Zeitschrift: Acta Tropica
Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)
Band: 23 (1966)
Heft: 2

Artikel: Die zweifache Aufgabe der Parasitologie
Autor: Freyvogel, Thierry A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-311339

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schweizerisches Tropeninstitut, Basel

Die zweifache Aufgabe der Parasitologie[1]

Von Thierry A. Freyvogel

I. Umschreibung der Parasitologie

Parasitologie ist die Lehre andauernder, enger Vergesellschaftungen von Lebewesen verschiedener Art.

Zwar ist diese Definition unscharf; sie erlaubt nicht, zwischen *allen* Vergesellschaftungsformen klare Grenzen zu ziehen. Wie lange, etwa, muß eine Vergesellschaftung anhalten, wie eng soll sie sein, damit wir von einem parasitischen Verhältnis sprechen können? Allein, die Vielfalt der tierischen Verassoziierungen ist so groß, der Übergang von der einen Erscheinungsform zur andern derart gleitend, daß es sinnlos wäre, nach einer präzisen Umschreibung zu suchen. Sie müßte in Grenzfällen immer unzureichend oder falsch sein, weil wir es sind, die mit unserem Denken Grenzfälle schaffen, die es in Wirklichkeit nicht gibt. Wir beschränken uns also darauf, die Definition so zu halten, wie sie bereits allgemein gilt, und so, daß sie das Wesentliche trifft.

Bei aller Unzulänglichkeit läßt sich mit ihr aber doch mehreres ausschließen:

Vergesellschaftungen von Tieren gleicher Art. Bei oberflächlicher Betrachtung erscheint es vielleicht berechtigt, etwa die Bienenkönigin und die Drohnen als Schmarotzer ihres Staates anzusehen oder bei einem Fisch aus der Gruppe der *Ceriatoidea* das zu winziger Gestalt reduzierte Männchen, welches auf dem Weibchen lebt und sich von diesem ernährt, als Geschlechtsparasiten zu bezeichnen. Ja selbst die Frucht im Mutterleibe höherer Organismen wurde schon zum Parasiten gestempelt, weil sie sich in Abhängigkeit und auf Kosten der Mutter entwickle. Wenn auch die physiologischen Gegebenheiten mit solchen echter parasitischer Verhältnisse vielerlei Ähnlichkeiten aufweisen, ist doch klar, daß es sich in all diesen Fällen um besondere Weisen der Fortpflanzung und Arterhaltung handelt, die vom Parasitismus getrennt zu untersuchen sind.

---

[1] Öffentliche Habilitationsvorlesung, gehalten am 10. November 1965 an der Universität Basel.

Raubtiere. Diese leben zwar gleichfalls in Abhängigkeit anderer Tiere. Um sie zu fressen, töten sie sie aber. Wohl gibt es auch Parasiten, welche, wie die Larve der Wespe *Habrobracon*, ihren Wirt, eine Raupe der Kleidermotte, inwendig langsam ausfressen und so regelmäßig ums Leben bringen; doch dies immer erst dann, wenn sie vor Beendigung ihrer Larvalzeit stehen, wenn sie also zu einer andern Ernährungsweise übergehen und ihren Wirt nicht mehr benötigen. Das Verhältnis vom Raubtier zur Beute ist immer nur von kurzer Dauer, dasjenige vom Parasiten zum Wirt hält in allen Fällen länger an. Für die meisten Parasiten zieht der Tod des Wirttieres den eigenen nach. Das unterscheidet sie eindeutig von den Raubtieren.

Lose Vergesellschaftungen von Tieren höherer Organisationsstufe. Im afrikanischen Freiland kann man häufig beobachten, wie Zebra und Gnu sich beim Grasen zu gemischten Herden vereinigen oder daß storchenartige Vögel, auch Reiher, Ibise und andere, miteinander denselben Schlafbaum benützen. Man kann sich natürlich fragen, inwiefern die Bildung solcher gemischter Gruppen die Überlebensaussichten der einzelnen Teilnehmer erhöht und ob man es hier nicht mit einer Art Symbiose (im Sinne eines gegenseitigen Nutzens) zu tun habe. In diesen Zusammenhang gehören ebenfalls Erscheinungen wie diejenige der Kulturfolger: Krähenarten, welche sich von den Abfällen menschlicher Siedlungen ernähren, diejenige des Kuckucks, der seine Jungen von fremden Vogeleltern aufziehen läßt, und schließlich auch diejenige der Domestikation; denn der Mensch lebt mit seinen Haustieren in einem Verhältnis des gegenseitigen Nutzens. Solchen Beziehungen fehlen aber im allgemeinen die für den Parasitismus oder die Symbiose bezeichnenden engen physiologischen Bindungen, und sie setzen auffallenderweise durchwegs eine höhere Organisationsstufe voraus. Sie sind Gegenstand der Verhaltensforschung.

