blutkörperchen einzudringen (3) und von dessen Substanz zehrend heranzuwachsen (4), so daß schließlich der Schizont den größten Teil des Blutkörperchens erfüllt (5). Jetzt teilt sich sein Kern, dieser Kernteilung folgt eine Zerklüftung des Plasmas und die so entstandenen 7—16 als Merozoiten (6) bezeichneten Teilprodukte verlassen das Blutkörperchen, dessen Rest samt dem aus dem Hämoglobin gebildeten schwarzen Pigment (Melanin) von den farblosen Blutzellen (Leukozyten) aufgenommen und aus dem Blute ausgeführt wird, um in anderen Organen (besonders in der Milz) abgesetzt zu werden. Dieser Zeugungskreis soll bei dem Plas-

Die Malaria-Erreger.

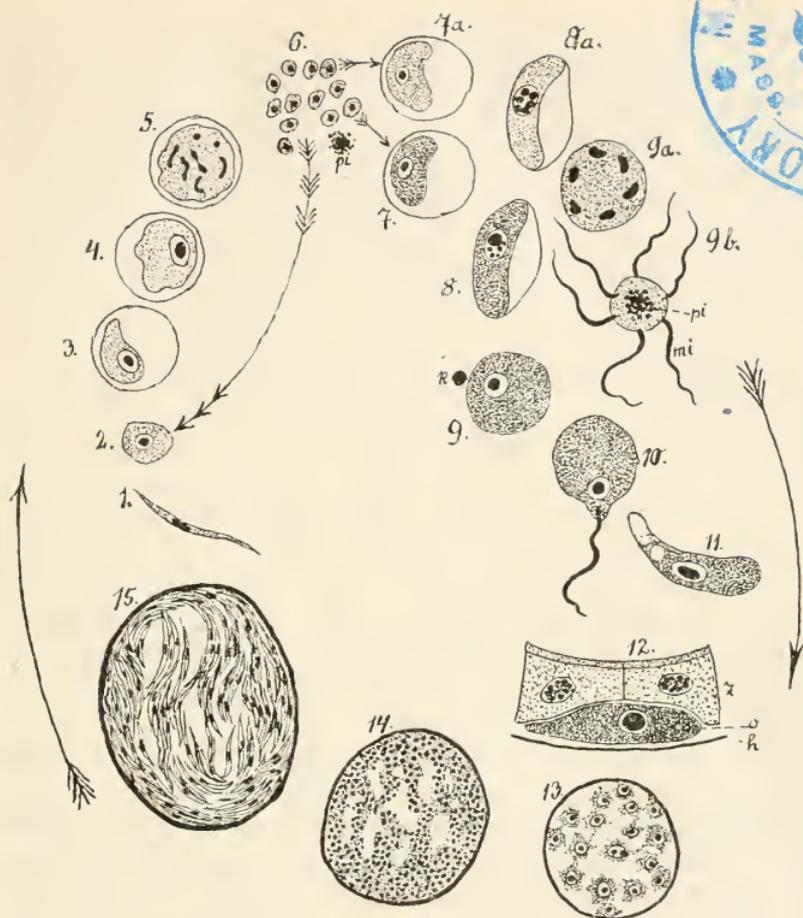


fig. II.

Zeugungskreis des Plasmodium praecox (Grassi und Feletti)  
nach Fritz Schaudinn.

1. Sporozoit, der sich in einen Schizonten (2) umwandelt, in ein rotes Blutkörperchen (3) eindringt, wächst (4) und zur Kernteilung (5) schreitet, um in eine Anzahl Merozoiten zu zerfallen, die nach Zerstörung des Blutkörperchens frei werden (6) — ein Prozeß, der sich öfters wiederholt, wie der dreimal gestrichene Pfeil andeutet. Die letzte Teilung liefert Gametoblasten, die sich teils zu männlichen Mikromaten (7a—9b, mi), teils (nach Ausstoßung einer Kernportion k) zu weiblichen Makrogameten (7—9) entwickeln. Durch Vereinigung eines Mikro- und Makrogameten (10, Befruchtung), wird das als Ookinete (11) bezeichnete Wanderstadium gebildet, das (12, o) durch die Epithelzellen des Anopheles-Magens (z) zwischen diese und die Hüllmembran (h) gelangt und zur Oozyste wird, die innerhalb ihrer Zyste in eine große Anzahl Sporoblasten (13, 14) zerfällt, welche schließlich (15) zu Sporozoiten werden. Das durch Umwandlung des Hämoglobins entstehende Pigment (Melanin pi) ist nur in 6 und 9b eingezeichnet.

Die Stadien 1—7 werden im Blut des Menschen, 8—1 im Körper der Stechmücken (Anopheles) verbracht.

modium vivax des Tertianfiebers (bei welchem die Fiebertage durch 1 fieberfreien getrennt sind) 48, bei dem *P. malariae* des Quartarfiebers 72, und bei dem des meist täglichen Perniciosafiebers (*P. praecox*) ebenfalls 48 Stunden dauern, so daß hier, wenn das Fieber täglich wiederkehrt, zwei aufeinanderfolgende Infektionen anzunehmen wären. Ohne Zweifel ist das Fieber eine Folge der multiplikativen Vermehrung des Parasiten, doch ist es immerhin fraglich und hängt vielleicht von der Zahl der bei der Infektion eingeführten Sporozoiten ab, ob schon eine einzige Vermehrungsperiode genügt, oder aber mehrfache Multiplikationen notwendig sind, um die zur Hervorbringung des Fiebers erforderliche Menge von Merozoiten zu liefern. Wird doch bei der Tertiana die, 8—12 Tage betragende, Inkubationsdauer auch in dieser Weise erklärt. Denn bei den in Rede stehenden Parasiten schreitet die Entwicklung zunächst nicht weiter zu den die Sporozoiten liefernden Endstadien, sondern die erste Merozoitengeneration wächst zu Schizonten aus welche wieder in rote Blutkörperchen eindringen — und dieser Multiplikationsprozeß wiederholt sich vielfach, ehe die Fähigkeit zu weiterer ungeschlechtlicher Vermehrung (Schizogonie) erschöpft ist. Dann erst nimmt diese letzte Generation von Merozoiten neue Gestalten an, indem sie sich nach dem Eindringen in rote Blutkörperchen in zweierlei, zunächst durch die Struktur ihres Plasma und die Struktur des in demselben gebildeten Pigmentes unterschiedene Formen differenziert: weibliche Makrogametoblasten (7) und männliche Mikrogametoblasten (7a). Beide haben halbmondförmige Gestalt und liegen mit ihrer konvexen Seite dem Rande des Blutkörperchens derart zu, daß etwa die Hälfte des letzteren frei bleibt. Indem sie heranwachsen, erfahren sie eine Streckung (8,8a) bei gleichzeitiger Umlagerung ihrer Kernsubstanz, durch welche sich ihre Weiterentwicklung vorbereitet. Doch kann diese nicht im Menschen erfolgen, sondern nur im Magen einer Stechmücke aus der Gattung *Anopheles*, in welchen sie überführt werden muß mit dem Blute, das von letzterer dem Menschen entnommen wird. Im Magen der Mücke verlassen die Gametoblasten die Blutkörperchen, runden sich, frei geworden, zur Kugel und machen nun Veränderungen durch, die im Wesen der Eireifung und der Spermienbildung höherer Tiere entspricht: der Makrogamet, indem er ein

Teil seiner Kernsubstanz (9, k) ausstößt und damit befruchtungsfähig wird, der Mikrogametoblast, indem er eine mehrfache Kernteilung erfährt (9a), deren Produkte — ihre Zahl schwankt zwischen 4 und 8 — an die Oberfläche rücken und zu lebhaft schlängelnden Geißelfäden (9b, mi) auswachsen, welche sich schließlich von dem zu Grunde gehenden „Restkörper“ als reife Mikrogameten ablösen. Nun wird, indem ein Mikrogamet sich mit dem Makrogameten vereinigt, die Befruchtung (10) vollzogen, deren Produkt man als Oöfinet (11) bezeichnet.

Der Oöfinet ist ein gestrecktes Plasmawesen mit verbreitertem, Melaninkörnchen enthaltendem Hinterende, einem ovalen Kern und 1—2 Flüssigkeitströpfchen vor letzterem, sowie einem durchscheinenden verschmälerten Vorderende, welches während des Kriechens tastend hin und her bewegt wird. Als bald dringt er mit dem vorderen Ende in eine der, den Anophelesmagen auskleidenden Zellen (12, z) ein und arbeitet sich durch diese weiter, um zwischen ihnen und der äußeren Hülle (h) des Magens liegen zu bleiben (o). Hier rundet sich der Oöfinet ab, scheidet eine Kapsel aus und treibt bei rasch zunehmendem Wachstum die Hülle des Magens auf — dieses Stadium wird als Oozyste bezeichnet. In ihr findet eine enorme Kernvermehrung statt (13 und 14), die Kerne werden schließlich oval, von einem Plasmafaden umschlossen (13) und wandeln sich so in Sporozoiten um. Diese auf geschlechtlichem Wege erfolgte Vermehrung der Oozyste hat Döflein als propagative bezeichnet, mit Rücksicht darauf, daß sie nicht wie die vorhergegangenen, ungeschlechtlichen, multiplikativen Vermehrungen eine Vergrößerung der Individuenzahl im selben Wirtsindividuum bewirkt, sondern die Verbreitung der Art auf eine möglichst große Anzahl von Wirtsindividuen vermittelt. Die Oozysten können einen Durchmesser von nahezu 0,1 mm erreichen und je bis zu 10,000 Sporozoiten enthalten, wobei ein Anophelesmagen bisweilen bis zu 200 solcher Oozysten trägt, die anfangs halbkugelige Hervorragungen bilden, schließlich aber als gestielte Kugeln in die Leibeshöhle hineinhängen. Endlich platzen, sei es infolge einer Quellung des nicht zur Bildung von Sporozoiten verwendeten Plasmarestes, sei es infolge der lebhaften Bewegungen der Sporozoiten selbst, die Zysten und die Sporozo-

zoiten fallen in die Leibeshöhle des Anopheles, von wo sie aber alle den Speicheldrüsen zustreben, wahrscheinlich durch einen vom Speichel ausgehenden chemischen Ring angezogen. Erst dringen sie in die Drüsenzellen und von da in die Ausführungsgänge der Drüse, um mit dem Speichel, wenn die Mücke in die Haut des Menschen einsticht, in dessen Blut ergossen zu werden. Die eben geschilderten Entwicklungsvorgänge innerhalb des Anopheles-Körpers beanspruchen, bei der günstigsten Temperatur von 28—30° C. — denn alle drei Plasmodiumarten hängen in ihrer Entwicklung außerordentlich von der Temperatur der Umgebung ab! — etwa 8 Tage; sinkt die Körpertemperatur des Anopheles unter 18°, so liefern die Mikrogametocyten von Plasmodium praecox keine Mikrogameten mehr.

Damit ist der Kreis dieses so komplizierten Entwicklungsganges geschlossen, und es verlohnt sich, einen kurzen Vergleich mit der Lebensgeschichte anderer freilebender oder parasitischer Artiere anzustellen.

Bei der Einfachheit des, den Formwert einer einzigen Zelle besitzenden Körpers der Artiere fehlt es an Material für auffallende Formveränderungen, die infolge der parasitischen Lebensweise, sei es als Rückbildungen, sei es als Neubildungen, auftreten könnten. Immerhin wissen wir aber doch, daß Infusorien mit der Gewöhnung an eine parasitische Lebensweise die Flimmerhaare und Geißeln sowie die Mundöffnung mitsamt dem zum Heranstrudeln der Nahrung dienenden Apparate verlieren, dafür aber Plasmaröhrchen ausbilden zum Festheften an ihre Wirte, sowie zum Aussaugen derselben. Und die durchwegs aus Parasiten bestehende Klasse der Sporozoa, zu welcher das Malaria-Plasmodium gehört, unterscheidet sich von den nächstverwandten Artieren durch die sehr eingeschränkten Bewegungsercheinungen des Plasmaleibes sowie den Mangel von Geißeln oder ausgiebigen finger- oder wurzelsförmigen Plasmafüßchen. Mit diesem Mangel hängt es zusammen, daß allen Sporozoen die Fähigkeit fehlt, Nahrungsobjekte in ihren Körper einzuverleiben, so daß sie bloß flüssige Nahrung durch die Haut aufnehmen können.

Dafür ist diese Klasse, wie schon ihr Name besagt, ausgezeichnet vor den anderen Artieren durch die Art ihrer Vermehrung, indem bei den Sporozoen immer eine geschlechtliche

Fortpflanzung mit nachfolgendem Zerfall des elterlichen Körpers in eine sehr große Anzahl von Teilstücken, die sogenannten Sporozoiten, vorkommt, und es ist charakteristisch für die innige Beziehung dieser Vermehrungsart zur parasitischen Lebensweise, daß auch in den aus größtenteils freilebenden Arten bestehenden Klassen der Urtiere zu der normalen Fortpflanzung durch Zweiteilung eine Sporulation hinzutreten pflegt, sobald eine Art zum Parasiten wird. Die Sporozoiten der meisten Sporozoen sind entweder jede für sich oder zu mehreren von einer festen Kapsel umhüllt, und diese „Spore“ kann längere Zeit der Eintrocknung, oder anderen zerstörenden Einflüssen widerstehen — ist also ein Verbreitungsmittel für alle jenen Sporozoen, deren Sporen den Weg aus dem einen Wirtstiere in das nächst=zu=infizierende durch die äußeren Medien (Luft, Erde, Wasser) nehmen müssen. Wenn demnach bei den im Blute schmarozenden Haemosporidia ein echtes Sporenstadium fehlt und die Sporozoiten stets nackt bleiben, so ist darin eine Anpassung an diese intensivste Art des Parasitismus zu erblicken, hervorgerufen durch die direkte Übertragung der Sporozoiten aus dem Blute der Wirbeltiere in den Darm von Insekten. Erscheinen die Haemoporidien auf diese Weise um ein Formstadium ärmer als die übrigen Sporozoen, so kompliziert sich dafür ihre Entwicklungsgeschichte durch die große Zahl der Generationen, aus welchen sich das genealogische Individuum zusammensetzt. Als „genealogisches Individuum“ bezeichnet man die Gesamtheit der Formzustände, welche durchlaufen werden, bis wieder die Ausgangsform — in unserem Beispiele der Ookinete — erreicht wird. Während gewöhnlich das genealogische Individuum der Tiere nur einen Zeugungskreis darbietet, findet sich schon bei manchen freilebenden, sehr häufig aber bei schmarozenden Tieren das genealogische Individuum aus zwei und mehr Zeugungskreisen zusammengesetzt, deren jedem bestimmte Formzustände sowie eine Multiplikation der Nachkommenzahl entsprechen. Meist sind die zu einem genealogischen Individuum gehörigen, zur Vermehrung gelangen Zustände sowohl in der Form als auch in der Art ihrer Vermehrung — Teilung, Knospung, Sporulation, geschlechtliche Fortpflanzung durch zwitterige oder gertennt geschlechtliche, männliche und weibliche Individuen — verschieden. Bei den Malariaplasmidien

haben wir unter den zahlreichen Generationsfolgen aber nur zwei Typen vertreten: die ungeschlechtliche Schizonten- und die geschlechtliche Oofoinetenfortpflanzung. Die erstere wiederholt sich jedoch mehrmals unter denselben Formzuständen und diese morphologische Übereinstimmung mehrerer Generationsfolgen des selben genealogischen Individuums ist eine im Tierreiche ungewöhnliche Erscheinung und im vorliegenden Falle nur aus der für alle Schizontengenerationen gleichen Beschaffenheit der Lebensbedingungen zu erklären.

Mit der großen Zahl der Generationskreise hängt die enorme Anzahl der aktiven und passiven Wanderungen zu-



fig. III.

sammen, welche die Entwicklungsgeschichte hier aufweist. Wie sich diese Wanderungen bei dem Malaria-Plasmodium zu den Generationsfolgen und zu den Organen der Wirte verhalten, ist aus dem Schema fig. III ersichtlich.

In dieser Tabelle sind 6 aktive und 2 passive Wanderungen verzeichnet, durch letztere vollzieht sich die Übertragung von einem Wirt in den anderen, durch erstere die Überwanderung von einem Organ des jeweiligen Wirtes in das andere desselben. Dabei muß bemerkt werden, daß zur Vereinfachung hier wie auch in fig. II nur 3 Merozoitengenerationen angenommen wurden, während die Zahl derselben in Wirklichkeit viel größer ist.

Als eine, in ihrer Bedeutung später noch zu würdigende Besonderheit der Blut-Sporozoen muß auch die große Zahl der, sowohl aus den ungeschlechtlichen wie aus der abschließenden geschlechtlichen Vermehrung resultierenden Individuen hervorgehoben werden.

Wenn wir die Zahl der ungeschlechtlich entstandenen Generationen nur mit 4 (3 Generationen Merozoiten und 1 Gametoblastengeneration) und die Anzahl der jedesmal produzierten Individuen mit 10 beziffern, so ergibt sich, daß ein Sporozoit 10,000 Nachkommen produzieren kann, von welchen je zwei (ein männlicher und ein weiblicher Gametoblast) einen Ookineten, im ganzen also deren 5000 liefern. Und wenn wir annehmen, daß aus jedem Ookineten 5000 Sporozoiten hervorgehen, so ergibt das eine Nachkommenschaft von 25 Millionen in etwa 3 Wochen! Daß unsere Berechnung nicht übermäßig weit über die Wirklichkeit hinauschießt, geht aus folgender Erwägung hervor. Wir wissen, daß 1 ccm des menschlichen Blutes etwa 5 Millionen roter Blutkörperchen enthält, und daß bei schweren Malariafällen diese Quantität schon nach wenig Tagen auf 500,000, ja selbst auf 200,000 sinken kann — eine Herabminderung dieser Sauerstoffträger auf  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{25}$  der normalen Anzahl, die allein schon das Leben bedroht, ganz abgesehen von der spezifischen Giftwirkung, welche von den Malariaplasmidien ausgeht. Berechnen wir die Gesamtmenge der im normalen Menschen vorhandenen roten Blutkörperchen mit 25 Milliarden, so beträgt die Zahl der in den erwähnten Fällen zugrunde gegangenen Blutkörperchen 22,5—24 Milliarden. Nehmen wir der Einfachheit wegen an, daß jedes Blutkörperchen von einem einzigen Plasmodium zerstört wurde, so stellten obige Verminderungswerte die Summe der Nachkommenschaft von nahezu 1000 Sporozoiten dar, einer Menge, die wohl mit einem Anopheles-Stich eingeführt werden könnte. Aber diese Berechnung leidet an vielen Fehlerquellen, denn der in Rede stehende Malariafranke hat 1. höchstwahrscheinlich zahlreiche infizierende Anopheles-Stiche erhalten, 2. werden in demselben Blutkörperchen nicht selten bis 5 Parasitenindividuen gefunden und andererseits wird 3. höchstwahrscheinlich ein großer Prozentsatz der eingeführten Sporozoiten von Leukozyten unschädlich gemacht, ehe das Eindringen in die roten Blutkörperchen erfolgt ist.

## Die Plattwürmer.

Unter den mehrzelligen, mit differentiellen Geweben und Organen versehenen Tieren (Metazoa) kommen für unsere

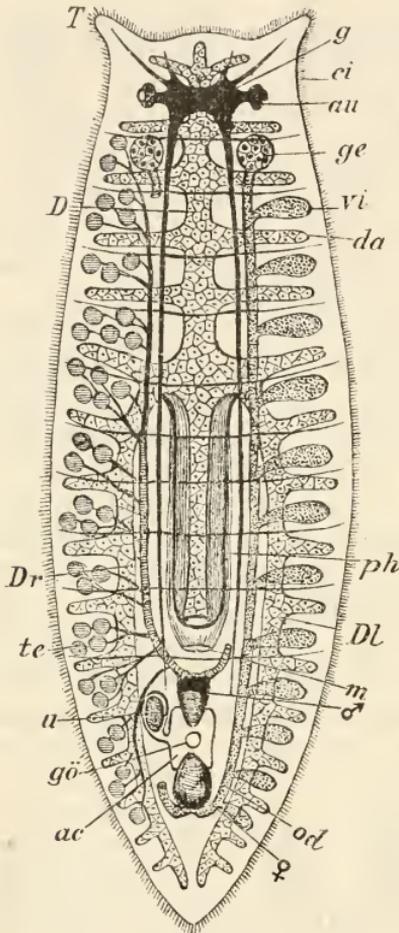


fig. IV.

Schema eines freilebenden Strudelwurmes (Planaria). ac Vorhof des Geschlechtsapparates, au Auge, ci Cilien, D Vorderer Hauptdarmschenkel, da Nebenäste desselben, Dl linker hinterer und Dr rechter hinterer Hauptdarmschenkel, g Gehirn, ge Keimstock, gö gemeinsame Geschlechtsöffnung, m Mund, od Eileiter, u Schlund, T Fühler, te Hodenbläschen, u Eihälter, vi Dotterstocksläppchen, ♂ männliches und ♀ weibliches Begattungsorgan.

Erörterungen vor allem die Plattwürmer (Plathelminthes) in Betracht. Dieser Stamm des Tierreichs umfaßt mehr oder weniger abgeplattete, meist blattähnliche Formen mit einem weichen, der Skelettbildungen gänzlich entbehrenden Körper, dessen Gestalt und Bewegungen durch einen kontinuierlichen Haut-Muskelschlauch bestimmt werden. Mit Ausnahme der hierhergehörigen Bandwürmer haben alle Plattwürmer einen aus 1 bis 3 Hauptästen (fig. IV und V, D, Dr, Dl) bestehenden aftenlosen Darm, der noch sekundäre Nebenästen (fig. IV, da) tragen kann, und bei allen ist ein Nervensystem (g) sowie ein Nierensystem (Exkretionsorgan) vorhanden. Auch kommen allen sehr komplizierte zwitterige Geschlechtsorgane zu, deren wesentlichster Charakter darin besteht, daß mit wenig Ausnahmen die weiblichen Keimorgane in zweierlei Organe gespalten sind, von denen die einen (Keimstöcke ge) die Keimzellen, die anderen (Dotterstöcke vi) dagegen die für die Weiterentwicklung der Eier notwendige Nahrung liefern. Alle Plattwürmer sind unge-

gliedert, es fehlen ihnen Fußstummel, sowie besondere Kreislaufs- und Atemungsorgane.

Die drei Klassen der Plattwürmer sind folgendermaßen zu charakterisieren:

I. Strudelwürmer (Turbellaria) als „meist“ freilebend, mit einem Darm und mit einer flimmernden Haut versehen, deren als Flimmerhärchen oder Cilien (fig. IV, ci) bezeichnete, pelzartig den Körper bedeckende bewegliche Plasmafädchen sowohl der Ortsveränderung — beim Schwimmen im Wasser einen Strudel erzeugend — dienen, als auch für die Atmung von höchster Bedeutung sind;

II. Saugwürmer (Trematodes), durchweg parasitisch, mit einem Darm versehen, aber der Cilien entbehrend, und Haftorgane (Saugnäpfe, daneben auch Haken) tragend, die zum Festhalten auf und in ihren Wirten dienen;

III. Bandwürmer (Cestodes), ebenfalls sämtlich Parasiten, ohne Darm und ohne Cilien.

So scharf die drei Klassen durch die angeführten positiven und negativen Charaktere unterschieden zu sein scheinen, so schwindet doch bei näherem Zusehen der Wert dieser unterscheidenden Merkmale derart, daß die Plattwürmer als eine einheitliche Gruppe erscheinen, deren durch Übergänge verbundene Klassen nur künstlich voneinander abgegrenzt werden können. Es gibt freilebende und parasitische Strudelwürmer mit Sauggruben sowie einer nur teilweisen Bewimperung der Körperoberfläche, und eine Abteilung (Temnocephala) nimmt eine solche Zwischenstellung zwischen Saug- und Strudelwürmern ein, daß man sie am besten als eine der Cilien gänzlich entbehrende Turbellarien-familie bezeichnen würde. Was ferner das Verhältnis der Bandwürmer zu den anderen beiden Klassen angeht, so muß hervorgehoben werden, daß einerseits durch die solitären, d. h. keine Ketten von Gliedern bildenden Cestoden die Grenze gegen die Trematoden so verwischt wird, daß man die „monozoischen“ Cestoden als darmlose Saugwürmer bezeichnen könnte, während wir andererseits sowohl bei Saug- als auch bei Strudelwürmern einzelne Formen kennen, bei welchen eine Rückbildung des Darmes statthat. So schwindet bei manchen Trematoden der eigentlich verdauende Abschnitt des Darms gänzlich und es bleibt nur der Anfangsteil (Speiseröhre und Schlundkopf) übrig, während bei einer in Krabben

schmarozenden Turbellariengattung (Fecampia), welche im freien Jugendzustande alle Merkmale ihrer Klasse aufweist, mit dem während des schmarozenden Stadiums erfolgenden lebhaften Wachstum ihrer Geschlechtsorgane jedoch eine Rückbildung des Darmapparates erfährt, so daß dieser im Höhepunkte der Geschlechtsreife ganz verloren geht.

Es erscheint demnach der Stamm der Plattwürmer schon bei rein systematischer Betrachtung als eine Tiergruppe, die aus freilebenden Alhen, Strudelwürmern, hervorgegangen, zwei in verschiedener Weise an den Parasitismus angepasste Gruppen, Saug- und Bandwürmer, enthält, welche sich umso weiter von den Ausgangsformen in Bau und Entwicklung entfernt haben, je intensiver die Art ihres Schmarozertums ist. Den geschlechtsreifen Formzuständen der beiden parasitischen Klassen gemeinsam sind der Mangel der Cilien und der Neuerwerb von Haftorganen, sowie die Vergrößerung der Geschlechtsdrüsen.

Unter den parasitischen **Strudelwürmern** gibt es ekto- parasitische Blutsauger, entoparasitische Schmarozer in der Niere und Leber der Weichtiere, im Darm und in der Leibeshöhle von Stachelhäutern und Krebsen, sowie schließlich im Blute von Fischen lebende. Teilweiser Verlust der Cilien, Verlust der zum Fang der Beute dienenden „stäbchenförmigen Körper“ und der diese liefernden Drüsen, teilweise oder gänzliche Reduktion der Sinnesorgane oder des Nervensystems sowie des Darmes (Sanguinicola, Fecampia) sind die Rückbildungserscheinungen, denen als Neubildungen Bohr- und Haftapparate gegenüberstehen. Die auffallendste und verbreitetste Anpassung der Strudelwürmer an die schmarozende Lebensweise ist jedoch die Vergrößerung ihrer Geschlechtsorgane, namentlich der weiblichen, welche aus Fecampia schließlich einen von Eiern erfüllten Schlauch macht. Mit dieser, eine stärkere Vermehrung ermöglichenden Erscheinung hängt die Tatsache zusammen, daß die Körpergröße der parasitischen Arten viel bedeutender zu sein pflegt als jene der nächstverwandten freilebenden. Alle entoparasitischen Strudelwürmer leben wahrscheinlich in der Jugend frei, sodaß kein Wirtswechsel vorkommt.

Die **Saugwürmer** mit ihren in eine Speiseröhre und zwei Hauptschenkel zerfallenden Darm, dem gänzlichen Cilienmangel, einer kräftigeren Ausbildung und oft sehr großen

Zahl von Saugnäpfen (fig. V, sm u. sb) und Haken zeigen gegenüber den parasitischen Strudelwürmern — wenn wir Fecampia ausnehmen — stets eine bedeutendere Produktion von Eiern, die in einem, mit zahlreichen Schlingen den größten Teil des Körpers erfüllenden Eihälter oft zu vielen Tausenden angehäuft sind (ua—ue). Zeigt sich so in ihrem Bau eine bloße Weiterbildung der schon bei den Strudelwürmern vorbereiteten Anpassungen, so treten dagegen in der Entwicklungsgeschichte der entoparasitischen Saugwürmer sehr merkwürdige Erscheinungen auf, während die ektoparasitischen eine einfache Metamorphose besitzen, wobei der Jugendzustand meist nur ein anderes Organ, bisweilen auch einen anderen Wirt bewohnen kann als das geschlechtsreife Stadium. Die Eier der Saugwürmer sind dünnchalig und nahe dem einen Pol mit einer Ringnaht versehen, die sich auf Wassereinwirkung erweicht und so das Abspringen des Deckelchens veranlaßt, durch welches die eingeschlossene Larve ins Freie gelangen kann.

Diese Larve, von den Zoologen als Flimmerlarve oder Miracidium (fig. VI, 1) bezeichnet, gleichen durch den Besitz eines Wimperkleides jungen Strudelwürmern, um so mehr, als sie im Gegensatz zu den ausgewachsenen Trematoden nicht einen zweispaltigen, sondern

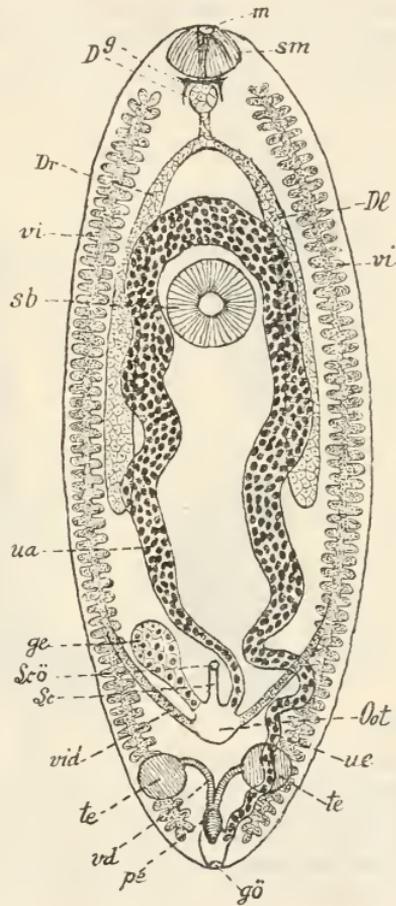


fig. V.

Schema eines entoparasitischen Saugwurmes (Distomum). D Schlund, Dl linker und Dr rechter Hauptdarmzweig, g Gehirn, ge Keimstock, gö gemeinsame Geschlechtsöffnung, Le Laurerischer Kanal, Lcö Mündung desselben, m Mund, Oot Ootyp (weiblicher Vorhof), pe männliches Begattungsorgan, sb Bauchsugnapf, sm Mundsaugnapf, te Hoden, ua Anfangsteil u. ue Endteil des Eihälters, vd Samengang, vi Dotterstock, vid Ausführungsgang desselben.

einen einfachen Darmsack haben und ihrem Gehirn (g) auch Augen (au) ansitzen. Sie schwimmen mit ihren Wimpern lebhaft umher und besitzen in ihrem fein austretbaren und bisweilen noch einen Bohrstachel tragenden Stirnzapfen (st) ein Organ, mittelst dessen sie sich durch die Haut anderer Tiere (es kommen besonders Weichtiere in Betracht) einbohren können. Innerhalb des Körpers dieser erfahren sie eine

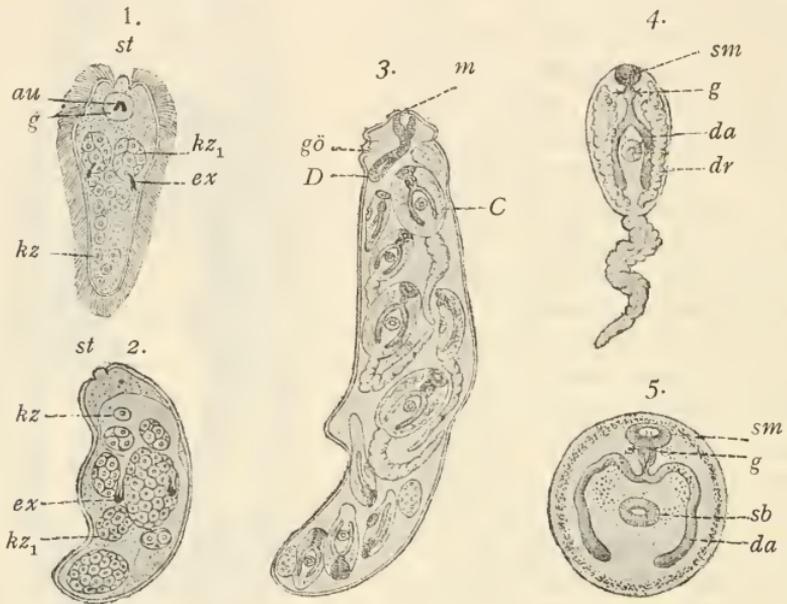


fig. VI.

Entwicklung des Leberegels, *Fasciola hepatica* (nach Leudart-Hertwig). 1 Flimmerlarve (Miracidium), 2 Keimschläuch (Sporocyste), 3 Keimschläuch (Redie), 4 Schwanzlarve (Cerfarie), 5 eingekapselter junger Saugwurm. au Auge, C Cerfarienbrut, D Redienbrut, da Saugwurmdarm, dr Drüse, ex Ausscheidungsorgane, g Gehirn, gö Geburtsöffnung, kz einzelne Keimzellen, kz<sub>1</sub> die aus diesen entstandenen Embryonen, sb Bauchsaugnapf, sm Mundsaugnapf, st Stirnzapfen.

Rückbildung aller Organe, das Wimperkleid, der Bohrstachel und die Augen werden abgeworfen und sie wandeln sich in sogenannte Keimschläuche um. Die Keimschläuche treten in zweierlei Formen auf. Bei der einen, häufigeren Form (2) ist der Larvenmund mit dem Darmkanal verloren gegangen und ihr ganzer von der Haut umhüllter, schlauchförmiger oder wurzelartig verästelter Körper ist von rundlichen Zellen (kz) erfüllt, mit deren Vermehrung ein, bisweilen enormes

Wachstum erfolgt. Man bezeichnet sie als Sporocystis, wogegen die zweite, mit Mund und kurzem einfachem Darm versehene Form der Keimschläuche als Redia (3) benannt wird. Diese Keimschläuche sind durch Wachstum und mehr oder weniger (bei der Redie) weitgehende Rückbildung aus der Larve hervorgegangen. Schon in der flimmernden Larve sieht man unter den Zellen, welche den von den übrigen Organen freigelassenen Leibesraum erfüllen, einzelne sich vergrößern (kz), sich teilen und so rundliche, von der Umgebung bestimmt abgegrenzte Zellhaufen (kz<sub>1</sub>) bilden. Dieser Prozeß geht nun im Keimschlauch weiter und bald ist letzterer von solchen, an gefurchte Eier erinnernden, maulbeerförmigen Zellhaufen erfüllt. Der Vergleich mit gefurchten Eiern trifft völlig zu, denn jeder dieser Zellhaufen entwickelt sich weiter zu einer neuen Larvenform, der sogenannten Cercaria (3 C und 4) oder Schwanzlarve. Diese besteht aus einem ovalen Körper, dessen Organisation sich von jener eines ausgebildeten Saugwurmes bloß durch den Mangel von Geschlechtsorganen sowie den Besitz eines am Hinterende des Körpers angebrachten Ruderschwanzes unterscheidet. Der Schwanz ist, wie wir sehen werden, ein provisorisches Larvenorgan ebenso wie die beiden großen Drüsen (dr) und der, sehr oft neben dem Mundsaugnapf (sm) angebrachte Bohrstachel. Schwinden diese Larvenorgane und entwickeln sich die Geschlechtsorgane, so ist aus der Cercaria ein reifer Saugwurm geworden.

Die Entwicklung der entoparasitischen Saugwürmer weist also einen Generationswechsel — eine Zusammensetzung des genealogischen Individuums aus zwei Zeugungskreisen, deren Formzustände verschieden gebaut sind — auf. Von den beiden Generationen ist die eine — flimmernde Larve bis Keimschlauch — das Produkt vollentwickelter Geschlechtsorgane des ausgebildeten Saugwurmes, während die zweite — Schwanzlarve bis zum geschlechtsreifen Saugwurm — aus Zellen hervorgeht, die in der flimmernden Larve die Stelle von weiblichen Keimorganen vertreten. Wir bezeichnen diese Art des Generationswechsels als Alloogenesis.

Wir wollen nun betrachten, in welcher Beziehung diese Formzustände der Entwicklung zur parasitischen Lebensweise stehen, zu den Wirten und zu den durch die Lebensweise der Wirte bedingten Wanderungen des Parasiten.

Die typische Art der Metoecogenese der Saugwürmer besteht, wie aus der Tabelle (fig. VII) ersichtlich ist, aus zwei Generationen, deren Formzustände sich auf drei Wirte verteilen. Endwirt ist in der Regel ein Wirbeltier, meist ein Raubfisch oder Vogel, das in seinem Darm oder dessen Anhangsorganen den geschlechtsreifen Saugwurm beherbergt. Dieser setzt hier seine Eier ab, die mit den Excrementen des Wirtes in's Wasser gelangen, woselbst der Deckel des Eies abspringt und das Miracidium frei wird. Diese flimmerlarve sucht sich eine Muschel oder Schnecke, bohrt sich in dieselbe ein, um in ihr (mit Vorliebe in der Leber) zum Keimschlauch aus-

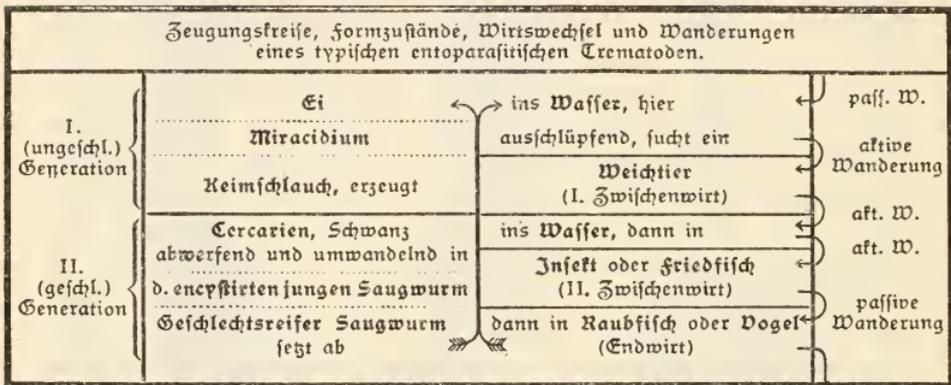


fig. VII.

zuwachsen. In diesem bilden sich als zweite Generation eine große Anzahl (bisweilen mehrere Hundert) Cercarien, welche, den Keimschlauch verlassend, durch die Gewebe des Weichtieres wieder ins Wasser gelangen, um in einen zweiten Zwischenwirt z. B. eine Insektenlarve oder einen Friedfisch einzudringen und sich in diesem, nachdem sie den Ruderschwanz und den eventuell vorhandenen Bohrstachel abgeworfen haben, mit einer, aus dem Sekrete der schon erwähnten Drüsen (fig. VI, 4, dr) bereiteten Kapsel zu umgeben. So encystiert (fig. VI, 5), harrt der junge Saugwurm des Momentes, in welchem der ihn umschließende zweite Zwischenwirt vom definitiven Wirt gefressen wird. In dessen Magen wird die Cystenwand erweicht und der ihr entschlüpfende junge Saugwurm wandert in das ihm zusagende Organ, um hier geschlechtsreif zu werden. Die von ihm produzierten Eier gelangen mit den Excrementen

wieder in's Wasser, womit der Entwicklungs-Kreislauf aufs neue anhebt. Dieser lange und verschlungene Weg erfordert mindestens vier Wanderungen: 1. die aktive Wanderung der im Wasser frei werdenden Larve in den ersten Zwischenwirt, 2. die aktive Wanderung der hier geborenen Cercarie in den zweiten Zwischenwirt, 3. die passive Wanderung (Übertragung) des in letzterem eingekapselten jungen Saugwurmes in den definitiven Wirt und 4. die passive Übertragung der in diesem abgesetzten Eier in's Wasser. Dazu schiebt sich zwischen die 3. und 4. Wanderung noch eine weitere (aktive) Wanderung ein, wenn die Geschlechtsreife

Züchtungskreise, Formzustände, Wirtswechsel und Wanderungen  
des großen Leberegels, *Fasciola hepatica*.



fig. VIII.

des Saugwurmes nicht im Darmkanal selbst, sondern in einem Anhangsorgan desselben, z. B. in der Leber erreicht werden soll.

