Zeitschrift: Acta Tropica
Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)
Band: 4 (1947)
Heft: 3

Artikel: Mikrobien als Feinde von Stechmückenlarven
Autor: Jettmar, H.M. v.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-310086

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: 16.07.2025

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

Mikrobien als Feinde von Stechmückenlarven.

Von H. M. v. JETTMAR.
Professor am Hygienischen Institut der Universität Graz.

(Manuskript eingegangen am 3. Juli 1947.)

Die Stechmücken gehören zu den gefährlichsten Feinden des Menschen und seiner Haustiere. Es sei nur kurz auf ihre Rolle bei der Übertragung von pathogenen Filarien, Plasmodien, Proteosomen, Trypanosomen, Rickettsien, den Erregern des Gelbfiebers, des Denguefiebers, der enzootischen Hepatitis, der Pferdesterbe, der Hühnerpocken usw. verwiesen.

Man begann daher sehr bald auf Möglichkeiten zu achten, welche die Vernichtung eines derartigen Schädlings durch naturgegebene biologische Faktoren in Aussicht stellen.

Der Hygieniker bedient sich schon lange der natürlichen Feinde der Mücken, wie Fische, Geckos, Enten, als Helfer in diesem Kampfe.

Anderseits ist es bei den in oder auf Culiciden parasitierenden Kleinlebewesen, wie Bakterien, Pilzen und Protozoen, bis jetzt noch nicht gelungen, die zahlreichen Bedingungen für eine Vertilgung von Mückenlarven so weit unter Kontrolle zu bringen, daß man auf einen Erfolg rechnen kann. Es müßten erst diese — vielleicht wirksamsten — natürlichen Feinde genau kennengelernt, in ihrer Biologie studiert und die Bedingungen, die zu einer praktisch in die Waage fallenden Vertilgung der Mückenbrut führen, im einzelnen erforscht werden.

Von den bereits vorliegenden Untersuchungen [1] beziehen sich die meisten auf die Parasiten der Imagines, doch auch über Schmarotzer der Larven liegen manche Angaben vor. Es handelt sich meist um Entoparasiten, während Ektoparasiten an Stechmückenlarven weniger Beachtung fanden. Diese fallen gelegentlich in Larvenzuchten auf und werden dann am ehesten an Aedes aegypti

[1] Eine gute Zusammenstellung, die bis 1929 die gesamte Weltliteratur berücksichtigt, findet sich in dem Werk: Die Fliegen, herausgegeben von E. Lindner, Stuttgart, Lieferung 33, im Artikel «Culicidae» von E. Martini (1931). Auch die Monographie von A. J. Speer: Compendium of the Parasites of Mosquitoes, Washington 1927, bietet — allerdings nur in Katalogform — eine Übersicht über die bis 1926 bekannten Parasiten der einzelnen Culiciden. Die großangelegte Arbeit von L. Dyé behandelt eingehend die vor 1905 publizierten Beobachtungen.

(Stegomyia fasciata) — der geeignetsten Zuchtspecies unter den Stechmücken — in den Aquarien beobachtet.

Die Larvenparasiten könnte man nach ihrer topographischen Beziehung zum Wirt in drei Gruppen einteilen, und zwar 1. in Ektoparasiten, die nur zum Teil als harmlose Ektokommensalen zu betrachten sind, 2. in Darmbewohner, deren pathogene Rolle meist auch angezweifelt wird, und 3. in Parasiten, die das Coelom oder die inneren Organe der Larve besiedeln. Es ist jedoch zweckmäßiger, die Einteilung nach ihrer Stellung im System zu treffen und die Vertreter der Bakterien, der Pilze und der Protozoen gesondert zu besprechen.

Um das Thema einzuengen, sollen hier nur Bakterien, Pilze und Protozoen besprochen werden, wobei allerdings kurz erwähnt werden soll, daß auch höhere Tiere auf und in Stechmückenlarven parasitierend vorkommen [2].

Bakterien.