Nachdem wir derweise drei wichtige Kategorien tierischer Vergesellschaftungen aus dem Arbeitsgebiet der Parasitologie ausgeschieden haben, können wir die Mannigfaltigkeit der übrigen Erscheinungen im wesentlichen wiederum in drei Gruppen einteilen:

Erstens: in Beziehungen *ohne* enge physiologische Abhängigkeit von seiten des Nutznießers; Beziehungen, bei welchen der profitierende Partner auf oder in seinem Wirt lebt, ohne ihn aber zur wichtigsten Quelle seiner Nahrung oder anderer lebensnotwendigen Stoffe zu machen.

Zweitens: in Beziehungen *mit* sehr enger physiologischer Abhängigkeit des *einen* Partners. Dieser allein zieht aus dem Verhältnis Nutzen. Wir bezeichnen ihn als Parasiten, die Erscheinung als *Parasitismus.*

Drittens: in Beziehungen mit sehr enger physiologischer Abhängigkeit der *beiden* Partner. Beide profitieren vom eingegangenen Verhältnis; sie heißen Symbionten, die Erscheinung *Symbiose* oder, noch zutreffender, *Mutualismus.*

Einige Beispiele mögen dies veranschaulichen:

Simulium damnosum, eine kleine Diptere — welcher besondere medizinische Bedeutung zukommt, weil sie die Onchocerciasis, eine menschliche Wurmkrankheit, überträgt — legt ihre Eier in rasch fließenden Bächen unter Wasser ab und befestigt sie dort an Steinen, Ästen oder Blättern. Wenn die Larven schlüpfen, halten sie sich mit Hilfe einer Hakenscheibe ebenfalls an einer Unterlage fest und machen dort ihre Entwicklung zur Imago durch. Die Larven einer verwandten Art hingegen, von *Simulium neavei,* finden sich auf dem chitinösen Panzer bestimmter Süßwasser-Krabben, selten oder nie auf unbelebten Gegenständen. Sie reiten gewissermaßen auf den Krabben mit und scheinen sich von deren Futterabfällen zu ernähren. Für den übrigen Stoffwechsel sind sie von ihnen wohl völlig unabhängig. Wir wissen übrigens heute noch nicht, ob diese Art der Nahrungsbeschaffung für *S. neavei* die einzig mögliche und ob also die Lokalisation auf den Krabben unumgänglich ist. Man nennt die Erscheinung *Phoresis;* sie ist ein gutes Beispiel für eine Beziehung ohne engere physiologische Abhängigkeit vom Wirt.

Phoresis kann für den mitgetragenen Partner obligatorisch sein. Gewisse Vorticellen-Arten (bewimperte Einzeller) gedeihen ausschließlich auf niedern Krebschen, Wasserflöhen und andern. Experimente haben gezeigt, daß es dabei auf die Bewegung ankommt; auf still liegenden Chitin-Fragmenten gehen die Vorticellen zugrunde; sobald man die Chitinstückchen in ständiger Bewegung hält, leben die Vorticellen normal weiter.

Für den *Parasitismus* brauche ich kaum Beispiele anzuführen; wenn ich es trotzdem tue, so um die Vielfalt der Fragen aufzuweisen, die sich dem Parasitologen stellen. Die *Läuse* als Ektoparasiten sind für das Leben *auf* ihren Wirten ganz besonders angepaßt: sie sind von flacher Gestalt; sie haben eine widerstandsfähige Körperdecke, die sie vor dem Zugriff ihrer Wirte weitgehend schützt; sie tragen starke Klauen, die ihnen die Fortbewegung im Haar oder in den Kleidern ermöglichen. In zweierlei Hinsicht sind sie vom Wirt in hohem Maße abhängig: für die Nahrung — sie saugen Blut — und für die Temperatur, deren Optimum zwischen 29° und 32° C liegt. Damit hängt zusammen, daß sie ihre Eier, die «Nissen», an die Haare ihrer Wirte kleben; fielen die Eier zu Boden, könnten sich die Embryonen wegen zu tiefer Temperatur nicht entwickeln. Läuse zeigen noch eine weitere Eigentümlichkeit, die den Grad der Abhängigkeit vom Wirt vor Augen führt: eine ausgesprochen hohe Wirtsspezifität. Sie kann so weit gehen, daß die Laus nicht nur eine einzige Wirtsart befällt, sondern auf dieser nur bestimmte Körperstellen besiedelt. So kommen beim Menschen Kopfläuse im Kopfhaar, Kleiderläuse in den Kleidern und die herzförmigen Schamläuse ausschließlich in den Haaren der Scham- und Achselgegend vor.