Es gibt neben den geschilderten Entwicklungsweisen vielfache Modifikationen, die sich bald als Komplikationen, bald als Vereinfachungen des typischen Verhaltens darstellen und es sei hier nur je eine dieser Abweichungen dargestellt.

Ein Beispiel für Komplikation der Entwicklung bietet *Fasciola hepatica*, der bekannte, auch im Menschen vorkommende „Leberegel“. Bei diesem sind statt zweier Züchtungskreise deren 3—4 vorhanden. Die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien sind in fig. VI (S. 26) dargestellt und die obestehende Tabelle (fig. VIII) veranschaulicht deren Wanderungen. Wie bei der typischen Entwicklung schlüpft auch hier die Glimmerlarve im Wasser aus und bohrt sich in eine Schnecke,

wo sie zur Sporozystis (fig. VI, 2) auswächst. In dieser wird aber durch Alloecogenese nicht etwa eine Generation von Cercarien, sondern eine solche von Keimschläuchen der zweiten, als Redie bezeichneten Form (fig. VI, 3) erzeugt. Diese besitzt eine hinter dem Mund gelegene Öffnung (gö), welche als „Geburtsöffnung“ bezeichnet wird, weil durch sie die in der Redie entstehende Brut austritt. Diese Brut besteht gewöhnlich in Cercarien. Unter nicht näher bekannten Umständen werden aber in den, die zweite Generation repräsentierenden Redien abermals Redien als dritte, und erst in letzteren als vierte und letzte Generation die Cercarien erzeugt (fig. VIII). Eine andere, die Lebensgeschichte der letzten Generation betreffende Abweichung von der typischen Entwicklung sei gleich hier hervorgehoben. Während nämlich bei der typischen Entwicklung von den aus der Schnecke auswandernden Cercarien ein zweiter Zwischenwirt aufgesucht wird, schlägt die Cercarie des Leberegels andere Wege ein. Sie arbeitet sich an einem im Wasser stehenden Grashalm, eventuell auch an einem Salat- oder Krauthaupten hinauf, wirft daselbst den Ruderschwanz ab und bildet aus dem Schleim ihrer Drüsen eine Zyste, welche, den genannten Pflanzen anfliegend, vom weidenden Vieh mit verzehrt wird, wenn die nasse Wiese im Spätsommer abtrocknet. Auch der Mensch kann mit Salat oder wenn er Grashalme durch den Mund zieht, sich mit dem eingekapselten jungen Leberegel infizieren. Es geht demnach hier mit der Vermehrung der Generationen von zwei auf drei bis vier, eine Verminderung der Wirte von drei auf zwei einher.

Nicht minder interessant ist die bei *Urogonimus macrostomus* (*Distomum macrostomum*) vorkommende Vereinfachung der Entwicklung. Dieser Saugwurm lebt geschlechtsreif im Darm von Singvögeln. Seine Eier gehen mit dem Kot dieser definitiven Wirte ab und fallen u. a. auf Pflanzen des Waldbodens, wo sie, vom Regen zerstreut, auf kleine Schnecken (*Succinea amphibia* fig. IX, 4) warten müssen, von denen sie mit den gefressenen Blättern in den Magen aufgenommen werden. Die hier aus der aufgeweichten Eischale ausschlüpfende Larve (1) ist sehr eigentümlich gebaut, mit Stirnzapfen (st) und Ruderschwänzchen (sa) versehen und trägt nur wenige zu einem seitlichen, geteilten Kamm angereihte Flimmerhaare (ci). Sie bohrt sich durch die Magenwand in die

Leibeshöhle der Schnecke und wird hier zu einer Sporozyste, (2), die in ein ganzes Nest von mehrfach verästelten Zweigen (w) auswächst. Die Brut dieses Keimschlauches besteht aber nicht aus Cercarien, sondern aus kleinen, schwanzlosen Saugwürmern (3, sw), welche sich in den Enden der Verzweigungen, diese keulenförmig anschwellend (2, es) ansammeln. Die angeschwollenen Zweigenden des Keimschlauches wachsen nach dem Kopfende zu und dringen schließlich in die Fühler (4, f) der

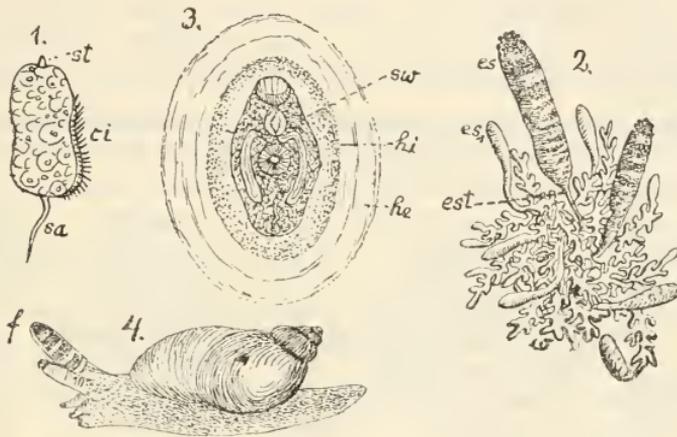


fig. IX.

Entwicklung von *Urogonimus macrostomus* (nach Heckert). 1 Miracidium, 2 Sporocystis (*Leucochloridium paradoxum*), 3 doppelt umhüllter junger Saugwurm, 4 Bernsteinschnecke, deren einer Fühler (f) durch einen Endschlauch der Sporocystis aufgetrieben ist. Buchstabenerklärung: ci Cilien, es reifer und es<sub>1</sub> unreifer Endschlauch, est Stiel des reifen Endschlauches, he äußere und hi innere Hülle, sa Schwanzanhang, st Stirnzapfen, sw Saugwurm, w wurzelartiger Teil der Sporozyste.

Schnecke ein, welche dadurch mächtig aufgetrieben werden. Mit dem Wachstum gehen an den keulenförmigen Enden des Keimschlauches zweierlei wichtige Veränderungen vor sich: sie erhalten 1. eine Pigmentierung in der Art einer, mit unpigmentierten Zwischenstreifen abwechselnden, dunkelgrünen Querringelung, der sich gegen die gleichmäßig rötliche Spitze Häufchen eines rostroten Pigmentes beimischen und 2. eine außerordentliche lokale Verstärkung des den ganzen Keimschlauch umhüllenden Hautmuskelschlauches und dadurch die Fähigkeit energischer Bewegungserscheinungen, die als abwechselnde Verstärkungen und Verlängerungen der Längsaxe rasch aufein-

anderfolgen. Auf diese Weise erinnern sie uns auffallend an gewisse Fliegenmaden und denselben Eindruck machen sie offenbar auch auf ihre definitiven Wirte, die Vögel, da diese durch Farbe und Bewegung angelockt, mit dem Schneckenfühler auch die darin enthaltenen, von einer doppelten Systeme umhüllten Saugwürmer aufspicken. Bei der großen Regenerationsfähigkeit der Schnecken wird der abgerissene Teil des Fühlers bald wieder ersetzt, so daß dieselbe Schnecke durch längere Zeit für das „Fortkommen“ der mit Brut erfüllten pigmentierten Enden des Keimschlauches sorgen kann. Die Tabelle Fig. X zeigt, wenn wir sie mit Fig. VII vergleichen, daß hier zwar ebenfalls zwei Generationszyklen vorhanden sind, daß aber ein

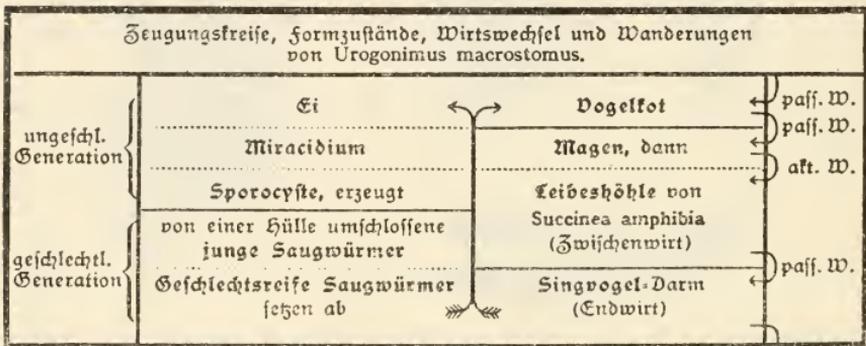


Fig. X.

Zwischenwirt und eine Entwicklungsform, die Cercarie, ausgefallen sind, womit auch eine Wanderung — jene in den Zwischenwirt — gänzlich entfiel, während die dort aktive Wanderung des Miracidium in den ersten Zwischenwirt dadurch zur passiven wurde, daß das Ei vom Zwischenwirt direkt mit der Nahrung aufgenommen wird und das Miracidium statt wie sonst im Wasser, hier im Magen des Zwischenwirtes ausschlüpft. Wir werden auf diese merkwürdigen Verhältnisse noch einmal zurückkommen.

Die Saugwürmer produzieren gegenüber den freilebenden Strudelwürmern eine bedeutend größere Zahl von Eiern und vermehren die Zahl ihrer Nachkommenschaft überdies noch durch die, mit dem Generationswechsel einhergehende, 1 bis 3malige Multiplikation. Nehmen wir die Zahl der Eier einer *Fasciola hepatica* auch mit nur 1000, die Zahl der in einer

Sporozyste erzeugten Redien mit 50 und jene der in einer Redie gebildeten Cercarien mit 100 an, so wächst die Zahl der Nachkommen eines Leberegels bei einer Rediengeneration auf 5, bei zwei Rediengenerationen aber auf 250 Millionen an. Die große Nachkommenzahl wird demnach bei den Saugwürmern nicht so sehr durch die Eiproduktion der Geschlechts- generation als vielmehr durch die multiplizierende Wirkung der alloeogenetischen Generation hervorgebracht.

Wenn wir uns jetzt zu den **Bandwürmern** wenden, so müssen wir unterscheiden zwischen den solitären und den fettenbildenden. Erstere gleichen, was die für uns wichtigen Fortpflanzungsverhältnisse betrifft, jenen der ektoparasitischen, eines Generationswechsels entbehrenden Saugwürmer. Anders die dem Laien allein bekannten, vielgliedrigen Bandwürmer, die sich aus einem als Haftapparat dienenden Kopf (Scolex fig. XI, 1) und den, die Geschlechtsorgane enthaltenden Gliedern (Proglottiden, 2 und 3) aufbauen. Zwischen den solitären Bandwürmern mit einem einzigen Geschlechtsapparat und den echten vielgliedrigen, bei welchen jedes Glied seinen eigenen Geschlechtsapparat besitzt, vermitteln 1. solche Formen, bei denen zahlreiche Geschlechtsapparate vorhanden sind, ohne daß diesen eine äußere Gliederung des Körpers entspräche und 2. solche, bei welchen zahlreiche Geschlechtsorgane und äußere Gliederung vorhanden sind, aber auf jeden Geschlechtsapparat mehrere Glieder kommen. Es hat sich demnach der typische Bandwurm allmählich aus saugwurmähnlichen Vorfahren in der Weise herausgebildet, daß die Haftapparate (Saugnäpfe fig. XI, 1, s, Hakenkränze h usw.) an das Vorderende des Körpers (den Kopf) verlagert wurden, während die Geschlechtsorgane mitsamt ihren Hilfsapparaten für Begattung und Befruchtung mehrfach auftraten und schließlich die, je einen Geschlechtsapparat enthaltenden Körperabschnitte sich durch quere Einschnürungen als „Glieder“ (fig. XI, 2 und 3) von einander absetzten.

Die Haupt-Wachstumszone des Bandwurmkörpers ist das Hinterende des Kopfes, der Hals (1, H) woselbst sich stets neue Glieder abgrenzen, so daß die zuerst gebildeten unter fortschreitendem Wachstum immer weiter vom Kopfe abrücken. Bei einem 2—3 Meter langen, ausgewachsenen, aus beiläufig 850 Gliedern bestehenden bewaffneten Bandwurm des Menschen

(*Taenia solium*) beginnt die Bildung der Geschlechtsorgane etwa im 200. Gliede, das noch viel breiter als lang ist, und im 450. Gliede, das fast quadratische Form hat (fig. XI, 2), sind schon alle Teile des Geschlechtsapparates ausgebildet und die ersten Eier in den, einen einfachen, nach vorne ziehenden Blind sack darstellenden Eihälter (u) übergetreten. Dieser erhält, je weiter nach hinten desto mehr seitliche Ausfackungen durch die Masse der aus der Schalendrüse (sdr) andrängenden Eier

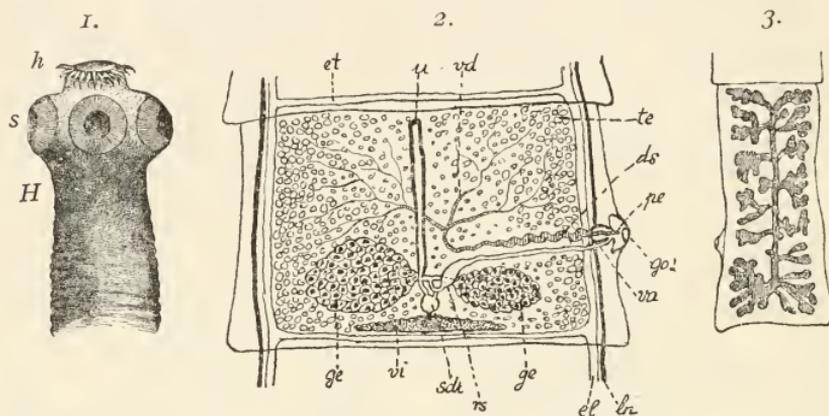


fig. XI.

Organisation des bewaffneten Bandwurmes, *Taenia solium* (nach A. Leuckart). 1 Kopf, 2 „halbreifes“ Glied mit den Geschlechtsorganen, 3 „reifes“ Glied mit gefülltem Eihälter. Buchstabenerklärung: ds Samengang, el Längs- und et Querstämme des Ausscheidungsapparates, ge Keimstöcke, go Geschlechtsöffnung, H Hals, h Hakenkranz, pe männliches Begattungsorgan, rs Samentasche, s Saugnapf, sdr Schalendrüse, te Hodenbläschen, u Eihälter, va Scheide, vd Samenkanälchen, vi Dotterstock.

und nimmt schließlich, während das Material der Gonaden (Geschlechtsdrüsen) allmählich aufgebraucht wird und diese veröden, die bekannte charakteristische Form eines mittleren Längsstammes mit jederseits 7—10 verästelten Seitenzweigen an (fig. XI, 3). Solche Glieder mit vollentwickeltem Eihälter werden als „reife“ bezeichnet und bei einer *T. solium* der angegebenen Länge verdienen die letzten 80—100 Glieder diese Bezeichnung. Die reifen Glieder werden nach und nach abgestoßen und gelangen ins freie, woselbst durch ihren Zerfall die im Eihälter enthaltenen, je etwa 53000 Eier zerstreut werden. In dem Maße, als die hinteren Glieder sich ablösen, wachsen vom Kopfe her neue Glieder zu und ein

solcher Bandwurm kann im Laufe eines Jahres im ganzen bis 800 reife Glieder abstoßen!

Die Eier (fig. XIII, 1) sind sehr klein, von Kugelgestalt und durch eine überaus dicke und feste Schale (s) gegen Vertrocknung geschützt. Jedes Ei enthält eine, schon im Eihälter zur Ausbildung gelangte kugelige Larve (o), die als Hakenlarve (*Oncosphaera*) bezeichnet wird, da sie drei Paar Haken trägt. Bei der in Rede stehenden Bandwurmart des Menschen muß diese umschalte Larve, wenn sie sich weiterentwickeln soll, in den Darm des Schweines gelangen, woselbst, nachdem die Schale im Magen gelöst worden ist, die Larve frei wird und dann mit ihren Hakenpaaren ausgreifende Bewegungen vollführt, bis sie mit denselben die Darmwand erfaßt hat, in welche sie sich hineinarbeitet, um, sei es aktiv, sei es mit dem Blutstrom, in die Organe des Schweines befördert zu werden. In jenen Organen, welche der Larve zufagen — im vorliegenden Falle also vornehmlich in der Muskulatur — geht die Weiterentwicklung fort. Sie hebt an mit dem Abwerfen der Haken und einem durch Zellvermehrung bedingten Wachstum des kugeligen Larvenkörpers und führt zur Bildung des Blasenwurmes (finne), einer von Flüssigkeit (fig. XII, 4, fl) erfüllten Blase, an welcher als eine nach innen wachsende Einstülpung der spätere Bandwurmkopf entsteht. Wird mit rohem Schweinefleisch der Blasenwurm in den Menschendarm überführt, so fällt die Blasenwand der Verdauung anheim, wogegen der Kopf im Dünndarm des Menschen sich festheftet und Glieder produziert. Der so geschlossene Entwicklungskreis stellt sich als eine komplizierte Metamorphose dar, deren charakteristische Formzustände aber zu ihrem Leben zweier verschiedener Wirte bedürfen. Wie die Bildung der zahlreichen Glieder, im Gegensatz zu früheren Auffassungen, nicht als Generationswechsel angesehen werden kann, indem die Glieder auch dann, wenn sie nach der Ablösung ihre Lebensfähigkeit längere Zeit bewahren, doch nicht wieder zu vollständigen Bandwürmern auswachsen können, sondern nur abgelöste Organe des Bandwurmkörpers darstellen, so kann auch die Bildung des Bandwurmkopfes im Blasenwurm nicht als ungeschlechtliche Vermehrung betrachtet werden. Wissen wir doch, daß es zwischen Bandwurmlarven, die sich als einfach verlängerte *Oncosphären* darstellen, an

deren einem Ende die Saugnäpfe entstehen (fig. XII, 1) und den echten Blasenwürmern mit nach innen eingestülptem Kopfe (4) als Zwischenformen solche finden, bei denen das dem Haftapparate entgegengesetzte Körperende sich kugelig auftreibt, ohne jene Flüssigkeitsmenge des typischen Blasenwurmes und auch nur räumlich die Möglichkeit zur Aufnahme des

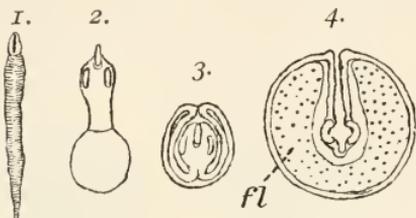


fig. XII.

Dem Blasenwurm entsprechende Larvenstadien der Bandwürmer. 1 Plerocercoid des breiten Bandwurmes, 2 ausgestrecktes und 3 einge- zogenes Cysticercoid aus der schwarzen Wegschnecke, 4 Cysticercus des unbewaffneten Bandwurmes mit Flüssigkeit (fl).

Kopfes darzubieten, ferner solche (2 u. 3), bei denen die Blase nichts anderes ist als das Hinterende des Kopfes, in welches gerade nur der die Haftapparate desselben tragende Teil sich einstülpen kann. Die von Flüssigkeit erfüllte Blase des typischen Blasenwurmes (Cysticercus) ist demnach ein allmählich gewordenes, provisorisches Schutzorgan des aus der Oocystisphäre entstandenen Band-

wurmkörpers, und das Wachstum des letzteren nach innen ist eine, diesem Schutzbedürfnis entsprechende sekundäre Anpassung.

Indessen hat sich aus dieser Metamorphose bei manchen Bandwürmern eine multiplikative ungeschlechtliche Vermehrung herausgebildet, welche mit der geschlechtlichen zusammen einen echten Generationswechsel (Metagenesis) darstellt. Ich meine jene Fälle, in welchen aus dem zur Blase umgewandelten Oncosphäarakörper zahlreiche Köpfe hervorsprossen. So bei dem im Gehirn der Schafe lebenden, als *Coenurus* bezeichneten Blasenwurm der *Taenia coenurus*, wo direkt aus der Blasenwand einige hundert Köpfe hervorgehen können und bei der im Menschen und verschiedenen Haustieren lebenden Blasenwurmform der *Taenia echinococcus* des Hundes. Die *Echinococcus*-Blase der letzteren vergrößert den Bildungsherd der Bandwurmköpfe dadurch, daß sich Tochter- und Enkelblasen bilden, an deren Innen- und Außenflächen gleichwie auf der Wand der Mutter-Blase Köpfe hervorsprossen. So erreicht der *Echinococcus* unter Umständen die Größe eines Kindskopfes und produziert viele Tausende von Bandwurmköpfchen. Wir haben es demnach bei den zuletzt genannten beiden

Bandwürmern mit zwei Generationen zu tun, von denen die eine — Ei bis Blasenwurm — im Zwischenwirt lebt, die zweite — die Bandwurmköpfe — zwar in diesem angelegt wird, aber erst nach Übertragung in den definitiven Wirt zur Gliederkette auswachsend, in den Gliedern zahlreiche Geschlechtsorgane bildet. Vergleicht man die drei angeführten Bandwurmarten darauf hin, wie sich ihre Vermehrungsverhältnisse während der Entwicklung und im ausgewachsenen Tiere (— von dessen Lebensdauer einstweilen abgesehen! —) gestalten, so ergibt sich folgendes Bild:

Es bildet

	Glieder der reife	davon	jedes enthält Eier	Bandwurmköpfe	= produzierte Individuenzahl
Taenia solium	800	100	50000	1	5 Millionen
„ coenurus	200	10	20000	200	40 „
„ echinococcus	3	1	500	5000	1,5 „

Aus dieser Tabelle geht klar hervor, daß die Vermehrung von *T. solium* ausschließlich durch die enorme Eierproduktion des geschlechtsreifen Tieres geleistet wird. Bei *T. coenurus* kommt zur Zahl der Glieder als ein wichtiger Multiplikator der, zahlreiche Köpfe auf ungeschlechtlichem Wege erzeugende Blasenwurmzustand hinzu und bei *T. echinococcus* fällt das Schwergewicht auf dieses letztere Moment und es steht die Eierproduktion des reifen, nur wenige Glieder bildenden, Bandwurms weit zurück hinter der multiplizierenden Wirkung des Blasenwurmzustandes. Nehmen wir alle überhaupt vorhandenen Glieder als reif an, so ergeben sich als Nachkommenzahl einer *T. solium* 40, *T. coenurus* 800 und *T. echinococcus* 4,5 Millionen, Zahlen, welche aber noch mit der Zahl der Lebensjahre der genannten Parasiten zu multiplizieren wären und auch dann nur unter der Voraussetzung ein annähernd richtiges Resultat böten, als tatsächlich — wie es z. B. für *T. solium* der Fall ist — die Summe der in einem Jahre zur Abstoßung gelangenden reifen Glieder gleich ist der Gliederzahl, welche ein Bandwurm im Höhepunkte seiner Ausbildung d. h. bei Beginn der Gliederabstoßung aufweist.

Mit wenig Worten sei noch des Vertreters einer anderen Familie der Bandwürmer, der nur zwei Sauggruben besitzenden *Bothriocephaloidea* gedacht, des breiten Bandwurmes (*Dibotriocephalus latus*). Er ist der größte der Bandwürmer des menschlichen Darmes, indem er bis 9 m

Länge erreichen und mehr als 4000 Glieder zählen kann. Der Geschlechtsapparat dieser letzteren gleicht außerordentlich jenem der Saugwürmer, die Geschlechtsöffnung ist nicht randständig wie bei den früher genannten Taenien, sondern liegt auf der Bauchfläche des Gliedes und der Fruchthälter ist ein einfaches Rohr, das in quergestellten Schleifen nach vorne verläuft. Auch die Eier sind so gestaltet wie bei den Saugwürmern, oval, dünnhäutig und mit einem im Wasser abspringenden Deckelchen (Fig. XIII, 2, n) versehen. Die Larven sind zwar Oncos-

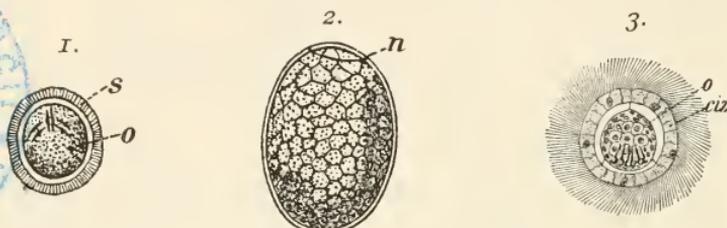


fig. XIII.

(Nach Leuckart). 1 Ei des bewaffneten Bandwurmes, *Taenia solium*; 2 Ei des breiten Bandwurmes, *Dibothriocephalus latus*; 3 Larve desselben. Buchstabenbezeichnung: ciz flimmerzellen-hülle, n Deckelnaht, o sechsadhige Oncosphaera, s Kalkschale.

phären (o) wie jene der Taenien, aber von einer Hüllhaut (ciz) umgeben, die einen dichten Pelz von außerordentlich langen Wimperhaaren trägt. Der Bau der Eischale sowie dieser Wimperpelz, dessen Vorhandensein an die Miracidien der Saugwürmer erinnert, lassen darauf schließen, daß hier die Embryonen eine aktive Wanderung im Wasser durchzumachen bestimmt sind. Und in der That lebt das Jugendstadium des breiten Bandwurmes, wie wir besonders durch die Untersuchungen von M. Braun wissen, in verschiedenen Organen (besonders auch in der Muskulatur) einer ganzen Anzahl von Süßwasserfischen, von welchen hier nur Hecht, Quappe, Barsch und Aesche genannt sein mögen. Freilich ist dieses Jugendstadium kein Blasenwurm, sondern ein langgestrecktes, dem Kopfe des fertigen Bandwurmes gleichendes und schon mit den charakteristischen beiden schlißförmigen Saugnäpfen versehenes solides „Plerocercoid“ (fig. XII, 1), das bloß in den Darm des Menschen mit nicht gar gekochten Teilen von Fischen eingeführt zu werden braucht, um ohne weiteres sich anzuhängen und Glieder zu treiben. Neben dieser den Blasen-

würmern der Taenia-Arten gegenüber ursprünglicheren Larvenform muß die Tatsache hervorgehoben werden, daß nicht bloß diese Larve in zahlreichen Zwischenwirten leben kann — Braun führt 10 Arten von Süßwasserfischen als solche an — sondern daß dem breiten Bandwurm neben dem Menschen auch Hund und Katze als Endwirte dienen.

### Krebstiere.

Eine dritte Gruppe von Beispielen entnehmen wir der Klasse der Krebstiere (Crustacea). Die zumeist auf das Wasser angewiesenen Crustaceen sind wie die meisten übrigen Gliederfüßer bald gleichmäßig, bald ungleichmäßig gegliedert und können an jedem Körpersegment ein paar Gliedmaßen tragen. Die Zahl der dem ausgebildeten Tiere zukommenden Fußpaare, der Grad ihrer Entwicklung und ihre, der jeweiligen Funktion als Fühler, Kiefer, Bewegungs-, Atmungs- oder Begattungsorgane, Eierträger usw. entsprechende Gestalt bedingen eine außerordentliche Formenmanigfaltigkeit der Krebstiere, welche besonders im salzigen Wasser eine ähnliche Rolle spielen, wie die Insekten auf dem Lande. Da sie entsprechend der äußeren Gestalt einen verhältnismäßig komplizierten inneren Bau, so besonders eine reiche Muskulatur, ein hochentwickeltes Nervensystem und ebensolche Sinnesorgane besitzen, so steht hier dem formwandelnden Einflusse der parasitischen Lebensweise ein reicheres Material zu Gebote, als bei den eben besprochenen Plattwürmern.

Die große Menge parasitischer Krebstiere rekrutiert sich hauptsächlich aus den Abteilungen der Flohkrebse (Amphipoda), Asseln (Isopoda), Rankenfüßer (Cirripedia) und Ruderfüßer (Copepoda). Wir wollen bloß Vertreter der beiden letztgenannten betrachten, u. z. deshalb, weil die nichtparasitischen Arten der Ranken- und der Ruderfüßer sich sehr auffallend voneinander unterscheiden, wogegen die degradierende Wirkung der parasitischen Lebensweise aus Vertretern beider Gruppen Endformen hervorbringt, die selbst von einem Zoologen, der keine Kenntnis von den Ausgangsformen hätte, in eine Gattung zusammengestellt würden. Im Gegensatz zu den Plattwürmern machen die von uns zu besprechenden Krebstiere weder einen Generationswechsel durch, noch auch komplizierte, mit Wirtswechsel verbundene Wanderungen. Aus

den ins Wasser abgelegten Eiern ausschlüpfend, treiben sich die Larven der parasitischen Krebstiere kürzere oder längere Zeit in diesem Medium umher, ehe sie ihren Wirt auffuchen und nach einer Anzahl aufeinanderfolgender Häutungen eine umso absonderlichere Gestalt annehmen, je intensiver und eigenartiger ihr Parasitismus ist.

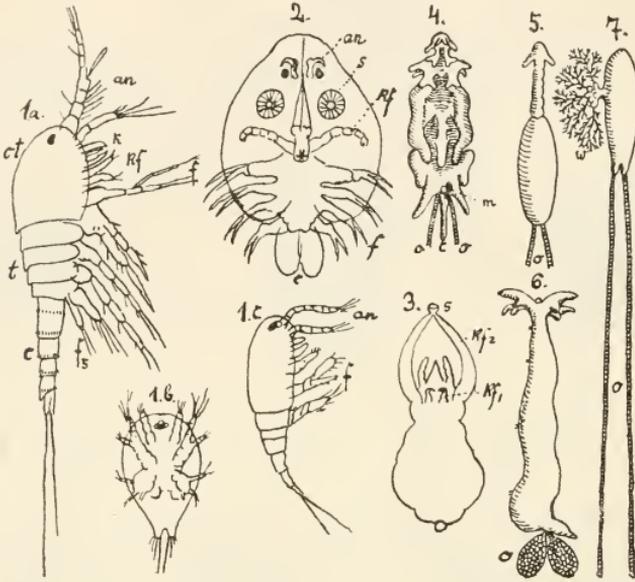


fig. XIV.

Ruderfüßer, Copepoda. 1 freilebender *Canthocamptus minutus* (nach Claus), 1a von der Seite betrachtet, 1b Nauplius- und 1c Copepodidstadium. Die folgenden sind parasitisch: 2 Karpfenlaus, *Argulus foliaceus* (nach Claus); 3 *Achtheres percarum*, Weibchen (nach Claus); 4 *Chondracanthus gibbosus* (nach Claus); 5 *Lernaemonema monillaris*; 6 *Lernaecocera cyprinacea* (nach Nordmann); 7 *Peroderma cylindricum* (nach Richardi). Buchstabenerklärung: an Antennen, c Schwanz, ct Kopfbruststück, k Kiefer, kf Kieferfüße, m Zwergmännchen, o Eierschnüre oder -Säcke (in 4 u. 5 nicht ganz eingezeichnet), s Saugnapfe, t Brustsegmente, w Saugwurzeln.

Aus den parasitischen Ruderfüßern ließe sich eine lange Reihe herstellen, die in ganz allmählichen Abstufungen von den freilebenden Arten zu den extremsten parasitären Rückbildungen hinüberleitet. Von den in ungeheuren Massen im Süß- und Salzwasser verbreiteten Formen sind namentlich die Hüpferslinge (*Cyclopidae*) bekannt, Ihr Körper besteht aus einem Kopfbruststück (fig. XIV, 1a, ct), welches zwei Paar Fühler oder Antennen (an), ebensoviel Kiefer (k) und Kieferfüße (kf)

trägt, vier bis fünf Brustsegmenten (t) mit je einem Paar von Ruderfüßen (f) und einem fußlosen, am Ende gabelig geteilten Schwanz (c). Das dem Gehirn ansitzende unpaare Auge hat einer Gattung den Namen Cyclops verschafft. Die parasitischen Ruderfüßer leben hauptsächlich an der Haut und an den Kiemen sowie in der Mundhöhle von Fischen, kommen aber auch an oder in den verschiedensten wirbellosen Tieren vor. Eine Gruppe von Ruderfüßern sind die Fischläuse (Argulidae), die auf der Haut von Süßwasserfischen als zeitweilige Ektoparasiten leben und deren Blut saugen. Die beißenden Kiefer sind hier zu Stacheln und der Mund zu einer Saugröhre umgestaltet; die abgeflachte Gestalt ermöglicht ein inniges Anschmiegen an die Oberfläche des Wirtes, das erste Antennenpaar (fig. XIV, 2, an) ist zu Klammerhaken und das erste Kieferfußpaar zu kräftigen Saugnäpfen (s) umgestaltet, welche diesen Parasiten während der Nahrungsaufnahme festheften. Ist schon bei den Fischläusen der Schwanzabschnitt (c) sehr rückgebildet, so ist dieses für die Schwimmbewegung so wichtige Organ meist gänzlich verloren gegangen bei allen jenen Ruderfüßern, welche dauernde Schmarotzer sind. Bei dem in der Mundhöhle und an den Kiemen des Barsches und des Zanders lebenden *Achtheres percarum* (3) haben sich dazu auch die Ruderfüße rückgebildet. Interessant ist der Umstand, daß hier die Klammerhaken nicht wie bei *Argulus* dem ersten Antennenpaare, sondern dem ersten Kieferfußpaar (kf) entsprechen, während das zweite riesig entwickelt ist und sich an der Spitze vereinigt, um einen einzigen Saugnapf (s) zu bilden. Ein parasitischer Copepode des Schwertfisches, *Philichthys xiphiae* bildet den Übergang zu der folgenden Art, indem die Gliederung seines Körpers in ein Kopfbruststück und in einen aus einzelnen Ringeln bestehenden Abschnitt deutlich erkennbar ist, wogegen die paarigen Anhänge sämtlich als fingerförmige ungliederte Stummel erscheinen. Bei den auf den Kiemen von Seefischen festsetzenden Arten der Gattung *Chondracanthus* ist zwar bisweilen noch ein Schwanzanhang vorhanden (4, c), aber sonst ist die Rückbildung soweit fortgeschritten, daß von der Gliederung des Körpers nur mehr Andeutungen vorhanden und die Fühler und Füße bloß noch durch paarige, lappige Auswüchse vertreten sind. Die Festheftung an den Kiemen des Wirtes und die Nahrungsaufnahme wurden in der Weise

bewerkstelligt, daß der Parasit seinen vordersten, kopfartig abgesetzten und wie ein Anker gestalteten Körperabschnitt in die Gewebe des Wirtes einbohrt. Noch weiter gediehen ist die Rückbildung bei *Lernaeonema monillaris* (5), deren Körper zwar in zwei hintereinanderliegende, durch ihre verschiedene Weite auffallende Abschnitte zerfällt, von denen der vordere an den Kopf eines Bandwurmes erinnert, während der hintere, durch die Gonaden aufgetriebene, zwei lange Eierschnüre (o) abgibt. Von einer Segmentierung ist hier aber keine Spur mehr vorhanden, ebensowenig von den Gliedmaßen. Mit dem Vorderende ist dieser Parasit im Auge des Herings verankert. Als ein unförmlicher Sack, der mit vier Ankerfortsätzen des Vorderendes im Unterkiefer von Süßwasserfischen eingebohrt ist, stellt sich *Lernaeocera cyprinacea* (6) dar. Bemerkenswert ist diese Form durch die, als kleine Häkchenpaare (auf dem linken Rande der Figur eingezeichnet) erhaltenen Fußrudimente. Schließlich mache ich noch auf das merkwürdige *Peroderma cylindricum* (7) aufmerksam, dessen elliptischer, hinten zwei lange Eierschnüre (o) tragender Körper zwar vorne noch Fußrudimente aufweist, aber seinen Anheftungsapparat, mittelst dessen dieser Parasit in die Seitenrumpfmuskeln von Sardinen verankert ist, als eine reich verzweigte Wurzel (w) ausbildet.

Demnach zeigen die parasitischen Copepoden alle Grade der Rückbildung ihrer Gliederung und ihrer Füße, nebst einer sehr mannigfaltigen Gestaltung der sekundär erworbenen Haftapparate, welche bald aus der Umgestaltung von Gliedmaßen, bald aus Wucherungen des Mundrandes hervorgehen. Die beißenden Mundteile wandeln sich in stechende und dann in saugende um, welche, in die Organe der Wirte eingesenkt, deren Säfte ihrem, nur selten ganz rückgebildeten Darms zuführen. Auch die Sinnesorgane gehen verloren und der im Verhältnis zu den freilebenden Arten bedeutend vergrößerte Körper ist erfüllt von den Keimorganen. Bei solchen Parasiten (Fig. XIV, 4—7) erinnert äußerlich nichts mehr an ihre Crustaceen-Natur, als die beiden Eiersäckchen oder =Schnüre, welche auch bei den Weibchen freilebender Copepoden in ähnlicher Weise zu ovalen Häufchen verflocht, den Geschlechtsöffnungen anhaften.

Da alle die genannten Copepoden keinen Wirtswechsel durchmachen, sondern ihre Eier in's Wasser absetzen, so sind

die auskriechenden Jungen ebenso darauf angewiesen, zunächst in diesem Medium zu leben, wie die Jungen der freilebenden Verwandten. Wie bei diesen aus dem Ei zunächst eine, als Nauplius bezeichnete Larvenform (1 b) mit ungegliedertem Leib und drei Gliedmaßenpaaren auskriecht, die erst nach mehrfachen Häutungen Zwischenformen — u. a. die als Copepodid (1 c) bekannte — durchläuft, ehe die Gestalt des fertigen Tieres erreicht wird, so kommen die genannten beiden Larvenformen auch den meisten parasitischen Arten zu. Doch ist manchmal das Naupliusstadium unterdrückt, ein Ausfall, der als eine, infolge der parasitischen Lebensweise eintretende Verkürzung der Entwicklung aufzufassen ist. Aber auch in solchen Fällen ist das Vorhandensein des Copepodidstadiums ein sicheres Zeichen der Zugehörigkeit einer fraglichen Form zu der Ordnung der Ruderfüßer. So erweist die Entwicklung der parasitischen Copepoden ebenso wie jene der, nachher zu besprechenden Rankenfüßer, die Richtigkeit des biogenetischen Grundgesetzes, nach welchem die individuelle Entwicklung eine kurze Rekapitulation der Stammesgeschichte darstellt.

Bis zum Copepodidstadium verläuft die Entwicklung ganz gleich für die Männchen und Weibchen der, wie alle Copepoden, getrenntgeschlechtlichen parasitischen Ruderfüßer. Von da an gehen aber die beiden Geschlechter in Größe und Gestalt umso mehr auseinander, je intensiver der Grad des Parasitismus ist. So unterscheiden sich die Weibchen der Karpfenlaus im wesentlichen nur durch ihre etwas erheblichere Größe von den Männchen, während bei den angeführten Beispielen von stationärem Parasitismus dadurch eine außerordentlicher Dimorphismus der beiden Geschlechter eintritt, daß bei ihnen nur die Weibchen parasitisch leben und alle die mit dieser Lebensweise verbundenen Umbildungen erfahren, wogegen die nicht schmarozenden Männchen bloß indirekt durch die veränderte Lebensführung ihrer Weibchen beeinflusst werden. Wenn letztere im Copepodidstadium einen Fisch auffuchen, um sich auf oder in demselben festzuheften und nun in rasch aufeinanderfolgenden Häutungen die dargestellten Formveränderungen durchzumachen, so werden sie dem Bereiche der Männchen entrückt und für diese bleiben nur zwei Möglichkeiten offen, ihre Lebensaufgabe — die Befruchtung der vom Weibchen zu liefernden Eier — zu erfüllen: 1. die

Weibchen noch vor der Trennung zu begatten und ihnen ein, für das ganze Leben ausreichendes Quantum an männlichen Geschlechtszellen mitzugeben oder 2. die Weibchen auf ihrer Reise zu begleiten und sich ein ferneres Verweilen in ihrer Nähe möglichst sicherzustellen. Beide Möglichkeiten sind verwirklicht und die Anforderungen erfüllt, welche ihre Verwirklichung an den Organismus der Männchen stellt. Der erstere Fall erfordert eine vorzeitige, schon im Larvenstadium des Copepodids eintretende Geschlechtsreife des Männchens — so zu finden bei den Lernaeen, wo dann nach erfolgter Begattung die Männchen sich nicht mehr weiter entwickeln und zu Grunde gehen. Der zweite Fall findet sich viel weiter verbreitet, indem die Männchen sich in der Nähe der Geschlechtsöffnung des Weibchens festheften, wozu sie bisweilen durch Erwerbung von Klammerfüßen besonders befähigt sind, um hier alsbald, ohne an Größe wesentlich zuzunehmen, geschlechtsreif zu werden. Das sind dann die „Zwergmännchen“ (4, m) der meisten schmarozhenden Copepoden, die oft zu mehreren ihren, mitunter vieltausendmal größeren Weibchen wie Parasiten aufsitzen.