Über *Bakterien,* welche in Mückenlarven parasitieren, liegt eine alte Beobachtung von E. PERRONCITO (1899) vor, der in der Umgebung von Turin ein auffallendes Sterben von Anophelenlarven beobachtet hat und als Grund hierfür einen Mikroorganismus verantwortlich macht, der in langen, feinen, grünlich gefärbten Fäden von 1—2 μ Dicke mit deutlicher Querteilung wächst und nach Angabe des Autors große Ähnlichkeit mit Leptothrix buccalis aufweist. Der Sitz dieser Mikroben im Mückenleib ist nicht genau angegeben. Es wird als wahrscheinlich angenommen, daß er im Coelom der Larven parasitiere. Jedenfalls betrachtet PERRONCITO diese Bakterien als hochpathogen für die Anophelen, denn sie machen im Larven- und Puppenorganismus der Mücke ihre Entwicklung durch und führen schließlich zum Tode des Insekts kurz

[2] Von den *Plathelminthen* sind es mehrere Arten von Saugwürmern *(Trematoden),* deren Zerkarien in die Stechmückenlarven einwandern, um sich dort zu enzystieren (Martirano, Schoo, Ruge, Eckstein, Feng). Unter den *Nemathelminthen* wurden Rädertierchen (Rotifera) gelegentlich in großer Zahl auf Mückenlarven angetroffen (Martini). Mermitiden und Philodinen kommen bisweilen in Larven zur Beobachtung (Stiles). Die Larve selbst wird durch diese Schmarotzer scheinbar nicht wesentlich geschädigt, doch der geschlüpften Mücke verkümmert durch den Agamomermisbefall das Ovarium (Martini).

Schließlich müssen noch die Wassermilben *(Hydrachnidae)* erwähnt werden, deren Larven sich an den Mückenlarven und -puppen festsetzen, um nach dem Schlüpfen derselben auf das geschlechtsreife Insekt überzuwandern (Laveran, Breßlau, Münchberg, E. et Et. Sergent u. a.). (*Feng* behauptet, daß diese Milben für die Stechmücke [Anopheles hyrcanus] völlig harmlos seien. Nach meinen im Chungkinger Gebiet an derselben Anophelesart gemachten Beobachtungen wird allerdings diese Mücke bei reichlichem Milbenbefall in ihrem Flugvermögen beträchtlich behindert.)

nach seinem Schlüpfakte. LAVERAN (1902) ebenso wie DYÉ (1905) glauben, daß vielleicht mit Hilfe dieser Mikroben eine systematische Vernichtung der Mückenbrut möglich wäre. LÉGER & DUBOSCQ (1902) beschrieben aus dem Gebiete von Campo di Loro einen fadenförmigen Pilz als Parasiten von Stechmückenlarven, der nach DYÉ zweifellos identisch ist mit dem von PERRONCITO beschriebenen. Allerdings beziehen sich diese Beobachtungen nur auf einzelne Larven. Über ein Massensterben und über pathogene Wirkung auf die Larven wird nicht berichtet.

Bei einer bazillären Epidemie unter Anopheleslarven hat GARIN den «Bazillus von Loutraz» isolieren können. LEGENDRE beschreibt aus den Larven von Stegomyia einen Bacillus acidophilus stegomyiae. Eine praktische Bedeutung kommt nach Martini diesen Befunden nicht zu.

Pilze.

Von den auf Culicidenlarven parasitierenden *Pilzen* kommen nur wenige für eine biologische Bekämpfung in Frage. Es ist vielleicht nur die Gattung der Coelomomycespilze dafür geeignet. Die übrigen auf Culicidenlarven parasitierenden Pilze scheinen nicht dazu befähigt zu sein und sollen nur der Vollständigkeit halber angeführt werden.

Über erfolgreiche externe Infektion von Anopheleslarven mit *Aspergillus* berichten *Roubaud* und *Toumanoff* (1930). Weniger gut gelang ihnen die Infektion von Culexlarven mit diesem Pilz.

Saprolegnien, welche nahezu alle Leichen von Wasserinsekten überziehen und durchwachsen, treten auch gelegentlich intravital auf Culicidenlarven auf. So berichtet *Martini* (1931), daß parasitische Saprolegnien ihm zahlreiche Zuchtlarven der Stegomyia- und Aedesgattungen getötet haben.