Ein bekannter Endoparasit ist der Rinderbandwurm *Taenia saginata.* Das einzige freilebende Stadium sind seine Eier, welche vom Rind beim Weiden verschluckt werden. Seine Larven, die «Finnen», wachsen in der Muskulatur des Zwischenwirtes heran. Im adulten Zustand lebt der Bandwurm im Dünndarm des Menschen, seinem Hauptwirt, wo er in höchstem Maße vom Medium abhängig ist: er ist angewiesen auf eine sehr sauerstoffarme Umgebung sowie auf eine leicht resorbierbare Nahrung, da er keinen Darm aufweist und alle Nährstoffe durch die Körperdecke aufnimmt. Wie elektronenmikroskopische

Untersuchungen zeigten, weist diese denn auch auf ihrer Außenseite gewisse Ähnlichkeiten mit der Innenseite des Darmes höherer Tiere auf — ein weiteres Beispiel für eine ins Extrem gesteigerte Anpassung an besondere Lebensbedingungen.

Unter den Termiten, den «weißen Ameisen», gibt es viele Arten, welche sich von Holz ernähren. Dabei sind die niedern Termiten außerstande, Zellulose, den Hauptbestandteil des Holzes, selbst abzubauen. Dazu bedürfen sie einer ganzen Fauna von Hilfsorganismen, welche diese Aufgabe übernehmen. In der Tat finden sich in einem besonders ausgestalteten Darmabschnitt dieser Termiten zahlreiche Mikroorganismen, vor allem Mastigophoren (Geißeltierchen), die einzig aus Termiten bekannt sind. «Desinfizierte» Termiten verhungern; außerhalb des Termitendarmes können die Geißeltierchen nicht leben. Weder können also die Flagellaten ohne Termiten, noch die Termiten ohne ihre Flagellaten bestehen. Entwicklungsgeschichtlich konnten sich vermutlich die heute lebenden Termitenarten nur gleichzeitig mit ihren *Symbionten* entwickeln. Dieses Beispiel macht klar, was unter Beziehungen mit sehr enger und gegenseitiger physiologischer Abhängigkeit zu verstehen ist.

Es wird dem Leser vielleicht aufgefallen sein, daß wir die Beziehungen mit physiologischer Abhängigkeit je nach der Verteilung des Nutzens auf einen oder beide Partner mit den Ausdrücken Parasitismus, bzw. Mutualismus benannten, daß wir dagegen für die Beziehungen ohne enge physiologische Abhängigkeit keinen Namen erwähnten. Bekannte Parasitologen [2] fassen diese unter dem Begriff *Kommensalismus* zusammen. Dieser selbe Ausdruck wird aber von andern Autoren auch auf Fälle von Symbiose und Parasitismus angewandt, allerdings immer im Sinne eines «harmlosen Mitessens». Als häufig zitiertes Beispiel erwähne ich die *Entamoeba histolytica,* welche zum Erreger der Amoebendysenterie werden kann. *E. histolytica* lebt als «harmloser Mitesser» im Dickdarm sehr vieler Menschen, wo sie sich von dessen Inhalt ernährt. Unter noch schlecht bekannten Voraussetzungen greift *E. histolytica* die Darmepithelzellen des Menschen an, bohrt sich in die Tiefe der Darmwand, wird von Gestalt größer und ernährt sich fortan von roten Blutkörperchen. Erst jetzt erkrankt der Mensch. Es wird gesagt, die Amoebe sei ein Kommensale, solange sie im Darminhalt lebe, und werde zum Parasiten, wenn sie in die Darmwand eindringe und dem Menschen gefährlich werde. Diese Unterscheidung beruht auf dem Kriterium des angerichteten Schadens. Nun läßt sich Schaden nicht immer mit Sicherheit feststellen und ist deshalb als biologisches Kriterium ungeeignet. Russische Parasitologen [3] weisen darauf hin, daß der Kommensalismus dem Parasitismus und dem Mutualismus nicht gegenüber-, sondern nebenanzuhalten sei. Es gibt Kommensale, im Sinne unschädlicher Mitesser,

[2] NOBLE, E. R. & NOBLE, G. A. (1964). Parasitology, 2nd edition. — Lea & Febiger, Philadelphia.