Bei der nun zu besprechenden Krebsordnung der **Rankenfüßer** (Cirripedia) sind sowohl die parasitischen als auch die meisten nichtparasitischen Arten Zwitter. Die nichtparasitischen sind festsetzende Tiere, welche in ein, aus mehreren Kalkplatten bestehendes Gehäuse eingeschlossen, bald direkt mit diesem oder vermitteltst eines weichen, aus den beiden Hälften des Gehäuses hervortretenden Stieles festgewachsen sind. Zu den ungestielten gehören die Seeeecheln (Balanidae), die oft in ungeheuren Massen die Gezeitenregion felsiger Meeresufer überziehen oder sich auf der Oberfläche verschiedener Meerestiere (Krabben Schildkröten, Wale) ansiedeln. Zu den gestielten die Entenmuscheln (Lepadidae), welche schwimmende Gegenstände aller Art, also Seetiere, Treibholz, Bimssteine oder den Bauch von Schiffen bevorzugen. Von den schmarozhenden interessieren uns besonders die als Wurzelkrebse (Rhizocephala) bezeichneten Parasiten der Krabben, und wir wählen als Beispiel die *Sacculina carcini*. Sie sitzt im ausgebildeten Zustande (Fig. XV, 5) als ein runder oder querausgezogener Sack an der Unterseite des Schwanzes ihrer Wirte und ihr Stiel durchbohrt den Hautpanzer derselben, um sich dann in

eine weit verzweigte Wurzel (w) aufzulösen, welche alle Organe mit Ausnahme des Nervensystems und speziell die Muskeln bis in die Spitzen der Füße hinein umspinnt und hier die Säfte auffaugt. Der Sack dieses Parasiten wird zum größten Teile von den Geschlechtsorganen besonders den Eierfäcken erfüllt sowie den reifen Eiern, welche aus einem „Brutraum“ durch die terminale „Kloakenöffnung“ (cp) entleert werden.

Verrät an der Gestalt des ausgebildeten Tieres nichts die tierische Natur, vielweniger die Zugehörigkeit zu den

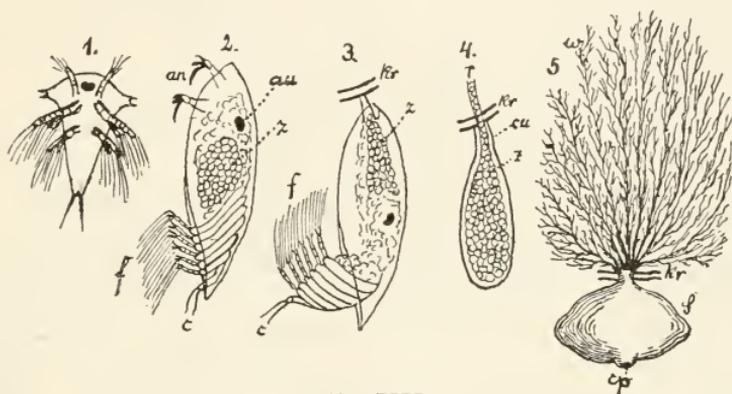


fig. XV.

*Sacculina carcini* (nach DeKage). 1 zweites Naupliusstadium, 2 Cyprisstadium, 3 dasselbe nach der Abheftung des Bruststück und den Schwanz abwerfend, 4 das flaschenförmige Stadium in das Innere der Krabbe eindringend, 5 das Endstadium.

Buchstabenbezeichnung: an Antennen, au Auge, c Schwanz cp Kloakapazille, cu Cuticularhülle, f Brustfüß?, kr Hautpanzer der Krabbe, r in letztere eindringendes Zellrohr der Sacculinalarve, S *Sacculina externa*, z zentraler Zellhaufen.

Krebstieren, so wird doch auch hier von der Entwicklungsgeschichte helles Licht verbreitet, indem die freilebende Larve dieselben Formzustände durchläuft, welche für die nichtparasitischen Rankenfüßer charakteristisch sind, nemlich das Naupliusstadium (1) und jenes der Cypris (2). Das letztere besitzt zwei große Augen (au), sechs Paare von Schwimmfüßen (f) nebst einem kurzen Schwanz (c), und sein ganzer Körper ist von einer, am Kopfteile festgewachsenen Schale umschlossen, deren beide Seitenteile bauchseits klaffen, so daß hier die Füße hervortreten können. Während aber bei den nichtparasitischen Formen beide Larvenstadien einen Darm besitzen, fehlt sein

solcher bei den Wurzelkrebsen sowohl dem Nauplius als dem Cypristadium — es hat also auch hier eine Rückbildung der noch freilebenden Larvenstadien stattgefunden. Der in fig. XV, 1, dargestellte Nauplius ist verschieden von der Naupliusform, wie sie dem Ei entschlüpft, wird aber nach einer dem Ausschlüpfen unmittelbar folgenden ersten Häutung erreicht. Nach weiteren vier Häutungen, die in ebensovielen Tagen erfolgen, hat sich der zweite Nauplius in die Cypris umgewandelt, welche nun eine junge Krabbe aufsucht um sich mit der Antenne an der weichen Haut der Basis eines Haargelenkes der Krabbe zu verankern. Nun wirft die Cypris den ganzen Rumpf und Schwanz ab (3) und es bleiben mit der Schale nur die Organe des Kopfes übrig, unter welchen schon vorher ein Haufen rundlicher Zellen (2, z) zu bemerken war. Was außer diesem im Kopfteile an Organen vorhanden war, geht nun eine rückschreitende Metamorphose ein, indem daraus Zellen werden, welche jenen des Zellhauses z gleichen. Diese Zellenmasse umgibt sich mit einer neuen Haut (fig. 4, cu), worauf die Cyprischale ebenfalls abgeworfen wird. Aus der flaschenförmigen Zellenmasse wird nun ein hohles Rohr (r) hervorgestreckt, das den Krabbenpanzer (kr) durchbohrt und es so ermöglicht, das die ganze Zellenmasse des flaschenförmigen Körpers in die Leibeshöhle der Krabbe übertritt, worauf die überflüssig gewordene Hülle (cu) abfällt. Die Zellenmasse dagegen legt sich als ein Knopfförmiger Körper an die ventrale Wand des Schwanzdarmes des Wirtes an, treibt das verästelte Saugwurzelssystem und wächst so auf Kosten des Wirtes rasch heran. Mit zunehmender Größe übt der Körper des Parasiten einen solchen Druck auf die umgebenden Organe, namentlich aber die zunächstliegenden Partien der Bauchwand des Schwanzes der Krabbe aus, daß hier eine Zerstörung der Gewebe und damit eine Öffnung geschaffen wird, durch welche der Körpersack des Parasiten mit zunehmender Größe nach außen hervorwächst (5, S). Die Sacculina, welche bisher ein Binnenparasit der Krabbe gewesen ist, wird nun zum Außenparasiten, welcher bloß seine Saugwurzeln zum Zwecke der Nahrungsaufnahme in die Gewebe des Wirtes versenkt hat.

Während die Sacculina interna heranwuchs, hat sich ihr Zellenmaterial wieder differenziert; sie hat ein, wenngleich durch

seine Einfachheit an jenes der Plattwürmer erinnerndes Nervensystem, männliche und weibliche Gonaden, einen großen Brutraum für die Eierschläuche und eine Kloakalöffnung zur Ablage dieser letzteren gebildet; ihre ursprünglich in dem flaschenförmigen Larvenstadium gleichartige Zellenmasse (z) hat sich in Haut-(Epithel-), Muskel-, Bindefsubstanz-, Nerven-, Drüsen- gewebe usw. differenziert, Organe und Gewebe, deren in der *Sacculina externa* vorliegende architektonische Gruppierung in nichts an die Architektur des Krestier-Typus erinnert, — und dies alles infolge der, mit der veränderten Lebensweise an den Körper herantretenden neuen Bedürfnisse!

### Schnecken.

Eine ähnliche Reihe von allmählichen Um- und Rückbildungen, die, mit der wachsenden Intensität des Parasitismus, Form und Bau des Schmarozers immer mehr seiner typischen Organisationseigentümlichkeiten entkleiden und ihn schließlich zu einem unförmlichen Eierschlauch degradieren, läßt sich auch aus den, auf und in Arten sämtlicher Klassen der Stachelhäuter (*Echinodermata*) schmarozenden Schnecken zusammenstellen.

Johannes Müller hat zuerst in seiner *Entoconcha mirabilis* eine Art dieser zu einem wurmförmigen Schlauch rückgebildeten parasitischen Schnecken beschrieben, und es ist bekannt, in welcher peinvolle Verwirrung sein zoologisches Denken durch dieses rätselhafte Wesen versetzt wurde und wie schwer er sich schließlich in seinem Werke „Über *Synapta digitata* und über die Erzeugung von Schnecken in *Holothurien*“ durchrang zu der „Vorstellung von einer geschlechtsreifen Schnecke, welche alles von der Schnecke abgelegt hätte, Sinnesorgane, Fuß, Mantel, Leber, After, Herz und Gefäße, den Bau der Geschlechtsteile der *Gasteropoden* und der *Mollusken* überhaupt, ihre Lebensart, um vom Blut eines andern Tiers zu zehren, und welche imstande wäre, das Blut in einem bestimmten Gefäß zu finden“. In dem halben Jahrhundert, das seitdem verflossen ist, hat sich aber diese Vorstellung als richtig erwiesen und mehr als eines der Mittelglieder „zwischen den Schnecken und dem Schneekenschlauch“, deren Nichtauffindung Du Bois Reymond in seiner Gedächtnisrede auf Joh. Müller den Zoologen zum Vorwurf machte, ist gefunden.

Ihnen allen ist ja wohl die Organisation einer Schnecke bekannt, weshalb ich nur jene Bauverhältnisse in Erinnerung bringe, welche für das Verständnis der durch den Parasitismus bewirkten Umbildungen von Wichtigkeit sind. Drei Organkomplexe sind es, welche die Form des Schneckenkörpers bestimmen: der Eingeweidesack, der Fuß und der Kopf. Der Eingeweidesack ist meist von einer Schale umschlossen und trägt an seinem unteren, dem langgestreckten Rumpf des Körpers aufsitzenden Ende die als „Mantel“ bezeichnete Ringsfalte, als deren Absonderungsprodukt die Schale entsteht. Innerhalb der Mantelfalte finden sich bei marinen Schnecken eine oder zwei Kiemen. Der muskulöse Fuß ist meist als flache, breite Kriechsohle ausgebildet, über deren Vorderende sich der Kopf absetzt mit dem von einer wulstigen Lippe umrandeten Mund, der in die Mundhöhle führt, welche eine fleischige Zunge nebst Kiefer und Reibplatte als Ergreifungs- und Zerkleinerungsorgane enthält. Der Kopf trägt Fühler und Augen, als weitere Sinnesorgane sind die früher als Gehörorgane betrachteten, jetzt aber als Organe des Gleichgewichtsinnes erkannten Statozysten allgemein verbreitet. Während man nun früher die Schnecken bloß als Pflanzenfresser, Räuber oder Aasfresser kannte, verzeichnen wir jetzt unter ihnen auch eine Reihe von Ekto- und Ento-Parasiten, sämtlich auf oder in Stachelhäutern lebend.

Die Ektoparasiten unter ihnen setzen sich auf Haarsternen, Seeigeln und Seesternen fest (fig. I, st), indem die, ursprünglich das Vorderende des Schneckenkörpers bildende Mundmasse sich nach unten abbiegt und in die Haut des Wirtes einbohrt. Dabei verlängert sich die Mundmasse zu einem drehrunden Rüssel, (fig. XVI—XVII, R), dessen Länge größer werden kann als jene des ganzen übrigen Schneckenkörpers. Mit der Ausbildung des als Saugorgan dienenden Rüssels geht zunächst Hand in Hand der Verlust von Kiefer und Reibplatte, die Schnecke ernährt sich nur mehr von Säften des Wirtes. Zugleich tritt eine Rückbildung des Fußes (fs) ein, an dessen Stelle die Basis des Rüssels — also die Haut des ehemaligen Kopfteiles — eine ringförmige Verbreiterung bildet, den sogenannten „Scheinfuß“ (sf) der sich allen Unebenheiten der Oberfläche des Wirtes innig anschmiegt und so neben dem, wie ein Anker wirkenden, Rüssel die Festheftung unterstützt. Solche

ektoparasitische Schnecken sind als Gattung *Thyca* (fig. XVI) und *Mucronalia* (XVII) aus den sonst freilebenden Familien

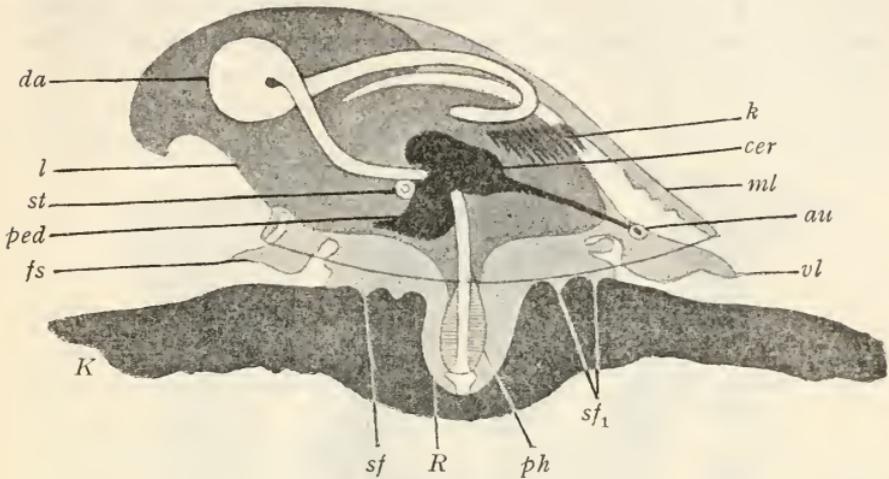


fig. XVI.

Halbschematischer Längsschnitt durch *Thyca entoconcha* nach Sarajin-Lang. au Auge, cer Cerebralganglien, da Darm, fs Fuß, K Wirtskörper, k Kieme, l Leber, ml Mantel, ped Pedalganglien, ph Schlundkopf, R Rüssel, sf u. sf<sub>1</sub> Scheinfuß, st Statocyste, vl Kopflappen (Fühler).

der Capulidae und Eulimidae bekannt. In der Gattung *Stilifer* (fig. XVIII) der letztgenannten Familie ist aber der Parasitismus ein intensiverer geworden, indem, gleichsam vom Rüssel (R) nachgezogen, der Körper der Schnecke sich ganz in die Haut des Wirtes eingesenkt hat, so daß von außen nur noch die Spitze der Schale wahrzunehmen ist, während der ganze übrige Körper von einem fleischigen Saft, dem sogenannten „Scheinmantel“ (sm) umschlossen ist. Dieser entsteht, wie ein Vergleich mit dem *Mucronalia*-Rüssel (fig. XVII, 2) lehrt, als eine gegen den Schneckenkörper hervorwachsende Ringfalte durch Wuche-

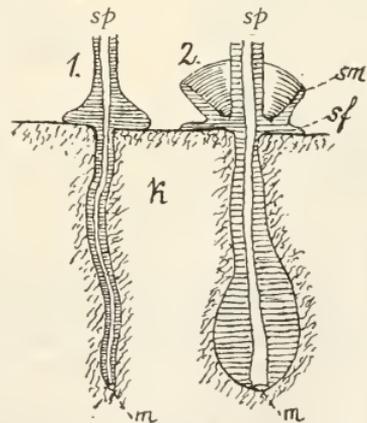


fig. XVII.

In die Haut der Wirtes (K) eingebohrte Rüssel von 1 *Mucronalia eburnea* und 2 *M. spec.* nach Küfenthal. m Mund der Parasiten, sp Speiseröhre, sf dem Scheinfüße entsprechende Ringfalte, sm dem Scheinmantel entsprechende Ringfalte.

zung derselben Hauptpartien, welche bei *Thyca* den Scheinfuß bilden, und indem bei *Stilifer* der Binnenraum des Scheinmantels durch ein Löchelchen mit der Außenwelt kommuniziert, so kann der Kieme noch das nötige Atemwasser zugeführt werden, welches,

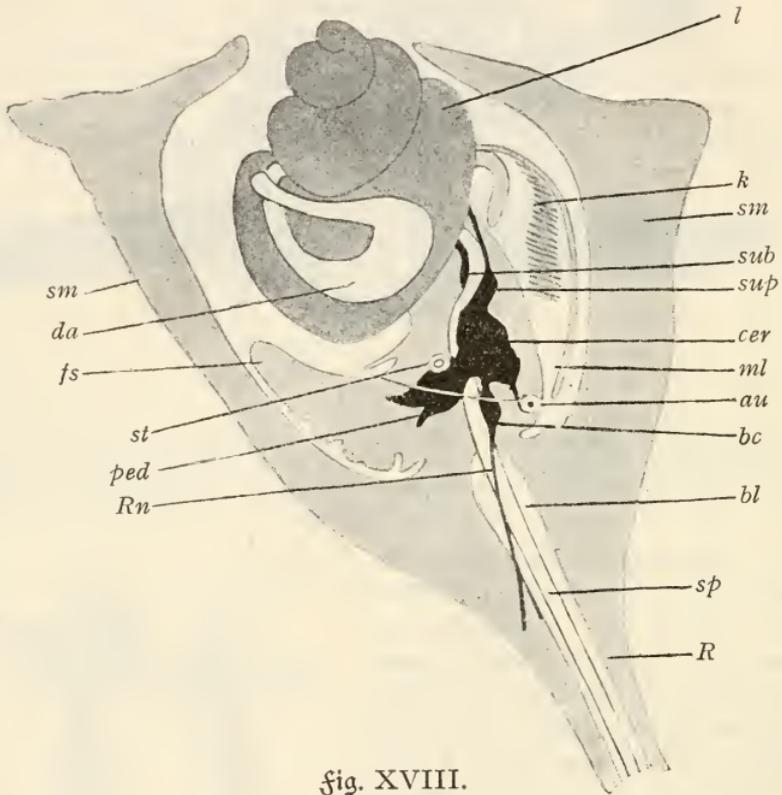


fig. XVIII.

Halbschematischer Längsschnitt durch *Stilifer linckiae* nach Sarasin-Lang. au Auge, bc Buccalganglien, bl Blutraum, cer Cerebralganglien, da Darm, fs Fuß, k Kieme, l Leber, ml Mantel, ped Pedalganglien, R Rüssel, Rn Rüsselnerv, sm Scheinmantel, sp Speiseröhre, st Statoryste, sub Subintestinalganglion, sup Supraintestinalganglion.

da *Stilifer* getrennt geschlechtlich ist, auch den männlichen Geschlechtszellen Eingang wie den Eiern oder Embryonen Ausgang gewährt. Bei *Thyca*, *Mucronalia* und *Stilifer* ist der eigentliche Mantel und die Schale noch erhalten, der bei den erstgenannten Formen bloß noch durch den Kopfklappen (vl) und die fühlere ange deutete Kopf hat bei *Stilifer* durch den gänzlichen Verlust dieser Organe eine weitere Rückbildung erfahren, aber es überwiegen.

da alle übrigen typischen Organe des Schneckenkörpers noch vorhanden sind, die durch Rüssel und Scheinfuß bzw. Scheinmantel repräsentierten Neubildungen.

Eine noch tiefere Einsenkung des Schneckenkörpers in den Leib des Wirtes muß offenbar mit einer röhrenförmigen Verlängerung des Scheinmantels sowie mit dem Verlust der Schale, des Mantels und der Kieme einhergehen. Auch ist bei der

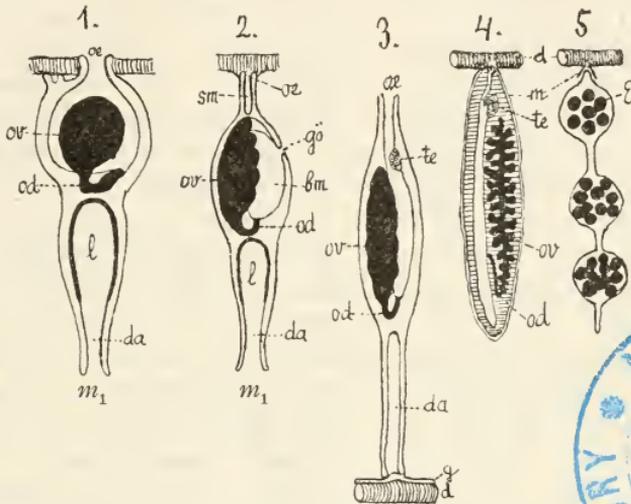


fig. XIX.

Schematische Längsschnitte durch entoparasitische Schnecken, u. 3.: 1 Hypothesisches Zwischenstadium zwischen Stilifer und Entocolax (nach Schiemenz); 2 Entocolax (nach Voigt); 3 Entoconcha (nach Joh. Müller); 4 u. 5 Enteroxenos (nach Bonnevie). 1 u. 2 haften an der Innenseite der Haut, 4 u. 5 an der äußeren Darmwand, 3 an einem Darmblutgefäß des Wirtes. — bm Brutraum des Scheinmantels, d Darm des Wirtes, da Darm des Parasiten, E Eikugeln, g Darmblutgefäß des Wirtes, gö Geburtsöffnung, l Leberdarm, m Peritonealmembran des Wirtes, m<sub>1</sub> Mund, od Eileiter, oe Öffnung des Scheinmantels, ov Eierstock, sm Scheinmantel, te Hoden.

Art der Nahrung eine Rückbildung des Darmes sowie der bei freilebenden Schnecken außerordentlich umfangreichen Leber zu erwarten, so daß der jetzt wurmförmig gestreckte Körper aus zwei Abschnitten bestünde: dem, den Rest des Darmes enthaltenden und sich ins Innere des Wirtes öffnenden Rüssel und dem, an der Oberfläche des Wirtes mit einer kleinen Öffnung mündenden, mächtigen, die Geschlechtsorgane einschließenden Scheinmantel. Wir kennen nicht diese, von Stilifer zu einer so reduzierten Form, wie sie in der hypothesischen Figur

XIX, 1 von Schiemenz konstruiert wurde, führenden Zwischenstadien, aber die entoparasitisch in Seewalzen (Holothurien) lebende und von Voigt als Entocolax beschriebene Form stellt eine Schnecke vor, deren Gestalt sich sicherlich auf dem bezeichneten Wege entwickelt hat. Ihr Körper ist 10 mm lang und aus zwei Abschnitten zusammengesetzt. Der eine, kugelige, schalenlose und ganz vom Scheinmantel umhüllte Abschnitt (2, sm) enthält nichts als den Eierstock (ov), dessen reife Eier durch den Eileiter (od) in die als Brutraum bezeichnete Höhlung (bm) des Scheinmantels und von da durch eine besondere Geburtsöffnung (gö) austreten. Der Brutraum war bei dem einzigen bekannten Exemplare dieser Schnecke durch die Masse der hier abgelagerten Eiklumpen kugelig aufgetrieben. Es fehlt die Kieme, und der Eingeweidesack ist gänzlich reduziert, indem weder ein After noch auch die Leber vorhanden sind; der ganze Darm (da) ist ein an der Rüsselspitze (m<sub>1</sub>) mündender flaschenförmiger Hohlraum, dessen blindes Ende (l) wahrscheinlich als Rest der Leber zu betrachten ist. Von Sinnesorganen und dem Gehirne findet man keine Spur mehr.

Noch weiter rückgebildet ist Joh. Müllers Entoconcha (fig. XIX, 3), die in einer zur Gattung Synapta gehörigen Seewalze lebt. Der Darm ist noch weiter reduziert, indem er weniger als ein Drittel der bis 30 mm betragenden Körperlänge ausmacht. An das blinde Ende des Darmes schließt sich der Scheinmantel, welcher nicht bloß einen Eierstock (ov), sondern auch kleine Hoden (te) enthält, während der von den Gonaden frei gelassene Brutraum von Eiern in allen Entwicklungsstadien und beschalteten Schneckenlarven erfüllt ist. Höchst merkwürdig ist nun aber, daß die Entoconcha nicht mit ihrer Scheinmantelmündung an der äußeren Haut des Wirtes befestigt ist, sondern daß im Gegensatz zu Entocolax, das diese Mündung tragende Körperende frei in die Leibeshöhle der Synapta hineinhängt, während das Rüsselende mit dem Mund an einem Darmblutgefäß (g) dieser letzteren festgesogen ist, offenbar um dem Wirt Blut zu entnehmen.

Von Entoconcha kennen wir auch die Larve — es ist die für wasserbewohnende Schnecken charakteristische Segel- (Veliger-) Larve, so benannt, weil sie über dem Kopfe einen aus zwei, am Rande mit langen Geißeln besetzten Hautlappen bestehenden Schwimmapparat (Velum fig. XX, Vel) besitzt. Im

übrigen hat diese Larve schon alle für den Schneckenorganismus charakteristischen Organe, Kopf, Fuß (p), Mantel (S) und den von einer Embryonalshale umschlossenen Eingeweidesack, dazu Fühler (T), Statozyten und sogar einen Deckel (Op).

Auch von einer anderen entoparasitischen Schnecke ist uns diese, wie bei Entoconcha im Scheinmantel zur Entwicklung gelangende Larvenform bekannt geworden, nämlich von der erst vor wenig Jahren von Bonnevie entdeckten und als Enteroxenos bezeichneten Form. Sie bietet (fig. XIX, 4 u. 5) die weitestgehenden Rückbildungen unter allen Parasiten der in Rede stehenden Gruppe dar. Wir finden den bis 15 mm lang werdenden Enteroxenos schon äußerlich einfacher gestaltet als alle übrigen, indem sein Körper nicht aus zwei Teilen besteht, sondern vollständig dem Scheinmantel-Abschnitt der vorgenannten Arten entspricht. In ihm finden sich Eierstock (4, ov) und Hoden (te) sowie der Brut-

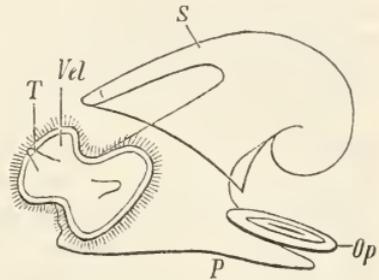


fig. XX.

Veligel-Larve einer Schnecke, nach Gegenbaur-Grobhen.  
Op Deckel zum Verschluss der Schalenöffnung, P Fuß, S Mantel mit Schale, T Fühler, Vel Velum.

raum, welcher mit einer feinen, der Scheinmantelöffnung (oe) der besprochenen Verwandten entsprechenden Öffnung an der Stelle mündet, mittelst welcher der Körper des Parasiten an die Außenfläche des Darmes — bisweilen auch anderer mit der Außenwelt kommunizierender Organe — einer Holothurie (Stichopus) angeheftet ist. Das frei in die Leibeshöhle des Wirtes hängende entgegengesetzte Ende ist geschlossen, es ist sowohl der Mund wie der zugehörige Darmabschnitt verloren gegangen. Eine weitere Besonderheit des Enteroxenos gegenüber den übrigen entoparasitischen Schnecken bildet der Umstand, daß er die Darmwand des Wirtes beim Einwachsen in dessen Leibeshöhle nicht ganz durchbohrt, sondern den äußersten Überzug derselben (m) vor sich hertreibt, so daß dieser ihn als Sack umhüllt. Wenn wir die geschilderte Reihe der parasitischen Schnecken mit der früher besprochenen Krebstierreihe vergleichen, so entspricht Enteroxenos dem parasitischen Rankenfüßer Sacculina. Die Analogie betrifft vielleicht nicht bloß die Gestalt des

ausgewachsenen Parasiten, sondern auch dessen Entwicklung. Soviel wir wissen, findet sich der jüngste Formzustand des parasitischen Stadiums in dem, unter der Zellauskleidung des Stichopus-Darmes liegenden Bindegewebe in Gestalt eines rundlichen Haufens von „ungeordneten körnigen Zellen“, wie sich die Beobachterin Bonnevie ausdrückt. Wer erinnert sich dabei nicht an den Haufen rundlicher Zellen, der allein von der Cyprislarve der *Sacculina* übrig bleibt, um durch die Haut der Krabbe hindurch in deren Inneres einzudringen, woselbst die Zellen dieses Haufens erst sekundär sich gruppieren und die Organe des *Sacculina*-Stadiums bilden?

Aber unser *Enteroxenos* geht in der Rückbildung noch weiter als der genannte Krebs. In dem Maße als immer neue Eier gebildet und befruchtet werden, erschöpfen sich schließlich die Geschlechtsdrüsen, sie schwinden und mit ihnen das Gewebe in welches sie eingebettet waren. Das ganze Tier wird zu einem von Eihäufen (E) und Embryonen erfüllten Schlauch (fig. XIX, 5), dessen, unter dem Druck von innen sich spannende und verdünnende Wand unregelmäßige Auftreibungen erfährt. Die Scheinmantelöffnung ist schon vorher verschwunden, es lockert sich bald auch die Verbindung mit dem Holothuriendarm, vor allem dadurch, daß die den Parasiten umhüllende Ausstülpung der äußersten Darmwandsschicht der Holothurie bei so herangewachsenen Exemplaren von *Enteroxenos* allmählich dem Zerfall anheimfällt, und schließlich liegt dieser an beiden Enden geschlossene Eiersack frei in der Leibeshöhle des Wirtes. Für diesen Zustand des Parasiten genügt die leiseste Berührung, um seine Wand zum Platzen zu bringen und so die Brut zu entleeren.

Vergleichen wir die besprochenen entoparasitischen Schnecken in Bezug auf ihr Verhältnis zum Wirt, so ist es klar, daß *Entocolax* nur die Einbohrung in die äußere Haut, wie sie bei *Thyca* und weiter ausgebildet bei *Stilifer* vorliegt, solange fortgesetzt hat, bis der bei diesem Prozesse voranschreitende und das Vorderende der Schnecke bezeichnende Rüssel, mitsamt dem nachfolgenden Rest des Körpers frei in die Leibeshöhle hineinbing, und schließlich der Scheinmantel an der Innenseite der Leibeswand der Holothurie die Anheftung vermittelte. Die Höhle des röhrenförmigen Endes des Scheinmantels soll bei *Entocolax* in keiner Verbindung mit dem Brutraume stehen, und

die Brut gelangt daher hier durch die, den anderen entoparasitischen Schnecken fehlende Geburtsöffnung (2, gö) in die Leibeshöhle des Wirtes. Entoco<sup>n</sup>cha (3) gleicht, indem bei ihr der ganze Binnenraum des Scheinmantels eine einheitliche Höhle bildet, deren als Brutraum dienender erweiterter Teil einer besonderen Geburtsöffnung entbehrt und sich direkt in die Scheinmantelöffnung fortsetzt, vielmehr als Entocolax der hypothetisch konstruierten Ausgangsform (1). Ein Vergleich dieser Gestalten mit Enteroxenos (4) zeigt, daß auch bei dieser, durch den Darm eindringenden Form das frei in die Leibeshöhle hereinhängende Ende dem vorderen entspricht. Dies kann trotz des Fehlens eines Rüsselteiles durch die das Hinterende markierende Scheinmantelöffnung, sowie einen Vergleich der Topographie der Organe mit jener der beiden anderen entoparasitischen Schnecken, als sicher betrachtet werden. Enteroxenos entleert, nachdem eine Geburtsöffnung fehlt und der anfänglich vorhandene Scheinmantel-Ausgang schwindet, seine Brut durch Platzen des Körpers in die Leibeshöhle des Wirtes. Wie ist nun das merkwürdige Verhalten von Entoco<sup>n</sup>cha zu erklären, die sich mit dem Vorderende, dem Mund, an den Darm oder vielmehr an ein Darmblutgefäß des Wirtes anheftet und im Gegensatz zu Entocolax und Enteroxenos das Hinterende ihres Körpers frei in die Leibeshöhle des Wirtes hineinhängen läßt? Unmöglich kann Entoco<sup>n</sup>cha mit dem Hinterende voran vom Darm der Synapta her eingedrungen sein, und wenn sie überhaupt diese Eingangspforte benutzt hat, so müßte sie sich mit dem Vorderende eingebohrt, nach völligem Durchsetzen der Darmwand mit dem freien Rüsselende an ein Darmblutgefäß angesogen und dann nachträglich das Hinterende von der Einbohrungsstelle abgelöst haben. Doch erscheint es mir viel wahrscheinlicher, daß, wie schon Schiemenz, der sich um die vergleichende Morphologie der parasitischen Schnecken die größten Verdienste erworben hat, andeutet, das eigentümliche Verhältnis der Entoco<sup>n</sup>cha zu ihrem Wirt so zustande kommt, daß Entoco<sup>n</sup>cha überhaupt nicht durch den Darm des Wirtes (wie Enteroxenos), sondern wie Entocolax durch die Haut desselben eindringt und sich mit dem Mund erst an dem Darmblutgefäße des Wirtes, als der besten Nahrungsquelle festheftet, um hierauf ihr Hinterende ganz von der Einbohrungsstelle abzulösen. Bei Synapta

ist ein solcher Vorgang doppelt wahrscheinlich, da hier der Abstand zwischen Haut und Darm kein so großer ist wie bei den Holothurien. Da ferner bei *Synapta* der Darm ein zentrales Rohr und keine Windungen bildet, so ist er für den durch die Haut eindringenden Parasiten mit viel größerer Sicherheit zu erreichen. Und in diesem Zusammenhange gewinnt auch die Tatsache Bedeutung, daß *Entoconcha* zwei- bis dreimal so lang wird, als die beiden anderen entoparasitischen Schnecken.

Wenn die Schnecken, welche bei Seeigeln, Haar- und Seesternen ectoparasitisch leben, in der Art, daß sie die Kommunikation mit dem umgebenden Wasser niemals ganz aufgeben, sich bei den Seewalzen zu Entoparasiten ausgebildet haben, so scheint dies lediglich darin begründet zu sein, daß die letztgenannten Wirte einer, in ihrer Leibeshöhle lebenden Schnecke die Möglichkeit bieten, ihre Brut ohne weitere Komplikationen nach außen abzusetzen, während dies bei Seeigeln und Seesternen nicht der Fall wäre. Ich gehe bei dieser Erwägung von der Tatsache aus, daß, wie bei der übergroßen Mehrzahl der Parasiten, so auch hier die Brut nicht in demselben Wirtsindividuum wie der Elter fortkommen kann, sondern zum mindesten auf ein anderes Individuum derselben Art übertragen werden muß, um sich zur Geschlechtsreife zu entwickeln. Die erste Voraussetzung dieser Übertragung, die Hinausschaffung der Brut aus der Leibeshöhle des Wirtes wird nun bei *Synapta*, dem Wirtstier der *Entoconcha* dadurch bewirkt, daß deren wurmförmig gestreckter Leib bei unsanfter Berührung (und vielleicht auch ohne solche) durch krampfartige Zusammenziehung der Ringmuskeln sich in eine Anzahl von Stücken teilt. Den übrigen Seewalzen kommt aber die Fähigkeit zu, auf äußere Reize hin den Darm mit seinen Anhangsorganen durch die Kloake auszustoßen, so daß nur das vorderste Stück übrigbleibt, von welchem aus in der Zeit mehrerer Wochen eine Regeneration des Darmes stattfindet. Da dabei mit Larven auch noch unreife Parasiten ausgestoßen werden, die im Meerwasser zu Grunde gehen müssen, so ist die Angabe von Bonnevie bemerkenswert, daß die in einer Holothurie vorhandenen Exemplare von *Enteroxenos* „sich nie gleichmäßig über die ganze Darmwand des Wirtes verteilen, sondern vorzugsweise an dem Vorderende des Darmes festsetzen, also

an dem Teil, welcher zurückbleibt, wenn der ganze übrige Darmkanal ausgeworfen wird“.

Wie die Larven von *Enteroxenos* in den Darm, die Wasserlunge und den Eileiter gelangen (denn auch die beiden letztgenannten Organe werden von dem Parasiten besetzt gefunden) ist noch nicht bekannt. Es könnte in den Eileiter ein aktives Einwandern erfolgen, in den Darm und die Wasserlunge aber eine passive Aufnahme mit der Nahrung und mit dem Atemwasser.

Die uns zur Verfügung stehende Zeit gestattet es nicht, noch weitere Beispiele eingehend zu erörtern. Wir müssen bei den folgenden Auseinandersetzungen auf den bisher angeführten fußen und können das Tatsachenmaterial nur durch gelegentliche Hinweise ergänzen.

So lassen Sie uns jetzt im allgemeinen betrachten, welcher Art der

### Einfluß der parasitischen Lebensweise auf den Parasiten

ist. — Dieser Einfluß erstreckt sich nicht bloß auf die äußere Form und den inneren Bau des ausgewachsenen Parasiten, sondern infolge der oft so komplizierten aktiven und passiven Wanderungen, welche der Parasit durchmachen muß, um an den Ort zu gelangen woselbst er sein Schmarozertum betätigen kann, auch auf die gesamten Formzustände seiner Entwicklung, vom Ei angefangen.