Chorine und *Baranoff* (1929) berichten über Saprolegniaceen, welche auf Anopheleslarven aus der Umgebung von Zagreb parasitierten und zu ihrem Tode führten. Sie konnten diesen larvenpathogenen Pilz züchten und auf gesunde Anopheleslarven erfolgreich übertragen. Auch mit einem anderen Pilz (ebenfalls der Saprolegniagruppe angehörig), den sie aus Simulium isoliert hatten, gelang die Übertragung auf Anopheleslarven. Die Infektion erfolgt durch die freischwimmenden, lebhaft beweglichen Zoosporen dieses Pilzes. Da jedoch unter natürlichen Verhältnissen der größte Teil dieser Zoosporen den zahlreichen Infusorien zum Opfer fällt, ist die erfolgreiche Vernichtung ganzer Anophelenbruten durch diesen Pilz nur unter bestimmten günstigen Bedingungen geboten.

Analoge Beobachtungen machte ich im Sommer 1941 in der Umgebung Chungkings, als ich den Einfluß der Austrocknung der Reisfelder auf die Anophelesbrut (A. hyrcanus) studierte: Nach dem Antrocknen der Anopheles-hyrcanus-Larven blieben dieselben in dem feuchten Schlamm wohl bis zu 48 Stunden am Leben, gingen aber dann durch Invasion eines Saprolegniapilzes, der das Innere derselben durchwuchs, zugrunde. Dieser Pilz ist im Schlamm der Reisfelder offenbar ubiquitär, aber nicht imstande, normale, gesunde Anopheleslarven anzugreifen. Sind dieselben jedoch durch den Antrocknungsprozeß

inaktiviert und geschädigt, dann fallen sie diesem Pilz, der nun für sie pathogen wird, zum Opfer. (Diese Pilze und vor allem Ameisen sind in der chinesischen Provinz Szechuan mächtige Helfer bei der Vernichtung der Mückenbruten in Reiskulturen nach Auslassen des Wassers von den Feldern!)

Über das Umwuchern von Stegomyialarven durch *Nocardia*-Hyphen sowie von *Hyphomyceten* der *Fusarium*gruppe berichtet *Macfie* (1917); es handelte sich hier allerdings nur um einzelne Fälle.

Auch *Blastomyceten* kamen als Parasiten von Stechmückenlarven zur Beobachtung: So berichtet *Laveran* über kleine *Hefe*pilze von 2 × 5 μ Ausmaß, die nicht nur in den Imagines, sondern auch in Anopheleslarven Spaniens parasitierend angetroffen wurden. Diese Larven gehen an der Infektion anscheinend nicht zugrunde, doch das aus ihnen hervorgegangene Insekt fällt bald nach dem Schlüpfen der Infektion zum Opfer *(Macdonald)*.

Über *Torula*-Infektion von Culicidenlarven berichtet *Langeron* (1929, Korsika). Doch handelte es sich auch hier nur um einzelne Fälle und um eine gelegentliche Beobachtung.

Von den Entomophthorinen befällt *Empusa* (conglomerata) gelegentlich die beflügelten Mücken. *Brumpt* (1941) gelang es jedoch nicht, Larven mit dem Pilz bzw. seinen Sporen zu infizieren.

In letzter Zeit hat unter den larvenpathogenen Pilzen das Genus *Coelomomyces* das größte Interesse hervorgerufen. Dieser Pilz, der von mehreren Autoren früherer Jahrzehnte bereits als mückenlarven-pathogener Mikroorganismus gesehen, aber nicht erkannt worden war, wurde zum erstenmal von KEILIN (1921) in einer einzelnen konservierten Stegomyialarve gefunden und als Coelomomyces stegomyiae gen. nov. beschrieben. IJENGAR (1935) fand diesen Pilz in Indien und beschrieb zwei neue Species desselben (C. indiana und C. anophelesiae). Beide Species leben im Fettkörper der Larven, und ihre etwa 40 × 50 μ großen Sporangien werden im Innern der Larven fast überall angetroffen.