[3] DOGIEL, V. A., POLJANSKI, G. I. & CHEISSIN, E. M. (1963). — Allgemeine Parasitologie. — VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

bei Beziehungen ohne physiologische Abhängigkeit wie auch unter parasitischen und symbiontischen Verhältnissen. Demnach schiene es richtig, von *E. histolytica* als von einem zeitweise kommensalen Parasiten zu sprechen. Parasit ist die Amoebe von Anfang an: sie hat Wohnung und Nahrung durchwegs vom Wirt. Dabei ist sie aber für ihn nur zeitweise schädlich, in der übrigen Zeit kommensal.

So wie es schwer fällt, abzugrenzen, welche Vergesellschaftungen zur Parasitologie gehören, ist es zuweilen unmöglich, ohne eine gewisse Willkür zwischen Beziehungen mit und ohne physiologische Abhängigkeit und zwischen Parasitismus und Mutualismus zu unterscheiden. Im Bewußtsein der unermeßlichen Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen, der vielen fließenden Übergänge und der stetigen Fortentwicklung der Lebewesen und ihrer gegenseitigen Beziehungen wollen wir hier auf eine weitere Einteilung verzichten und uns mit den bereits gegebenen Umschreibungen begnügen.

II. Gegenstand der Parasitologie

Womit beschäftigt sich die Parasitologie? — Sie ist ein Teilgebiet der Oekologie, der Lehre von den Wohnräumen der Tiere. Sie nimmt aber in deren Rahmen eine Sonderstellung ein. Die Oekologie untersucht die Wechselwirkungen zwischen dem Tier und seiner Umwelt. In der Regel geht die größere Wirkung von der Umwelt aus und beeinflußt das Tier. Die Oekologie hat es also meist mit einem einseitigen Verhältnis zu tun. Anders die Parasitologie: sie untersucht die Wechselwirkungen zweier lebender Organismen. So wie der Parasit den Wirt, beeinflußt auch der Wirt den Parasiten. Zum Beispiel: Das Weibchen der solitären Biene *Andrena solidaginis* weist, wenn sie von Stylops (einem Insekt aus der eigenartigen Ordnung der Strepsiptera) befallen wird, eine Anzahl männlicher Merkmale auf. Umgekehrt zeigt die parasitäre Wespe *Trichogramma semblidis* eine andere Gestalt, je nachdem ob sie in einem Schmetterlings- oder in einem Sialis-Ei heranwuchs. Zu den Wechselwirkungen gehören auch die Abwehrmaßnahmen, mit welchen sich der Wirt in der Regel einem Befall durch Parasiten widersetzt. Darunter fallen Resistenz, Zellreaktionen (Gigantismus, Neoplasie), eine erhöhte Aktivität des retikuloendothelialen Systems, Immunität und andere. Wenn für den Parasiten die Überlebenschancen gewahrt und seine Art erhalten werden soll, muß er sich seinerseits mit den Abwehrreaktionen des Wirts auseinandersetzen und sie überwinden. Im besten Fall

kommt es dabei zu einer gegenseitigen Anpassung, zu einem Gleichgewicht, das den Wirt nicht zu sehr schädigt und letztlich — dadurch, daß dieser am Leben bleibt — auch dem Parasiten zugute kommt. Doch beschränkt sich die Parasitologie nicht auf die Wechselwirkungen von Parasit und Wirt; der Wirt unterliegt seinerseits dem Einfluß der Außenwelt, der sich — über das Medium des Wirts — auch auf den Parasiten auswirken kann. Im einfachsten Fall fehlen in einer gegebenen Region wegen ungünstiger Verhältnisse ein Wirt und demzufolge auch seine Parasiten. Handelt es sich dabei um Krankheitserreger, so fehlt die entsprechende Krankheit. Solche Verhältnisse können zum Verständnis von Epidemien von allergrößter Bedeutung sein. Mit ihnen beschäftigt sich im speziellen die «Landschafts-Epidemiologie».

Vor bald vierzig Jahren bezeichnete man (HEGNER, zit. in 3) das Studium der Wechselbeziehungen zweier Organismen als oberstes Anliegen der Parasitologie. Die Untersuchung der Parasiten an sich verwies man an die Zoologen, diejenige des verursachten Schadens an die Mediziner. Uns scheint heute eine solche Aufgabestellung zu eng gefaßt. Gerade wegen der innigen Verflechtung der gegenseitigen Beziehungen zwischen Parasit und Wirt ist der Parasitologe auf sehr weitgehende Kenntnisse der parasitischen Organismen, ihrer Wirte, deren Biologie und Umwelt angewiesen. Sein Interesse erstreckt sich von der Protozoologie bis zu den Säugern und von der Morphologie — einschließlich der submikroskopischen Strukturen — bis zur Immunologie. Angesichts der praktischen Unmöglichkeit für den Einzelnen, derart verschiedene und heute so weitverzweigte Wissensgebiete zu beherrschen, wird die Lösung in der Bildung parasitologischer Arbeitsgruppen liegen. Je nach der Fragestellung werden ihr Ichthyologen und Helminthologen, Protozoologen, Entomologen und Mediziner oder Elektronenmikroskopiker, Histologen und Biochemiker angehören.