#### a) Äußere Form und Bau.

Gewöhnt sich ein Tier, das bisher seine Nahrung fand indem es schwächere Tiere als Räuber überwältigte, daran, bei stärkeren und größeren zu schmarozen, so muß es sich in seiner Form und seinen Lebensgewohnheiten diesem anpassen, und zwar mit besonderer Beziehung auf jenen Teil des Wirtskörpers, welchen es als Schmarozer auszubeuten hat. Die Laus, von fliegenden Insekten mit beißenden Mundteilen abstammend, hat verkümmerte Kiefer, als Ersatz für diese aber ein Stilet zum Anbohren der menschlichen Haut und einen Saugrüssel zum Blutsaugen erworben. Anfangs hat wahrscheinlich der Lausahne, gleich den Stechmücken, den Menschen bloß vorübergehend zum Zwecke des Nahrungserwerbes besucht, allmählich wurde der Parasitismus aber ein bleibender. Damit gingen die Flügel verloren und indem der Wald von Haaren

zum schützenden Aufenthaltort erwählt wurde, wandelten sich die Füße derart um, daß sie nun nicht mehr zum Laufen geschickt sind, sondern mit ihrem einschlagbaren Endgliede zum Festhalten und Klettern an den Haaren dienen. Da der Parasitismus in erster Linie auf den Nahrungserwerb abzielt, so sind es die diesem dienenden Organe, welche zuerst beeinflusst werden. Wir haben gesehen, wie bei den Krebstieren die ursprünglich der Ergreifung und Zerkleinerung der Nahrung dienenden Kieferfüße sich, wie bei der *Laus* in Saugapparate umwandeln oder gänzlich verloren gehen, um durch wurzelartige hohle Hautfortsätze ersetzt zu werden, welche anfangs bloß zum Festhalten dienend, nach dem Verlust der Mundöffnung durch ihre Wand hindurch Blut und Gewebefäße der Wirte auffangen und dem Darm des Parasiten zuführen. Dieser Darm selbst wird aber schließlich, da es sich um direkt assimilierbare Nahrung handelt, welche nicht erst einem Verdauungsprozeß unterworfen zu werden braucht, gänzlich überflüssig und geht zu Grunde, so daß, wie bei *Sacculina*, die von den Saugwurzeln kommende Nahrungsflüssigkeit in die Gewebelücken, also direkt zu den einzelnen Zellen des Parasitenkörpers geführt wird. Das gleiche Verhältnis zeigen ja auch die Bandwürmer, deren im Chylus des Wirtes gebadeter Körper diese Nahrung durch seine Haut (auf endosmotischem Wege) aufnimmt. Die Schnecken, welche aufhören ihre Nahrung in freiem Wettbewerb zu suchen, um sich von Gewebeflüssigkeiten und Blut der Stachelhäuter zu ernähren, verlieren Kieferplatte und Radula, ihre sonst so mächtige Leber wird mit dem Aufhören eigener Verdauungsarbeit überflüssig und geht verloren, während das früher so lange Darmrohr sich verkürzt und in den extremsten Fällen ganz schwindet. Bei Parasiten aus höheren Tierklassen, wie Krebsen und Schnecken, geht mit dieser Rückbildung des Darmapparates Hand in Hand eine solche des Kreislaufapparates, der keinen Sinn mehr hätte, wo es keine selbstbereitete flüssige Nahrung gibt, die den Geweben des Körpers zugeführt werden müßte. Und da die Körpersäfte des Wirtes ohnedies Sauerstoff genug enthalten, so können Schnecken ihre Kiemen und Milben ihr Luftröhrensystem verlieren, sobald sie Entoparasiten werden. So bleiben von den gesamten Stoffwechselorganen schließlich meist nur jene übrig, welche die im Lebensprozeß einer jeden Zelle

entstehenden, nicht weiter verwendbaren oder sogar direkt als Gifte wirkenden Endprodukte auszuführen haben, die Nieren oder Exkretionsorgane. Bei Parasiten, die einen lebhaften Neubildungs- und Wachstumsprozeß aufweisen, wie z. B. der fortwährend neue Glieder erzeugende Bandwurm, da sind gerade diese Organe viel komplizierter und reicher ausgestattet, als bei den nächstverwandten parasitischen oder freilebenden Formen, in unserem Falle also den solitären Band- und Saugwürmern sowie den Turbellarien. Hat der Parasit einmal die Fähigkeit des freien Nahrungserwerbes eingeübt, dann wird es für ihn eine Lebensfrage, sich an den Wirt derart festzuheften, daß nicht jede stärkere Wasserströmung oder die Berührung der Wasserpflanzen durch deren Verzweigungen sich der Wirt hindurcharbeitet, ihn abstreife. So entstehen die Saugnäpfe der Egel als Neubildungen oder die Umbildungen der Füße und Fühler zu Saug- und Klammerorganen, wie wir sie bei den Ruderfüßern besprochen haben. Ist diese Festheftung schon für den zeitweiligen Parasiten während der Nahrungsaufnahme wichtig, um wie viel mehr erst für den dauernden Schmarotzer, namentlich einen solchen, bei welchem infolge der Rückbildung des Verdauungsapparates die Ablösung vom Wirt den sicheren Untergang bedeutet. Und dies gilt nicht bloß für Außen- sondern auch für Binnenschmarotzer. Der Leberegel kann nicht ohne Beeinträchtigung seiner Existenz aus den Gallengängen, der Bandwurm sowie der die Grubenkrankheit hervorrufende, blutsaugende Rundwurm *Ancylostoma duodenale* nicht ohne solche aus dem Dünndarm des Menschen in weiter hinten liegende Darmabschnitte weggeschwenmt werden, und so sind denn für den Leberegel Saugnäpfe, für *Ancylostoma* Widerhaken, für die Bandwürmer Saugnäpfe und Hakenkränze als Haftapparate zur Ausbildung gekommen. Während ein, in oder zwischen den Zellen eines Organs geborener Parasit der Haftorgane entbehren kann, werden die eben genannten Bewohner des Darmes von der, durch die Peristaltik hervorgerufenen Bewegung des Darminhaltes stets bedroht. Noch mehr gefährdet sind natürlich die Ektoparasiten, und diese sind daher, wenn ihr Schmarotzertum ein stationäres ist, immer viel besser mit Haftapparaten ausgerüstet als die nächstverwandten Entoparasiten. Man vergleiche die Klammerfüße der Läuse mit den stummelhaften schwachen Füßchen einer

Kräzmilbe und die verschiedenartige Ausbildung der Saugnäpfe und Klammerhaken bei den Saugwürmern. Der Leberegel hat zwei Saugnäpfe, und der Durchmesser des größeren derselben beträgt nur etwa  $\frac{1}{20}$  der Körperlänge, wogegen bei einem in der Kloake von Singvögeln lebenden Distoma die Saugnäpfe  $\frac{1}{3}$  der Körpermasse ausmachen und die auf der Hautoberfläche von Wassertieren lebenden Saugwürmer bis über 100 Saugnäpfe nebst oft sehr komplizierten Hakenapparaten besitzen, so daß das ganze hintere  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$  des Leibes zu einem mächtigen Haftapparate umgewandelt erscheint. Und welche Mannigfaltigkeit bieten die Haftapparate der Krebstiere von einfachen Klammerfüßen und Saugnäpfen angefangen bis zu dem, den eigentlichen Rumpf des Körpers an Länge und Masse weit übertreffenden, Saugwurzelapparat der Sacculina!

Mit der dauernden Festheftung auf oder in dem Wirt werden die Organe der Ortsveränderung überflüssig. Den Saug- und Bandwürmern fehlen die Cilien ihrer Turbellarien-ähnlichen, die parasitischen Schnecken erfahren eine Rückbildung des Kriechfußes, am deutlichsten ist dieser Prozeß jedoch bei Gliedertieren zu beobachten. So haben wir bei den parasitischen Krebstieren gesehen, wie die Rückbildung der Füße der ausgebildeten Tiere parallel geht mit dem Grade des Parasitismus und wie diese Wandlung vom frei umherschwimmenden Nauplius zur Bewegungsunfähigkeit des trächtigen Weibchens sich in der individuellen Entwicklung jeder einzelnen Art vollzieht. Sind einmal die Hebelarme der Füße mitsamt den zu ihrer Bewegung bestimmten Muskeln geschwunden, so greift der Rückbildungsprozeß weiter auf die Gliederung des Körpers und es gehen die Muskeln verloren, welche zur Zeit, da der Parasit sich noch frei im Wasser herumtrieb, die Ringe des Hautpanzers des Körpers gegeneinander verschieben konnten. Ist aber auf eine solche Weise die freiwillige Ortsveränderung unmöglich geworden, dann werden auch jene Organe überflüssig, welche dem Tiere die Kenntnis der Außenwelt vermitteln und es unter normalen Verhältnissen veranlassen, Orten zu entfliehen die Unlustgefühle erregen und besser zuzugende aufzusuchen, also zunächst die Sinnesorgane, wie Augen, Fühler, Gleichgewichtsorgane. Das Organ des Wirtes, in welchem der Parasit lebt, vertritt diesem die ganze Außenwelt, die Reize welche seinem Zentralnervensystem von dieser

einförmigen Umgebung zugehen, sind im Vergleich zum freien Leben in Quantität und Qualität tief herabgesetzt und mit der Vereinfachung der ganzen Organisation und namentlich der Rückbildung der Ortsbewegungsmuskulatur vermindern sich die, vom zentralen Nervensystem zur Peripherie zu entsendenden Erregungen. Es vollzieht sich infolge dessen eine, mit der zunehmenden Intensität des Parasitismus Schritt haltende Rückbildung auch des Nervensystems. Die einzige Organgruppe, welche mit dem Schmarotzertum an Umfang zunimmt, ist die des Geschlechtsapparates und wir werden davon noch eingehend zu sprechen haben.

Die Unterschiede, welche der ausgewachsene Parasit seinen freilebenden Verwandten gegenüber darbietet, lassen sich demnach zum kleineren Teile als Neubildungen, zum größeren hingegen als, dem Funktionswechsel entsprechende, Umbildungen schon vorhandener Organe oder als mehr oder weniger weit gehende Rückbildungen solcher bezeichnen. Bei einfacher organisierten Tieren werden natürlich mehr die Neubildungen in's Auge fallen, wie z. B. die Haftapparate der Saug- und Bandwürmer. Wo aber eine reichere Auswahl an Organen vorliegt, wie z. B. bei den Gliederfüßern, da werden diese, entsprechend den, mit der parasitischen Lebensweise auftretenden neuen Bedürfnissen umgebildet, wie z. B. die Extremitäten der Krebstiere. Stets überwiegen jedoch die Rückbildungen, und sie sind es, welche schließlich den Parasiten so vereinfachen und degradieren, daß an ihm in extremen Fällen auch nicht einmal die Grundzüge der Architektur jener Tierklasse zu erkennen sind, welcher er entstammt. Und so werden schließlich Platt- und Rundwürmer, Krebstiere, Milben und Schnecken zu ungegliederten, anhangslosen, größtenteils von den Gonaden und deren Produkten erfüllten Säcken und Schläuchen, die einander viel mehr ähnlich sehen, als ihren freilebenden Verwandten aus den genannten Tiergruppen. Daraus erklärt es sich, daß zu einer Zeit, da vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte noch in den Kinderschuhen steckten und das System deshalb hauptsächlich auf den äußeren Formverhältnissen der Tiere begründet war, alle derartig degradierten parasitischen Tierformen mit ähnlich einfach gestalteten freilebenden zusammen in der Klasse der „Entozoa“ oder „Helminthes“ vereint wurden. Diese Klasse konnte selbstver-

ständig bloß durch negative Charaktere umgrenzt werden und erst dann, als sich das Chaos der Entozoa lichtetete, indem allmählich die natürliche Verwandtschaft der schmarozenden Arten festgestellt wurde, dämmerte die Erkenntnis, welche Wichtigkeit dem Parasitismus als formbildendem Faktor zukomme. Fortan mehrten sich die systematischen Gruppen, welche neben typisch organisierten Arten auch solche enthalten, in welchen das Typische der Organisation durch Schmarozertum mehr oder weniger entstellt oder ganz abhanden gekommen ist, und man erkannte auch hier die artbildende Kraft der äußeren Lebensbedingungen. Um wie vieles ärmer erschiene das Tierssystem, wenn man auch nur jene Klassen, Ordnungen, Familien und Gattungen ausscheiden würde, welche ausschließlich aus parasitischen Arten zusammengesetzt sind, und wie die Entwicklungs- und Lebensgeschichte (Oecologie), wenn man die verwickeltesten Lebenswege, welche die Parasiten zu durchlaufen haben, aus den genannten Disziplinen ausschaltete.

Ehe wir auf die Wanderungen und die Formzustände der Entwicklung eingehen, müssen wir aber hervorheben, aus welchem allgemeinen Gesichtspunkte, die in unseren Beispielen angeführten, merkwürdigen

#### b) Fortpflanzungsverhältnisse der Parasiten

zu erklären seien.

So groß auch die Degradation sein mag, welche ein Parasit durch die geschilderten Rückbildungen an seinem eigenen Leib erfahren kann, so ist doch seine individuelle Existenz selbst in den extremsten Fällen gesichert, falls er nur durch ausgiebige Haftorgane davor geschützt ist, von seinem Wirt losgerissen zu werden. Allerdings ist dort, wo der Parasit seine Bewegungsorgane eingebüßt hat, dessen Existenz von jener des Wirtes abhängig, was jedoch in der Regel keinen Nachteil für den Parasiten selbst mit sich bringt, da die durchschnittliche Lebensdauer des Wirttieres eine längere zu sein pflegt, als jene des Parasiten. Und wenn dieser auch den Wirt an Leib und Leben schädigt, so ist doch überall zu beobachten, daß diese Schädigung niemals eine solche Höhe erreicht, daß durch sie das Leben des Wirtes früher bedroht erschiene, als dies dem Interesse des Parasiten entspricht. So schont *Sacculina* das Nervensystem ihres Wirtes und die in anderen

Insektenlarven lebenden Schlupfwespenlarven schonen, indem sie den Fettkörper ihrer Wirte verzehren, die übrigen Organe derselben derart, daß die Weiterentwicklung meist nicht gehemmt wird und bewirken schwere Verletzungen erst im Momente, da sie ihren Wirt verlassen, um sich außerhalb desselben zu verpuppen. Die Zungenmilbe (*Linguatula*) erscheint im Jugendzustande, solange sie eingekapselt in der Leber des als Zwischenwirt dienenden Hasen lebt, für diesen ungefährlich; ist sie aber herangewachsen, dann beginnt sie in der Leber zu wandern, durchbohrt dieses Organ nach allen Richtungen und macht ihren Träger so krank, daß dieser viel leichter eine Beute der Hunde, Wölfe oder Füchse wird, als Hasen, die nicht von solchen Parasiten behaftet sind. Und da die genannten Raubtiere in ihrer Nasenhöhle den geschlechtsreifen Zustand der Zungenmilbe beherbergen, so sorgt der Parasit auf solche Weise für seine rechtzeitige Übertragung in den Endwirt. Für die Erhaltung des Individuums ist beim Parasitismus nach jeder Richtung hin gesorgt, und die Bilanz des Stoffwechsels der Binnenschmarotzer, welche, allen Gefahren des freien Lebens entrückt, im Chylus oder im Blute ihrer Wirte leben, ist zweifellos eine weitaus günstigere als die der nichtparasitischen Tiere. Durch die Anpassung an den Parasitismus eröffnen sie sich mit dem denkbar geringsten Arbeitsaufwand eine stets reichlich fließende Quelle leicht assimilierbarer Nahrung.

Ganz anders steht es dagegen mit der Erhaltung der Art. Vor allem dadurch, daß die geschlechtliche Fortpflanzung erschwert oder doch nur in einer Weise ermöglicht ist, die sie eines, im Vergleiche mit der ungeschlechtlichen sehr bedeutungsvollen Vorzuges entkleidet. Der Nachteil für die Erhaltung der Art liegt zunächst darin, daß mit der Festheftung und dem Verluste der Bewegungsorgane die Auffuchung des anderen Geschlechtes zum Zwecke der Begattung sehr erschwert oder ganz unmöglich gemacht wird, was namentlich für die Binnenschmarotzer in Betracht kommt. Damit hängt es zusammen, daß so viele Parasiten Zwitter sind, indem sie entweder sich aus Tiergruppen rekrutieren, bei denen auch die freilebenden Formen hermaphroditisch sind wie z. B. die Plattwürmer, oder indem getrenntgeschlechtliche Formen mit dem Übergange zum Parasitismus zwitterig werden. Schlagende Beispiele der letzteren Kategorie bieten die Rundwürmer (*Nemathelminthes*).

So herrscht bei *Angiostomum nigrovenosum* ein als Heterogonie bezeichneter Generationswechsel, indem zwei in Größe und Form auffallend verschiedene geschlechtliche Generationen aufeinanderfolgen: eine kleine 0,5—1 mm messende, im Schlamm lebende, nur wenige lebende Junge gebärende, getrenntgeschlechtliche und eine in der Froschlunge parasitierende, bis 10 mm lange und viele Hundert Eier produzierende zwitterige Generation. Ein zweites Beispiel dieser Art ist *Strongyloides intestinalis*, ein Rundwurm, der im menschlichen Darm lebt, die cochinchinesische Diarrhoe erzeugt und bloß in einer weiblichen Form bekannt ist. Doch ist es hier noch nicht sicher, ob es sich um Zwitter handelt wie bei der vorher genannten Art, oder ob die Eier ohne befruchtet zu werden, also „parthenogenetisch“ sich entwickeln. Die aus diesen Eiern hervorgehende Generation ist getrenntgeschlechtlich, kaum halb so groß wie ihre Elterngeneration und lebt frei in der Erde.

Bei freilebenden hermaphroditischen Tieren ist in mannigfaltiger Weise dafür gesorgt, daß trotz der Vereinigung weiblicher und männlicher Organe in einem und demselben Individuum, doch keine Selbstbefruchtung stattfinden kann, sondern die beiderlei Geschlechtszellen, aus deren Verschmelzung erst das entwickelungsfähige Ei hervorgeht, verschiedenen Individuen entnommen werden müssen. Die verbreitetste Vorkehrung zur Verhinderung der Selbstbefruchtung besteht darin, daß sich die beiderlei Geschlechtsorgane nicht gleichzeitig, sondern nacheinander entwickeln, so daß das jüngere Tier, in welchem zunächst bloß die männlichen Organe reif werden, als Männchen fungiert, um später erst, wenn die männlichen Organe rückgebildet sind, die weiblichen zur Reife zu bringen. Aus dieser, auch als „successiver Hermaphroditismus“ bezeichneten Einrichtung hat sich, indem bei den verschiedenen Individuen bald die männlichen, bald die weiblichen Geschlechtsorgane unentwickelt blieben, allmählich die Spaltung in bloß männliche und bloß weibliche Geschlechtszellen produzierende Individuen, die Geschlechtsstrennung, herausgebildet. Die hohe Bedeutung der, auf solche Weise auch bei hermaphroditischen Tieren gesicherten, Wechsellkreuzung für die Erhaltung der Art besteht darin, daß durch die Vermischung der Vererbungsstoffe zweier Individuen die Wirkung einseitig-individueller Anpassungen herabgesetzt und für das Vermischungsprodukt, das

entwicklungsfähige befruchtete Ei, die Möglichkeit einer größeren Variationsbreite geschaffen wird. Um dieser Neuorganisation der Keimsubstanz nicht verlustig zu gehen, haben sich schon bei typisch zwitterigen Parasiten sehr merkwürdige Einrichtungen herausgebildet. So vor allem die Zwillingbildungen mancher an Fischkiemen lebenden Saugwürmer, über deren einen ich Loosß das Wort gebe: „Die am längsten bekannte, hierhergehörige Form ist das sonderbare Doppeltier *Diplozoon paradoxum* (fig. XXI), ein Wurm von X-artiger Gestalt, der nicht selten und oft in ganzen Gesellschaften beisammen an den Kiemen der Flußfische . . . lebt. Bei genauerer Beobachtung stellt sich heraus, daß dieses eine Individuum aus zwei vollständigen Würmern von normaler Gestalt besteht, die in Form eines Kreuzes fest miteinander verwachsen sind. Aus den Eiern dieses Wurmes schlüpfen isolierte Junge, welche sich neben den Eltern an den

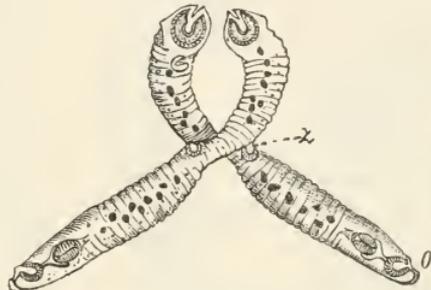


fig. XXI.

*Diplozoon paradoxum* nach Zeller.

o Mundsaugnapf, z Rückenzapfen, der vom Bauchsaugnapf des Genossen erfaßt wird.

Kiemen des Wirtes festsetzen und sich durch den Besitz eines ventralen Saugnapfes und eines gegenüber auf der Rückseite stehenden kleinen Zapfens (z) auszeichnen, Tiere, die man bereits früher kannte und mit dem Namen *Diporpa* belegt hatte. Zeller konnte nun beobachten, wie diese *Diporpen* bald nach ihrer Geburt einander auffuchen, und jede mit ihrem ventralen Saugnapfe unter Drehung des hinteren Körperteiles den Rückenzapfen der anderen erfassen und in dieser Lage schließlich fest und dauernd miteinander verwachsen. Beide Tiere besitzen noch vollkommen entwickelte männliche und weibliche Geschlechtsorgane, und zwar treten dieselben bei der Verwachsung so zueinander in Beziehung, daß die männlichen des einen und die weiblichen des anderen in direkte Verbindung miteinander kommen, beide Tiere sind eigentlich in einer steten Wechselbegattung.“

Fast noch merkwürdiger als diese Tatsache erscheint aber der Umstand, daß das geschilderte Auskunftsmittel zur Vermeidung der Selbstbefruchtung bei den, auf den Kiemen

mariner Fische lebenden Vertretern der Gattung Didymozoon eine weitere Vervollkommnung dadurch erfahren hat, daß die beiden zu einem „Zwillingsstier“ verbundenen Individuen nicht mehr beiderlei Geschlechtsorgane ausbilden, sondern das

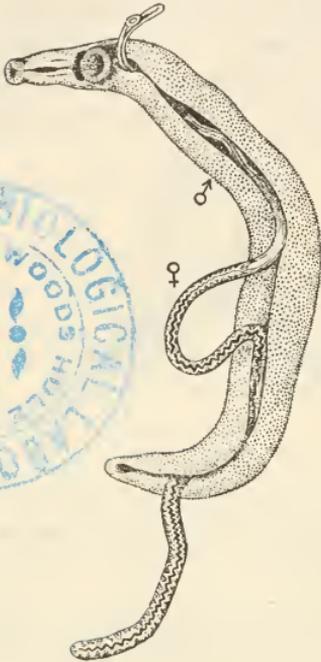


fig. XXII.

*Schistosomum haematobium* nach  
Loos-Brann.

♂ Männchen, welches die Seitenteile bauchwärts einschlägt und so einen, das Weibchen (♀) umfassenden Kanal herstellt.

eine bloß die weiblichen, das andere bloß die männlichen. Ein analoger Vorgang hat sich bei einem in Afrika, besonders häufig in Unter-ägypten, vorkommenden Parasiten des Menschen, dem *Schistosomum haematobium*, abgespielt. Dieser Saugwurm lebt in der Pfortader und ihren Verzweigungen und zwar stets paarweise (fig. XXII) derart beisammen, daß das viel massivere breite Männchen (♂) durch Einkrümmung der Seitenteile seines Körpers zur Bauchfläche einen Kanal herstellt, in welchem das als ein langer drehrunder Faden erscheinende Weibchen (♀) festgehalten wird. Wie dieser Schmarotzer in das Blutgefäßsystem des Menschen gelangt, ist noch nicht bekannt. Wahrscheinlich wird er mit einem im Wasser lebenden Zwischenwirt in den Darm übertragen und wandert durch dessen Wandung in das Blut. Ob die Paarung schon im Darm, oder erst im Blute erfolgt, ist ebenso eine ungelöste Frage wie die folgenden: Was geschieht hier

mit Einzeltieren, welche ohne Genossen in die Pfortader eindringen? Können die Eier eines solchen, wenn es ein Weibchen ist, unbefruchtet zur Entwicklung kommen? Oder gehen solche „Einschichte“ im Blute oder schon im Darm zu Grunde, ohne den Weg ins Gefäßsystem anzutreten?

Sicher ist, daß andere zwitterige Saugwürmer gleich den Bandwürmern, wenn sie vereinzelt im Inneren ihrer Wirte eingeschlossen sind, sich mit der Selbstbefruchtung behelfen.

für getrenntgeschlechtliche Schmarotzer erwachsen der Begattung vor allem aus dem Grunde Schwierigkeiten, weil vielfach bloß die Weibchen eine parasitische Lebensweise führen. Für Außenschmarotzer ohne oder mit nur geringen Rückbildungserrscheinungen, wie Stechmücken und Bremsen, ist dieser Umstand von keiner Bedeutung, aber schon bei dem südamerikanischen Sandfloh geht jedes begattete Weibchen für die Fortpflanzung verloren, wenn es nicht ein Säugetier findet, in dessen Haut es sich einbohren kann, denn nur in dieser kommt sein Eierstock zur Reife. Noch bedenklicher wird die Lage bei den ruderfüßigen Krebstieren (Copepoda), bei denen, wie wir gesehen haben, der Parasitismus der Weibchen indirekt eine Degradation der nichtparasitischen Männchen verursacht, indem diese ihre Entwicklung schon in einem frühen Larvenzustande sistieren, um das aus dem Ei mitgebrachte Bildungsmaterial zu einer Frühreise der männlichen Keimorgane und zur Ausbildung von Klammerorganen zu verwenden, mittels deren sie sich, Parasiten gleich, in der Nähe der Geschlechtsöffnung ihrer Weibchen als „Zwergmännchen“ festheften (fig. XIV, 4, m).

In Bezug auf diese Verhältnisse ist ohne Zweifel eine der interessantesten die Würmerfamilie der Myzostomidae. Wir haben dieselbe schon eingangs unserer Erörterungen (S. 7) als Beispiel für den Kommensalismus angeführt. Es gibt aber auch Entoparasiten unter ihnen, die sich schon als junge Tiere entweder in die Haut von Stachelhäutern einbohren oder im Darne von solchen leben. Die ersteren werden von einer, durch Wucherung der Haut des Wirtes entstehenden, oft verfallenden Zyste umschlossen, und wenn man die Geschlechtsverhältnisse dieser Zystenbewohner betrachtet, so findet man folgendes. Vor allem sei bemerkt, daß alle Myzostomiden successive Hermaphroditen sind, deren jugendlich-männliche Phase mehr weniger scharf von der späteren weiblichen geschieden ist. Manche zystenbewohnende Arten zeigen keinerlei Differenz von den als Kommensalen lebenden, d. h. man findet in einer Zyste 1–3 solcher Tiere, die wahrscheinlich, wenn sie allein bleiben, ihre Eier selbst befruchten, indem sie in der Höhe ihrer männlichen Reife ihre Spermien in die Zyste ergießen, die hier bis zur Befruchtung der später reifenden Eier lebensfähig bleiben. Dann gibt es solche, welche stets paarweise in den Zysten vorkommen, wo aber beide Ju-

dividuen in Größe und Gestalt einander gleichen, bei welchen daher die Bedingungen für Wechselkreuzung immer vorhanden sind. Endlich finden sich bei manchen Arten zwei Individuen in einer Zyste vereint, von denen das eine groß und weiblich entwickelt ist, während das andere bloß  $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{100}$  der Größe seines Genossen ausmachende nur männliche Organe darbietet. So finden sich in dieser Familie wahrscheinlich folgende Typen vertreten: Hermaphroditen mit regelmäßiger Selbstbefruchtung, Hermaphroditen mit gegenseitiger Befruchtung und schließlich Geschlechtstrennung in jener extremen Form, bei welcher das Schmarozertum zu einem Stehenbleiben des Männchens auf einer früheren Entwicklungsstufe geführt hat. Der Unterschied dieses letzteren Typus gegenüber den parasitischen Copepoden besteht zunächst darin, daß bei diesen das Männchen freilebend, bei den Myzostomiden aber gleich dem weiblichen Genossen ein stationärer Entoparasit ist. Noch wichtiger ist der Unterschied, daß es sich bei Copepoden um, wenngleich in Größe und Gestalt sehr verschiedene, Männchen und Weibchen handelt, wogegen die beiden in einer Zyste eingeschlossenen Myzostomen beide successive Hermaphroditen darstellen, von denen der eine beiderlei Geschlechtsperioden hintereinander durchmacht oder mit Unterdrückung der männlichen Periode gleich die weibliche Reife erlangt hat, während der andere in der männlichen Reife stehen geblieben ist. Der letztere Fall nähert sich den bei Copepoden herrschenden Verhältnissen, indem wir es bei diesen mit ausgewachsenen Weibchen und „Zwergmännchen“ zu tun haben, während im ersteren Fall ein Zwitter mit einem Männchen zusammenlebt, so daß dieses nicht absolut notwendig zur Befruchtung der Eier des ersteren erscheint, aber wohl eine erhöhte Sicherheit für die Befruchtung und dazu noch den Vorteil bietet, daß durch das Eingreifen des — in solchen Fällen als „Komplementär-Männchen“ bezeichneten — kleineren Individuums die Selbstbefruchtung durch Wechselkreuzung ersetzt werden kann.

Ähnlichen Geschlechtsverhältnissen wie bei den Myzostomiden begegnen wir bei den Rankenfüßern, sowohl den parasitischen wie den nichtparasitischen.

In allen den angeführten Beispielen sind entweder beide Geschlechter durch den Parasitismus auf einer im Vergleiche mit den freilebenden Verwandten niederen Entwicklungsstufe

festgehalten (alle angeführten Krebstiere), oder nur die als Männchen funktionierenden, während die, die Rolle der Weibchen spielenden eine höhere Entwicklungsstufe erreichen (Myzostomiden). Der umgekehrte Fall, eine Weiterentwicklung des Männchens und ein Stehenbleiben des Weibchens auf einer tieferen Stufe findet sich bei der merkwürdigen Insektenordnung der *fächerflügliger* (Strepsiptera). Die madenartigen Larven dieser (fig. XXIII, d) leben parasitisch im Hinterleibe von Wespen- und Bienenlarven und ernähren sich wahrscheinlich von deren Blute, da ihre Mundteile verkümmert sind und der Darm keinen After besitzt. Sie machen mit ihren Wirten die Metamorphose durch, und wenn letztere als fertiges Imago ausfliegen, sind die Strepsipterenlarven zu Puppen geworden. Diese bestehen aus einem weichen, geringelten Hinterleibe und einem harten Kopfbruststück, welches zwischen zwei Hinterleibsringen des Wirtes hervorstos-  
 gestossen wird. Für das Weibchen bedeutet die Puppe das Ende der Entwicklung: in ihr bilden sich sehr einfache Eierstöcke, deren Eier sich innerhalb des mütterlichen Körpers zu sechsbeinigen Larven (c) entwickeln, welche durch besondere Geburtsöffnungen (o) nach außen entlassen werden. Während so das Weibchen auf einem früheren Entwicklungsstadium stehen bleibt, kriecht aus der männlichen Puppe das geflügelte Imago heraus, um sofort das Weibchen zu begatten und dann zugrunde zu gehen. Die sechsbeinigen Larven halten sich nach dem Ausschlüpfen am Leibe der Wespe oder Biene fest, um, wenn diese in ihr Nest zurückkehren, abzuspringen und sich in die Larven der genannten Immen einzubohren. Nach der Einbohrung häuten sie sich

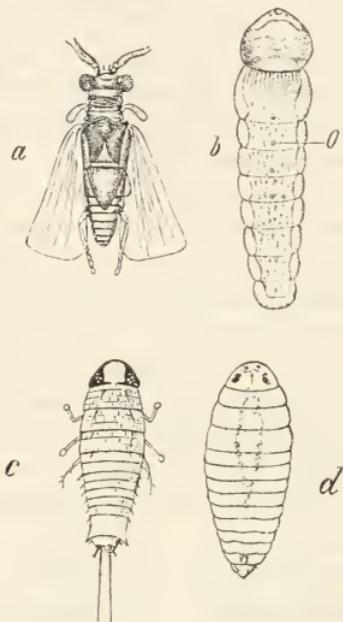


fig. XXIII.

*Xenos rossii*, nach Naffonow-Grobben.

a Männchen, b Weibchen von der Bauchseite betrachtet, c freies Larvenstadium, d fußloses parasitisches Larvenstadium, o eine der vier Geburtsöffnungen.

und wandeln sich in die fußlosen Maden (d) um. Bei den Fächerflüglern leben demnach Männchen und Weibchen, wenn gleich verschieden lange, parasitisch und der Parasitismus hat beide Geschlechter beeinflusst, da ja beide verkümmerte Mundteile besitzen. Aber das Männchen macht, im Gegensatze zu den früher besprochenen parasitischen Krebstieren seine volle Entwicklung durch. Höchst merkwürdig sind auch die zwei aufeinander folgenden Larvenformen, von denen die eine ausschließlich dem Bedürfnisse der Überwanderung in ein neues Wirtsindividuum angepaßt ist. Auch sind die Fächerflügler ein schönes Beispiel dafür, wie bei den Parasiten in noch viel intensiverer Weise als bei freilebenden Tieren das Weibchen weit mehr mit der Sorge für die Erhaltung der Art belastet ist als das Männchen. Während in der Brutpflege freilebender Tiere das letztere häufig Anteil nimmt an der Herbeischaffung der Nahrung für die Jungen und diese sowie die Weibchen vor Feinden schützt, sind die Männchen parasitischer Tiere meist zu Begattungsmaschinen herabgesunken. Das Weibchen dagegen erschöpft sich in der Produktion von Eiern, oft in dem Maße, daß ihm nicht einmal genug Material übrig bleibt, um die Ausbildung des eigenen Leibes zu vollenden. Dieselbe Erscheinung, das Stehenbleiben auf einer früheren Entwicklungsstufe, hat demnach ganz entgegengesetzte Ursachen bei den verschiedenen Geschlechtern. Sie tritt beim Weibchen der Strepssipteren ein als Folge der übermäßigen Inanspruchnahme für die Erhaltung der Art, bei den Zwergmännchen der parasitischen Krebse dagegen deshalb, weil deren Weiterexistenz nach Vollzug der Begattung gänzlich überflüssig geworden ist.

Die allgemeinste, bei allen Graden des Parasitismus, sowohl der zwitterigen als auch der getrennt-geschlechtlichen Tiere auftretende Folgeerscheinung der schmarotzenden Lebensweise ist die Vergrößerung der Gonaden (Geschlechtsdrüsen) und ich habe in der Einleitung zu unseren Betrachtungen darauf hingewiesen, wie diese Erscheinung schon bei gelegentlich schmarotzenden Individuen sonst freilebender Tierarten auffällt. Sie tritt bei den weiblichen Gonaden aus dem Grunde viel auffallender in die Erscheinung als bei den männlichen, weil die Eizelle umso vieles größer ist als die Samenzelle. Ich erinnere bloß an die, die Eizelle darstellende Dotterkugel des Vogeleies, deren Durchmesser nach Zentimetern mißt, während

die Samenzelle ein überaus feines Fädchen von selten mehr als 1 mm Länge darstellt. Daher haben hermaphroditische Parasiten eine bedeutendere Durchschnittsgröße als ihre nächsten freilebenden Verwandten, wie man z. B. sehr schön bei den Strudelwürmern sehen kann, daher weisen aber auch die Weibchen getrenntgeschlechtlicher Tiere so oft schon bei freilebenden, noch viel allgemeiner und in höherem Grade jedoch bei schmarozenden Tieren eine bedeutendere Körpergröße auf, als die Männchen derselben Art. Natürlich wird der Unterschied im Umfange der Geschlechtszellen bei Tieren mit erheblicher Normalgröße des Körpers keinen solchen Ausschlag geben wie bei kleinen Tieren. Bei Schmarozern wird die Größenzunahme des ganzen Körpers gewiß zu einem Teile auf die günstigere Stoffwechselbilanz zurückzuführen sein — in der Hauptsache kommt sie jedoch auf Rechnung des größeren Umfanges der Keimorgane (Eierstöcke oder Keim- und Dotterstöcke). Die Vermehrung der Geschlechtszellen dient aber der vornehmsten Aufgabe eines jeden Lebewesens, der Erhaltung der Art. Dies geht schon aus der Tatsache hervor, daß sie Schritt hält mit der Intensität (dem Grade) des Parasitismus und den Nachteilen, welche dieser für die Entwicklung der Brut des Parasiten mit sich bringt.

Während das freilebende Tier seine Eier in die ihnen zusagenden Existenzbedingungen bringt und oft durch eine weitgehende Brutpflege für die Entwicklung der Embryonen und ausgeschlüpften Larven vorsorgt, überläßt der Schmarozer seine Eier ihrem Schicksale, das ein umso zweifelhafteres sein wird, je älter sein Schmarozertum ist. Denn in einem solchen Falle erstreckt sich die Anpassung nicht allein auf Form und physiologische Bedürfnisse des ausgebildeten Tieres, sondern es sind durch Vererbung auch den Jugendzuständen gewisse anatomische und physiologische Eigentümlichkeiten angezüchtet. Die Larven werden nämlich nur selten gleich nach dem Ausschlüpfen auf oder in dem Wirte des Elters zu leben imstande sein, da ja die allgemeine Regel, daß junge Tiere andere Nahrung und andere äußere Existenzbedingungen heischen als die geschlechtsreifen Formen derselben Art, auch bei Schmarozern Geltung hat. Dem Embryo oder der Larve des Parasiten wird meist das Bedürfnis innewohnen, eine Zeitlang im freien — in trockener oder feuchter Erde, in klarem oder

in schlammigem, in fließendem oder in stehendem Wasser — zu verweilen, die Weiterentwicklung wird dann nur in einem bestimmten Zwischenwirt oder, wenn schon im definitiven Wirte, doch sehr häufig in einem anderen Organ desselben erfolgen müssen als es jenes ist, das den geschlechtsreifen Zustand beherbergt. Wie unsicher sich dadurch der Lebensweg eines Parasiten stellen muß, können wir an einem schon besprochenen Beispiele dartun. Die Eier des bewaffneten Bandwurmes *Tania solium* werden mit der Jauche in der Umgebung menschlicher Wohnstätten verbreitet. Auf feuchter Unterlage können sie längere Zeit am Leben bleiben, doch werden sie durch Austrocknung getötet. Sie müssen also, wenn sie nicht zugrunde gehen sollen, auch unter günstigen Umständen binnen einer bestimmten Zeit von einem Zwischenwirte aufgenommen werden und durch den Magen desselben hindurchgehen, ohne daß mit der Schale auch die von derselben umschlossene Hakenlarve vom Magensaft gelöst wird. Dann kann letztere durch die Darmwand hindurch in die Organe des Zwischenwirtes gelangen und hier zur Finne auswachsen. Aber von den verschiedenen Tieren, in welchen die Hakenlarve der *T. solium* sich zum Blasenwurm entwickelt, bietet nur das Schwein Aussicht, diesen in den Menschen zu übertragen. Die Blasenwürmer in den anderen Zwischenwirten müssen fast ausnahmslos zugrunde gehen. Aber auch im Schweine wird eine Anzahl der Hakenlarven in Organe kommen, welche ihnen überhaupt nicht die nötige Nahrung bieten. Andere Organe werden zwar den Finnen die volle Entwicklung ermöglichen, aber, da sie vom Menschen nicht gegessen werden, keinerlei Aussicht eröffnen, als Mittel für die Übertragung in diesen Endwirt zu dienen. Von jenen Finnen, welche den günstigsten Platz, die quergestreiften Muskeln erreicht haben, wird ein Großteil dadurch getötet werden, daß das Fleisch geräuchert, gekocht oder gebraten wird, bevor es ein Mensch verzehrt. Sollten aber die finnigen Muskeln auch roh und mit noch lebensfähigen, der Gefahr des Zerfautwerdens entronnenen Finnen den menschlichen Magen erreichen, so droht diesen noch die Gefahr, daß mit ihrer Blasenwand auch der Kopf ein Opfer der Verdauungssäfte wird. Ist schließlich auch diese letzte Klippe überwunden, dann mag der Bandwurmkopf sich im Dünndarm anheften und zum

Bandwurm auswachsen. Seine normale Lebensdauer von mehreren Jahren wird er aber nur dann erreichen, wenn sein Wirt nicht früher stirbt oder, wenn der Arzt dieses Wirtes — was ja in Ländern, deren Ärzte nicht genügend naturwissenschaftlich gebildet sind, vorkommen soll — das Bandwurmliden nicht als solches erkennt und deshalb keine Abtreibungskur verordnet. Schon eine kurze Überlegung aller dieser, das Bandwurmliden bedrohenden Fährlichkeiten wird den Schluß gerechtfertigt erscheinen lassen, daß von Millionen Bandwurmeiern kaum eines dahin gelangt, seine Existenz voll auszuüben. Daraus geht aber hervor, daß der bewaffnete Bandwurm des Menschen aussterben würde, wenn er nicht die von uns früher berechnete Riesensumme von Eiern produzierte. Dabei ist unsere Berechnung sehr weit hinter der Wirklichkeit zurückgeblieben, indem wir nur jene Zahl von Gliedern als Grundlage nahmen, welche der genannte Bandwurm im Momente besitzt, da seine volle Größe erreicht ist und die Abstoßung der reifen Glieder beginnt. Da wir aber die durchschnittliche Lebensdauer der *Taenia solium* mit mindestens 2 Jahren annehmen müssen und in jedem Jahre etwa 800 Glieder abgestoßen werden, so betrüge die Gesamt-Eiproduktion eines Bandwurmlidens dieser Art nicht 40 — wie wir früher (S. 37) berechneten — sondern etwa 80 Millionen.