In der Folge beschäftigte sich WALKER (1938) eingehend mit diesem Pilz und stellte fest, daß dieser früher für ein Nematodenei, dann für eine Gregarine angesehene Pilz, dessen pathogene Wirkung auf Culicidenlarven schon von ECKSTEIN erkannt und beschrieben wurde, tatsächlich eine sehr hohe Letalität unter den Stechmücken hervorruft. Gute mikrophotographische Aufnahmen zeigen die eiförmigen Sporangien verschiedener Typen des Pilzes, welche namentlich die Thoraxpartien der Larve fast ganz ausfüllen. Nach diesem Autor gehen mindestens 99% aller befallenen Larven an der Infektion zugrunde.

Versuche, diesen Pilz zu kultivieren, mißlangen infolge Überwucherung durch Bakterien; auch Infektionsversuche mit Larven verliefen negativ. Die befallenen Larven sind an ihrer gelblichroten Verfärbung und ihren langsamen Bewegungen schon makroskopisch erkennbar.

In letzter Zeit hat MUSPRATT (1946) Beobachtungen mit anschlie-

ßenden Experimentenserien über diesen Pilz veröffentlicht. Er konnte in Rhodesien drei Species des Genus Coelomomyces als Endoparasiten bestimmter Anophelinen- und Culicinenlarven feststellen. MUSPRATT fand, daß diese für Larven hochpathogenen Pilze an das Vorhandensein einer bestimmten Art lehmiger Erde gebunden zu sein scheinen. Unter günstigen Bedingungen findet man in manchen Wasseransammlungen bis zu 95% Befall der Anophelenlarven mit diesem Pilz. Dabei ist jeder Pilzbefall für die Larven unbedingt tödlich. Die invadierte Larve entwickelt sich bis zum vierten Stadium, ist aber dann außerstande, sich zu verpuppen, und geht unbedingt zugrunde. Die Infektion der Larven erfolgt durch die Schwärmsporen des Pilzes. Es gelang auch, durch Übertragen «gesunder» Anopheles gambiae-Larven, die aus einer pilzfreien «reinen» Gegend stammten, in coelomomyces-infizierte Pfützen die Larven zu infizieren.

Das weitere Studium der Lebensgeschichte dieses Pilzes ist eine wichtige Aufgabe der zeitgemäßen medizinischen Entomologie, denn es besteht die Aussicht, mit Hilfe dieses Pilzes höchst gefährliche Malariaüberträger (A. gambiae!) zu reduzieren.

Spirochaeten.

Spirochaeten, die im Verdauungstrakt von *Anophelen*larven parasitieren, wurden zuerst vom EDM. & ÉT. SERGENT (1906) beschrieben. Sie fanden sich in großer Zahl, bisweilen zu Häufchen agglutiniert. Die Länge der Einzelindividuen betrug 8—17 μ bei 2—4 flachen Windungen. (NOVY und seine Mitarbeiter halten diese von Sergents zuerst beschriebene Art möglicherweise identisch mit dem Spirillum glossinae.)

Über das gehäufte Vorkommen von Spirochaeten im Darm von *Culexlarven* schreibt ferner *Jaffé* (1907). Es handelte sich um eine nicht näher identifizierte Culexart, welche in einer Zysterne brütete, die mit Pferdestallabwässern und Regenwasser gespeist wurde. Auch in einer anderen benachbarten Wasseransammlung in einem Garten fand dieser Autor bis zu 90 Prozent aller untersuchten Culexlarven mit Spirochaeten befallen. Diese waren längs der Darmwand gelagert und zeigten lebhafte Bewegungen. Im Wasser konnten sie nicht nachgewiesen werden. Dies läßt darauf schließen, daß offenbar nur der Larvendarm und nicht das Wasser ihr eigentliches Lebenselement ist. In Puppen konnten diese Spirochaeten nicht gefunden werden, aber vereinzelt in den Malpighischen Gefäßen der Mücke. Da auch *Mühlens* gelegentlich der Präparation einer Mücke diese Spirochaeten vorfand, ist wohl sicher anzunehmen, daß sie aus der Larve über die Puppe in die Mücke übergehen können. Über eine eventuelle Schädigung der Larven durch diese Spirochaeten berichtet Jaffé nichts. Die Art wurde von ihm Spirochaeta culicis benannt.