Ein weiteres Beispiel, das mir besonders nahe liegt und uns auch inmitten der aktuellen Forschungsarbeit hineinführen wird, soll etwas ausführlicher besprochen werden:

Die Malaria ist eine bei Mensch und Tier weitverbreitete Krankheit. Sie fordert heute noch alljährlich Hunderttausende von Todesopfern; die Zahl der befallenen Menschen liegt weit über 100 Millionen. Sie wird verursacht von Plasmodien, Einzellern aus der Gruppe der Sporozoa und wird übertragen von blutsaugenden Stechmücken.

Eine infektiöse Mücke enthält in ihren Speicheldrüsen «Sichelkeime» oder «Sporozoiten». Anläßlich der Nahrungsaufnahme am Warmblüter injiziert sie etwas Speichel unter die Haut und damit gleichzeitig Sporozoiten. Diese gelangen beim Menschen mit dem Blut in die Leber und besiedeln dort Parenchym-Zellen. Hier runden sie sich ab, wachsen heran, untergehen eine vielfache Kernteilung und bilden in etwa acht Tagen auf ungeschlechtlichem Wege

Zehntausende von Tochterzellen, die «Merozoiten». Die befallene und stark geschädigte Leberzelle platzt, und ein Teil der Merozoiten gelangt in die Blutbahn und in rote Blutkörperchen. Hier findet eine weitere ungeschlechtliche Vermehrung des Parasiten statt; es werden mehr und mehr Erythrozyten befallen und zerstört. Jetzt zeigt der Mensch die charakteristischen Fiebersymptome: er erkrankt. Nachdem die ungeschlechtliche Vermehrung der Parasiten solcherart geraume Zeit anhielt, entstehen in einzelnen Blutkörperchen nicht mehr Teilungs-, sondern vorgeschlechtliche Formen, die «Gametocyten». Einzig dieses Stadium des Parasiten ist für die Mücke infektiös. Sticht eine solche einen Patienten, nimmt sie vielerlei befallene Erythrozyten auf; die Teilungsformen verdaut sie mit dem Blut; die Gametocyten dagegen bilden «Gameten», Ei- und Samenzellen. Die Befruchtung findet im Blutkuchen innerhalb des Mückenmagens statt. Das Befruchtungsprodukt, die Zygote, wird zum «Ookineten», zu einer langgestreckten und beweglichen Zelle. Der Ookinet verläßt den Blutkuchen, durchdringt die anliegende Schicht von Abbauprodukten und Verdauungsfermenten, bohrt sich durch die einschichtige Darmwand und nistet sich auf deren Außenseite unter der Basalmembran ein. Wiederum erfolgt ein Wachstum, der ursprünglich eine Kern teilt sich tausendfach, und es kommt zur Bildung der Sichelkeime. Wenn diese reif sind, springt die «Oocyste» auf, und die Sporozoiten werden in die Haemolymphe der allgemeinen Leibeshöhle entlassen. Sie werden mit dem Haemolymphenstrom in der Mücke überallhin vertragen; kommen sie in die Nähe der Speicheldrüsen, dringen sie in diese ein. Der Zyklus ist geschlossen.

Wir haben es in diesem Fall mit dreierlei Beziehungen zu tun:
— Beziehungen der übertragenden Mücken zum Menschen,
— Beziehungen der Plasmodien zum Menschen und
— Beziehungen der Plasmodien zur Mücke.