Die bei den fettenbildenden Bandwürmern zu sehr hoher Bedeutung gelangte Vermehrung der Anzahl der Gonaden ist nur eine der mannigfaltigen Arten, wie die Summe der Nachkommenschaft vergrößert werden kann. Denn auch ohne eine solche, kann die einfache Vergrößerung der in der normalen Zahl vorhandenen weiblichen Gonaden, fast das gleiche Resultat zustande bringen. Sie bildet die Regel bei den Krebstieren und den Rundwürmern, und für letztere liegen auch zahlenmäßige Angaben vor. So gibt Eschricht für den gemeinen Spulwurm der Kinder (*Ascaris lumbricoides*) an, daß er binnen Jahresfrist 64 Millionen Eier produziere. Da das Weibchen dieses Parasiten aber höchstens 40 cm lang und 5 mm dick wird, so kann die geringe, bloß 0,05 mm betragende Größe der Eier nicht überraschen, wohl aber muß die interessante Berechnung, welche Leuckart an diese Fruchtbarkeitsziffer knüpft, jeden Laien mit Staunen erfüllen. Als spezifisches Gewicht das des Wassers ange-

nommen, repräsentiert jedes Ei  $0,0000654$  mgr, die 64 Millionen demnach eine Masse von  $41,856$  mgr. Da nun der ausge-

wachsene weibliche Spulwurm ein Reingewicht von  $2,4$  gr — mit Eierstock  $3,4$  gr — besitzt, so produziert der Spulwurm in einem Jahre auf  $100$  gr Eigengewicht nicht weniger als  $174.000$  gr Eisubstanz, ungefähr  $13$  mal so viel wie die Bienenkönigin, deren Produktivität für  $100$  gr etwa  $13.000$  gr beträgt. Da das menschliche Weib, wenn es ein Kind gebiert, für dieses im Laufe des Jahres auf  $100$  gr etwa  $7$  gr erübrigt, so ist der Spulwurm hier nach so fruchtbar, wie ein Weib, welches täglich  $70$  — sage siebenzig! — Kinder zur Welt bringen würde. Es erreicht der Spulwurm demnach in einem Jahre einen weit größeren Effekt als der Bandwurm, bei welchem zu der Vergrößerung der Keimorgane eines einzelnen Gliedes noch die Vervielfältigung dieser letzteren hinzukommt.

Wie absonderliche, die kühnste Phantasie übertreffende Tierformen durch diese einseitige Vergrößerung der weiblichen Gonaden entstehen können, zeigt uns der Rundwurm *Sphaerularia bombi* (fig. XXIV), ein Tier, dessen räthelhafte Form durch viele Jahre Gegenstand em-

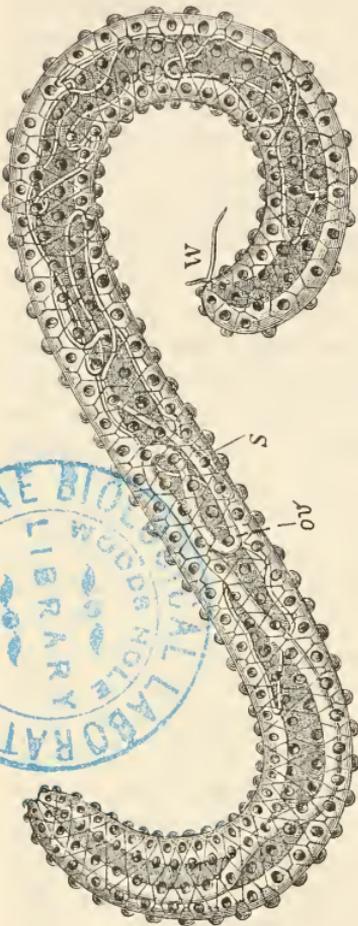


fig. XXIV.

*Sphaerularia bombi* nach Leuckart-Grobben.

Weibchen (W) mit ausgefüllter Scheide (S), in welcher der Eierstock (ov) enthalten ist.

wesen anfangen, das aus einem  $20$  mm langen und  $1$  mm dicken zylindrischen Schlauche bestand, dessen Wand von einer einfachen Zellenlage gebildet war, während in seinem Inneren

keine anderen Organe als ein vielfach gewundener Eierstock enthalten waren und an einem Ende des Schlauches ein etwa 1 mm langer Rundwurm (w) hing. Man dachte anfänglich an ähnliche Verhältnisse wie bei parasitischen Krebsen und hielt den großen Schlauch für ein rückgebildetes Weibchen, den kleinen Rundwurm aber für dessen Zwergmännchen. Indessen enthielt dieses keine Geschlechtsorgane und noch merkwürdiger war die Wahrnehmung, daß die Außenwand des großen Schlauches sich direkt in die Binnenauskleidung des kleinen Rundwurmes fortsetzte. Wie viel Kopfzerbrechen hat all' dieses meinem Lehrer C. Th. von Siebold verursacht, bis es im Jahre 1885 R. Leuckart gelang, das Rätsel aufzuklären! Da zeigte sich, daß die in der Leibeshöhle von Hummeln lebenden Jungen der Sphaerularia im Spätsommer aus der Hummel auskriechen um in der Erde zu geschlechtsreifen Männchen oder Weibchen zu werden, von denen die ersteren bald nach der Begattung zugrunde gehen. Die befruchteten Weibchen dagegen bohren sich in die, in der Erde überwinternden Hummelweibchen ein und machen in deren Leibeshöhle folgende Umwandlung durch. Der aus einem langgestreckten Eierstock und einer ausführenden Scheide bestehende Geschlechtsapparat tritt mit zunehmendem Wachstum des Eierstockes zur Geschlechtsöffnung hervor, indem die Scheide (S) sich ausstülpt. Deren innere Auskleidung wird zur Außenwand des zur Geschlechtsöffnung heraushängenden Schlauches, in dessen Inneres der ganze Eierstock und ein Teil des Darmes aufgenommen wird und welcher schließlich durch enormes Wachstum des Eierstockes so heranwächst, daß der eigentliche Körper nur einen kleinen Anhang der Scheide bildet. Dieser Anhang fällt schließlich ganz ab, während der Eierstockschlauch eine nach vielen Tausenden zählende Brut entwickelt, die sich in der Leibeshöhle der Hummel verteilt. Looss drückt dieses Verhältnis in folgenden Worten aus: „Die Sphaerularia repräsentiert am Ende ihrer Entwicklung nichts anderes, als ein zu völliger Selbständigkeit gelangtes Organ, das seine ursprüngliche Ausdehnung 60.000 mal übertrifft, und in Bezug auf seine Massenhaftigkeit das 15—20fache des gesamten Körpers dem es früher angehörte, erreicht! Fürwahr Verhältnisse, wie sie kaum irgendwo in der Tierreihe wieder vorkommen werden, und wie sie nur bei Parasiten

möglich sind; wächst doch hier ein einziges Organ weit über das Maß des Körpers, dem es angehört hinaus, trennt sich von demselben und findet in einem fremden Organismus die Bedingungen für Ernährung und Weiterwachstum, die ihm von rechts wegen der eigene hätte bieten müssen“. Ganz ähnliche Verhältnisse bietet der in der Leibeshöhle einer Gallmücke lebende Rundwurm *Atractonema gibbosum*.

Eine dritte Art, die Nachkommenzahl zu vergrößern besteht darin, daß schon die Jugendzustände die Fähigkeit erlangen sich zu vermehren. Wir haben bei Besprechung der Bandwürmer (S. 37) gesehen, wie diese multiplikative Vermehrung des Blasenwurmszustandes umso ausgiebiger wird, je geringer die Zahl der Glieder und der in dem einzelnen Gliede enthaltenen Eiermenge ist. Und bei den nur einen einzigen Geschlechtsapparat besitzenden Saugwürmern sahen wir (S. 32) eine 1—4malige Multiplikation während der Entwicklung Platz greifen und um hier nur eine der weiteren, in der Natur verwirklichten Möglichkeiten zu erwähnen, sei darauf hingewiesen, daß bei den Keimschläuchen mancher Saugwürmer neben der, in ihrem Innern vor sich gehenden Brutbildung auch noch eine Vermehrung durch Querteilung oder Bildung sich ablösender Knospen erfolgen kann. Das beste Beispiel dafür, welche ungeheure Nachkommenzahl durch aufeinanderfolgende multiplikative Vermehrungen in kurzer Zeit produziert werden kann, bieten jedoch die Artiere, namentlich das besprochene Malaria-Plasmodium (S. 21). Wenn Sie sich der angeführten Zahlen erinnern, muß Sie ein Grauen erfassen bei dem naheliegenden Gedanken, daß die enorme Vermehrungsfähigkeit der Parasiten allmählich zur Vernichtung der diesen als Wirte dienenden Tierarten führen werde. Denn es scheint die Annahme berechtigt, daß trotz allen von uns geschilderten Fährlichkeiten, welche ein Bandwürmembryo auf seiner Lebensreise zu bestehen hat (S. 72), von den vielen Millionen Eiern eines Bandwurmes doch ein gewisser Prozentsatz sein Ziel erreichen, und daß von den theoretisch nach Milliarden zu berechnenden Nachkommen eines Malaria-Plasmodiums wenigstens einige Hundert übrig bleiben müßten, obgleich ihre Endwirte, die Mücken, in ungeheuren Mengen von Vögeln, von Sturm und Regen vernichtet werden und jeder so zu Grunde gehende infizierte Anopheles den

Tod von vielleicht einer Million Sporozoiten bedeutet, während andererseits der Körper eines jeden, einmal von Malaria befallenen, Menschen zum Grabe von Milliarden Parasitenindividuen (Gametoblasten) wird, wenn letzteren die Möglichkeit genommen ist, in einen Anopheles überführt zu werden, indem der betreffende Mensch entweder an der Malaria stirbt oder nach Überstehen der Krankheit in eine von Anopheles freie Gegend übersiedelt.

Diese Annahme wäre aber falsch. Denn es gelangt, wie U. Weismann in seinem vor 25 Jahren in Salzburg gehaltenen, so gedankenreichen Vortrage „Über die Dauer des Lebens“ auseinandergesetzt hat, von der ganzen Brut eines solchen Parasiten nur ein einziges Individuum dazu, sein Dasein ganz auszuleben!

Die Voraussetzungen, auf welchen dieser Satz beruht, sind folgende. Zunächst die Beobachtung, daß bei den im Naturzustande lebenden Tieren, „eine große Stabilität in der Zahl der gleichzeitig lebenden Individuen eingetreten ist, so zwar, daß auf einem bestimmten Wohngebiete die Zahl der Individuen sich innerhalb eines größeren Zeitraumes annähernd gleich bleibt“ und Störungen dieses Gleichgewichtes nur lokal und auch nur vorübergehend eintreten. Diese Regel gilt freilich nicht für den Menschen, der kraft seines Verstandes in der Lage ist, sich die Lebensbedingungen selbst zu gestalten, und ebensowenig für seine, unter abnormen Verhältnissen lebenden Haustiere — worunter ich hier nicht bloß die nützlichen sondern auch die lästigen und schädlichen Tiere verstehe, die dem menschlichen Haushalte überallhin folgen. Aber unter den übrigen Vertretern unserer Fauna kennen wir zwar zeitweilige Massenvermehrungen, so von Heuschrecken, von forst- und landwirtschaftlich schädlichen Schmetterlingen, Käfern, Wühlmäusen u. s. w., wir wissen aber auch, daß der abnormen Vermehrung dieser, eine Zunahme der Individuenzahl aller ihrer Feinde aus dem Pflanzen- und Tierreiche auf dem Fuße folgt, so daß schon nach wenig Jahren sich der vorige Gleichgewichtszustand auch ohne Eingreifen des Menschen wiederherstellt. Diese Stabilität vorausgesetzt, wird natürlich für die Erhaltung der Art genügend vorgesorgt sein, wenn von der während des ganzen Lebens erzeugten Brut eines zwitterigen Tieres nur ein einziges Individuum, von jener

einer getrenntgeschlechtlichen Tierart aber nur ein Paar wieder zum Ausleben kommt. Was darüber hinaus an Eiern produziert wird, stellt die Zerstörungsziffer dar, d. h. die Summe aller derjenigen Nachkommen eines Elters oder Elternpaares, welche im Kampf um's Dasein zu Grunde gehen, ehe eines, beziehungsweise ein Paar sich voll auslebt. Kennt man demnach die Dauer der Geschlechtstätigkeit eines Tieres und die Zahl der in einer Geschlechtsperiode produzierten Eier, so kann man daraus die Zerstörungsziffer berechnen. Und so würde, die Richtigkeit der für *Taenia solium* angeführten Zahlen vorausgesetzt, bei dieser Art die Zerstörungsziffer 79,999.999 betragen. Sie ist nach den früher angeführten Zahlen beim Leberegel etwa 3mal, beim Malaria-Plasmodium vielleicht 1000mal größer, während ein freilebender Strudelwurm eine höchstens nach Hunderten zu veranschlagende Zerstörungsziffer aufwies. Diese Zahlen illustrieren das, was wir von den, das Leben der Parasiten bedrohenden, lebensfeindlichen Momenten erzählt haben und lassen uns, indem sie die direkte Beziehung zwischen der Größe der lebensfeindlichen Momente und der Fruchtbarkeit aufzeigen, begreifen, weshalb die Ei-Produktion eines Parasiten um so vieles größer wird als die der nächstverwandten freilebenden Formen, u. z. in dem Maße als sich sein Schmarozertum intensiver gestaltet.

Leider fehlt es uns für die meisten Parasiten noch mehr als für freilebende Tiere an zuverlässigen Angaben über die, hier in Betracht kommenden Momente. Nur von wenigen kennen wir die Zahl der produzierten Eier oder der auf ungeschlechtlichem Wege erzeugten Brut und noch spärlicher sind die, die Lebensdauer und damit die Zahl der Fortpflanzungsperioden betreffenden Daten. Es wäre überaus interessant, an der Hand genauer Zerstörungsziffern die oft so verschlungenen Wanderungen sowie die so verschiedenen Formzustände der Entwicklung zu betrachten und daraus ein Urteil zu gewinnen, welche von ihnen der Erhaltung der Art mehr und welche dieser Aufgabe weniger entsprechen, welche sich als Resultate einer, durch lange Zeiträume fortgesetzten Auslese darstellen und welche wir gleichsam als tastende Versuche eines verhältnismäßig jungen, noch nicht durch gefestigte Anpassung in bestimmte Entwicklungswege geleiteten, Parasitismus betrachten müssen. Denn auch die riesigste Vermehrung könnte bei vielen

Schmarozern nicht ausreichen, die Art zu erhalten und müßte den lebensfeindlichen Momenten gegenüber ohnmächtig bleiben, wenn ihr nicht die Wanderungen und die diesen angepaßten Formzustände der Entwicklung helfend zur Seite treten würden.

### c) Wanderungen.

Wir sprechen in der Darstellung der Lebensgeschichte eines Parasiten von „Wanderungen“ i. e. S., wenn dieser, um seinen Entwicklungskreis zu vollenden, seinen Aufenthaltort in der Weise wechseln muß, daß die von ihm zu durchlaufenden Formzustände in verschiedenen Organen desselben Wirtsindividuum, oder in verschiedenen Individuen derselben Wirtsart oder schließlich in verschiedenen Wirtsarten leben. Die Übertragung von einem Aufenthaltsorte in den anderen kann entweder unmittelbar durch die Bewegungsorgane der Parasiten selbst bewerkstelligt werden oder mittelbar durch die Wirte, indem die in einem Wirt enthaltenen oder von ihm in das umgebende Medium abgesetzten Entwicklungsstadien ohne eigenes Zutun in einen zweiten Wirt gelangen. In ersterem Falle sprechen wir von einer aktiven, in letzterem von einer passiven Wanderung oder Übertragung.

Die Fälle, in welchen alle Formzustände des genealogischen Individuum eines Parasiten auf oder in einem und demselben Wirtsindividuum verbracht werden, sind äußerst selten. So lebt auf der Oberfläche des Moluskenkrebses (*Limulus*) ein Strudelwurm (*Bdelloura candida*), der an den Kiemenblättern und weichen Gelenkhäuten der Beine saugt und Löcher in dieselben frist. Er legt seine Eier an die Kiemen ab und die ausschlüpfenden Jungen setzen die vom Elter begonnene Schädigung fort. Die Läuse und Krätzmilben harren viele Generationen hindurch bei demselben Wirt aus und nur gelegentlich wird ein oder das andere Individuum dieser Parasiten auf einen anderen Wirt übertragen. Aber dieses Verhältnis ist doch nur dort möglich, wo es sich um Organe handelt, deren dauernde Schädigung ohne Gefahr für das Leben des Wirtes ertragen werden kann. Mir ist von Parasiten, welche im Darm leben, nur einer bekannt, von welchem angegeben wird, daß sich sein ganzer Entwicklungskreis im selben Wirtsindividuum abspiele. Es ist dies das Sporentier *Legeria octopiana*, die das Darmepithel von Kopffüßern

(Octopus, Sepia usw.) zerstört, indem dessen Zellen von den wachsenden Sporozoiten ausgefressen werden. Behufs der geschlechtlichen Fortpflanzung wandern diese hierauf in das Bindegewebe der Darmwand, wo durch Befruchtung die Oozyste und in dieser die Sporen gebildet werden, welche, wieder in den Darm zurückkehrend, hier den Entwicklungskreis von neuem beginnen. Ein Leberegel oder Bandwurm mit ähnlicher Lebensgeschichte müßte seinen Wirt töten, ehe die zweite Parasitengeneration überhaupt zur Geschlechtsreife gelangte und somit die Möglichkeit, seine eigene Art zu erhalten, auf ein Minimum herabsetzen — abgesehen davon, daß mit einem, durch Generationen fortgesetzten, völligen Gleichbleiben der Lebensbedingungen die Anpassungsfähigkeit der betreffenden Parasitenart verloren ginge, wodurch sich ihr baldiges Aussterben vorbereitete.

Bei *Legeria* werden die infizierten Wirte wahrscheinlich nach und nach so geschwächt, daß sie sämtlich eine Beute anderer Kopffüßer werden, von denen ja bekannt ist, daß sie ihre Art- oder Gattungsgenossen verzehren. Die Teile eines solchen Opfers können dabei mehreren Kannibalen zufallen, wodurch die Ausbreitung des Parasiten besorgt wird.

Wie bei theoretischer Möglichkeit einer direkten Selbstinfektion, diese doch dadurch vermieden wird, daß der Parasit sein Leben wenigstens auf zwei Individuen derselben Wirtsart aufteilt, indem er in dem einen die Jugend verbringt, in dem andern dagegen die Geschlechtsreife erlangt, das zeigt uns die Trichine (*Trichinella spiralis*). Sie erreicht ihre Geschlechtsreife im Darm von Säugetieren, das Weibchen gebiert hier 1—2000 lebende Junge, welche sich in die Darmwand einbohren, um hier vom Lymph- oder Blutstrom erfaßt und in die Kapillaren aller Gewebe des Wirtes getragen zu werden. Aus diesen bohren sie sich in das nächstliegende Gewebe ein, doch entwickeln sich nur jene weiter, welche in das rote Muskelfleisch gelangen, woselbst sie sich in die quergestreiften Muskelfasern einbohren und deren Degeneration veranlassen. Nach 2—3 Wochen rollen sie sich ein und werden jetzt von einer, durch das entzündete Bindegewebe des Wirtes gebildeten Kapsel umgeben. Sie haben damit jene Form erreicht, in welcher ihre Mutter in den Darm des Wirtes gelangt ist und sie würden im Darm desselben Wirtsindividuum

geschlechtsreif werden, könnten sie dahin überführt werden, wie etwa, wenn ein mit Muskeltrichinen behafteter Epileptiker in einem Anfälle sich selbst zerfleischen und seine eigene Muskulatur verzehren würde. Unter normalen Verhältnissen müssen sie jedoch so lange warten — die Lebensfähigkeit der Muskeltrichine währt mehrere Jahre — bis ihr Träger von einem anderen Individuum derselben Art oder einem anderen Säugetiere verzehrt wird, um durch die Einwirkung des Magensaftes dieses zweiten Wirtes aus der Kapsel befreit, in des letzteren Dünndarm zu gelangen. Da die bei uns den Hauptwirt der Trichine darstellenden Ratten die Gewohnheit haben, ihre erkrankten und geschwächten Artgenossen aufzuzehren, so wird bei ihnen die Trichine die passive Wanderung von einem Individuum zum anderen derselben Wirtart machen. Aber da die Ratte zugleich mit dem Schwein und anderen Haustieren zu der Lebensgemeinschaft gehört, welche der Mensch um sich versammelt, und von mehreren dieser Haustiere verfolgt wird, so können solche von der Ratte infiziert werden. Bei dieser Wanderung von einer Wirtart zur anderen, wird hierzulande freilich nur das Schwein — in Ländern, in welchen Hunde- und Katzenbraten gegessen wird, auch diese Tiere — den in seiner quergestreiften Muskulatur eingekapselten Trichinen die Aussicht bieten, in den Menschen übertragen zu werden, indem dieser trichinöses und in einer zur Tötung der Muskeltrichinen nicht ausreichenden Weise zubereitetes Schweinefleisch verzehrt. Der so trichinös gewordene Mensch gibt dann, wenn sein Leib in die Erde versenkt wird, die Hauptinfektionsquelle für die Ratten ab. So geht der gewöhnlichste, durch die Kultur des Menschen bestimmte Wanderpfad der Trichine von der Ratte über das Schwein zum Menschen und von diesem wieder zur Ratte zurück, also über Individuen dreier Tierarten, von denen jede zugleich Endwirt der einen (durch die Darmtrichine bezeichneten) und Zwischenwirt der nächstfolgenden (Muskeltrichinen-) Generation ist.

Bei der übergroßen Mehrzahl der Schmarotzer erfolgt die Verbreitung dadurch, daß das Ei oder die Larve vom Wirt in das umgebende Medium gelangt und passiv oder aktiv in oder auf ein anderes Individuum derselben Wirtart übertragen wird. Um zunächst solche anzuführen, welche in ihren Wirten

von einem Organ in das andere wandern, sei auf die entoparasitischen Schnecken hingewiesen. Deren Larven gelangen auf die Haut oder in den Darm des Wirtes, wandern von da in die Leibeshöhle und setzen hier ihre Brut ab, die durch Selbstverstümmelung des Wirtes ins Wasser kommt und eine neue Seewalze auffucht. Auch *Sacculina* gehört hierher, welche zuerst als Entoparasit am Darm der Krabbe sitzt und dann nach außen hervortretend zum Ektoparasiten wird. Die freie Larvenzeit ist jedoch in letzterem Falle von längerer Dauer. Auch hier haben wir eine Wanderung von Organ zu Organ desselben Wirtes, dagegen ist die Auffuchung einer neuen Krabbe nichts anderes, als die Besitzergreifung des die Nahrung darbietenden Objektes, wie beim Räuber, bei Blutegel, Floh, den ektoparasitischen Copepoden und den entoparasitischen Nematoden, wie dem Pfriemenschwanz (*Oxyuris vermicularis*) und dem Spulwurm (*Ascaris lumbricoides*), deren mit dem Kot nach außen gelangende Eier zerstreut werden, aber ebenso gut im Darne des Wirtes ihrer Mütter wie in jenem eines anderen Menschen zur Reife gelangen können, wenn sie von einem solchen verschluckt werden.

Die meisten Parasiten gelangen mit der Nahrung in die Wirte. Für solche wird demnach die Ansiedelung ihrer Jugendzustände in einem bestimmten Nahrungsobjekte ihres Wirtes die Wahrscheinlichkeit, in letzteren zu gelangen, wesentlich erhöht haben, gegenüber der ursprünglichen Übertragung der Eier mit Wasser, Erde oder Staub. Dieser Umstand hat hauptsächlich zur Entstehung jener Form des Wirtswechsels geführt, bei welcher die Jugendzustände in einer und die geschlechtsreifen Stadien in einer anderen Wirtsart leben. Doch brauche ich Sie bloß an das Malariaplasmodium zu erinnern, um zu zeigen, daß bei dieser Art des Wirtswechsels nicht immer die Nahrung eine Hauptrolle spielt. Denn hier ist es klar, daß die Stechmücke für den Parasiten ursprünglich in erster Linie die Bedeutung hatte, dessen Nachkommenschaft auf eine möglichst große Anzahl von Menschen zu verteilen. Ein anderes Beispiel dieser Art, das zugleich zeigt, wie der Wirtswechsel auch bei Ektoparasiten vorkommt, bieten die Läusefliegen der Hirsche und Rehe (*Lipoptena cervi*), die während des Sommers auf Federwild leben, im Herbst aber auf das Hochwild überfliegen und dort angekommen ihre Flügel abwerfen.

Die ursprünglichste Form der Überwanderung von einem Wirt zum anderen ist jene, in welcher der erste, der „Zwischenwirt“ für den Parasiten keinerlei andere Bedeutung hat als die eines Übertragungsmittels, wie etwa der mit Jauche begossene Salat es für so viele Keime pflanzlicher und tierischer Parasiten des Menschen darstellt. Ein Beispiel hierfür bietet das *Coccidium schubergi*, ein Sporentier, das im ausgebildeten Zustande in den Darmzellen der Scheerenassel (*Lithobius forficatus*) lebt. Letztere ist ein räuberisches, andere Gliedertiere verzehrendes Tier. Die Sporen des *Coccidium* gelangen mit dem Koth der Assel nach außen, welcher seinerseits den Fraßobjekten der Assel als Nahrung dient. Die im Koth enthaltenen Sporen werden nun im Darm dieser Gliedertiere gar nicht verändert und springen erst auf um die Sporozoiten zu entlassen, wenn die Fraßobjekte im Darm der Assel verdaut werden. Ganz anders verhalten sich, wie wir gesehen haben, die Bandwurmeier im Darm des Zwischenwirtes. Ihre Schale wird gelöst und der auskriechende Embryo wandert in ein parenchymatöses Organ, um daselbst zum Blasenwurm auszuwachsen, dieser aber muß mit dem ihn umschließenden Teile des Zwischenwirtes in den Magen und Darm des definitiven Wirtes gelangen, um hier zum Bandwurm zu werden. Zwischen zwei passive Wanderungen schiebt sich demnach eine aktive innerhalb des Zwischenwirtes ein. Wie zahlreich die Wanderungen von Organ zu Organ sowohl des Zwischenwirtes wie des Endwirtes sein können, haben wir beim *Malaria plasmodium* (S. 20) besprochen, und an den Saugwürmern (S. 28) haben wir gesehen, wie die Wanderung (bisweilen) selbst durch zwei Zwischenwirte hindurchführt, ehe der Endwirt erreicht werden kann.

Sehr merkwürdig sind die Wanderungen durch einen oder zwei Wirte bei Parasiten, welche im geschlechtsreifen Zustande frei leben. Unter diesen können wir zwei Gruppen unterscheiden: in der einen sind die Jugendzustände zuerst frei und werden dann für einige Zeit Schmarotzer, um schließlich die Geschlechtsreife wieder im Freien zu erreichen; in der zweiten fällt das freie Jugendstadium aus, indem die Eier des Parasiten direkt in den Wirt abgesetzt werden.

Aus der ersten Gruppe sind besonders erwähnenswert einige Rundwürmer. Die Arten der Gattung *Mermis*, welche

zur Sage vom Wurmregen Veranlassung gegeben haben, leben uneingekapselt in der Leibeshöhle verschiedener landbewohnenden Insekten und Insektenlarven und wachsen hier zur vollen ca. 10 cm betragenden Größe heran. Haben sie diese erreicht, so warten sie auf einen, ihre Wanderung erleichternden nächtlichen, warmen Regen, um sich zwischen den Hinterleibsringen des Wirtes hindurchzuarbeiten und die feuchte Erde zu gewinnen. Hier erst werden sie geschlechtsreif und setzen ihre Brut ab, welche nach längerem oder kürzerem Verweilen in der Eischale ausbricht und die ihr zusagenden Insektenlarven aufsucht, um sich in diese einzubohren. Bei dieser Suche nach einem Wirt werden oft weite Strecken zurückgelegt.

Komplizierter gestaltet sich die Lebensgeschichte der als „Wasserkalb“ bekannten Gordius-Arten. Ihre Gestalt ist die einer Violinseite, die Weibchen werden bis fast 1 Meter, die Männchen kaum halb so lang. Man findet sie so im Süßwasser, wo sie ihre Eier absetzen. Aus diesen kommen kleine, etwa 0.05 mm lange Larven hervor, die mit ihrem, von einem doppelten Hakenkranz umgebenen, Bohrrüssel an einen Bandwurmkopf erinnern. Sie benutzen diesen Apparat, um sich in wasserbewohnende Insektenlarven einzubohren, in deren Leibeshöhle sie sich inkapseln. Werden diese von Raubinsekten (z. B. Wasserkäfern) oder Fischen gefressen, so kriechen sie aus der Zyste aus und wandern in die Leibeshöhle oder in die Darmwand dieser zweiten Wirte, um im ersten Falle (im Raubinsekt) frei, im letzteren (Fisch) von einer Bindegewebszyste umgeben, weiter zu wachsen und schließlich behufs Erlangung der Geschlechtsreife ins Wasser auszuwandern.

Sowohl bei Mermis als bei Gordius hat das parasitische Jugendstadium dieselbe Aufgabe wie das Raupenstadium für den Schmetterling, nämlich die, soviel Reservestoffe aufzuspeichern als notwendig sind, um die spätere Bildung der Geschlechtsorgane und Reifung der Geschlechtszellen zu vollenden. Denn daß der freilebende Endzustand hierzu nichts beiträgt, geht schon aus dem Umstande hervor, daß bei beiden Gattungen zwar ein Mund und Darm, aber keine Verbindung zwischen diesen Teilen des Verdauungsapparates vorhanden ist. Bei Mermis fehlt dazu auch ein After, welcher sich bei Gordius zwar vorfindet, aber nur der Eiablage dient.

Unter denselben Gesichtspunkt fällt auch das von Anfang

an schmározende Jugendstadium der zweiten, hierhergehörigen Gruppe von Parasiten.

Als Beispiel für diese mögen uns die Dassel- oder Biesfliegen (Oestridae) dienen. Sie verbringen ihr Larvenstadium in der Haut und Nase, den Stirnbeinhöhlen, ja selbst im Magen und Darm verschiedener Säugetiere, besonders der Wiederkäuher und Einhufer, gelangen dann als Puppen ins freie, woselbst die Fliegen auschlüpfen. Eine ähnliche Lebensweise führen unter den Hautflüglern die Schlupfwespen (Ichneumonidae), welche ihre Eier auf und in die Larven der verschiedensten Insekten — auch anderer Schlupfwespen — absetzen, von deren Blute oder Fettkörper sich die Schlupfwespenlarven ernähren. Manche Ichneumoniden benutzen immer dieselbe Wirtart, andere nur verschiedene Arten derselben Ordnung und Lebensweise, während wieder andere die Repräsentanten verschiedener Insektenordnungen und dazu noch Spinnen zu Wirten haben. Die Entwicklungsdauer schwankt bei den Schlupfwespen in weiten Grenzen und es gibt auch Arten, bei welchen in einem Jahre zwei Generationen gebildet werden.

Im Anschlusse an die Wanderungen müssen wir auf die schon (S. 64) besprochenen Fälle von Heterogonie hinweisen, bei welchen eine freilebende und eine schmározende Generation abwechseln. Da von diesen die erstere zweigeschlechtlich, die letztere aber hermaphroditisch oder eingeschlechtlich (bloß weiblich) ist, so erscheint die Annahme gestattet, daß solche Verhältnisse sich aus dem Bestreben entwickelt haben, die Gefahren der Selbstbefruchtung (S. 64) zu vermeiden, indem wenigstens für jede zweite Generation eine Wechselfreuzung gesichert wird.

#### d) Entwicklung.

Nicht minder als Gestalt und Bau des fertigen Parasiten, werden durch die schmározende Lebensweise die Formzustände der Entwicklung beeinflusst. Vor allem dadurch, daß diese der Vermehrung der Individuenzahl (Multiplikation) und der Ausbreitung derselben dienen, sowie den manigfaltigen Anforderungen entsprechen müssen, welche die Wanderungen an die Larven stellen. Während bei freilebenden Tieren in der Regel die Entwicklung sofort nach der Befruchtung anhebt und dann kontinuierlich weiter schreitet, bedingen schon jene

einfachen Formen des Schmarotzertums, bei welchen es sich bloß um einen Wechsel des Wirtsindividuum handelt, dadurch eine Verzögerung des Entwicklungs=Ablaufes, daß der von der Eischale umschlossene Embryo oft lange Zeit des Momentes harren muß, in welchem seine Übertragung in den Wirt stattfindet. Und diese Wartezeit wird vervielfacht, wenn es sich um einen Wirtswechsel handelt. Es verlangsamt sich die Bildung des Embryo und in das Larvenleben werden, oft mit Einkapselung (Encystierung) verbundene Ruhestadien eingeschaltet, während welcher die Entwicklung zum Stillstande kommt. Diese Ruhestadien können manchmal mehrere Jahre lebensfähig bleiben. Man darf daher sagen, daß die Dauer der Entwicklung bei den Parasiten im allgemeinen eine viel längere ist als bei freilebenden Tieren. Auch sind Eier und Embryonen der Schmarotzer gegen äußere Einflüsse bedeutend widerstandsfähiger als jene der nichtschmarotzenden. Leuckart stellte z. B. für die mit festen und dicken Schalen versehenen Eier der Spulwürmer fest, „daß sie auch ein wochen= und monatelanges Austrocknen ungefährdet überstehen und selbst dann ihre Entwicklungsfähigkeit behalten, wenn Trockenis und Feuchtigkeit beliebig oft mit einander abwechseln“, wobei die Trockenis auf die Entwicklung hemmend wirkt. Selbst freie Embryonen gewisser Rundwürmer können eintrocknen ohne zu Grunde zu gehen, und werden aus diesem Zustande latenten Lebens selbst nach langer Zeit durch Befeuchtung wieder erweckt. Von Ascarideneiern und Sporen der Urtiere ist auch bekannt, „daß sie sogar in Spiritus, Terpentinöl und Chromsäure, also in giftigen Flüssigkeiten, die den ausgebildeten Tieren rasch den Tod bringen, Monate lang in Integrität bleiben, zum Teil selbst in diesen Flüssigkeiten allmählig einen Embryo entwickeln“. So erhöht sich also für Sporen und Eier, die auf dem trockenen Lande verbreitet werden sollen, durch ihre Schalen und ihre Resistenzfähigkeit die Wahrscheinlichkeit der Erreichung des Wirtes, und je kleiner und leichter sie sind, desto schwächer braucht die Luftströmung zu sein, um sie als Staub weithin zu zerstreuen. Klebrige Hüllen dienen oft dazu, andere Träger als Verbreitungsmittel zu benutzen. Aus dem Bau der Schale läßt sich in vielen Fällen schon ein Schluß darauf ziehen, ob ein Parasit die Luft oder das Wasser zu seiner Weiterverbreitung bedarf. So hat unter

den Rundwürmern das, die Grubenkrankheit erzeugende *Ancylostoma duodenale* eine dünne Schale, gleich den ihre Entwicklung im Wasser durchlaufenden Saugwürmern, und während die Bandwürmer mit landbewohnenden Zwischenwirten dicke, verkalkte, aus palissadenartigen Stäbchen aufgebaute Eischalen besitzen, sind letztere bei jenen Bandwürmern, die ihre Jugend in Fischen verbringen, sehr dünn und gleich den Saugwürmereiern mit einem Deckelchen versehen, dessen Naht im Wasser abspringt und den Embryo entläßt (fig. XIII, S. 38).

Wie bei den freilebenden Tieren, namentlich bei wasserbewohnenden, neben Mitteln zur Zerstreung der Eier auf ein möglichst weites Gebiet auch Einrichtungen vorhanden sind, um zu verhindern daß die Eier von dem, die günstigsten Existenzbedingungen darbietenden Wohngebiete ihrer Eltern durch Gezeiten, Wellenschlag und Strömungen weggeschwemmt werden, so auch bei Parasiten. Es sei bloß auf die merkwürdige Form der Eischalen bei parasitischen Strudelwürmern und den ektoparasitischen Saugwürmern hingewiesen, die an einem oder an beiden Eipolen mehr oder weniger lange Fortsätze besitzen, welche entweder mit einer Endscheibe versehen oder in feine, rankenartig verschlungene, bisweilen auch hakig gekrümmt endende, Fäden ausgezogen sind. Die so gestalteten Eier werden entweder direkt auf der Oberfläche des Wirtes mit der Scheibe festgeklebt, oder bleiben mit den Fäden, sei es an Hervorragungen der Haut oder an den Kiemen, sei es an Wasserpflanzen und Steinen hängen. Füge ich noch hinzu, daß bei den im Blute lebenden Sporozoen, die dahin von Stechmücken überführt werden, mit dem Ausfall der Wanderung durch das äußere Medium auch die Sporenhülle verloren gegangen ist (S. 19), so sind genug Beispiele dafür angeführt, daß schon in Spore und Ei sich die Anpassung an das Scharozertum und dessen verschiedene Formen ausdrückt.

Welche Fülle von Tatsachen bietet aber erst die postembryonale d. h. die dem Ausschlüpfen aus dem Ei folgende Entwicklung! Unter den freilebenden Landtieren sind es hauptsächlich die Insekten, welche eine lange währende und durch, von der Gestalt des fertigen Imago auffallend abweichende Larvenformen ausgezeichnete, postembryonale Entwicklung besitzen. Die Larvenform dient hier nicht oder nur in sehr beschränktem Maße der Verbreitung, welche ja von den mit

vollkommeneren Bewegungsorganen (Füßen und Flügeln) versehenen geschlechtsreifen Tieren in viel wirksamerer Weise besorgt wird, sondern ihre Aufgabe ist die Aufspeicherung von Reservematerial für den Aufbau des Imagokörpers. Wo dieser einfacher gestaltet ist, kann das dem Ei mitgegebene Nährmaterial ausreichen, die ganze Entwicklung innerhalb der Eischale zu vollenden, wie bei den Insekten ohne Metamorphose. Dagegen tritt die Bedeutung der Larve für die Verbreitung bei wasserbewohnenden und namentlich bei marinen Tieren in den Vordergrund, besonders dann, wenn das ausgebildete Tier keiner ausgiebigen Ortsveränderung fähig ist. Da sehen wir Larven aller Abteilungen der wirbellosen Tiere mit provisorischen Schwimm- und Ruderapparaten: Cilien, Geißeln, segelartig verbreiterten mit Geißeln besetzten Hautlappen, die oft noch durch Muskeln in Bewegung gesetzt werden (Fig. XX, S. 55), und es ist das anziehendste Schauspiel für den Zoologen, dieses Getümmel der Jugend in sonnenbeglänzter See zu beobachten und sich dabei vorzustellen, wie diese im Walde der Seepflanzen oder zwischen zerfressenen Klippen bedächtig kriechend, unter Steinen verborgen, im Sande eingegraben oder gar festgewachsen, ihr reifes Alter verleben wird. Langer Zeit und emsiger Forscherarbeit hat es bedurft, ehe die Eltern dieser Larven ermittelt werden konnten, — denn der zierlichen seitlich symmetrischen Seeigellarve sieht man es fürwahr nicht an, daß sie sich einst in den radiär gebauten, plumphen Stachelhäuter umwandeln werde —, und immer noch stößt man selbst in genau durchforschten Meeresteilen auf pelagische Larven von unbekannter Stammesangehörigkeit. Wie viel schwerer ist aber noch diese Feststellung bei den freilebenden Larven der, im Innern irgend eines Tieres verborgen lebenden Parasiten! Und da die Wanderung durch die Luft oder das Wasser zum Wirte eine andere Organisation voraussetzt, als die von einem Organ zum anderen desselben Wirtes oder aus einer Wirtsart in eine zweite, die aktive überhaupt ganz andere als die passive, ferner im Leben mancher Parasiten eine große Anzahl von solchen Wanderungen und verschiedener, diesen entsprechender Larvenformen kombiniert ist, so darf es nicht Wunder nehmen, daß bis heute nur für einen kleinen Teil der bekannten Scharoßer der Zusammenhang ihrer Formzustände in lückenloser Reihe aufgedeckt ist.