Die Befunde der *Sergents* und von *Jaffé* wurden in der Folge von *E. Breßlau* (1919) bestätigt, der vor allem in Culex-pipiens-Larven recht häufig Spirochaeten feststellen konnte.

Protozoen.

Trypanosomen und andere *Flagellaten* finden sich nicht nur in den beflügelten Moskitos, sondern auch in ihren Larven und Puppen.

So berichtet *Christofers* (1902), daß er Herpetomonasformen — um den Pylorus angehäuft — in den Larven von Culex fatigans angetroffen habe.

Léger & Duboscq (Korsika) fanden im gleichen Jahr offenbar analoge Flagellaten (Crithidia fasciculata) entweder einzeln oder in großen Rosetten im Darm der Anopheleslarven. Bisweilen war der Darm der Larven vollkommen überdeckt von diesen Formen.

Die beiden *Sergents* (1906) fanden Flagellaten in hohem Prozentsatz in Culexlarven sowohl als im geschlechtsreifen Insekt. In der Folge berichten diese beiden Autoren auch über eine schmale Herpetomonasform (H. algeriense), die sie im Darmtrakt einer Larve der Species Anopheles maculatus vorfanden. Über eine evtl. pathogene Wirkung dieser Flagellaten wird nichts berichtet.

L. Ch. Feng (1933) beschreibt den Lebenszyklus von Herpetomonas culicis: Die Stechmückenlarven werden infiziert durch Aufnahme der Parasiten, die sich im Brutgewässer in ihrem Nachflagellatenstadium befinden. Diese Formen sammeln sich im Larvendarm an, wo sie sich zum Präflagellatenstadium umwandeln. Wenn die Mücke schlüpft, entwickelt sich der Parasit zur Flagellaten- oder Herpetomonasform. Es kommt zu einer starken Vermehrung, und die postflagelläre Form tritt dann in großen Massen in den Mückenfaeces auf, die dann die Brutwässer infizieren. Offenbar ist dieser Parasit für die befallene Larve nicht deletär, da ja der Lebenszyklus desselben auf eine ungestörte Entwicklung des Insekts angewiesen ist. Jedenfalls erscheint es aussichtslos, auf derartige Flagellaten eine Bekämpfung der Mückenbrut aufbauen zu wollen.

Von Euglenoidinen wurde Colacium als Raumparasit beschrieben *(Martini)*.

Protozoen der Klasse der *Sporozoen,* die ja bekanntlich weitaus die wichtigste Rolle in der Parasitologie der geflügelten Stechmücken spielt (Proteosoma, Plasmodium!), finden sich auch im Larvenorganismus.

Marchoux, Salimbeni und *Simond,* welche die Ätiologie des Gelbfiebers studierten, waren der Ansicht (1906), daß eine Nosemaart (N. stegomyiae) für die Verbreitung dieser Krankheit verantwortlich zu machen sei. Sind nun die weiblichen Imagines stark infiziert, so dringen nach Angabe dieser Forscher die Mikrosporidien auch in die Ovarien und Eier ein, woraus dann infizierte Larven hervorgehen. Eine unmittelbare Infektion der Larven durch Zufuhr der Nosemasporen mit der Nahrung gelang den Autoren nicht. In Ausstrichpräparaten aus dem Leibeshöhleninhalt einer Culexlarve fanden sich viele Nosemasporen. Da Vertreter der Gattung Nosema als die bösartigsten Feinde der Insekten anzusehen sind (Seidenraupenkrankheit, Bienenruhr!), ist wohl anzunehmen, daß, wenn es sich tatsächlich um parasitierende Nosemaarten handelte, die Letalität unter den befallenen Larven außerordentlich groß sein müßte.