Betrachten wir zunächst das Verhältnis der Mücken zum Menschen. — Wie findet die Mücke ihren Wirt? Felduntersuchungen haben gezeigt, daß die Anophelen in ihrer Aktivitätszeit, welche in der Regel auf bestimmte Nachtstunden fällt, von ihren Aufenthaltsorten aus, gegen den Wind, die menschlichen Behausungen anfliegen. Laborexperimente erwiesen, daß dabei Duftstoffe der Haut und vielleicht auch des Blutes des Menschen die Mücken bei ihrem Fluge leiten. In unmittelbarer Nähe des Menschen scheinen die Körperwärme und die Feuchtigkeit der Haut diese Rolle zu übernehmen und die Mücke zum Absitzen zu bewegen. Schließlich werden ihr taktile und chemische Reize erlauben, eine geeignete Einstichstelle zu finden. Die Mücke macht sich also Hautausdünstungen ihres Wirtes zunutze, um ihn aufzufinden. Nicht alle Menschen sind gleich attraktiv; es gibt große individuelle Unterschiede. (Die volkstümliche Aussage, häufig gestochene Personen hätten «süßes Blut», entbehrt also nicht ganz jeglicher Grundlage.) Es gibt auch Gruppen-Unterschiede: Säuglinge bis zu einem Jahr locken nur sehr wenige Mücken an; Kinder beiden Geschlechts und Frauen sind mittlerer Anziehungskraft; Männer sind am attraktivsten. — In der Praxis macht sich der Mensch diese Erfahrungen zunutze: mit «Repellent»-Mitteln überdeckt er den Duft seiner Haut mit abstoßenden Substanzen. Wohl findet ihn die Mücke noch; sie fühlt sich aber angewidert, sticht nicht und überträgt demzufolge keine Malaria.

Bei der Abklärung solcher und ähnlicher Fragen bedienen sich Entomologen und Mediziner der Physiologie.

Wenden wir uns als zweites den Beziehungen der Plasmodien zum Menschen zu. In diesem Zusammenhang ist die Frage der Immunität von wissenschaftlicher und zugleich von großer praktischer Bedeutung. Lange Jahre

herrschte die Ansicht vor, es gäbe beim Menschen keine Immunität gegen die spezifischen Malariaparasiten. Seit den grundlegenden Arbeiten anglo-amerikanischer Forscher ist bekannt, daß eine solche besteht, wenngleich sie keine auffallenden Auswirkungen zeitigt. Bei einer Erstinfektion mit *Plasmodium vivax* erreicht die Zahl der Parasiten in den Erythrozyten bald einen Wert von 50 000 für jeden Kubikzentimeter Blut. Selten steigt er über 120 000 an. Bis dahin kann die Krankheit tödlich verlaufen. Übersteht der Patient diese erste Periode, geht die Parasitaemie bald zurück, und zwar infolge einer entstehenden Immunität. Es gelingt heute, auch mit der Geldiffusionsmethode, bei Ratten Antikörper nachzuweisen. Der Effekt dieser Immunität besteht zunächst darin, daß die parasitierten Blutkörperchen rascher abgebaut werden. Darüber hinaus aber werden vom eigenen Organismus auch zahlreiche uninfizierte rote Blutkörperchen zerstört, so daß es rasch zur Anaemie kommt. Es scheint, als ob diese Abwehrreaktion des menschlichen Organismus gewissermaßen noch nicht ganz eingespielt wäre. Um diese und ähnliche Erscheinungen besser zu verstehen, müßten wir noch weit mehr über den Stoffwechsel des Parasiten im Erythrozyten wissen. Sicher ist heute, daß der Parasit seinerseits auch den Stoffwechsel der Wirtszelle abändert. So stellt diese unter dem Einfluß des Parasiten beispielsweise gewisse Enzyme aus dem Vitamin B-Komplex, die für das Plasmodium unerläßlich sind, in viel größerem Maße her als gewöhnlicherweise.

Die erworbene Immunität hält leider nur kurze Zeit an. Auch die Praemunität hat ein eng begrenztes Wirkungsspektrum. Doch kommt es in ihrer Folge zu einer Erscheinung, die man als «Toleranz» bezeichnet. Man beobachtet sie vor allem bei der schwarzen Rasse, wo sie möglicherweise mit der Sichelzellanaemie zusammenhängt. Sie schützt den Menschen nicht vor Neuinfektionen, wohl aber vor ihren schädlichen Auswirkungen. Der Parasit bleibt für den Menschen infektiös, verliert für ihn aber seine Pathogenität. Toleranz kann deshalb als erster Schritt zu einem tragbaren Gleichgewicht zwischen Parasit und Wirt aufgefaßt werden.

An der Aufklärung der Immunitäts-Erscheinungen arbeiten Haematologen und Stoffwechselphysiologen.