Wenn die Larven eines Parasiten — es mag dieser im geschlechtsreifen Zustande noch so sehr rückgebildet sein — unter ähnlichen Lebensbedingungen leben wie sie die freilebenden Ahnen hatten, so haben sich in der Regel die Larvencharaktere der letzteren erhalten. Die Larve der entoparasitischen Turbellarie *Fecampia nuterscheidet* sich bloß durch die Rückbildung des, der Nahrungsergreifung dienenden, Schlundrohres von Larven der freilebenden Verwandten, die Miracidien der Saugwürmer gleichen Turbellarienlarven durch ihr Wimperkleid, den einfachen Darmsack und ihre Augen, die Nauplius- und Copepodidstadien der schmarozenden Ruderfüßer jenen freilebender Copepoden, und die im Wasser lebende Larve des breiten Bandwurmes zeigt, wenn auch im übrigen reduziert, wenigstens noch die Glimmerhülle der Ahnen. Sowie das Miracidium in die Schnecke gelangt, wird das Wimperkleid abgeworfen, es gehen die Augen, meist auch der Darm verloren und die gewebliche Differenzierung in verschiedene Organe macht im Keimschlauch ebenso wie in der Hakenlarve der Bandwürmer, einer Gleichförmigkeit der den Körper zusammensetzenden Zellen Platz, die an früheste, der Scheidung der Embryonalzellen in verschieden gestaltete Gewebezellen vorhergehende, Zustände der Eientwicklung erinnern. Das gleichartige Zellenmaterial solcher Stadien muß sich erst neuerlich zu Geweben gruppieren, um die weiteren Larvenformen — Cercarie, Blasenwurm — zu bilden. Diese bis auf die feinsten Formelemente des Körpers greifende Rückbildung gleicht den Vorgängen, wie sie sich in der Puppe der Insekten abspielen. Hier erfahren die Zellen der Larvenorgane eine Art „Einschmelzung“, indem sie ihre der funktion angepasste Gestalt verlieren, so daß die Organe sich zu einem indifferenten Bildungsmaterial umwandeln, aus welchem sich erst aufs neue die charakteristischen Formelemente gestalten, welche zum Aufbau der Imago-Organen zusammentreten. Aber während hier eine gewisse Kontinuität insofern vorhanden ist, als z. B. aus den Muskelzellen der Larve wieder Muskelfasern, aus dem Material der Darmzellen wieder die Darmauskleidung u. s. f. hervorgeht, ist eine solche bei den genannten Würmern ebensowenig wahrzunehmen, als bei dem zentralen Haufen gleichartiger Zellen der Cyprislarve, der allein zur *Sacculina interna* wird und aus welchem sich später alle die Organe der

*Sacculina externa* aufbauen. Ähnlich verhält es sich wahrscheinlich bei den entoparasitischen Schnecken. Bei *Sacculina* und den entoparasitischen Schnecken geht der größte Teil des Körpers der freilebenden Larve in dem Augenblicke zu Grunde, da diese das parasitische Leben beginnt. Nur eine kleine Gruppe von Zellen bildet sich zurück und gewinnt damit die Fähigkeit, einen neuen, von der typischen Krebsbeziehungsweise Schneckengestalt vollständig abweichenden Formzustand aufzubauen.

Die Rückbildung ergreift aber häufig nicht bloß die parasitischen Stadien des Larvenlebens sondern auch die freilebenden, wie ja bei Schmarotzerkrebsen der Parasitismus der Weibchen indirekt auch die Männchen in Mitleidenschaft zieht. Wie diese eine Verkürzung der Entwicklung dadurch erfahren, daß ihre Geschlechtsorgane sich schon in einem früheren Formzustande ausbilden als bei freilebenden, womit dann die Entwicklung stehen bleibt, so wird auch die freie Larvenentwicklung der Weibchen abgekürzt. Derart wird bei manchen schmarotzenden Ruderfüßern das Naupliusstadium unterdrückt und bei *Sacculina* fehlt sowohl dem Nauplius wie dem Cyprisstadium der Darm. Es ist so, als ob der Wirt möglichst bald erreicht werden sollte oder als ob im Hinblick auf die, in Aussicht stehende, reichgedeckte Tafel jede vorherige Nahrungsaufnahme überflüssig erschiene.

Hier muß auch das auffallende Beispiel für das Stehenbleiben auf einem früheren Entwicklungsstadium genannt werden, welches das Fächerflüglerweibchen (S. 69) bietet. Indem es als Puppe geschlechtsreif wird, verliert es die Fähigkeit, für die Verbreitung der Brut zu sorgen. Dieser Mangel wird durch das erste sechsbeinige Larvenstadium wettgemacht, indem dasselbe, auf blumenbesuchende Immen springend, sich von diesen in ihre Nester übertragen läßt. Wir kennen leider die Stammesgeschichte der Strepsipteren zu wenig, um entscheiden zu können, welche von den beiden Larvenformen, die sechsbeinige oder die ihr folgende fußlose Made, die von freilebenden Ahnen vererbt und welche eine Neuanpassung an das Schmarotzertum darstellt.

Den angeführten Rückbildungen stehen zahlreiche larvale Neubildungen gegenüber. Sie betreffen einerseits die Ausrüstung für die Wanderung und andererseits die in die Ent-

wicklung eingeschalteten multiplikativen Vermehrungen. In ersterer Beziehung sei hingewiesen auf die Bohrapparate der Miracidien und Cercarien, die drei Häkchenpaare der Bandwurm-*Oncosphaera*, den Cercarienschwanz, die häufigen Encystierungen, die als Schutz für den Bandwurmkopf dienende Wand und Flüssigkeit des Blasenwurmes, die Doppeltiere Diplozoon und Didymozoon usw. Die zweite Gruppe wird repräsentiert durch die zahlreichen Merozoitengenerationen von Plasmodium, die Keimschläuche der Saugwürmer, die als Coenurus und Echinococcus bezeichneten Blasenwurmzustände der Bandwürmer, die zweierlei Generationen (S. 64) der Rundwürmer, wie überhaupt alle mit den verschiedenen Arten des Generationswechsels der Schmarotzer verbundenen Formzustände. Dabei muß hervorgehoben werden, daß diese Formzustände zum Teile nicht bloß der multiplikativen Vermehrung sondern auch der Verbreitung dienen, wie dies sofort verständlich ist bei den Cercarien und der freilebenden Generation von *Angiostomum nigrovenosum*. Aber auch der Keimschlauch von *Urogonimus macrostomus* (S. 32) kommt hier in Betracht. Denn während sonst das die Schnecke verzehrende Tier den gesamten Inhalt des Keimschlauchs aufnehmen würde, wird dadurch, daß immer nur höchstens die in den Succinea-fühlern enthaltenen Ästchen des verzweigten Keimschlauches den Singvögeln zur Verfügung stehen, die Brut des Keimschlauches portionenweise an zahlreiche Wirtsindividuen verabreicht.

Wie der Einfluß des Parasitismus die Entwicklungsgeschichte mit neuen, den freilebenden Tieren mangelnden, Formzuständen bereichert, sei schließlich nur an zwei Beispielen kurz zusammengefaßt.

Statt einer freischwimmenden flimmernden Larve, die allmählich heranwachsend, zum geschlechtreifen kriechenden Plattwurm wird, besitzt der Leberegel folgende scharf unterschiedenen Stadien: 1. Miracidium, 2. Sporocyste, 3. Redie, 4. den eingekapselten und 5. den geschlechtsreifen Saugwurm. Statt wie die freilebenden Immen neben Imago und Puppe nur ein bestimmt geformtes Larvenstadium zu besitzen, welches vom Auschlüpfen aus dem Ei bis zur Verpuppung keine anderen als die durch das Wachstum bedingten Veränderungen durchmacht, läßt die, im Kiefern-

spinner schmarozende Schlupfwespe *Anomalon circumflexum* vier Formzustände der Larve unterscheiden, die man, wenn ihr genetischer Zusammenhang nicht bekannt wäre, für Larven ebensovieler verschiedener Schlupfwespenarten halten müßte.

Aus allen diesen Tatsachen darf man den Schluß ziehen, daß im Gegensatze zu den Veränderungen, welche der Parasitismus am Körper des ausgebildeten Tieres hervorbringt (S. 61), in dem, durch ihn auf die Formzustände der Entwicklung ausgeübten Einflusse die Neubildungen gegenüber den Rückbildungen überwiegen.

### Entstehung der heutigen Formen des Schmarozertums.

Als man noch keine Kenntnis von der Existenz einer Tiefseefauna hatte, wurde der Druck der auf dem Meeresgrunde lastenden Wassersäule berechnet und widerspruchslos die Theorie angenommen, daß dieser Druck sowie der Mangel an Licht, Sauerstoff und Nahrung, die Existenz von Lebewesen auf dem Grunde der Ozeane unmöglich machten. Genau ebenso würde heute, wenn nicht schon Darmparasiten bekannt wären, die Ansicht verfochten werden, daß ein Weiterleben in den Darm eingeführter Organismen wegen der verdauenden Wirkung der Magen- und Darmsekrete unmöglich sei. Wenn diese Hypothese nicht aufgestellt wurde, so liegt es bloß an dem Umstande, daß man Entoparasiten schon kannte, ehe man noch eine klare Vorstellung von der Physiologie der Verdauung hatte. Während es aber nachträglich gelang, die Fehler der, die Lebensfeindlichkeit der großen Meerestiefen behauptenden Theorie aufzudecken, sind wir auch heute noch nicht in der Lage, uns eine bestimmte Vorstellung davon zu machen, durch welche chemischen Prozesse die Entoparasiten besonders des Verdauungsapparates der abtötenden Wirkung der Körpersäfte ihres Wirtes widerstehen können. Wir müssen angesichts der Tatsachen uns einfach damit abfinden, daß die Schmarozter sich dem Leben in solchen Medien „angepaßt“ haben.

Unseren Vorfahren hat diese Frage zwar kein Kopfzerbrechen verursacht, dafür fehlte ihnen eine Erklärung dafür, wie die Schmarozter ins Innere anderer Tiere hineinkämen, namentlich dann, wenn es sich um solche Organe handelte, die, wie z. B. Gehirn, Muskeln, Leibeshöhle, jeder Kommuni-

kation mit der Außenwelt entbehren. Da mußte die elternlose Zeugung (Urzeugung, *Generatio aequivoca*) aushelfen, die sich die Schmarozer aus Abfallstoffen oder Säften des Wirtes an Ort und Stelle so entstanden dachte, wie der Krystall sich aus einer Lösung bildet. Vergeblich hatten schon im 17. Jahrhundert Leeuwenhoeck und Redi sich dem Ausspruch Harvey's „*Omne vivum ex ovo*“ (Jedes Lebewesen entsteht aus einem Ei) auch in Bezug auf die Parasiten angeschlossen — die Lehre von der elternlosen Zeugung tauchte immer wieder auf und erfuhr nur die Modifikation, daß noch im Anfange des 19. Jahrhunderts Rudolphi in Berlin und Bremser in Wien lehrten, es könnten durch krankhafte Disposition des Menschen und der Tiere Teile ihrer Organe sich in Eingeweidewürmer umwandeln. Doch haben bald nachher die Arbeiten einer Reihe von ausgezeichneten Forschern, vor allem jene Rudolph Leuckarts, diese Vorstellungen endgültig beseitigt und gezeigt, daß alle Schmarozer von außen in den Körper ihrer Wirte eingeführt werden, während gleichzeitig der Ausbau der Entwicklungslehre durch Charles Darwin unverrückbar fest den Satz begründete, daß alle Parasiten von freilebenden Ahnenformen abstammen.

Für den Leberegel (*Fasciola hepatica*) hatte schon J. Chr. Schäffer 1753 behauptet, daß er sich aus der milchigen Planarie bilde, wenn die Schafe letztere mit Wasserpflanzen (besonders dem bitterschmeckenden Wasserampfer und Wasserwegerich) verzehrten. Schäffer läßt die Planarie aus dem Magen in den Dünndarm gelangen und sich gleich im Anfange desselben mit dem Saignapfe festheften, veranlaßt durch den bitteren Geschmack der hier sich ergießenden Galle, welche Bitterkeit ihnen, wie ihr Aufenthalt auf den genannten Pflanzen beweise, angenehm sein soll. „Es ist natürlich, daß diese Würmer dieser Spur folgen. Sie versuchen sich durch diesen allgemeinen Gallengang zur Quelle der, ihnen so angenehmen Bitterkeit durchzuzwingen. Sind sie aber einmal hier durch, so wird es ihnen alsdann desto weniger Mühe kosten, von da sich nach und nach in alle Gallengänge auszubreiten.“ „Sind die Würmer einmal in der Leber; gewöhnen sie ihr neues Quartier, und ihre neue Nahrung: so werden sie wohl des natürlichen Triebs der Fortpflanzung nicht vergessen.“ Nach weiterer Ausführung dieses Gedankenganges heißt es:

„Diesem stehet nicht entgegen, daß diejenigen Schafwürmer, die aus Lebern genommen und ins Wasser geworfen werden, darinnen nicht lang leben; ob es gleich scheint, daß, wenn sie von Natur Wasserwürmer wären, dieses natürlicherweise erfolgen müßte. Denn, man darf nur überlegen, daß, da sich diese Würmer vermuthlich sehr geschwind fortpflanzen, diejenigen, so bei kranken Schafen gefunden werden, wohl das zweite, und dritte, Geschlecht seyn können. Mithin können auch diese Abkömmlinge, wie es selbst den Menschen in ihren Nachkommen widerfähret, durch das veränderte Quartier, und durch die neue Nahrung, in den Lebern vieles von der erstern Natur derer, von denen sie ihren Ursprung genommen haben, und die allein im Wasser lebten, verloren haben. Dazu kommt noch, daß die Würmer, sowohl bey dem Eintritte in die Leber, als bey dem Herausnehmen aus derselben auf einmal eine gar zu große und plötzliche Veränderung leiden.“ Ich führe diese Stelle an, um zu zeigen, wie der vortreffliche Naturforscher und Superintendent von Regensburg seiner Zeit weit voraneilte, indem er sich bemühte, die Anpassung an das Schmarozertum und die Wanderung des Leberegels zu erklären. So schnell wie Schäffer es sich dachte, vollzieht sich freilich der Übergang vom freien Nahrungserwerb zum Schmarozertum in der Regel nicht und er erfordert, wie die Bildung neuer Arten überhaupt, gewiß lange Zeiträume und zwar umso längere, je mehr sich die Form des ausgebildeten Schmarozers und seiner Entwicklungsstadien von jener der freilebenden Verwandten unterscheidet, je intensiver und in Bezug auf die Nahrung spezialisierter sein Parasitismus ist und je komplizierter seine Wanderungen sind.

Wie leicht der Räuber zum Parasiten wird, haben wir schon an den Blutegeln gesehen und Loosß weist darauf hin, daß es für einen Räuber genügen dürfte, in Verhältnisse versetzt zu werden, unter welchen ihm die bisherigen kleinen Beutetiere nicht mehr in genügender Menge zur Verfügung stehen, um zur Stillung seines Hungers größere Tiere anzufallen, und diesen jene Teile zur Nahrung zu entnehmen, die er seiner Organisation nach sich anzueignen vermag. Und derselbe führt auch ein gutes Beispiel dafür an, wie die Tischgenossenschaft, der Kommensalismus ebenso gut zum Räubertum wie zum Parasitismus führen kann. Die Gewohnheit der

sogenannten Kuckucksbienen (z. B. *Nomada*) in die Zellen von Bienen oder Hummeln (z. B. *Andrena*) ein Ei abzusetzen, ehe letztere noch die mit ihrem Ei belegte Zelle verschließen können, hatte jedenfalls ursprünglich den Zweck, von dem Larvenfutter zu profitieren, welches die *Andrena* für das eigene Ei in der Zelle aufgespeichert. Daraus ist die Gewohnheit entstanden, daß die früher als die *Andrenalarve* auschlüpfende Larve der *Nomada* ihre Tätigkeit damit beginnt, das *Andrena*-Ei aufzufressen und „sich dann an dem für dieses bestimmten Nährmaterialie zu mästen. Anstatt der *Andrena* verläßt zuletzt eine *Nomada* die Bienenzelle“. Die Grabwespen (*Sphex*) machen für jedes Ei ein Erdloch und legen als Nahrung zum Ei durch einen Stich gelähmte Larven — und zwar meist eine einzige — anderer Insekten. Auch hier kommt es vor, daß Kuckuckswespen ihr Ei in das Nest von *Sphex* in der Weise hineinschmuggeln, daß sie es auf die zur Nahrung herbeigeschleppte Larve ablegen, während diese eingeschafft wird. Die auschlüpfende Larve der Kuckuckswespe teilt sich nun entweder mit der *Sphex*-Larve in die für letztere allein herbeigeschaffte Nahrung, oder sie verhält sich ebenso wie jene der Kuckucksbiene, indem sie früher auschlüpfend, das *Sphex*-Ei zuerst auffrisst. „Es kommt aber auch vor, daß das Kuckucksei später ausläuft, und dann hat die aus dem ersten, rechtmäßigen Ei entstandene Larve meist schon eine bedeutende Größe erreicht; es entsteht jetzt ein rechter Parasitismus, indem die nachgeborene Larve an der älteren saugt und sie zuletzt ganz auffrisst.“

In Fällen, in welchen wie bei den genannten Hymenopteren, bei den Rundwürmern und den Fliegen die Ernährungsweisen der nichtparasitischen und der parasitischen Arten einander so ähnlich sind, daß kaum wesentliche Änderungen der Organisation für den Übergang von einer zur anderen notwendig erscheinen, wird, wie besonders die von uns (S. 9) angeführten Beispiele von fakultativem Parasitismus lehren, das Schmarozertum auch gleich mit Entoparasitismus einsetzen können (*Leptodera*, *Oestridae*). Im Allgemeinen wird aber gewiß als Regel gelten, daß das Schmarozertum mit der minder intensiven Form des Ektoparasitismus beginne. Und das, in der Konkurrenz um Nahrung zum gelegentlichen Schmarozer gewordene Tier wird sich an alle die-

jenigen Tiere seiner Umgebung herangemacht haben, welche ihm eine Nahrung bieten konnten, die der bisher frei erworbenen ähnelte, und welche nach ihren Lebensgewohnheiten am leichtesten zu erreichen waren. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheinen alle jene Scharoßer, welche zahlreiche und verschiedenen Tiergruppen angehörige Wirte besitzen, als jüngere Mitglieder der Parasitengilde gegenüber den, in Bezug auf den Wirt exklusiven. Denn bei diesen hat schon eine lange Angewöhnung an eine ganz bestimmte Zusammensetzung der Nahrung stattgefunden, also eine zunächst nur physiologische Anpassung, die, auf die Nachkommen in zahlreichen Generationen vererbt, zur Folge hat, daß heute ihre Embryonen nur dann weiterleben können, wenn sie in einen bestimmten Wirt oder sogar nur in ein bestimmtes Organ desselben gelangen. Einer Periode mit zahlreichen in gleicher Weise zusagenden Wirten folgte demnach eine Zeit, in welcher einer als besonders bevorzugter Hauptwirt nebst mehreren Nebenwirten dem Parasiten diente und dann erst die Beschränkung auf einen einzigen Wirt.

Bei dieser Auswahl braucht jedoch nicht die Qualität der Nahrung das allein ausschlaggebende Moment abgegeben zu haben, sie war sehr wesentlich auch durch den Umstand bedingt, daß von zahlreichen Wirten durch die Art der Vergesellschaftung mit dem Parasiten, von diesem der eine leichter als der andere zu erreichen war. Wie dann aus Ektoparasiten, indem sie sich in die tieferen Schichten der Haut einbohren oder in, mit der Außenwelt kommunizierende, Höhlungen wie Kiemen-, Mund- und Nasenhöhle, überwandern und von da schließlich den Darmkanal erreichen, (vergl. die parasitischen Schnecken S. 48 ff.) Entoparasiten werden, kann man sich un schwer vorstellen. Und wie der physiologischen Anpassung die morphologische auf dem Fuße folgt, haben wir eingehend in den bisherigen Abschnitten erörtert.

War aber einmal der Parasit so auf die scharoßende Lebensweise angewiesen, daß er nur auf oder in bestimmten Wirten lebend, seine Art erhalten konnte, dann mußte er seiner Brut unter all' den Wegen, welche zu den Wirten führten, den sichersten auswählen. Es ist klar, daß hier keine Überlegung des Parasiten in Betracht kam, sondern daß der Weg der Wanderung automatisch bestimmt wurde dadurch, daß

von den überallhin ausgestreuten Eiern nur jene Aussicht hatten den Wirt zu erreichen, welche an die zur Übertragung geeignete Stelle zu liegen kamen. Die Eier des Spulwurms (*Ascaris lumbricoides*) und des Pfriemenschwanzes (*Oxyuris vermicularis*) müssen als Staub in der Umgebung des Menschen zerstreut werden um mit Nahrungsobjekten, durch Lecken an den Fingern oder Nägeln in den Darm zu gelangen, jene von *Ancylostoma duodenale* aber im schlammigen Wasser liegen, um dort die Embryonen zum Ausschlüpfen zu bringen, welche in den Menschen sei es direkt durch die Haut, sei es mit dem Trunk, gelangen. Alle Eier, welche an ungeeignete Lokalitäten verschlagen werden, gingen zu Grunde und es wurde so das Bedürfnis nach dem bestimmten für die Übertragung günstigen Medium durch die Vererbung derart gefestigt, daß schließlich heute solche Eier und Larven überhaupt nur in diesem Medium und in keinem anderen zur Entwicklung kommen.

Für alle Darmparasiten erscheint von vornherein die Nahrung des Wirtes als das sicherste Übertragungsmittel. Und so sehen wir denn, daß deren Jugendzustände mit Vorliebe sich in anderen Tieren festgesetzt haben, welche ihrem Endwirte als Nahrung dienen. Die oft so komplizierten Formen des Wirtswechsels sind aus diesem Bedürfnisse nach einem möglichst sicheren Übertragungsmittel entstanden und die Lebensgewohnheiten des Endwirtes waren bestimmend für die Wahl der als Zwischenwirt dienenden Tierart. Die aus dem menschlichen Darm abgehenden Eier des bewaffneten Bandwurmes (*Taenia solium*) können von allen möglichen Tieren aufgenommen werden, doch entwickeln sie sich, wie wir wissen, nur im Haus- und Wildschwein, in Schaf, Reh, Hund, Katze, Bär und Affen sowie schließlich auch im Menschen selbst zur Finne u. z. in den verschiedensten Organen, wobei aber das die Muskeln umhüllende Bindegewebe bevorzugt wird.

Ursprünglich hat wahrscheinlich gleich den anderen Bandwürmern auch der bewaffnete Bandwurm keinen Wirtswechsel gehabt, und er wurde im Darm aller der genannten Tiere geschlechtsreif, wie dies noch heute bei dem als *Hymenolepis murina* bekannten Bandwurm der Ratte der Fall ist. Dieser kommt als Ei in den Rattendarm. Die ausschlüpfende Oncosphära bohrt sich bloß in die Darmzotten ein und wird inner-

halb dieser zur Finne, welche, wenn der Scolex (Kopf) ausgebildet ist, in die Darmhöhlung hineinfällt, innerhalb welcher der Kopf frei wird und, sich anheftend, zum Bandwurm auswächst. So mögen sich auch die Ahnen der *Taenia solium* verhalten haben. Das Eindringen in die Darmwand war jedenfalls nur eine Schutzeinrichtung für den Embryo, wie auch die spätere Ausbildung der Blasenwurmhülle. Um diese Einbohrung — welche anfänglich dem Embryo auch ohne Haken möglich gewesen war — zu sichern, haben sich erst die Oncosphärahaken gebildet. Infolge des Besitzes eines solchen Einbohrungsapparates dürften aber viele Oncosphären beim Eindringen in das Bindegewebe der Darmzotte in Lymph- und Bluträume gelangt und vom Strome der Kreislauforgane in entfernte Gewebe des Wirtskörpers mitgerissen worden sein. Hier konnten sie zweifellos sich ebenso weiter entwickeln wie in der Darmzotte. Und die Aussicht solcher Finnen, in den Darm eines der vielen Wirte des bewaffneten Bandwurmes übertragen zu werden, wurde dann, wenn das solche „verirrte“ Finnen enthaltende Tier Fraßobjekt eines anderen der als Zwischenwirte genannten war, viel größer, als die Aussicht der am Boden zerstreuten Eier, in den Darm aufgenommen zu werden. Aus den zahlreichen Wirten des Bandwurmes wurden so allmählich die Pflanzenfresser zu Zwischenwirten und die Raubtiere zu Endwirten. Der Mensch konnte damals, da er noch reine Pflanzenkost zu sich nahm und selbst oft genug eine Beute der Raubtiere wurde, ebenfalls nur Zwischenwirt dieses Bandwurmes sein. Er trat erst in die Reihe der Endwirte, als er immer mehr zum Fleischgenuß überging und zu diesem Zwecke das Schwein domestizierte. Das heutige Verhältnis, daß er den alleinigen Endwirt darstellt, ist eine Folge der immer engeren Vergesellschaftung mit dem Schwein und der Ausrottung der, mit ihm in Bezug auf diesen und die anderen Fleischlieferanten konkurrierenden Raubtiere. Wie sich die Gewohnheiten des zivilisierten Menschen gestalteten, haben alle die genannten Zwischenwirte zwar die Aussicht, mit den Abfällen des menschlichen Haushaltes Eier der *Taenia solium* aufzunehmen und finnig zu werden, aber nur selten mehr Gelegenheit, finniges Fleisch anderer zu verzehren. Am häufigsten von allen hat das Schwein Gelegenheit, die Bandwurmeier aufzunehmen und dieses Tier allein bietet heute der

in ihm enthaltenen, s. *T.* als *Cysticercus cellulosae* bezeichneten, Finne des bewaffneten Bandwurms sichere Aussicht auf Übertragung in den menschlichen Darm.

So ist das Hauschwein durch den Wechsel der Lebensgewohnheiten des Menschen zum Hauptzwischenwirt der *Taenia solium* geworden. Und was für diesen Bandwurm das Schwein, ist für den unbewaffneten (*Taenia saginata*) das Rind, für welches mit, der Sachlage entsprechenden Änderungen im Einzelnen, die oben entwickelte Hypothese ebenfalls gilt.

Ein anderes Beispiel, die Trichine, hat uns schon früher (S. 80) beschäftigt und diese ist als ein verhältnismäßig noch wenig spezialisierter Parasit zu betrachten, da sie sowohl als Darmtrichine wie als eingekapselte Muskeltrichine in so vielen Arten von Wirten leben kann. In einem Punkte aber erscheint die Trichine äußerst exklusiv, nämlich in der Wahl des Organs des Zwischenwirtes. Die aus dem Darm in die Blutbahn gelangten jungen Trichinen werden in den Kapillaren aller Organe abgesetzt, sie sind aber schon so an die, von der quergestreiften Muskulatur gebotenen Lebensbedingungen gewöhnt, daß sie sich nur in dieser einzukapseln und lebensfähig erhalten. Eine ähnliche Adaption kennen wir von der *Oncosphära* des Quesenbandwurmes (*Taenia coenurus*), die als Bandwurm im Hundedarm, als Blasenwurm im Gehirn und Rückenmark des Schafes lebt. Werden Eier des Quesenbandwurms mit dem Graze verzehrt, so wandern die im Schafdarm frei werdenden Hakenlarven in alle Gewebe, aber nur die ins Gehirn und Rückenmark gelangenden erlangen die Fähigkeit, Bandwurmköpfe zu bilden. Während es für die Trichine klar ist, daß für sie die quergestreifte Muskulatur das für die Übertragung in einen anderen Wirt geeignetste Organsystem darstellt, kann ich mir keine bestimmte Meinung über die Ursachen bilden, welche die Angewöhnung der Quese an Gehirn und Rückenmark bewirkt haben.

Daß es auch Darmparasiten gibt, für welche keineswegs das wichtigste Nahrungsobjekt des definitiven Wirtes zum Zwischenwirt geworden ist, zeigt der interessante Fall des fürbiskernähnlichen Bandwurmes (*Dipylidium caninum*). Dieser lebt im Darm des Hundes, selten der Katze und des Menschen. Seine Eier bleiben vielfach an den Haaren des Schwanzes sowie der hinteren Extremitäten des Hundes hängen und werden

von dem, auf dem Hund lebenden lausähnlichen Haarling (*Trichodectes canis*) verzehrt, in dessen Darm die *Oncosphära* ausfriecht, um dann in die Leibeshöhle auszuwandern und zu einem „*Cysticercoid*“, einem der Flüssigkeit entbehrenden kleinen Blasenwurmzustand (S. 36), zu werden. Indem der Hund sich mit den Zähnen dieser Ektoparasiten erwehrt und sie verschluckt, infiziert er sich zugleich mit dem Kürbiskernbandwurm. Die Aufgabe, diesem einen Zwischenwirt zu suchen, der die sicherste Gewähr für die Übertragung seines Jugendzustandes in den Hundedarm bietet, hätte auch der findigste Mensch nicht einfacher lösen können. Denn so allein ist dem *Cysticercoid* die Erreichung des Hundedarmes für alle Fälle gesichert, ob nun der Träger des Bandwurmes ein Jagd-, Metzger- oder Schoßhund sei, denn so verschiedenartig deren Ernährungsweise auch ist, eines bleibt allen diesen Hunderrassen gemeinsam: der Haarling!

Wenn wir hier hauptsächlich die mit der Nahrung in den Körper gelangenden Parasiten betrachtet haben, so geschah dies deshalb, weil der Weg durch den Mund auch den geeignetsten Zugang zur Lunge, zum Gehirn, in die Leibeshöhle und in das Blutgefäßsystem bildet. Aber es genügt der Hinweis auf das *Malaria*plasmodium (S. 14), auf *Ancylostoma* (S. 87) und *Entoconcha* (S. 55), um zu zeigen, daß auch die Haut als Eingangspforte für Entoparasiten dienen kann. Allerdings setzt das Eindringen eines Entoparasiten durch die Haut entweder aktive Jugendstadien — so bei *Ancylostoma* und *Entoconcha* — oder entsprechende Zwischenwirte voraus. Zu solchen eignen sich für diesen Zweck am besten die Ektoparasiten des betreffenden Endwirtes, wie die Fliegen und Stechmücken, welche dem Menschen und vielen Tieren die Blutparasiten aus dem Stamme der Urtiere zuführen.

Wenn wir die mannigfaltigen Formen des Scharozerthums in der heutigen Tierwelt betrachten und bedenken, daß sich dieselben aus dem freien Nahrungserwerbe allmählich entwickelt haben, und bestimmt werden einerseits durch das Bedürfnis der Parasiten ihre Art zu erhalten und andererseits durch die Lebensbedürfnisse der als Wirte dienenden Tiere, so müssen wir uns sagen, daß jede Änderung des einen Faktors umbildend auf den anderen wirken muß. Ändern sich Bau und Lebensgewohnheiten eines Wirtes, so muß auch seine

Parasitenfauna sich ändern. So wird auch der Mensch in früheren Zeiten mitan deren Nahrungsobjekten andere Parasitenarten erworben haben als heute und die Parasiten, welche ihm aus jenen Zeiten treu geblieben sind, waren gezwungen, wenn sie nicht aussterben sollten, sich den Veränderungen seiner Lebensweise und damit eventuell anderen Zwischenwirten anzupassen. Und so wie beim Menschen ging es auch bei den Tieren. Manche der heutigen Formen des Parasitismus lassen den Schluß zu, daß sie sich im Laufe der Zeit aus anderen Verhältnissen herausgebildet haben. Ich will als Beispiele dafür nur die schon besprochenen Lebensgeschichten der entoparasitischen Saugwürmer von diesem Gesichtspunkte aus betrachten. Da zeigt zunächst der Leberegel (*Fasciola hepatica*) der Schafe gegenüber der typischen Entwicklung die Eigentümlichkeit, daß die aus dem ersten Zwischenwirt, der Schnecke, auswandernden Cercarien nicht einen zweiten Zwischenwirt aufsuchen (vergl. die Tabelle fig. VIII, S. 29) sondern sich an Pflanzen einzukapseln, nachdem sie den Schwanz abgeworfen haben. Es handelt sich hier höchst wahrscheinlich um eine sekundäre, mit der Domestikation des Schafes und Rindes eingetretene Änderung der Lebensweise des Leberegels. Vorher hatte dieser ebenfalls seinen zweiten Zwischenwirt (Insekt oder Friedfisch), und es war damals wie gewiß auch heute noch bei den typischen entoparasitischen Saugwürmern oft genug vorgekommen, daß die Cercarien auf der Suche nach dem zweiten Zwischenwirt sich in der oberen Wassergrenze auf eine Pflanze verirrtten, wo sie, von der Vertrocknung bedroht, sich encystierten, also vorzeitig das taten, was ihre glücklicheren Genossen erst nach Erreichung des zweiten Zwischenwirtes in diesem vollbringen. Solange keine Herden von Schafen und Rindern so verirrtten jungen Saugwürmern Aussicht boten, in diese Tiere aufgenommen zu werden, mußten sie zu Grunde gehen. Als aber Schaf und Rind domestiziert und in Haustierherden dem Menschen zugesellt wurden, änderte sich die Sachlage, und es war die Aussicht, mit dem Weidedutter in ein Schaf oder Rind zu gelangen, für den jungen Leberegel bald eine viel größere als jene, mit dem Leib eines Insekts oder Fisches in den Vogeldarm aufgenommenen zu werden. Der alte Weg wurde verlassen und die Gewohnheit in Grashalmen sich einzukapseln ward in dem Maße gefestigt, als immer mehr Individuen

zur Geschlechtsreife gelangten, die den letzteren Weg genommen hatten.

Auch die Abweichung des *Urogonimus macrostomus* vom typischen Entwicklungsgange ist auf ähnliche Weise zu erklären. Ursprünglich auf dem normalen Wege in einen Wasservogel als Endwirt gelangt, hat dieser Saugwurm eine Verkürzung seiner Entwicklung erfahren, zu welcher wahrscheinlich die Änderung der Lebensweise des ersten Zwischenwirtes, der Bernsteinschnecke (*Succinea*), den Anstoß gegeben hat. Solange als diese Schnecke, wie die mit ihr nahe verwandten Schlammuschnecken (*Limnaea*) ein Wassertier war, hatte unser Saugwurm die typische Art der Entwicklung. Als aber die Bernsteinschnecke allmählich ein Bewohner des sumpfigen Waldbodens wurde, fiel für die im Keimschlauch gebildeten Cercarien die Möglichkeit weg, auszuwandern. Der Keimschlauch erreichte, da er nicht durch Auswanderung seiner Brut entlastet wurde, eine bedeutendere Größe als vorher, er verästelte sich und einzelne seiner Äste wuchsen bis in die Fühler hinein, die ja gelegentlich von den Singvögeln angepickt wurden, so die Cercarien direkt in den Darm überführend, wo dieselben nach Abwerfen des Schwanzes zu geschlechtsreifen Saugwürmern auswuchsen. Deren — noch heute mit einer für das Aufspringen im Wasser bestimmten Deckelnaht versehene — Eier gingen mit dem Vogelkoth ab, der auf Blättern sich ausbreitend, wieder von Bernsteinschnecken gefressen wurde, in deren Magen jetzt die Miracidien ausschlüpfen, um mit der ihnen eigentümlichen Bohrbewegung durch die Magenwand in die Leibeshöhle der Schnecke zu gelangen. Diese neue Lebensweise mit dem Ausfall der beiden aktiven Wanderungen (vergl. die Tabelle S. 32) — als Miracidium in den ersten Zwischenwirt, und als Cercarie von da in den zweiten Zwischenwirt — hatte zur Folge, daß allmählich die diesen Wanderungen dienenden Organe, nämlich das flimmerkleid des Miracidium und der Ruderschwanz der Cercarie, eine Rückbildung erfuhren. Tatsächlich ist ja von ersterem (S. 31 fig. 1, ci) immer noch ein kleiner Rest vorhanden, und statt der Cercarien werden heute im Keimschlauch des *Urogonimus macrostomus* gleich von Anfang an schwanzlose junge Saugwürmer (3, sw) gebildet. Indessen war trotz dieser Anpassung an die veränderten äußeren Lebensbedingungen die Erhaltung der Art gefährdet. Wo sehr viele

Singvögel vorhanden und deren Konkurrenz um die Nahrung lebhaft waren, mochte die Wahrscheinlichkeit, daß die Fühler der Bernsteinsehne angepickt werden, ausreichend groß gewesen sein. Wenn aber die Zahl der Vögel aus irgend einem Grunde abnahm oder ein Überfluß an anderer Nahrung vorhanden war, sank die Wahrscheinlichkeit der Übertragung in den Vogeldarm. Da trat helfend zur Seite die Eigentümlichkeit der tierischen Haut, bei stärkerer Belichtung Farbstoff zu bilden. Die in die Fühler einwachsenden Zweige des Keimschlauches erfuhren aber eine solche Belichtung, namentlich dann, wenn sie stark angeschwollen waren und die Haut des Fühlers prall spannten. Solche Keimschläuche, welche die individuelle Anlage Farbstoff zu bilden, besaßen, mußten den Vögeln mehr in die Augen fallen als andere und wenn gar unter den mannigfaltigen Arten der Färbung solche waren, die einer mehr oder weniger deutlichen Querringelung (2, es) glichen, so waren diese, weil sie an die gegliederten Maden gemahnten, viel anziehender für die Vögel als andere. So wurde die heutige merkwürdige Zeichnung der Keimschlauchenden gezüchtet und so auch die, eine rhythmische Bewegung ermöglichende, Muskelausstattung derselben. Und dazu kamen zwei weitere Neuerwerbungen. So die lange Lebensdauer dieser Keimschläuche, welche nach Heckert, dem wir die genaue Kenntnis dieser Verhältnisse verdanken, erst mit dem Tode ihres Wirtes zu Grunde gehen sollen. Ferner die merkwürdige Art, wie sich die gefärbten Enden des Keimschlauches zu dem im Schneckenkörper verborgenen Geschlechte (w) verhalten. Die Stelle an welcher beide zusammenhängen (est) hat die Eigenschaft, sehr leicht zu brechen, und in einem solchen Falle kann man beobachten, daß durch die Bruchstelle die im Schlauche enthaltene Brut nicht austritt. Es ist nämlich in der Basis des Schlauches eine Ringklappe vorhanden, die wohl der aus dem Geschlechte zuwandernden Brut den Eintritt aber nicht den Austritt ermöglicht. Auf diese Weise füllt sich der Schlauch immer mehr, er schwillt mit Zunahme der reifen Brut an und wenn der Vogel ihn erfäßt, so reißt er leicht ab ohne zu zerplatzen oder an der Durchtrennungsstelle Brut austreten zu lassen. So wird dem Vogel der ganze Inhalt des Schlauches ohne Verlust einverleibt. Wie so oft einem Parasiten Änderungen in Bau und Lebensweise des Wirtes zum Vorteil gereichen, so ist auch

nach Löss bei der Bernstein Schnecke eine solche, die Übertragung in die Vögel fördernde eingetreten, indem „die infizierten Schnecken — wahrscheinlich infolge einer Schwächung oder gänzlichen Zerstörung ihrer Augennerven, die in den Fühlern liegen — sich höher und vorzugsweise auf der Oberfläche der Blätter aufhalten, als ihre in der Nähe des Bodens oder auf der Unterseite der Pflanzenblätter hinkriechenden, nicht infizierten Genossen“.

Gewiß bietet der besprochene, seiner Zeit als *Leucochloridium paradoxum* beschriebene Keimschlauch eine Reihe von Neubildungen, welche in ihrer auffallenden Zweckdienlichkeit kaum ihres Gleichen finden dürften. Seine Ähnlichkeit mit einer Insektenlarve hat E. Zeller — der ausgezeichnete Beobachter, der als erster den ganzen Entwicklungskreis erkannte, in welchen das *Leucochloridium* hineingeht, — zu folgenden Bemerkungen veranlaßt: „Diese Ähnlichkeit kann aber unmöglich auf ein ‚Maskierungs-‘ oder ‚Nachahmungsvermögen,‘ wie ein solches in neuerer Zeit so vielfach angenommen worden ist, zurückgeführt werden, im Gegenteil, unser Fall ist recht geeignet einen Beweis gegen die Annahme eines solchen Vermögens und die Anschauung, als ob die Tiere bei ihrer Maskierung eigentlich mit Bewußtsein handelten, zu liefern. Wo wir sonst von ‚Maskierung‘ oder ‚Nachahmung‘ hören, soll diese immer zum Schutz und zur Erhaltung des betreffenden Tieres oder doch irgendwie zu seinem Nutzen dienen. Für unser *Leucochloridium* wird die Ähnlichkeit mit einer Insektenlarve nur zum Verderben. Denn was anderes wird durch dieselbe erreicht, als daß die Aufmerksamkeit eines Insekten fressenden Vogels erregt und dieser veranlaßt wird, das *Leucochloridium* aus der Schnecke herauszufressen? In den Magen des Vogels gelangt geht das *Leucochloridium* unfehlbar zu Grunde und wird verdaut. Seine eingeschlossene Distomenbrut wird eben dadurch befreit und ihr zu ihrem weiteren Fortkommen verholphen. Eine solche Absicht aber, für seine Brut die eigene Existenz zu opfern wird gewiß niemand unserem *Leucochloridium* zutrauen wollen“.