Außer Nosemaarten kommen in Stechmückenlarven auch noch andere Mikrosporidien vor. So fand z. B. *Breßlau* in Culiseta-annulata-Larven eine Form, welche dem Genus Thélohania nahesteht. Auch *Nöller* hat in Hamburg in Larven von A. nemorosus Thelohania beobachtet (Martini).

Gregarinen, und zwar Vertreter verschiedener Genera wurden ebenfalls von mehreren Autoren in den Larven der Stechmücken beschrieben.

Schon *Ronald Roß* fand sie in Indien in Culicidenlarven. *Léger & Duboscq* (1902) fanden bei einer aus Korsika stammenden Culexlarve eine in das Coelom vorspringende Cyste, die sie für eine Gregarine vom Diplocystis-Typus ansprechen. *Marchoux* und seine Mitarbeiter schildern den Lebenszyklus einer Gregarinenart, deren Sporozyten innerhalb der Malpighischen Gefäße der Imagines parasitieren. Durch Faeces und Zerfall des Insektes kommt es zu einer Infektion der Brutgewässer und somit auch der Larven, in welchen sich dann die Gregarinen weiter entwickeln. *Günther* beschreibt (1914) eine nach seiner Meinung wahrscheinlich zu den Monocystiden gehörige Gregarine aus der Leibeshöhle von Larven einer indischen Stechmückenart (Culicella fumipennis).

Breßlau und seine Mitarbeiterin *Buschkiel* (1919) beschäftigten sich besonders eingehend mit der Schizogregarinenfamilie der Caulleriellidae (Caulleriella annulatae). Von *Buschkiel* (1919) wird der Entwicklungsgang der Caulleriella pipientis beschrieben, von *E. Hesse* (1918) eine Caulleriella anophelis.

Vertreter der Gattung *Lankesteria* werden von *Feng* in chinesischen Stechmückenlarven als ziemlich häufiger Befund angesehen. Diese Gattung wurde nach Wenyon (1926) zuerst durch *Roß* (1895) in Indien entdeckt. Wenn die Mückenlarve sich verpuppt, dann wandern die Gregarinen aus dem Magen der Larve in die Malpighischen Schläuche, wo ihre Copulation stattfindet. Im reifen Insekt platzen dann die inzwischen gebildeten Gametozyten und setzen zahlreiche Oozyten frei, welche bei der Eiablage der Mücke ins Wasser gelangen und von dort neuerlich Larven infizieren. *Feng* beantwortet auch die Frage der Pathogenität dieser Parasiten dahingehend, daß bei schwerer Infektion die Larven häufig zugrunde gehen, da sie sich nicht verpuppen können. Dem Autor gelang es auch im Experiment, einen Wasserbehälter mit Oozyten aus infizierten Mücken anzureichern, wonach die in diesen Behälter eingesetzten Larven an Lankesteria-Infektion zugrunde gingen.

Die von *Mamalang* als Coccidien identifizierten Parasiten von Anophelen auf den Philippinen wurden von ihm auch in einer Larve vorgefunden. Die Beschreibung, die Größenausmaße und die beigegebenen mikrophotographischen Aufnahmen machen es aber wahrscheinlich, daß es sich nicht um Protozoen, sondern um Sporangien von Coelomomycespilzen handelte. Auch bei den von *Eckstein* als Sporozoen angesehenen Parasiten von Aedeslarven dürfte es sich um diesen Pilz gehandelt haben. In beiden Fällen waren diese Parasiten für die Larven unbedingt deletär, was ebenfalls für Coelomomyces spräche. Auch bei den von *Feng* beschriebenen «Cysten» dürfte es sich um Coelomomyces gehandelt haben.

Von den *Ciliaten* kommt nur den *Vorticelliden* eine größere Rolle zu.

Über die Bedeutung der Glockentierchen als Larvenschädlinge ist die Ansicht der Autoren geteilt: Während die einen den Vorticellenbefall als harmlosen Raumparasitismus ansehen, sind die andern der Ansicht, daß die Larven bei starkem Befall zugrunde gehen.