Über die Beziehungen der Plasmodien zur Mücke schließlich ist am allerwenigsten bekannt. Und doch könnte, in Anbetracht der wachsenden Resistenz der Mücken gegen Insektizide und der Plasmodien gegen die Pharmaka, auch diese Seite eines Tages von praktischem Nutzen bei der Bekämpfung der Malaria sein. — Im Unterschied zum Menschen erkrankt die Mücke an der Infektion mit Plasmodien nicht; infizierte Mücken leben ebenso lange wie nicht infizierte. Dies bedeutet aber nicht, daß die Physiologie infizierter Mükken mit derjenigen uninfizierter gleich sei. Es gibt starke Hinweise für eine Veränderung des Stoffwechsels bei mit Plasmodien befallenen Mücken. Voraussetzung zur Klärung dieser Frage wäre die Kenntnis der «Normal-Physiologie» der Mücke; doch sind über das rein Morphologische hinaus nicht einmal die Vorgänge bei der Verdauung des Blutes genau bekannt. So verstehen wir vorderhand nicht, warum Gametocyten, Gameten und Ookineten im Blutkuchen verschont, während alle andern Parasitenstadien vernichtet werden. — Erst seit kurzem wissen wir mit Sicherheit, daß und wie sich die Ookineten bewegen und aktiv aus dem Mageninhalt zur Außenseite des Darmes hin wandern. Wie sie sich dabei orientieren, liegt noch im Dunkeln. — Die Sporozoiten sind ebenfalls der aktiven Fortbewegung fähig. Für sie sind die Speicheldrüsen attraktiv; wir vermuten, daß hier positive Chemotaxis vorliegt, die sich allerdings nur unter gewissen Voraussetzungen auswirken kann. Der Grund dafür ist nicht nur bei den Sporozoiten, sondern auch bei den Speicheldrüsen zu

suchen; Speicheldrüsen uninfizierter Mücken werden nämlich im *in vitro*-Versuch von den zugesetzten Sporozoiten nicht besiedelt.

Die zuletzt erwähnten Probleme bilden den Gegenstand weiterer Grundlagenforschung. An ihnen werden vor allem Protozoologen, Elektronenmikroskopiker und Histochemiker arbeiten müssen.

III. Sinn und Zweck der Parasitologie

Das angeführte Beispiel hat aber nicht nur gezeigt, wie vielschichtig die biologischen Fragen sind, denen sich der Parasitologe gegenübersieht, sondern auch, daß die Parasitologie zwischen Zoologie und Medizin steht. Zur Zoologie gehört sie, weil sie Tiere beschreibt und deren spezielle Lebensbedingungen untersucht. Für die Medizin stellt sie — sofern sie sich mit Krankheitserregern und ihrer Übertragung beschäftigt — eine wesentliche Voraussetzung für das Verständnis parasitärer Erkrankungen des Menschen dar und schafft somit auch die unerläßliche Grundlage für vorbeugende und heilende Maßnahmen von seiten der Gesundheitsbehörden und der Ärzteschaft. Sinngemäß läßt sich ähnliches zum Verhältnis der Parasitologie zur Veterinärmedizin und, wenn man den Bogen weiterspannt, zur Landwirtschaft sagen. In ganz besonderem Maße gelten diese Verhältnisse in Gebieten der Tropenzone.

Damit ist die Parasitologie gekennzeichnet als ein Fach der Medizinischen Zoologie. Sie hat eine zweifache Aufgabe.

Einmal: Ihre Ergebnisse sind zwingend und allgemeingültig, sie entspringt ursprünglichem Wissenwollen, sie verhilft dem sie betreibenden Menschen zur Verwirklichung seiner selbst; sie ist also echte Wissenschaft und hat deren Forderungen zu erfüllen, wie sie JASPERS[4] umschrieben hat.

Ihre Ergebnisse sind zwingend und allgemeingültig. Die Bildung einer Immunität bei der Malaria ist heute erwiesene Tatsache. Niemand kann sie im Ernst und ohne gültige Gegenbeweise abstreiten. Sie ist nicht Gegenstand der persönlichen Meinung des Einzelnen, noch seiner religiösen, politischen oder sonstigen geistigen Einstellung, sondern sie ist nachprüfbares Wissen. Wir heute haben das Glück, in einer Zeit der kämpferischen Auseinandersetzungen zu leben, des prahlerischen Siegesbewußtseins auf der einen und der verzweifelten Besinnung auf die eigenen

---

[4] JASPERS, K. (1948). «Philosophie und Wissenschaft» in «Rechenschaft und Ausblick». — R. Piper & Co. Verlag, München.

JASPERS, K. (1931). Die geistige Situation der Zeit — Sammlung Göschen Bd. 1000, Walter de Gruyter & Co., Berlin.

Werte auf der anderen Seite. Und wir erfahren die Genugtuung zu erleben, wie selbst in extremen politischen Systemen sich die wissenschaftliche Wahrheit auf die Dauer doch durchsetzt.