Ich führe diese Stelle an, weil sie zwei in Laienkreisen weit verbreitete Irrtümer enthält. Erstens denjenigen, daß wir Zoologen insgesamt den Tieren bei der Bildung der

Schutzfärbungen und =Gestaltungen — die Engländer bezeichnen sie als „Mimicry“ — eine bewußte Mitwirkung zumuteten. Wenn es auch schwer ist, bei Darstellung solcher Verhältnisse Ausdrücke zu vermeiden, welche dem menschlichen Leben entnommen sind, so meint doch in der Tat kein Zoologe der von „Nachäffung“ oder „Anpassung“ spricht, etwas anderes, als daß morphologische oder physiologische Tatsachen vorliegen, welche mit bestimmten anderen Formzuständen oder Funktionen harmonieren und in Bezug auf diese zweckdienlich erscheinen. Wie wir uns diese Harmonien zustande gekommen denken, habe ich Ihnen ja eben gezeigt, indem ich versuchte, die Entstehung der Entwicklungsverhältnisse von *Fasciola hepatica* und *Urogonimus macrostomus* aus der typischen Entwicklungsweise der entoparasitischen Saugwürmer zu erklären. Der zweite Irrtum ist der, daß das organische Individuum Selbstzweck sei. Wenn wir nicht schon seit Weismann wüßten, daß das tierische und pflanzliche Individuum nichts anderes ist, als ein Mittel zur Erhaltung seiner Art, so müßte die Betrachtung der Erscheinungen des Scharoßertums uns darauf führen. Denn kaum eine andere Tatsachengruppe zeigt deutlicher als diese, wie äußere Gestalt und innerer Bau, Entwicklungs- und Lebensweise nur der einen Aufgabe dienen, die Erhaltung der Art zu sichern. Und für diese Auffassung des individuellen Lebens erscheint allerdings die Selbstaufopferung des *Leucochloridium* zu Gunsten seiner Brut nicht etwa unnatürlich, sondern im Gegenteil als das einzig natürliche, selbstverständliche!

### Die Zweckmäßigkeit im Scharoßertum.

Vergegenwärtigen wir uns die geschilderten Begleitererscheinungen der scharoßenden Lebensweise noch einmal, so wird gewiß als tiefster Gesamteindruck ein Staunen erregt, über die wunderbare Harmonie zwischen den Formzuständen und der Leistung, welcher sie zu dienen haben. Wie entsprechen doch allen den verschiedenen Graden des Parasitismus die Organe für die Erhaltung des Individuums und jene für die Erhaltung der Art, und wie unerschöpflich sind die Mittel, welche angewendet werden, um diesen Aufgaben des Tieres gerecht zu werden. Wie schmiegte sich, fern jeder Schablone, die Formbildung dem vorliegenden Materiale, das

ist der Gestalt der freilebenden Ausgangsform des Scharozerers an, indem mit der Rückbildung überflüssiger, die den geänderten Verhältnissen entsprechende Umbildung vorhandener Organe und die Neubildung von solchen zur Bestreitung neu auftauchender Bedürfnisse Hand in Hand gehen. Kurz, es herrscht die äußerste Zweckdienlichkeit in allen den verwickelsten Beziehungen zwischen den Scharozerern und ihren Wirten.

Aber während in einer früheren, rein beschreibenden Periode der Zoologie diese Zweckdienlichkeit eine Quelle für überflüssige Spekulationen war, schuf die Neubegründung der Entwicklungslehre durch Darwin und Haeckel die Möglichkeit, alle Zweckdienlichkeit auf natürlichem Wege zu erklären, und es gibt im Tierreiche heute nur wenige Gruppen von Tatsachen, welche der Abstammungslehre und der Theorie der natürlichen Zuchtwahl eine solche Fülle von Beweismitteln zugeführt haben, wie die Erscheinungen des Parasitismus. Es kann heute kein logisch denkender Mensch mehr daran zweifeln, daß diese sich sämtlich aus den normalen Wechselbeziehungen der Tiere sekundär herausgebildet haben. Wir können die Anfänge dieses Prozesses mit unseren Augen an den gelegentlichen Parasiten, und den fortwährenden Wandel in den Beziehungen zwischen Scharozerern und ihren Wirten schon an der wechselnden Zusammensetzung der Parasitenfauna des Menschen je nach dessen Lebensweise und der Art seiner Vergesellschaftung mit der ihn umgebenden Tierwelt nachweisen. Und daß auch scheinbar unerklärliche Fälle aus dem Walten der natürlichen Zuchtwahl zu verstehen sind, habe ich Ihnen an verschiedenen Beispielen, u. a. selbst an den so komplizierten Lebenserscheinungen der entoparasitischen Saugwürmer, darzutun versucht.

Wie für jede neue Urbildung Variabilität und Anpassungsfähigkeit, also Plastizität der Ausgangsform die Grundlage gibt, so auch für die Entstehung des Scharozeriums. Es ist daher leicht verständlich, weshalb gerade die noch so wenig differenzierten Urtiere und unter den nicht gegliederten Gewebetieren (Metazoen) gerade die Abteilungen der Platt- und Rundwürmer, unter den gegliederten die Krebstiere so viele, und nicht bloß im Bau des ausgebildeten Tieres sondern auch in den Formzuständen der Entwicklung so mannigfaltige Parasiten stellen. Die freilebenden Plattwürmer, die Turbellarien, sind über die ganze Erde verbreitet, im Meere

und im Süßwasser, bald in jenem schlammiger Tümpel, bald in reinem stehendem oder rasch fließendem, auf und in der feuchten Erde tropischer Inseln nicht bloß, sondern auch Skandinaviens und unserer Alpen; sie ernähren sich als Räuber und Blutsauger, manche von ihnen haben neben der zweigeschlechtlichen Fortpflanzung auch eine eingeschlechtliche, indem die unbefruchteten Eier sich entwickeln können, sowie eine solche durch Teilung, und auch Enzystierungen kommen bei ihnen vor. Es ist also eine Gruppe, die schon durch diese Tatsachen auf eine große Anpassungsfähigkeit hinweist, wozu kommt, daß nicht selten neben Farben- und Größenvarianten sich auch Arten finden, die in Bezug auf die Ausbildung ihrer Augen, die Zahl der Geschlechtsdrüsen und Begattungsapparate wie auch in der Größe des Schlundkopfes eine weitgehende anatomische Variabilität darbieten. Kein Wunder, daß es unter ihnen auch Ekto- und Entoparasiten gibt, die ihre Wirt ein den Tierstämmen der Stachelhäuter, Würmer, Gliederfüßer, Weichtiere, Mantel- und Wirbeltiere haben. Nicht minder anpassungsfähig und variabel erscheinen die Rundwürmer und Krebstiere. Bei den ersteren kommt die große Lebenszähigkeit und Austrocknungsfähigkeit der Eier und freilebenden Formen hinzu und für die Krebstiere sei hervorgehoben, daß an ihnen erfolgreiche Versuche gemacht worden sind, auf experimentellem Wege durch Änderung der Zusammensetzung des Wassers bestimmte Arten in andere überzuführen. Aus einem so gearteten Materiale kann die natürliche Zuchtwahl neue Arten hervorbringen und, wie wir dies an einzelnen Beispielen besprochen haben, für die parasitische Lebensweise günstige Varianten durch Vererbung festigen und vergrößern. Durch Nichtgebrauch gehen vorhandene Organe verloren, der Gebrauch läßt vorhandene Organe stärker werden und sich in der Richtung ihrer Verwendung ausgestalten, neu auftretende Bedürfnisse erzeugen aus indifferentem Materiale neue Organe: bloß adhäsiv wirkende Hautstellen werden zu Saugnäpfen, Höcker der Oberhaut (Cuticula) zu Haken u. s. w. Es würde uns zu weit führen, wollten wir hier alle die, die Formbildung und damit die Entstehung neuer Arten fördernden Momente hervorheben. Nur eines sei noch betont. Mit den sichtbaren morphologischen Um- und Neubildungen gehen auch physiologische Umwandlungen einher, die sich darin äußern, daß die Be-

dürfnisse des Stoffwechsels sich ändern und damit die Lust- und Unlustgefühle durch andere Reize ausgelöst werden als vordem. Die von einem Wirt ausgehende und sich in der Luft oder im Wasser verbreitenden chemischen Stoffe werden anlockend auf den Parasiten wirken, und, indem er der größeren Konzentration dieser Stoffe folgt, ihn schließlich die Quelle desselben, den Wirt, finden lassen. So werden die Wanderungen von „Tropismen“ geleitet. An dergleichen hat schon der alte Schaeffer gedacht, als er die mit dem Wasser in den Darm des Schafes gelangte Süßwasserplanarie den Weg zur Leber in der Weise finden ließ, daß sie durch die Bitternis der Galle geleitet würde, und so findet das Miracidium der Saugwürmer die Schnecke, die Flimmerlarve des breiten Bandwurmes den Fisch! Daß diese physiologischen Eigenschaften sich ebenso vererben und der Zuchtwahl unterliegen, wie die morphologischen, daran kann nicht gezweifelt werden. Daß nach beiden Richtungen hin auch bei den niedersten Lebewesen ein „Gedächtnis“ waltet, dafür lassen sich aus den Erscheinungen des Parasitismus unzählige Beispiele anführen. Überall tritt uns dasselbe, um die Worte aus Hering's klassischer Rede anzuführen, entgegen „als eine Reproduktion solcher Prozesse seitens der organisierten Materie, an welchen dieselbe schon einmal, wenn auch nur als Keim im Keimstocke, teil nahm, und deren sie jetzt, wo Zeit und Gelegenheit kommen, gleichsam gedenkt, indem sie auf gleiche oder ähnliche Reize in ähnlicher Weise reagiert wie früher jener Organismus, dessen Teil sie einst war und dessen Geschicke damals auch sie bewegten“.

### Stellung des Parasitismus in der Biologie.

Es ist zwar schon wiederholt betont worden, daß das Schmarotzertum in seinen Anfängen allmählich übergeht in die normalen Arten des Nahrungserwerbes. Aber jetzt, nachdem wir denselben begleitet sahen von so merkwürdigen Teilerscheinungen, könnten manche von Ihnen glauben, daß diese letzteren ausschließlich dem Parasitismus zugehören. Dem ist nicht so und es läßt sich leicht zeigen, daß sie sämtlich auch bei nichtparasitischen Tieren vorkommen. Ja es gibt eine Gruppe von solchen, die mehrere dieser Begleiterscheinungen in ganz ähnlicher Kombination darbietet, wie beim Parasitismus. Es

sind dies die feststehenden Tiere. U. Lang hat in einer sehr interessanten Studie gezeigt, wie Tiere mit eingeschränkter Ortsbewegung (Röhren bewohnende, dauernd festgeheftete oder festgewachsene) bald eine Umwandlung ihrer Bewegungsorgane in Haftapparate oder Organe zum Herbeistrudeln der Nahrung, bald eine Rückbildung oder gänzlichen Verlust derselben mit gleichzeitiger Rückbildung der Muskulatur und der Körpergliederung erleiden. Bei solchen Tieren — als Beispiel seien nur die nichtparasitischen Rankenfüßer angeführt — geht mit den angeführten Veränderungen auch eine Rückbildung der Sinnesorgane und des Zentralnervensystems einher. Ja es werden diese, aus ursprünglich freilebenden getrenntgeschlechtlichen Krebstieren hervorgegangenen Rankenfüßer durch die feststehende Lebensweise bisweilen zu Hermaphroditen wie *Sacculina* und die *Myzostomidae*, und weisen entweder wie diese Komplementär-, oder, wenn sie getrenntgeschlechtlich bleiben, Zwergmännchen auf, sie zeigen eine Rückbildung der Männchen zu zwergartiger Gestalt und mit dem gleichen parasitenähnlichen Verhalten zu den Weibchen, wie dort (S. 44 u. 68).

Aber auch bei Tieren mit unbeschränktem Ortswechsel können alle die Charakterzüge der Parasiten angetroffen werden, mit Ausnahme der die Bewegungsorgane betreffenden. Alle an Küsten mit starker Brandung frei im Wasser lebenden und auf die im Strandwasser vorkommende Nahrung angewiesenen Tiere bilden Haftorgane aus, welche im Momente, da sich eine stärkere Wasserbewegung fühlbar macht, als Anker wirken. So haben Strudelwürmer das Hinterende besetzt mit „Klebzellen“, deren Sekret so fest haftet, daß der durch eine Pipette erzeugte Wasserstrom eher das Tier zu zerreißen, als sein Hinterende von der Unterlage abzulösen vermag. Daß Sinnesorgane durch Nichtgebrauch verloren gehen, lehren uns die Bewohner dunkler Orte des Wassers und des Landes. Daß typische beißende Mundteile zu Saugrüsseln umgewandelt werden, findet sich, wie die Klasse der Insekten zeigt, auch bei nichtparasitischen Tieren dann, wenn sich die Lebensweise der Nachkommen derart ändert, daß die letzteren bloß flüssige Nahrung zu sich nehmen. Ein Beispiel dafür, wie sogar bei den verschiedenen Entwicklungsstadien eines und desselben Tieres solche Unterschiede auftreten, sind u. a. die Schmetterlinge, bei welchen die Raupe entsprechend ihrer physiologischen

Aufgabe, möglichst viel Reservestoffe anzusammeln, kräftige beißende Mundteile besitzt, während bei dem, bloß Wasser und Zuckersäfte der Pflanzen aufnehmenden Schmetterling die Oberkiefer völlig verkümmern und die Unterkiefer sich zu einem Saugrohr umwandeln.

Der Mangel eines Darmrohres kommt bei nichtparasitischen Tieren teils als Folge des Stehenbleibens auf einer früheren Entwicklungsphase, teils als Ausdruck der in der Natur zu beobachtenden Ökonomie der Mittel vor. Ersteres bei der als Acoela bekannten Gruppe der Strudelwürmer, bei denen die Ausbildung der Keimblätter nicht bis zur Scheidung der, von dem äußeren (Haut-)Blatt umschlossenen Zellenmasse in ein mittleres und ein inneres (Darm-)Blatt fortschreitet, so daß der Querschnitt durch den Körper ein ähnliches Bild darbietet, wie der Querschnitt durch den darmlosen Bandwurm. Bei nichtparasitischen Rädertieren dagegen findet sich die eigentümliche Erscheinung, daß die Männchen viel kleiner sind als die Weibchen und des Darmes entbehren. Und es ist bemerkenswert, daß im Gegensatz dazu in der ektoparasitischen Rädertiergattung *Seison* die beiden Geschlechter von gleicher Größe und Männchen wie Weibchen mit Kiefern, Speiseröhre und Magen ausgestattet sind. Dieser Tiergruppe und der durchaus nichtparasitischen Klasse der Bärtierchen, kommt auch die für die parasitischen Rundwürmer hervorgehobene Eigenschaft, eingetrocknet lange Zeit ihre Lebensfähigkeit zu bewahren, in noch höherem Maße als den letztgenannten zu.

In Bezug auf die Fortpflanzungsverhältnisse sei zunächst hervorgehoben, daß bei allen Tieren, bei welchen die Zerstückelungsziffer eine große ist, auch ganz enorme Mengen von Eiern abgelegt werden. Es braucht nur an die Fische, namentlich jene des Meeres, erinnert zu werden. Auch müssen die Tiere, welche ihre Eier weder im Inneren des mütterlichen Körpers zur Reife bringen, noch auch denselben Reservestoffe (Dotter) mitgeben, frühzeitig ausschlüpfen und die für die Weiterentwicklung nötige Nahrung selbst erwerben, womit provisorische Larvenorgane und eine von den geschlechtsreifen Tieren auffallend verschiedene Jugendform Hand in Hand gehen, wie ich schon früher (S. 88) betont habe. Und daß die klimatischen Verhältnisse bei nichtparasitischen Tieren ebenso sistierend auf die Entwicklung einwirken wie bei Schmarozern,

dafür ließen sich zahlreiche Beispiele anführen, desgleichen für die Anpassung der Eiform an das dem Ei voraussichtlich bevorstehende Schicksal. Es seien bloß die dünnschaligen dotterarmen Sommereier und die dickschaligen, dotterreichen Winter Eier mancher Strudelwürmer und Rädertiere erwähnt.

Die Einschaltung von multiplikativen Vermehrungen in das genealogische Individuum, sei es als ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Knospung und Teilung, sei es als Keimbildung in Larven oder Entwicklung von Eiern ohne vorhergegangene Befruchtung (Parthenogenesis) ist weitverbreitet bei nichtparasitischen Pflanzentieren, Würmern, Salpen und Insekten.

Es gibt also keine einzige, dem Parasitismus als solchem eigentümliche und ihn charakterisierende Einrichtung in Bau und Entwicklung der Tiere und das Schmarotzertum fügt sich zwanglos ein in die allgemeinen, das Tierleben beherrschenden Gesetze. Nur die Kombination zahlreicher Begleiterscheinungen der parasitischen Lebensweise macht sie zu einem so wichtigen formbildenden Faktor. Dem Laien fällt allerdings, namentlich wenn er einzelne extreme Fälle für sich allein betrachtet, die Leistung dieses Faktors viel mehr auf, als jene der übrigen Umstände, welche die unübersehbare Mannigfaltigkeit der Tierformen unserer Erde hervorgebracht haben. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung in der, für die verschiedenen Grade und die mannigfaltigen Phasen des Parasitismus zweckentsprechendsten Ausgestaltung des Tierkörpers hier augenfälliger hervortritt als sonst.

Jahrhunderte hingebungsvollster Forscherarbeit haben diesen Tummelplatz unfruchtbarer teleologischer Spekulationen zu einem Fruchtfeld umgestaltet, auf welchem eine reiche Ernte von Erkenntnissen reift. Wie oft wurde in der langen Zeit das kleinmütige „Ignorabimus!“ gesprochen vor Problemen, deren Lösung heute zum sicheren Besitz der Wissenschaft gehört. Und so lassen Sie uns auch ferner der zuversichtlichen Hoffnung leben, daß, was uns heute noch verschleiert ist, dereinst vom Lichte der Erkenntnis bestrahlt, das Walten der ewigen Gesetze in allen Erscheinungen der Natur offenbaren werde!

---

## Die Parasiten des Menschen.

Als Anhang zu der allgemeinen Erörterung des Parasitismus im Tierreiche gebe ich eine übersichtliche Tabelle der bisher auf und in dem Menschen beobachteten Zooparasiten. Die erste Abteilung dieser Tabelle enthält die lateinischen und, wo solche im Gebrauche sind, auch die deutschen Namen der in systematischer Reihe angeführten Arten, von welchen die für Bewohner Europas wichtigsten durch einen beigefügten Stern (\*) hervorgehoben sind. Die zweite verzeichnet die befallenen Organe und wo mehrere Organe genannt sind, da bezeichnet die Reihenfolge die relative Häufigkeit der Inanspruchnahme derselben. Die dritte Abteilung bezeichnet — soweit sie bisher bekannt ist — die Quelle, von welcher wir den Parasiten beziehen. Sind hier Tiere genannt, so sind diese Mitwirte, wie z. B. bei den Ektoparasiten Nr. 107 bis 109, welche sowohl auf dem Menschen wie auf Haustieren leben können, Zwischenwirte (Nr. 33, 37, 39, 40, 43—46, 54, 74, 84, 86) oder Endwirte (Nr. 13—15, 48, 55—57) von Parasiten, für welche der Mensch End-, beziehungsweise Zwischenwirt ist, oder schließlich solche, die sowohl Zwischen-, als auch Endwirte für den Parasiten darstellen können, gleichwie der Mensch (Nr. 112).

Die vierte Abteilung enthält jene Tiere — wo deren viele sind, nur die wichtigsten nach dem Grade ihrer Wichtigkeit für den Menschen geordnet — welche einen Parasiten in demselben Entwicklungsstadium beherbergen wie der Mensch, also z. B. beide den geschlechtsreifen Zustand (33, 34, 37, 39, 40) oder den Blasenwurmzustand (44, 48) eines Bandwurmes. Die letzte Abteilung enthält die geographische Verbreitung; wo hier (wie bei Nr. 38) neben einer allgemeinen Angabe (kosmopolitisch) noch eine eingeklammerte Region angegeben ist (Sicilien), da ist in letzterer der betreffende Parasit viel häufiger als sonstwo.

Die Gesamtzahl der auf nachstehender Tabelle verzeichneten Parasiten des Menschen beträgt, wenn wir von den beiläufig 230 Arten blutsaugender Stechmücken (Nr. 128 und 129) absehen, etwa 190. Eine genaue Zahl läßt sich nicht angeben, da es von vielen nicht feststeht, ob sie selbständige Arten darstellen oder indentisch sind mit anderen Arten dieser

Tabelle, was namentlich von solchen gilt, die uns bloß in Jugendstadien bekannt sind. Dazu sind unter den als Parasiten des Menschen beschriebenen Urtieren und Saugwürmern, noch mehr aber unter den Rundwürmern, Fliegen und Milben viele gewiß nur gelegentliche Schmarotzer oder Individuen freilebender Tiere, die durch irgend einen Zufall in oder auf den Menschen gelangt sind und bei diesen sich längere Zeit lebend erhalten konnten. So dürften — mit dem künstlich in den menschlichen Darm eingeführten und daselbst aufgezogenen *Echinorhynchus moniliformis* (Nr. 86) — 86 der genannten Tierarten abziehen sein, so daß nur 104 regelmäßig in und auf dem Menschen lebende Schmarotzer übrig blieben. Von diesen kommen aber 48 in Europa überhaupt nicht vor, so daß der Europäer nur mit dem verhältnismäßig kleinen Rest von 56 Parasiten zu rechnen hat. Wichtig sind von diesen durch ihre Häufigkeit oder durch ihre ganz besonders schädlichen Wirkungen auf die Gesundheit des Menschen aber nur 22!

Dies gilt freilich bloß für die gegenwärtige Phase der Kultur des zivilisierten Menschen, seine gegenwärtige Art des Verkehrs mit den Nebenmenschen, seine derzeitige Art der Vergesellschaftung mit den Haustieren und die momentane Zusammensetzung seiner Haustierfauna sowie die jetzige Art, sich zu ernähren.

Alle Organe des Menschen werden von Schmarotzern heimgesucht; selten die Knochen, von den übrigen werden aber, wie aus der zweiten Abteilung unserer Tabelle hervorgeht, gewisse Organe besonders bevorzugt. Von den Ektoparasiten natürlich die Haut, von den Entoparasiten in erster Linie der Darm und die Leber, dann das Gefäßsystem und die Atmungsorgane. Wie der Mensch die Schmarotzer erwirbt, ist leider in vielen Fällen noch ganz unbekannt und die vielen leer gebliebenen Stellen in der dritten Abteilung unserer Tabelle zeigen, wie mangelhaft die Kenntnis der Lebensgeschichte unserer Parasiten noch ist. Es ist aber doch aus derselben zu ersehen, daß die Übertragungsmöglichkeiten sehr mannigfaltige sind.

Die innige Berührung mit den Nebenmenschen versorgt uns mit Läusen, Wanzen, Flöhen, Krätz- und Haarbalgmilben. Diese können auch aus den Nachbarwohnungen zu uns gelangen und indem wir auf peinliche Reinlichkeit in unseren

**Die auf und in dem Men-**  
(Zusammengestellt nach M. Braun, die tierischen

Fort- lauf. Nr.	Name des Parasiten	Befallenes Organ des Menschen
<b>Protozoa (Urtiere)</b>		
<b>Rhizopoda (Wurzelfüßer)</b>		
* 1	<i>Amoeba coli</i> . . . . .	Darm . . . . .
2	— urogenitalis . . . . .	Urogenitalwege . . . . .
3	— 7 seltene oder zweifelhafte Arten	Mundhöhle, Lunge, Ge- schlechtsorgane, Leibeshöhle
<b>Mastigophora (Geißeltiere)</b>		
4	<i>Trichomonas vaginalis</i> . . . . .	Scheide, Darm, Lunge . .
5	— intestinalis . . . . .	Dünndarm . . . . .
6	<i>Cercomonas hominis</i> . . . . .	Darm, Luftwege . . . . .
7	— 2 seltene oder zweifelhafte Arten	Lunge, Harnblase . . . . .
8	<i>Trypanosoma</i> sp? . . . . .	Blut . . . . .
<b>Sporozoa (Sporentiere)</b>		
9	<i>Coccidium cuniculi</i> . . . . .	Leber . . . . .
10	— hominis . . . . .	Darm . . . . .
11	— bigeminum . . . . .	Darm . . . . .
12	— 4 seltene oder zweifelhafte Arten	Verschiedene Organe . . .
* 13	<i>Plasmodium praecox</i> . . . . .	Blut . . . . .
* 14	— vivax . . . . .	Blut . . . . .
* 15	— malariae . . . . .	Blut . . . . .
16	— d. Beriberikrankheit u. d. Leukaemie	Blut . . . . .
<b>Ciliata (Wimpertierchen)</b>		
17	<i>Balantidium coli</i> . . . . .	Dickdarm . . . . .
18	— minutum . . . . .	Dünndarm . . . . .
19	<i>Nyctotherus faba</i> . . . . .	Dünndarm . . . . .
<b>Vermes (Würmer)</b>		
<b>Plathelminthes (Plattwürmer)</b>		
<b>Trematodes (Saugwürmer)</b>		
20	<i>Gastrodiscus hominis</i> . . . . .	Dick- und Blinddarm . . .
* 21	<i>Fasciola hepatica</i> (Leberegel) . . . . .	Leber und andere Organe .
22	— 2 seltene und zweifelhafte Arten	Leber . . . . .
23	<i>Fasciolepis buski</i> . . . . .	Darm . . . . .
* 24	<i>Distomum rathonisi</i> . . . . .	Leber . . . . .
25	<i>Paragonimus westermani</i> . . . . .	Bronchien u. andere Organe

## schen lebenden Parasiten.

Parasiten des Menschen, 3. Aufl., Würzburg 1903.)

Infektionsquelle	Lebt in demselben Entwicklungsstadium wie beim Menschen auch in oder auf	Geographische Verbreitung
Staub . . . . . . . . . . . . . . .	Hund, Katze . . . . . . . . . . . . . . .	kosmopolitisch kosmopolitisch Europa 4, Japan 2, Afrika 1
Staub, Wasser? . . . . . Staub . . . . . Staub . . . . . . . . . .	Haustiere, Maus, Ratte .	Europa Europa, Agypten kosmopolitisch Japan 1, Europa 1 Europa, Afrika
Staub . . . . . Staub . . . . . . . . . .	Kaninchen . . . . . Kaninchen u. and. Haustiere Hund, Katze, Illis . . . . .	Europa Europa Europa
Anopheles . . . . . Anopheles . . . . . Anopheles . . . . . . . . . .	. . . . . . . . . . . . . . . . . . . .	Europa 3, Brasilien 1 kosmopolitisch kosmopolitisch kosmopolitisch
Staub . . . . . Staub . . . . . Staub . . . . .	Schwein . . . . . . . . . . . . . . .	außereuropäisch (Beriberi), Europa kosmopolitisch Europa Europa
Pflanzennahrung .	Schaf, Rind usw. . . . . . . . . . . . . . . Tiger, Hund, Katze, Schwein	Indien kosmopolitisch Afrika Ost- und Südajien China Ostajien (Japan)

fort- lauf. Nr.	Name des Parasiten	Befallenes Organ des Menschen
26	<i>Metorchis truncatus</i> . . . . .	Leber . . . . .
27	<i>Opisthorchis felineus</i> . . . . .	Leber . . . . .
28	— <i>sinensis</i> . . . . .	Leber und andere Organe . . . . .
29	— <i>noverca</i> . . . . .	Leber . . . . .
30	<i>Cotilogonimus heterophyes</i> . . . . .	Dünndarm . . . . .
31	<i>Dicrocoelium lanceolatum</i> . . . . .	Leber . . . . .
32	<i>Schistosomum haematobium</i> . . . . .	Pfortader . . . . .
<b>Cestodes (Bandwürmer)</b>		
* 33	<i>Dibothriocephalus latus</i> (breiter Band- wurm) . . . . .	Darm . . . . .
34	— <i>cordatus</i> . . . . .	Darm . . . . .
35	<i>Diplogonoporus grandis</i> . . . . .	Darm . . . . .
36	<i>Bothriocephalus mansoni</i> . . . . .	Leibeshöhle . . . . .
37	<i>Dipylidium caninum</i> ( <i>cucumerinum</i> ) . . . . .	Darm . . . . .
38	<i>Hymenolepis nana</i> . . . . .	Darm . . . . .
39	— <i>diminuta</i> ( <i>flavopunctata</i> ) . . . . .	Darm . . . . .
40	— <i>lanceolata</i> . . . . .	Darm . . . . .
41	<i>Davainia madagascarensis</i> . . . . .	Darm . . . . .
42	— <i>asiatica</i> . . . . .	Darm . . . . .
* 43	<i>Taenia solium</i> (Bewaffneter Bandwurm) . . . . .	Dünndarm . . . . .
44	— — <i>Cysticercus cellulosae</i> . . . . .	alle Organe . . . . .
* 45	— <i>saginata</i> (Unbewaffneter Bandw.) . . . . .	Dünndarm . . . . .
46	— <i>africana</i> . . . . .	Darm . . . . .
47	— <i>confusa</i> . . . . .	Darm . . . . .
* 48	(—) <i>Echinococcus</i> . . . . .	Leber, Lunge usw. . . . .
<b>Nemathelminthes (Rundwürmer)</b>		
<b>Nematodes (Fadenwürmer)</b>		
49	<i>Rhabditis pelio</i> . . . . .	Scheide . . . . .
50	— <i>niellyi</i> . . . . .	Haut . . . . .
51	<i>Anguillulina putrefaciens</i> . . . . .	Darm . . . . .
52	<i>Strongyloides intestinalis</i> . . . . .	Darm . . . . .
53	<i>Gnathostoma siamense</i> . . . . .	Unterhaut . . . . .
54	<i>Filaria medinensis</i> . . . . .	Unterhaut . . . . .
55	— <i>immitis</i> . . . . .	Herz und Venen . . . . .
56	— <i>bancrofti</i> . . . . .	Lymphgefäße, Blut usw. . . . .
57	— <i>diurna</i> . . . . .	Blut . . . . .
58	— <i>perstans</i> . . . . .	Blut . . . . .
59	— <i>marquayi</i> . . . . .	Blut . . . . .
60	— <i>ozzardi</i> . . . . .	Blut . . . . .
61	— <i>magahäcsi</i> . . . . .	Blut . . . . .

Infektionsquelle	Lebt in demselben Entwicklungsstadium wie beim Menschen auch in oder auf	Geographische Verbreitung
.....	Katze, Hund u. a. ....	Sibirien
.....	Katze, Hund u. a. ....	Europa, Sibirien, Japan
.....	Hund, Katze . . . . .	Südostasien (Japan)
.....	Hund . . . . .	Indien
.....	Hund, Katze u. a. ....	Ägypten, Japan
Wasser	Schaf, Rind usw. . . . .	kosmopolitisch
.....	.....	Arabien, Afrika (Unter- [ägypten])
Hecht, Quappe usw. Fische	Hund, Katze, Fuchs . . . Hund, Seehund, Walroß .	kosmopolitisch Grönland, Island Japan
.....	.....	Ostasien
Hundehaarling und Floh	Hund, Katze, Schafal . .	Europa
Staub	.....	kosmopolitisch (Sizilien)
Insekten	Ratte, Maus . . . . .	kosmopolitisch
Diaptomus (Krebs)	Ente, Gans usw. . . . .	Europa
.....	.....	Tropen
.....	.....	Nordasien
Schwein, Schaf, Reh usw.	.....	kosmopolitisch
Salat, Selbstinfektion	Schwein, Schaf, Reh usw.	kosmopolitisch
Rind	.....	kosmopolitisch
Cebu?	.....	Afrika
.....	.....	Amerika
Hund usw.	Schaf, Rind, Schwein usw.	kosmopolitisch (Island, Australien)
Dünger?	.....	Europa
Wasser	.....	Europa
Zwiebeln	.....	Europa
Erde, Wasser?	.....	kosmopolitisch (Cochinchina)
.....	.....	Siam
Cylops (Krebs)	.....	Tropen der Alten Welt
Anopheles und Culex	Hund, Wolf, Fuchs . . .	kosmopolitisch (Ostasien)
Mosquitos	Hund	Tropengürtel
Fliegen?	.....	Westafrika
.....	.....	Westafrika
.....	.....	Tropisches Afrika u. Amerika
.....	.....	Britisch Guyana
.....	.....	Südamerika

Sort- lauf- Nr.	Name des Parasiten	Befallenes Organ des Menschen
62	<i>Filaria loa</i> . . . . .	Conjunctiva und Unterhaut
63	— <i>oculi humani</i> . . . . .	Linse des Auges . . . . .
64	— <i>conjunctivae</i> . . . . .	Conjunctiva . . . . .
65	— <i>restiformis</i> . . . . .	Harnröhre . . . . .
66	— <i>hominis oris</i> . . . . .	Mund . . . . .
67	— <i>labialis</i> . . . . .	Oberlippe . . . . .
68	— <i>equina</i> . . . . .	Lymphdrüsen . . . . .
69	— <i>romanorum (orientalis)</i> . . . . .	Blut . . . . .
70	— <i>volvulus</i> . . . . .	Haut . . . . .
71	— <i>kilimacae</i> . . . . .	Leibeshöhle . . . . .
72	— <i>sp.</i> . . . . .	Unterhaut der Finger . . . . .
* 73	<i>Trichocephalus trichiurus</i> ( <i>dispar</i> , Peitschenwurm)	Darm (Blinddarm) . . . . .
* 74	<i>Trichinella (Trichina) spiralis</i> . . . . .	Darm und Muskeln . . . . .
75	<i>Eustrongylus gigas</i> . . . . .	Nierenbecken . . . . .
76	<i>Strongylus apri</i> . . . . .	Lunge . . . . .
77	— <i>subtilis</i> . . . . .	Darm . . . . .
* 78	<i>Ancylostoma duodenale</i> . . . . .	Darm . . . . .
79	<i>Physaloptera caucasica</i> . . . . .	Darm . . . . .
* 80	<i>Ascaris lumbricoides</i> (Spulwurm) . . . . .	Dünndarm usw. . . . .
81	— <i>canis</i> . . . . .	Darm . . . . .
82	— <i>maritima</i> . . . . .	Darm . . . . .
* 83	<i>Oxyuris vermicularis</i> (Pfriemenschwanz)	Dickdarm, $\frac{1}{2}$ Blinddarm . . . . .
<b>Acanthocephali (Kraßer)</b>		
84	<i>Echinorhynchus gigas</i> . . . . .	Dünndarm . . . . .
85	— <i>hominis</i> . . . . .	Darm . . . . .
86	— <i>moniliformis</i> . . . . .	Darm . . . . .
<b>Annelides (Ringelwürmer)</b>		
<b>Hirudinea (Blutegel)</b>		
87	<i>Hirudo medicinalis</i> . . . . .	Haut . . . . .
88	<i>Limnatis nilotica</i> . . . . .	Rachen, Nase usw. . . . .
89	<i>Haemadipsa ceylonica</i> . . . . .	Haut . . . . .
90	12 andere Landblutegelarten . . . . .	Haut . . . . .
91	<i>Placobdella catenigera</i> . . . . .	Haut . . . . .
92	4 andere Blutegelarten . . . . .	Haut . . . . .
<b>Arthropoda (Gliedertiere)</b>		
<b>Arachnoidea (Spinnentiere)</b>		
<b>Acarina (Milben)</b>		
93	<i>Leptus autumnalis</i> . . . . .	Haut . . . . .
94	<i>Trombidium</i> , zahlreiche Arten . . . . .	Haut . . . . .

Infektionsquelle	Lebt in demselben Entwicklungsstadium wie beim Menschen auch in oder auf	Geographische Verbreitung
.....	.....	Tropisches Afrika
.....	.....	Europa
.....	.....	Europa
.....	.....	Europa
.....	.....	Nordamerika
.....	.....	Europa
.....	Pferd, Esel	Europa
.....	.....	Europa
.....	.....	Tropisches Afrika u. Asien
.....	.....	Ostafrika
.....	.....	Rußland
Wasser, Staub?	Äffen	Kosmopolitisch (Südtalien)
Schwein	Ratte, Schwein usw. usw.	Kosmopolitisch (Norddeutsch-
.....	Hund, Pferd usw.	Europa [land)
Staub?	Schwein, Schaf	Europa
.....	Kameel	Ägypten, Japan
Wasser (durch Mund und Haut)	.....	Kosmopolitisch (Ägypten, Italien)
.....	.....	Kaukasus
Staub und Wasser	Ratte, Schwein, Rind	Kosmopolitisch
Staub und Wasser	Hund, Katze usw.	Europa, Nordamerika
.....	.....	Grönland
Staub, Selbstinfek- tion	.....	Kosmopolitisch
Maikäfer u. a. Käfer	Schwein usw.	Europa, Amerika
.....	.....	Europa
Blaps mucronata (Käfer)	Mäuse und Ratten	Europa
Wasser	verschiedene Säugetiere	Europa
Wasser	verschiedene Säugetiere	Afrika, Asien
Gebüsch	verschiedene Säugetiere	Tropen
Gebüsch	verschiedene Säugetiere	Tropen
Wasser	Sumpfschildkröte	Südeuropa
Wasser	verschiedene Tiere	Europa, Afrika, tropisches Asien, Südamerika
Pflanzen	verschiedene Säugetiere	Europa
Pflanzen	verschiedene Säugetiere	Tropen

Sort- lauf- Nr.	Name des Parasiten	Befallenes Organ des Menschen
95	Akamuschi oder Kedani . . . . .	Haut . . . . .
96	7 seltene oder zweifelhafte Arten aus anderen Familien . . . . .	Haut . . . . .
97	Dermanyssus gallinae (Hühnerzecke) . . . . .	Haut . . . . .
98	2 verwandte Arten . . . . .	Haut und Mundhöhle . . . . .
99	Ixodes reduvius (rhizinus, Zecke) . . . . .	Haut . . . . .
100	5 verwandte Arten . . . . .	Haut . . . . .
101	Argas reflexus (Saumzecke) . . . . .	Haut . . . . .
102	7 verwandte Arten . . . . .	Haut . . . . .
103	Tyroglyphus, 3 Arten . . . . .	Haut . . . . .
104	Glyciphagus, 2 Arten . . . . .	Haut, Darm . . . . .
105	Rhyzoglyphus parasiticus . . . . .	Haut der Füße . . . . .
106	Histiogaster spermaticus . . . . .	Hautcyste . . . . .
* 107	Sarcoptes scabiei (Krätzmilbe) . . . . .	Haut . . . . .
108	— minor . . . . .	Haut . . . . .
109	— 9 andere Arten . . . . .	Haut . . . . .
110	Nephrophages sanguinarius . . . . .	Tiere? . . . . .
111	Demodex folliculorum (Haarbalgmilbe) Linguatulida (Zungenmilben)	Haarbälge . . . . .
* 112	Linguatula rhinaria . . . . .	Stirn und Nasenhöhle, als Larve in der Leber usw. . . . .
113	Porocephalus constrictus . . . . .	Leber und Lunge . . . . .
<b>Hexapoda (Insekten)</b>		
Rhynchota (Schnabelferfe)		
* 114	Pediculus capitis (Kopflaus) . . . . .	Kopfhaut . . . . .
* 115	— vestimenti (Kleiderlaus) . . . . .	Körperhaut . . . . .
* 116	Phthirius inguinalis (Filzlaus) . . . . .	behaarte Körperstellen . . . . .
* 117	Cimex lectularius (Bettwanze) . . . . .	Haut . . . . .
118	— 2 andere Arten . . . . .	Haut . . . . .
Diptera (Zweiflügler)		
* 119	Pulex irritans (Gemeiner Floh) . . . . .	Haut . . . . .
120	Sarcopsylla penetrans (Sandfloh) . . . . .	Haut, Zehen . . . . .
121	Brachycera, 5 Arten . . . . .	Darm und Nase . . . . .
122	Lucilia macellaria . . . . .	Geschwüre, Nase Rachen, Ohr usw. . . . .
123	3 verwandte Arten . . . . .	Geschwüre, Nase usw. . . . .
124	Ochromyia anthropophaga . . . . .	Haut . . . . .
125	Hypoderma, 2 Arten . . . . .	Haut . . . . .
126	Gastrophilus-Larven . . . . .	Haut . . . . .
127	Dermatobia cyaniventris . . . . .	Haut . . . . .
128	Culex, ca. 180 Arten . . . . .	Haut . . . . .
* 129	Anopheles, ca. 50 Arten . . . . .	Haut . . . . .