Daß Kolonien von Vorticellen sich gelegentlich in großer Zahl an lebenden Wasserinsekten ansetzen können, war schon vor der Mitte des 18. Jahrhunderts den damaligen Mikroskopikern bekannt *(Hertwig, Brehm).* Daß sie auch

gelegentlich sich auf lebenden Stechmückenlarven in großer Zahl festsetzen können, wurde schon von *Giles* [3] festgestellt.

Das Vorkommen von *Vorticellen* als Ektoparasiten auf lebenden Culicidenlarven wurde in der Folge von DYÉ, GLEN LISTON, BLANCHARD, BRESSLAU und MARTINI mitgeteilt, doch während die drei letzteren die Vorticellen für vollkommen harmlose Parasiten resp. Kommensalen der Culicidenlarven ansehen, welche die Larven höchstens bei Massenbefall mechanisch belästigen (HOWARD and coll.), sehen GILES und LISTON die Glockentierchen als gefährliche Parasiten an, die u. U. ganze Mückenpopulationen auszurotten imstande sind.

In diesem Zusammenhange seien meine Erfahrungen mit diesen zierlichen Infusorien als Parasiten von Stechmückenlarven mitgeteilt:

Mitte Mai 1946 fand ich im Wasserbehälter eines aufgelassenen Springbrunnens in Shanghai, der stark von Culicidenlarven befallen war, daß es unter den vielen tausend Larven aller Stadien keine einzige Puppe gab! Bei genauerer Untersuchung bemerkte ich, daß alle Larven der beiden letzten Stadien einen auffallend starken Befall von Glockentierchen des Genus Vorticella hatten. Namentlich die Larven des vierten Stadiums erschienen unförmig verdickt durch schon makroskopisch wie Moos- oder Pilzüberzug sich ausnehmende Beläge von Vorticellen, die meist nur den Kopf und das lange Atemrohr frei ließen. In diesem Stadium gingen die Larven alle zugrunde, ohne sich zu verpuppen.

Dessenungeachtet stieg die Mückenlarven-Bevölkerung im Wasserbehälter, die viele Zehntausende betrug, eher noch an, da die aus der Umgebung zahlreich zufliegenden Culexweibchen ihre Eierpakete immer wieder dort ablegten.

Dieser Wassertank bot demnach die Bedingungen einer *idealen Moskitofalle* und war außerdem geeignet, die Stechmücken auch der Umgebung zu dezimieren, da er zahlreiche eiertragende Culexweibchen anlockte.

Die einmal befallenen Larven dieser Culexart konnten auch nicht mehr gerettet werden, wenn man sie aus dem Wasserbehälter herausnahm und in großen Glasgefäßen hielt: Es kam auch hier nie zu einer Verpuppung!

Leider gestatteten es die Umstände nicht, diese offenbar vielversprechende Naturerscheinung durch systematische Experimente unter Kontrolle zu bringen und für praktische Zwecke verwendbar zu machen. Da die angesetzten Experimentreihen infolge äußerer Verhältnisse zu keinen brauchbaren Resultaten führten, beschränkt sich der vorliegende Bericht hauptsächlich auf reine Naturbeobachtung und auf das histologische Studium der befallenen Larven.

Bericht über die Invasion.

Diese wurde zuerst am 17. Mai 1946 beim Ausschöpfen von etwa 1000 Larven aus dem erwähnten Wasserbehälter bemerkt. Wassertemperatur (in den

---

[3] *G. M. Giles* bezeichnet den Parasiten nur allgemein als «a small stalked infusorian», doch steht es auf Grund der Beschreibung und der beigefügten Zeichenskizze wohl außer Frage, daß es sich um einen Vertreter des Genus Vorticella gehandelt hat.

Mittagsstunden) um 20° C. Mesosaprobe Verhältnisse. Rotbraun gefärbtes, sonst klares Wasser mit reichlichem Pflanzen-, hauptsächlich Blätterdetritus, in welchem der massige Culexlarvenbefall weit im Vordergrund steht. Damals praktisch nur eine Art: Culex fatigans, vorhanden. Einige Tage später: ganz vereinzelt eine zweite, viel kleinere Culicidenart, von der die sporadisch auffindbaren Puppen abstammen, aus denen die Imagines regelmäßig ausschlüpfen.