Sie entspringt ursprünglichem Wissenwollen: Wissenschaft kann nicht weiter begründet werden. Wissenwollen ist ihr Motiv.

Sie verhilft dem sie betreibenden Menschen zur Verwirklichung seiner selbst: Erst dadurch, daß der Mensch das tut, was allein ihm möglich ist, wird er zum Menschen. Ohne das fristet er ein Dasein; benützt er das, bringt es ihn zum Menschsein. Wissenschaft ist *eine* Möglichkeit dazu.

Und zum zweiten: Selbst als Grundlagenforschung betrieben, zeitigt die Parasitologie zum großen Teil Ergebnisse, welche für die Wohlfahrt des Menschen von unmittelbarem Nutzen sind. Der Parasitologe hat die Wahl, Fragen größerer oder geringerer praktischer Tragweite zu bearbeiten.

Es kommt so zum ersten Motiv, des ursprünglichen Wissenwollens, ein zweites hinzu: das Helfenwollen. Darin gleicht die Parasitologie der Medizin, die ja erst in zweiter Linie Wissenschaft ist (und sich als solche nur im Gegenstand ihrer Forschung von der übrigen Biologie unterscheidet). Man mag einwenden, damit verstoße man gegen die Reinheit der Wissenschaft. Darauf ist folgendes zu entgegnen:

— «L'art pour l'art» oder übertragen «die Wissenschaft um ihrer selbst willen» kann mißverstanden werden. Wissenschaft ist einzig durch den Menschen und ist einzig für den Menschen. Ohne Beziehung zu ihm ist sie sinnlos und sinkt ab zu zusammenhanglosem Einzelwissen und zu hohler Geschäftigkeit.

— Zwar ist Wissenschaft zunächst Sache der wenigen, die sie betreiben. Sie ist heute aber überdies ein Anliegen der Gesellschaft in ihrer Gesamtheit. Die weitere Entwicklung der Daseinsgrundlagen ist ohne Wissenschafts-Ergebnisse nirgends mehr möglich.

— Die Gesellschaft trägt den Wissenschafter; sie hat ein Anrecht auf die Früchte seiner Arbeit. Dies gilt in zweierlei Hinsicht: auf die sachlichen Ergebnisse und auf das persönliche Erlebnis. Ergebnisse können leicht mitgeteilt werden. Das Erlebnis des Forschers, der gewissermaßen den Wegen der Schöpfung nachspürt und bewundernd sie ein zweites Mal vollzieht, ist nur mittelbar zu übertragen, durch das Wort und die Geisteshaltung des Erlebenden. Hier überschreitet der Wissenschafter allerdings die Grenzen des Wißbaren. Doch gilt das Paradoxe, daß nur der mehr ist als ein Fachmann, welcher bewußt immer wieder die Grenzen überschreitet und philosophierend versucht, das Erworbene einem höheren Ganzen einzufügen.

— Das Erfordernis der Reinheit darf nicht zu einer Abkapselung des Wissenschafters führen. Die Lage der Menschheit hat sich entscheidend geändert; die Umstände verlangen, daß der Wissenschafter seine Arbeit in die Gegenwartssituation hineinstelle.

Ich meine, daß in einer immer kleiner werdenden und immer schwieriger zu ernährenden Welt auch dem Forscher — in einem Rahmen, den er sich selber gibt, und ohne den Wissenschaftsanspruch zu vernachlässigen — konkrete Verpflichtungen am Mitmenschen zukommen. Sie wahrzunehmen, dazu bietet die Parasitologie hervorragende Gelegenheit und wird gerade dadurch besonders reizvoll.

Résumé

La parasitologie est la connaissance des dépendances étroites et durables qui lient entre eux des êtres vivants d'espèces différentes. Il est vrai qu'elle est un chapitre de l'écologie. Mais comme elle s'occupe des influences réciproques de deux organismes différents, elle possède un statut spécial. En outre, elle se trouve placée entre la zoologie et la médecine. De ce fait, deux obligations lui échoient : celle de se vouer à la recherche pure et enfin celle de s'appliquer à la résolution de problèmes pratiques d'importance capitale pour l'évolution de la société humaine.

Summary

Parasitology has as subject the study of the continuous close association of living organisms of different kind. Although it represents a part of ecology, it holds a special position by the fact that it deals with the reciprocal effects of organisms living together. By its subject parasitology stands between zoology and medicine. Therefore, it has two tasks: First to carry out pure basic research and secondly to participate in the solution of practical problems highly important for the development of humanity.