Infektionsquelle	Lebt in demselben Entwicklungsstadium wie beim Menschen auch in oder auf	Geographische Verbreitung
feuchte Wohnstätten	. . . . .	Japan
Pflanzen	. . . . .	—
Ställe und Nester	Vögel	Europa
Ställe und Nester	Vögel	Europa, Mauritius
Gebüsch	Schaf, Hund usw.	Europa
Gebüsch	Säuger, Vögel, Amphibien	Europa, Afrika, Amerika
Taubenställe	Taube	Europa
Wohnstätten, Ställe	Säugetiere, Vögel	Afrika, Asien, Amerika
) Mehl und andere )	. . . . .	Europa
) Nahrungsmittel )	. . . . .	Europa
Teeplantagen	. . . . .	Indien
Vegetabilien	. . . . .	Indien?
Mensch, Haustiere	Haustiere	kosmopolitisch
Käse, Kaninchen	Käse, Kaninchen	Europa
Haus- u. Menagerie-	Haus- und Menagerietiere	Europa, Afrika, Amerika
[tiere	. . . . .	Japan
Mensch	? Hund (var. canis)	Europa
Haus- u. Herdentiere	Haus und Herdentiere u. a.	Europa
. . . . .	Giraffe	Ägypten
Andere Menschen	. . . . .	kosmopolitisch
Andere Menschen	. . . . .	kosmopolitisch
Andere Menschen	. . . . .	bei der kaukasischen Rasse
Wohnstätten	. . . . .	kosmopolitisch
Wohnstätten	. . . . .	Rußland, Réunion
Wohnstätten	. . . . .	kosmopolitisch
Erde	Hund usw.	Tropen (Amerika)
. . . . .	. . . . .	Europa
. . . . .	. . . . .	Amerika
. . . . .	. . . . .	Europa
. . . . .	verschiedene Säugetiere	Afrika
. . . . .	Rind, Hirsch, Reh	Europa
. . . . .	Magen der Pferde	Europa
. . . . .	verschiedene Säugetiere	Tropisches Amerika
. . . . .	verschiedene Wirbeltiere	50 europäische
. . . . .	verschiedene Wirbeltiere	4 europäische

Wohnungen sehen, halten wir uns nicht bloß solche Gäste ab, sondern auch die meisten der mit „Staub“ zu uns gelangenden Schmarotzer. Er enthält die Dauerzustände der Urtiere und Eier von Band- und Rundwürmern, die sich auf den Gegenständen des täglichen Gebrauches, auf unbedeckten Nahrungsmitteln usw. niederlassen und mit diesen oder durch die üble Gewohnheit, die Finger zum Munde oder zur Nase zu führen, einverleibt werden. Daß man seine Wohnung gegen den Zutritt von Insekten und Haustieren jeglicher Art schützen und erstere, falls sie eingedrungen sein sollten, wenigstens vor dem Schlafengehen ausräuchern soll, ist nicht bloß mit Rücksicht auf Malaria und Oestriden, sondern auch deshalb wichtig, weil die Stubenfliegen Keime und Eier verschiedener Parasiten verbreiten. Welche Bedeutung dem Wasser als Wasch- und Badewasser wie als Trinkwasser zukommt, ist ja allbekannt. In beiden Fällen muß es filtriert sein, sollen uns mit ihm nebst anderen Schädlichkeiten nicht auch Keime oder Embryonen der verschiedensten tierischen Parasiten zugehen und es ist darum auch aus diesem Gesichtspunkte für den Reisenden eine der wichtigsten Regeln, an Orten wo gute Wasserleitungen fehlen, bloß gekochtes Wasser zu benutzen.

Eine wichtige Rolle spielen bei der Übertragung von Parasiten die Haustiere. Je länger und je näher diese mit dem Menschen vergesellschaftet sind, desto mehr hat sich das Verhältnis herausgebildet, daß Parasiten, die ursprünglich nur einem Gliede dieser Lebensgemeinschaft angehörten, auch auf den anderen Gesellschafter übergangen. Der Mensch und seine Haustiere haben sich gegenseitig Parasiten zugeführt, wobei allerdings der Mensch zu größerem Schaden kam, da seine tierischen Hausgenossen sehr verschiedenen Tiergruppen angehören und ihm demnach eine viel mannigfaltigere Schmarotzerfauna zubringen konnten als er ihnen. Die Übertragung auf den Menschen kann entweder durch Berührung mit den Haustieren erfolgen, wie dies z. B. von einer Anzahl Krähmilben feststeht und auch von der Haarbalgmilbe behauptet wird. Die an den Haaren des Hundes hängenbleibenden Glieder und Eier der *Taenia echinococcus* (S. 123), wie der Hundehaarling und der Jungenwurm können bei dem, leider so innigen, Verkehre des Menschen mit dem Hund leicht direkt übertragen werden, die erstgenannten überdies mit dem Staub,

gleichwie die Dauerzustände und die Eier verschiedener Urtiere (Nr. 1, 5, 9—11, 17) und Rundwürmer (Nr. 68, 75—80, 81), die in unserer Umgebung von Haustieren zerstreut werden. Diese Gefahr einer indirekten Übertragung der Parasiten, wie sie jedes Haustier bedeutet, das einen Parasiten beherbergt der auch im Menschen fortkommen kann, ist nicht minder hoch anzuschlagen als jene, dem Laien hauptsächlich vorschwebende, einer Infektion durch die Nahrung. Der Hund, welcher Echinokokken- und Rundwurmeier in der Umgebung der Wohnungen zerstreut, bildet eine Gefahr, deren wir uns viel schwerer erwehren können als jener anderen. Wer keine rohen Gemüse ißt, braucht nicht die Infektion mit Leberegel (Nr. 21), *Cysticercus cellulosae* (Nr. 44) oder *Anguillulina putrefaciens* (Nr. 51) zu fürchten, wer Fische und Fleisch nur gargekocht oder gebraten zu sich nimmt, nicht den breiten Bandwurm (Nr. 33), die Taenien (Nr. 43—47) oder die Trichine (Nr. 74).

Wie wichtig die Art der Nahrung ist, kann an einigen Beispielen dargelegt werden. Der große Leberegel (Nr. 21), sonst ein seltener Schmarotzer des Menschen, soll in gewissen sumpfigen Tälern Dalmatiens, die wenig sonst als Schafffleisch und Salat produzieren, endemisch sein; der breite Bandwurm (Nr. 33) ist der häufigste Parasit des Menschen in wasserreichen Gegenden, in welchen Fische — ungenügend geräuchert oder gekocht — das Hauptnahrungsmittel des Volkes bilden; die Häufigkeit der Trichinose (Nr. 74) und des bewaffneten Bandwurmes (Nr. 43) nimmt zu proportional mit der Gewohnheit des Genusses rohen Schinkens und roher oder ungeräucherter Würste, wie der unbewaffnete Bandwurm (Nr. 45) mit der Gewohnheit, das Rindfleisch roh zu essen.

Für die Zunahme der parasitären Infektion mit der Innigkeit des Verkehrs zwischen dem Menschen und seinen Haustieren, wird immer die Statistik der Echinococcuskrankheit das schlagendste Beispiel abgeben. Während in verschiedenen Gegenden Deutschlands ein Echinococcuskranker auf 1056 (Rostock) bis 23685 (Ludwigsort in Mecklenburg) Einwohner kommt, zählt man in Island auf 43—63 Einwohner einen Fall dieser schrecklichen Krankheit. Die Innigkeit des Verkehrs mit dem Hund, der ja den zu diesem Blasenwurm gehörigen Bandwurm (Nr. 48) beherbergt, ist die Ursache der Häufigkeit dieses Schmarotzers in den Polarländern. Was aber dort bittere Notwendigkeit

ist, erscheint in unseren Lebensverhältnissen als sträflicher Leichtsinns, wenn man bedenkt, daß der Hund noch zahlreiche andere Parasiten beherbergt, welche die Gesundheit des Menschen und seiner übrigen Haustiere bedrohen, und uns dazu noch die Wutkrankheit bescheert.

Die wenigen von mir angeführten Beispiele genügen vollauf um es zu rechtfertigen, daß ich vorher die Zusammensetzung der Parasitenfauna des Menschen mit der „gegenwärtigen Phase“ seiner Kultur in ursächlichen Zusammenhang gebracht habe. Denn so sicher es ist, daß diese seit der Existenz des Menschengeschlechtes mannigfaltigen Wechsel erfahren hat, so gewiß wird sie sich auch in Zukunft ändern, wenn seine Kultur in eine andere Phase tritt, welche das gegenwärtige Verhältnis des Menschen zu der ihn umgebenden Pflanzen- und Tierwelt verändert. Hoffen wir, daß diese Veränderung eine Weiterentwicklung und Veredlung der seit Jahrhunderten in Europa und in von Europäern besiedelten Erdteilen befolgten Richtung sein werde und nicht eine weitere Annäherung an den indischen Tierkultus oder eine Rückkehr zur Ernährungsweise des, mit dem Gebrauche des Feuers noch nicht vertrauten Armenischen!



## Literatur.

Die Literatur über tierische Parasiten ist in zahllosen Abhandlungen sowie in zoologischen, medizinischen und tierärztlichen Zeitschriften zerstreut. Erst in neuerer Zeit sind besondere wissenschaftliche Zeitschriften für die Erscheinungen des Parasitismus gegründet worden, 1887 in Deutschland das „Zentralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde“, 1898 in Frankreich die „Archives de parasitologie“.

Für mich handelt es sich bloß darum, denjenigen meiner Leser, welche das Bedürfnis fühlen, sich näher über manche der in diesem Büchlein berührten Fragen zu unterrichten, zusammenfassende Darstellungen namhaft zu machen.

- R. Leuckart**, Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herührenden Krankheiten. Ein Hand- und Lehrbuch für Naturforscher und Ärzte. 1. Aufl. Leipzig und Heidelberg 1865—1876 in 2 Bänden, von denen der erste 1879—1901 (beendet von G. Brandes) in 2. Auflage erschienen ist. Die Abteilung der Rundwürmer ist nicht in dieser enthalten. Die erste Auflage hat 669 Holzschnitte, die zweite deren 780.

Dieses Lebenswerk Leuckarts bildet das Fundament aller Untersuchungen über Parasiten des Menschen, enthält aber in dem (auch als Separatabdruck erschienenen) einleitenden Abschnitte eine für jeden Gebildeten lesenswerte „Allgemeine Naturgeschichte der Parasiten“, wie sie nur ein Leuckart schreiben konnte.

- M. Braun**, Die tierischen Parasiten des Menschen. Ein Handbuch für Studierende und Ärzte. 3. Aufl. Würzburg 1903. Mit 272 Abbildungen im Text.

Dieses bloß die Parasiten des Menschen behandelnde Werk des bekanntesten Forschers im Gebiete der Parasitenkunde ist das beste der existierenden Lehrbücher des bezeichneten Gebietes.

- f. von Wagner**, Schmarotzer und Schmarotzertum in der Tierwelt. Eine erste Einführung in die tierische Schmarotzerekunde. Leipzig 1902. Mit 67 Abbildungen.

Behandelt das Gesamtgebiet und ist zu einer ersten Einführung vorzüglich geeignet. Im besonderen Teile sind auch die wichtigsten Parasiten des Menschen besprochen und abgebildet.

**U. Loos**, Schmarotzertum in der Tierwelt. Leipzig 1892.

Der langjährige Schüler und Mitarbeiter Leuckarts bringt in diesem gemeinverständlich geschriebenen Buche zahlreiche Ergänzungen und Nachträge zu des letzteren allgemeiner Naturgeschichte der Parasiten und ich habe aus dem Schatz von Tatsachen, die hier mitgeteilt werden, für meine Darstellung viele Beispiele entnommen. Sehr zu bedauern ist das Fehlen von Abbildungen.

**F. A. Zürn**, Die tierischen Parasiten auf und in dem Körper unserer Hausfängetiere, sowie die durch erstere veranlaßten Krankheiten, deren Behandlung und Verhütung. 2. Aufl. Weimar 1889. Mit 4 Tafeln Abbildungen.

Bei der Wichtigkeit der Haustierparasiten für die gesundheitlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse des Menschen ist es nur zu bedauern, daß dieses Buch noch keine unseren heutigen Kenntnissen entsprechende Neubearbeitung erfahren hat.

**Doflein, F.**, Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger nach biologischen Gesichtspunkten dargestellt. Jena 1901. Mit 220 Abbildungen im Text.

Der Umfang unseres Wissens von den Parasiten hat seit Leuckart in keiner Gruppe eine so ungeahnte Bereicherung erfahren, wie in jener der Artiere. Namentlich haben die Untersuchungen Fritz Schandinnus ein neues Gebiet eröffnet, auf welchem der Zoologe zum Wohltäter der Menschheit werden kann. Den Bedürfnissen dieses neuesten Standpunktes der Protozoenkunde entspricht das genannte Buch sowohl durch die Gründlichkeit des Textes als auch durch die vorzüglichen Abbildungen.

**K. Kraepelin**, Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Leipzig 1905.

Behandelt die früher als Biologie i. e. S., jetzt „Ökologie“ bezeichneten Verhältnisse des Tierlebens unter Beibringung einer erstaunlichen Fülle von Beispielen aus allen Tiergruppen. Da neben dem echten Parasitismus auch alle die, eingangs unserer Auseinandersetzungen erwähnten Vergesellschaftungen der Tiere ausführlich behandelt werden, so können meine Leser zahlreiche, unsere Darstellung ergänzende Beispiele in diesem Buche finden. Auch ist hier die Literatur gewissenhaft angeführt, doch fehlen leider Abbildungen.

**O. Hertwig**, Die Symbiose oder das Genossenschaftsleben im Tierreich. Jena 1883.

Separatausgabe des gleichnamigen bei der 56. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Freiburg i. B. 1883 gehaltenen Vortrages, welcher in sehr anregender Form die „Symbiose“ im Sinne der von uns adoptierten Definition behandelt.

**E. von Graff**, Die auf den Menschen übertragbaren Parasiten der Haustiere. Graz 1891.

Gemeinverständliche Darstellung der Beziehungen des Menschen zu den Haustieren mit Rücksicht auf die Gefahr der Erwerbung von Parasiten.

**O. von Linstow**, Compendium der Helminthologie. Ein Verzeichnis der bekannten Helminthen, die frei oder in tierischen Körpern leben, geordnet nach ihren Wohntieren, unter Angabe der Organe, in denen sie gefunden sind, und mit Beifügung der Literaturquellen. Hannover 1878. Mit einem „Nachtrag“ die Literatur der Jahre 1878—1889 berücksichtigend. Hannover 1889.

Ein wertvolles Nachschlagebuch für das Vorkommen von parasitischen Rund-, Saug- und Bandwürmern.

Aus der nichtdeutschen Literatur seien nur folgende reich illustrierte und zusammenfassende Werke über tierische Parasiten erwähnt:

**R. Blanchard**, Traité de Zoologie médicale. 2 Bände, Paris 1889—1890.

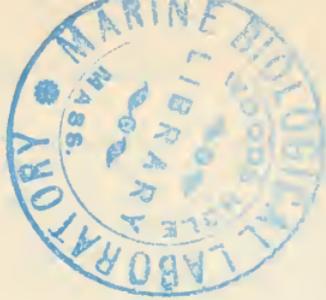
**E. G. Neumann**, Traité des Maladies Parasitaires non Microbiennes des Animaux Domestiques. 2. éd. Paris 1892.

**A. Railliet**, Traité de Zoologie médicale et agricole. 2. éd. Paris 1895.



## Verzeichnis der Textfiguren.

fig.	Seite
I. Scheibe einer <i>Comatula mediterranea</i> mit <i>Stylina comatulicola</i> und <i>Myzostoma glabrum</i> . . . . .	7
II. Zeugungskreis des <i>Plasmodium praecox</i> . . . . .	15
III. Tabelle der Lebensgeschichte von <i>Plasmodium praecox</i>	20
IV. Schema einer <i>Planaria</i> . . . . .	22
V. Schema eines <i>Distomum</i> . . . . .	25
VI. Entwicklung des Leberegels, <i>Fasciola hepatica</i> . . .	26
VII. Tabelle der typischen Lebensgeschichte eines entoparasitischen Trematoden . . . . .	28
VIII. Tabelle der Lebensgeschichte des Leberegels . . . . .	29
IX. Entwicklung von <i>Urogonimus macrostomus</i> . . . . .	31
X. Tabelle der Lebensgeschichte von <i>Urogonimus macrostomus</i> . . . . .	32
XI. Organisation des bewaffneten Bandwurmes, <i>Taenia solium</i>	34
XII. Dem Blasenwurm entsprechende Larvenstadien der Bandwürmer . . . . .	36
XIII. Eier und Hakenlarven der Bandwürmer . . . . .	38
XIV. Ruderfüßer, Copepoda . . . . .	40
XV. Entwicklung von <i>Sacculina carcini</i> . . . . .	45
XVI. Längsschnitt durch <i>Thyca entoconcha</i> . . . . .	49
XVII. Rüssel zweier <i>Mucronalia</i> -Arten . . . . .	49
XVIII. Längsschnitt durch <i>Stilifer linckiae</i> . . . . .	50
XIX. Schematische Längsschnitte durch entoparasitische Schnecken	51
XX. Veliger-Larve . . . . .	53
XXI. <i>Diplozoon paradoxum</i> . . . . .	65
XXII. <i>Schistosomum haematobium</i> . . . . .	66
XXIII. Entwicklung von <i>Xenos rossii</i> . . . . .	69
XXIV. Weibchen von <i>Sphaerularia bombi</i> . . . . .	74



## Verzeichnis der besprochenen Tiere und Erklärung der Fachausdrücke.

- Achtheres percarum 40.  
Acoela 110.  
Aktinien 5.  
Algen in Tieren 4.  
Allöogenese — s. S. 27.  
Ameisengäste 6.  
Amöboide Fortsätze — stumpfe  
Plasmafortsätze, wie sie von der  
Urtier-Abteilung der Amöben  
vorübergehend zur Ortsverände-  
rung und Nahrungsergreifung  
gebildet werden.  
Amphipoda 39.  
Ancylostoma duodenale 59, 87,  
97.  
Andrena 95.  
Angiostomum nigrovenosum 64,  
91.  
Anomalon circumflexum 92.  
Anopheles 14.  
Anthomyia canicularis 9.  
Argulidae 41.  
Argulus foliaceus 40.  
Ascaris lumbricoides 73, 82, 86, 97.  
Ascidien 5.  
Asseln s. Isopoda.  
Assimilieren — in organisierte Ma-  
terie umwandeln.  
Atractonema gibbosum 76.  
Balanidae, Balanus 7, 44.  
Bandwürmer s. Cestodes.  
Bdelloura candida 79.  
Bettwanze 10.  
Bewaffneter Bandwurm s. Taenia  
solium.  
Bienenkönigin 74.  
Biesfliegen s. Oestridae.  
Binnenasseln s. Entoniscus.  
Biogenetisch — die Entstehung der  
Lebensformen betreffend.  
Bitterling s. Rhodeus amarus.  
Blasenwurm s. S. 35.  
Blumenfliegen s. Anthomyia.  
Blutegel 8, 10.  
Bohrschwamm 6.  
Bonellia 5.  
Bothriocephalus s. Dibothrio-  
cephalus.  
Breiter Bandwurm s. Dibothrio-  
cephalus latus.  
Canthocamptus minutus 40.  
Cercarie s. S. 27.  
Cestodes 23, 33, 59.  
Chondracanthus gibbosus 40.  
Cilien — feine, bewegliche Plasma-  
fortsätze der Zellen.  
Cirripedia 39, 44, 68, 109.  
Coccidium schubergi 85.  
Coenurus 36.  
Copepoda 39, 40, 67.  
Copepodid 40, 43.  
Crustacea 39, 58, 60, 107.  
Cyclopidae 40.  
Cyclops 41.  
Cypris 45.  
Cysticeroid 36.  
Cysticercus 36.  
— cellulosae 99.  
Darmparasiten 92.  
Dasselfliegen s. Oestridae.  
Dibothriocephalus latus 10, 37, 38.  
Didymozoon 66, 91.

- Differenzierung — Sonderung ursprünglich einfacher Formen oder Leistungen in zwei oder mehrere, von einander verschiedene.  
 Dimorphismus — Zweigestaltigkeit.  
 Diplozoon paradoxum 65, 91.  
 Diporpa 65.  
 Dipylidium caninum 99.  
 Distomum 60.  
 — haematobium f. Schistosomum.  
 — hepaticum f. Fasciola.  
 — macrostomum f. Urogonimus.  
 Doppeltiere 66, 91.  
 Echinococcus 36, 123.  
 Ektoparasiten f. S. 11.  
 Egel 59.  
 Einsiedlerkrebs 5.  
 Embryo — früher Entwicklungs-  
zustand. Meist versteht man darunter die noch von den Eihüllen umschlossenen Jugendzustände.  
 Encystierung — Einkapselung.  
 Endosmose — Durchgang von Lösungen durch tierische und pflanzliche Häute.  
 Entenmuschel f. Lepas.  
 Enteroxenos 51—57.  
 Entocolax 51—55.  
 Entocochocha mirabilis 47—56.  
 Entoniscus 12.  
 Entoparasiten f. S. 11.  
 Entozoa 61.  
 Eristalis tenax 9.  
 Fasciola hepatica 29, 59, 60, 78, 91, 93, 101, 123.  
 Fächerflügler f. Strepsiptera.  
 Fecampia 24, 89.  
 Federlinge f. Philopterus.  
 Finne f. S. 35.  
 Fischläuse f. Argulidae.  
 Flechten 4.  
 Fliegen 9, 95.  
 Floh f. Pulex.  
 Flohkrebse f. Amphipoda.  
 Funktion — Verrichtung.  
 Gehirnquese f. Coenurus.  
 Genealogisches Individuum f. S. 19.  
 Generationswechsel f. S. 27.  
 Generatio aequivoca 93.  
 Genostoma 12.  
 Gonaden — die fälschlich als Geschlechtsdrüsen bezeichneten Organe (Hoden, Eierstöcke, Keim- und Dotterstöcke).  
 Gordius 84.  
 Grabwespen f. Sphex.  
 Haarlinge f. Trichodectes.  
 Hämoglobin — der aus einer Verbindung des Farbstoffes Haematin mit Eiweiß bestehende Blutfarbstoff.  
 Haustiere als Infektionsquelle S. 122.  
 Helminthes 62.  
 Hermaphrodit f. Zwitter (sukzessiver Hermaphroditismus f. S. 64).  
 Heterogonie 64.  
 Histologie — die Lehre von den Zellen und den aus ihnen gebildeten Geweben der Lebewesen.  
 Hüpfertlinge f. Cyclopidae.  
 Ichneumonidae 85.  
 Infektion — f. Inkubationsdauer.  
 Infusorien — die mit Plasmahäutchen besetzten Urtiere (Ciliata).  
 Inkubationsdauer — die Zeitdauer zwischen der Ansteckung (Infektion) und dem Ausbruche der Krankheit.  
 Insekten 87, 89.  
 Imago — der fertige geschlechtsreife Zustand der Insekten.  
 Isopoda 39.  
 Karpfenlaus f. Argulus foliaceus.  
 Kloake — der Darmabschnitt, welcher zur Ausfuhr nicht bloß des Kotes, sondern auch des Urins, oder der Geschlechtsprodukte oder des verbrauchten Atemwassers dient.  
 Kommensalismus 7, 94.  
 Komplementärmännchen 68.  
 Koprophagen 6.  
 Krabben 4.  
 Krätzmilben 8, 60.

- Krebstiere s. Crustacea.  
 Kuckucksbienen s. Nomada.  
 Kuckuckswespen 95.  
 Kürbisfarnartiger Bandwurm s.  
   Dipylidium caninum.  
 Lausfliege s. Lipoptena cervi.  
 Läuse 57, 60.  
 Leberegel s. Fasciola hepatica.  
 Legeria octopiana 79.  
 Lepadidae, Lepas 7, 44.  
 Leptodera appendiculata 9, 95.  
 Lernaecocera cyprinacea 40, 42.  
 Lernaeonema monillaris 40, 42.  
 Leucochloridium paradoxum 31,  
   104.  
 Leukozyten — die ungefärbten, der  
 selbständigen Ortsveränderung  
 fähigen Zellen des Blutes und  
 der Lymphe.  
 Linguatula 63.  
 Lipoptena cervi 82.  
 Lymphe — die in den Gewebe-  
 lücken enthaltene farblose Flüssig-  
 keit, welche durch das Lymph-  
 system in den Blutkreislauf ge-  
 bracht wird.  
 Malaria-Plasmodien (s. auch Plas-  
 modium) 76, 78, 82.  
 Mermis 83.  
 Melanin — s. S. 14.  
 Metagenese 36.  
 Metamorphose — Verwandlung  
 (Entwicklung mit, durch den Be-  
 sitz provisorischer Larvenorgane  
 ausgezeichneten Formzuständen).  
 Microgaster 12.  
 Milben 58.  
 Miracidium s. S. 25.  
 Morphologie — Lehre von den  
 Formzuständen der Lebewesen.  
 Mucronalia cburnea 49, 50.  
 — sp. 49.  
 Muscheln der Korallenriffe 6.  
 Muschelwächter s. Pinnotheres.  
 Mutualismus 4.  
 Myzostomidae 7, 67.  
 Nahrung als Infektionsquelle 125.  
 Nauplius 40, 43, 45.  
 Nemathelminthes 9, 10, 95, 107.  
 Nomada 95.  
 Oestridae 85, 95.  
 Oncosphaera s. S. 55.  
 Oxydation — die Umwandlung  
 von chemischen Verbindungen in  
 sauerstoffhaltige, der sauerstoff-  
 haltigen Verbindungen in sauer-  
 stoffreichere.  
 Oxyuris vermicularis 13, 82, 97.  
 Parenchymatöses Organ — Kom-  
 pakt, im Gegensatz zu den Hohl-  
 organen.  
 Parthenogenese s. S. 111.  
 Pelagische Larven 88.  
 Peltogaster 12.  
 Peristaltik — die nach Art durch-  
 einander kriechender Würmer sich  
 vollziehenden, durch Zusammen-  
 ziehung seiner Muskulatur be-  
 wirkten Bewegungen d. Darmes.  
 Peritoneum — die die Leibeshöhle  
 auskleidende und die in ihr enthal-  
 tenen Organe überziehende Haut.  
 Peroderma cylindricum 40, 42.  
 Pezomachus 12.  
 Pfriemenschwanz s. Oxyuris ver-  
 micularis.  
 Philichthys xiphiae 41.  
 Philopterus 7.  
 Physiologie — Lehre von den Ver-  
 richtungen der Lebewesen und  
 ihrer Teile (Gewebe, Organe).  
 Pinnotheres 6.  
 Planaria 22 (milchige Planarie 93).  
 Plasma — der wichtigste Bestand-  
 teil aller pflanzlichen und tieri-  
 schen Zellen. Er besteht aus  
 einem organisierten Gemenge  
 von verschiedenen Eiweißkörpern,  
 sein Stoffwechsel und seine Be-  
 wegungserscheinungen stellen die  
 einfachste Form des Lebens dar.  
 Plasmodium praecox 14.  
 — vivax 15.  
 — malariae 16.  
 Plathelminthes 22.  
 Plattwürmer s. Plathelminthes.  
 Plerocercoid 36.

- Primär — ursprünglich.  
 Protoplasma f. Plasma.  
 Pulex irritans 10.  
 Quesenbandwurm f. Taenia coenurus.  
 Radula — eine die Schneckenzunge überziehende, bestachelte Platte, die bei der Nahrungsergreifung mitwirkt.  
 Rädertiere 110.  
 Rankenfüßer f. Cirripedia.  
 Rattenschwanzmade f. Eristalis.  
 Redie f. S. 27.  
 Regeneration — Wiederherstellung verloren gegangener oder verletzter Teile.  
 Rhizocephala 44.  
 Rhodeus amarus 6.  
 Ruderfüßer f. Copepoda.  
 Rundwürmer f. Nematelminthes.  
 Sacculina carcini 45, 54, 58, 82, 89.  
 Sandfloh f. Sarcopsylla.  
 Sanguinicola 24.  
 Sarcopsylla penetrans 10, 67.  
 Saugwürmer f. Trematodes.  
 Schistosomum haematobium 66.  
 Schnecken 47, 58, 82, 90.  
 Schlupfwespen f. Ichneumonidae.  
 See-Eicheln f. Balanus.  
 Seeplanarie 6.  
 Saison 110.  
 Sphaerularia bombi 74.  
 Sphex 95.  
 Spore — f. S. 19.  
 Sporocyste f. S. 27.  
 Sporozoa — Urtiere, die sich durch Sporen fortpflanzen 12.  
 Sporulation — Fortpflanzung durch Sporenbildung.  
 Spulwurm f. Ascaris lumbricoides.  
 Stabilität f. S. 77.  
 Staub als Infektionsquelle 122.  
 Stilifer linckia 49, 50.  
 Strepsiptera 69, 90.  
 Strongyloides intestinalis 64.  
 Strudelwürmer f. Turbellaria.  
 Styliina comatulicola 7.  
 Suberites domuncula 5.  
 Symbiose 3.  
 Synöfen 6.  
 Taenia 10.  
 — coenurus 36, 37, 99.  
 — cucumerina f. Dipylidium.  
 — echinococcus 36, 37.  
 — saginata 99.  
 — solium 33, 37, 38, 72, 78, 97.  
 Temnocephala 23.  
 Thyca entoconcha 49, 50.  
 Topographie der Organe — das gegenseitige Lagerungsverhältnis.  
 Trematodes 23, 24, 87.  
 Trichine f. Trichinella.  
 Trichinella spiralis 10, 13, 80, 99.  
 Trichodectes 7, 100.  
 Trichosomum 5.  
 Tropismen f. S. 108.  
 Turbellaria 4, 6, 23, 24, 71, 87, 106, 109.  
 Unbewaffneter Bandwurm f. Taenia saginata.  
 Urogonimus macrostomus 30, 91, 102.  
 Urzeugung 93.  
 Veliger-Larve 53.  
 Wasser als Infektionsquelle 122.  
 Wasserfloh f. Gordius.  
 Wurzelfreife f. Peltogaster, Rhizocephala und Sacculina.  
 Xenos rossii 69.  
 Zerstörungsziffer f. S. 78.  
 Zungenwurm (=Milbe) f. Linguatula.  
 Zwergmännchen 44, 67.  
 Zwillingstiere 66.  
 Zwitter — ein Individuum, das männliche und weibliche Geschlechtsorgane besitzt.

**Religion**

Moses von Prof. Dr. K. Budde in Marburg a. L.

Das davidische Zeitalter von Prof. Dr. B. Baentsch in Jena.

\*Christus von Prof. Dr. O. Holtmann in Gießen.

Paulus von Prof. Dr. R. Knopf in Marburg a. L.

Volksleben im Lande der Bibel von Prof. Dr. Löhr in Breslau.

Altgermanische Religionsgeschichte von Prof. Dr. Rich. M. Meyer in Berlin.

Die Gottesvorstellung der großen Denker von Prof. Dr. Schwarz in Halle.

Praktische Fragen der Theologie von Privatdoz. Lic. Dr. Niebergall in Heidelberg.

**Philosophie**

Die Weltanschauung der Gegenwart in Gegensatz und Ausgleich von Prof. Dr. Wenzig in Breslau.

Einführung in die Psychologie von Prof. Dr. A. Dyroff in Bonn.

Intelligenz und Wille von Prof. Dr. E. Meumann in Königsberg i. Pr.

Einführung in die Ästhetik von demselben.

Rousseau von Prof. Dr. E. Geiger in Berlin.

**Geschichte und Geographie**

Eiszeit und Urgeschichte des Menschen von Prof. Dr. J. Pöhlig in Bonn.

Einführung in die Anthropologie von Direktor Prof. Dr. v. Luschan in Berlin.

\*Mohammed und die Seinen von Prof. Dr. Reckendorf in Freiburg i. B.

Der Kampf um die Herrschaft im Mittelmeer von Privatdozent Dr. P. Herre in Leipzig.

Anleitung zu geographischen Beobachtungen auf Reisen von Prof. Dr. S. Passarge in Breslau.

Die Alpen von Privatdozent Dr. Machacek in Wien.

**Sprache • Literatur • Kunst • Musik**

\*Unser Deutsch. Einführung in die Muttersprache von Geh. Rat Prof. Dr. Kluge in Freiburg i. B.

Die deutschen Mundarten von Prof. Dr. O. Bremer in Halle a. S.

Die Lehre von der Lautbildung von Prof. Dr. L. Sütterlin in Heidelberg.

\*Der Sagentreis der Nibelungen von Prof. Dr. G. Holz in Leipzig.

Die Troubadours von Privatdozent Dr. E. Jordan in München.

Die Romantik von Privatdozent Dr. H. Deetjen in Hannover.

Heinrich von Kleist von Prof. Dr. H. Koetteken in Würzburg.

Der deutsche Roman des 19. Jahrhunderts von Privatdozent Dr. f. Schulz in Bonn.

Lied und Musik im deutschen Studentenleben von Privatdozent Dr. H. Abert in Halle.

Beethoven von Prof. Dr. Freiherr v. d. Pfordten in München.

Meister der Renaissance von Prof. Dr. M. Semrau in Breslau.

Das moderne Haus und seine Innendekoration von Prof. Dr. M. Schmid in Aachen.

### **Volkswirtschaftslehre und Staatswissenschaften**

- \*Politik von Prof. Dr. **f. Stier-Somlo** in Bonn.  
Die Erziehung zum Staatsbürger von Prof. Dr. **H. Geffken** in Köln.  
Volkswirtschaft und Staat von Prof. Dr. **A. Kindermann** in Hohenheim.  
Sozialismus von Prof. Dr. **C. Grünberg** in Wien.  
Sozialpolitik und Wohlfahrtspflege in der modernen Stadt von Privatdozent Dr. **A. Weber** in Bonn.  
Die deutsche Reichsverfassung von Geh. Rat Prof. Dr. **Ph. Jörn** in Bonn.  
Die deutsche Reichsverwaltung von demselben.  
Die deutsche Gerichtsverfassung von Prof. Dr. **Risch** in Straßburg.

### **Zoologie und Botanik**

- Die Entwicklung der Tierwelt im Laufe der Erdgeschichte von Privatdozent Dr. **fr. Drevermann** in Frankfurt.  
Parasitismus im Tierreich von Hofrat Prof. Dr. **L. von Graff** in Graz.  
Giftige Tiere von Prof. Dr. **O. Taschenberg** in Halle.  
Bakterien und ihre Bedeutung von Privatdoz. Dr. **H. Mische** in Leipzig.  
Pflanzenkunde von Prof. Dr. **H. Glück** in Heidelberg.  
\*Befruchtung und Vererbung im Pflanzenreich von Prof. Dr. **K. Giesenhagen** in München.  
Phanerogamenkunde von Prof. Dr. **Gilg** in Berlin.  
Kryptogamenkunde von Prof. Dr. **M. Moebius** in Frankfurt a. M.  
Pflege der Zimmer- und Balkonpflanzen von Gartenbauinspektor **P. Dannenberg** in Breslau.

### **Mineralogie · Geologie · Astronomie · Meteorologie**

- Erdgeschichte von Prof. Dr. **K. Reithack** in Berlin.  
Feuergewalten der Erde von Prof. Dr. **H. Haas** in Kiel.  
Himmelskunde von Privatdozent Dr. **A. Marcuse** in Berlin.  
Das Wetter und sein Einfluß auf das praktische Leben von Prof. Dr. **C. Kassner** in Berlin.

### **Physik · Mechanik · Chemie · Technik**

- Die Elektrizität als Licht- und Kraftquelle von Privatdozent Dr. **P. Eversheim** in Heidelberg.  
Die neueren Forschungen auf dem Gebiete der Elektrizität und ihre Anwendung von Prof. Dr. **Kalähne** in Danzig.  
Hörbare, sichtbare, elektrische und Röntgenstrahlen von Geh. Rat Prof. **f. Neesen** in Berlin.  
Grundzüge der Chemie von Prof. Dr. **H. Immendorf** in Jena.  
Wolle, Baumwolle, Leinen, Seide und Kunstseide von Prof. Dr. **S. Kapff** in Aachen.

### **Gesundheitslehre**

- Lebensfragen von Prof. Dr. **f. B. Ahrens** in Breslau.  
Das Nervensystem und die Schädlichkeiten des täglichen Lebens von Privatdozent Dr. **P. Schuster** in Berlin.  
Moderne Chirurgie v. Geh. Rat Prof. Dr. **H. Tillmanns** in Leipzig.

# Die bildende Kunst der Gegenwart

Ein Büchlein für jedermann von JOFEF STRZYGOWSKI, ord. Professor a. d. Universität Graz. Gr. 8. XVI u. 276 S. Mit 68 Abbildungen. Geschmackvoll broschiert M. 4.—, in Originalleinenband M. 4.80.

Aus dem Inhalt: Monumentalbau — Denkmalbau — Privatbau — Kunstgewerbe — Ornament — Bildhauerei — Zeichnung — Malerei: Mißachtung des Gegenstandes, Malerei für Feinschmecker, Landschaft, Monumentalmalerei, Böcklin und Goethes Psalm an die Natur. — Anhang: Kunststreit, Reichstag und Liebermann.

Diese mitten in das Leben der Gegenwart eingreifenden Bekenntnisse werden durch eine freimütige Aussprache das Nachdenken über Dinge anregen, die für gewöhnlich nur allzu vogelfrei dem Alltagsleben ausgeliefert bleiben. In geistvoller Weise zieht der Verfasser das gesamte moderne Kunstschaffen in den Rahmen seiner Untersuchung, wertet unter ständigem Rückwärtsschauen auf die durchlaufene Entwicklung ihre Leistungen und forscht nach ihren tiefsten Wesensbedingungen. So wird dies von echter Begeisterung erfülltes Buch auf uns, die wir der Fülle der modernen Kunstrichtungen und ihren Versuchen oft ratlos gegenüber stehen, klärend einwirken. Es wird unsere meist allzu flache Kunstanschauung vertiefen, unser Verhältnis zu den bildenden Künsten verinnerlichen, und unserem rastlosen Suchen nach Idealen, an denen unser Gemüt sich erheben kann, die Richtung weisen.

# Praktische Fragen des modernen Christentums

Fünf Vorträge von Pfarrer FOERSTER-Frankfurt a. Main  
Pfarrer Lic. JATHO-Köln • Prof. Dr. ARNOLD MEYER-Zürich • Privatdozent Lic. NIEBERGALL-Heidelberg • Pfarrer Lic. TRAUB-Dortmund. Herausgegeben von Professor Dr. H. GEFFCKEN-Köln. 8. 134 Seiten. Broschiert M. 1.80, in Originalleinenband M. 2.20.

Aus dem Inhalt: Was halten wir von der Taufe (Traub) — Welche Bedeutung hat für uns das Abendmahl (Jatho) — Wie erziehen wir unsere Jugend zu wahrer Frömmigkeit (Arnold Meyer) — Konfirmationsnöte (Niebergall) — Was sind uns die kirchlichen Bekenntnisse (Foerster)

Dies Buch will allen denen Anregungen und Hilfe bieten, welche eine Weltanschauung gewinnen oder in sich festigen möchten, die von unbefangenen Wahrheitssinn getragen, Glauben und Wissen zu verschönern sucht und sich daher gleichzeitig echt christlich und echt modern nennen darf.