Die für die Art Culex fatigans deletäre 100prozentige Glockentiercheninvasion beherrscht bis zur zweiten Juniwoche das Bild. Mit 4. Juni jedoch beginnt bei einer Durchschnittstemperatur des Wassers von über 25° C die Entwicklung der zweiten, kleineren Culexart immer mehr und mehr überhand zu nehmen: Man bemerkt auch schon viel zahlreicher die kleinen Puppen. Das Zugrundegehen der noch immer mächtigen Schwärme der Culex-fatigans-Larven dauert an.

Etwa um den 8. Juni herum, zur Zeit der anhaltenden trockenen Hitze, scheint die «Vorticella-resistente» kleinere Culexart die Oberhand gewonnen zu haben, die sich nun massig verpuppt und ausschlüpft (Zimmertemperatur dauernd über 30° C). Am 10. Juni treten heftige Regengüsse ein mit Nachlassen der unerträglichen Hitze. Mit dem 13. Juni kann die Vorticelleninvasion als beendigt angesehen werden. Man findet nurmehr wenig und dann stets stark befallene Larven der Art Culex fatigans, dafür massenhaft Puppen der anderen Culexart sowie eine mäßige Anzahl der Art Aedes albopictus und die große räuberische Larve der Art Armigeres obturbans Diese drei letzten Arten verpuppen sich regelmäßig und schlüpfen einwandfrei zu Imagines. Man trifft wohl auch unter ihnen gelegentlich ganz leichten Vorticellenbefall, doch gehen die Tiere nicht zugrunde.

Die durch diese Brutstelle hervorgerufene Mückenplage wird nun auf dem ganzen Grundstück (Hochschule) so lästig, daß am nächsten Tag die Petrolisierung durchgeführt wurde.

Beobachtungen während der Invasion.

1. Die etwa zwei Quadratmeter messende, von Bäumen beschattete und von hineinhängender Ufervegetation z. T. überdeckte Wasseroberfläche enthielt während der ganzen Beobachtungszeit stets zahlreiche Culexgelege. Diese Eierschiffchen waren frei von Vorticellenbesatz. Täglich konnte man von der Wasseroberfläche eine Anzahl neuer Eierschiffchen abschöpfen!

2. In den beiden ersten Entwicklungsstadien waren die Larven gesund und völlig oder nahezu völlig frei von Vorticellenbesatz. Derselbe nahm jedoch — beginnend mit dem dritten Larvenstadium — so gewaltige Ausmaße an, daß im vierten Stadium keine Häutung zur Puppe mehr erfolgte und die Tiere ausnahmslos zugrunde gingen. Dieser scheinbar deletäre Besatz traf ausnahmslos *alle* Tiere in den höheren Larvenstadien.

3. Während in dem beschriebenen Tank die Ausrottung einer Culicidenart unter der Erscheinung einer schweren Glockentiercheninvasion stattfand, waren in den anderen beiden Brutstellen des Grundstücks (kleiner wassergefüllter Graben im Park und Wasseransammlung im Keller) wohl Glockentierchen nach längerem Suchen — hauptsächlich auf leeren zerfallenen Exuvien von

Insekten und Copepoden — auffindbar, doch waren hier die lebenden Stechmückenlarven frei von Besatz.

4. Der Glockentierchenbefall der Larven erfolgt bei dieser Art wohl z.T. beim Abweiden der Vorticellenrasen. Es wurde wiederholt beobachtet, daß nicht nur Culexlarven, sondern auch andere Larven von Wasserinsekten, so z. B. Syrphiden («Rattenschwanzlarven» der Schwebefliegen) mit ihren Freßwerkzeugen Vorticellen aus dem Rasen schwer befallener Exemplare herausrissen.

Experiment: Um festzustellen, ob die Fütterung mit vorticellenhaltigen Culexlarven zum Befall gesunder Culexlarven anderer Arten mit Glockentierchen führt, wurden diese mit dekapitierten stark vorticellenhaltigen Larven in filtriertes Wasser des Tanks zusammen eingesetzt. Die Larven wurden beim Abfressen der Vorticellen wiederholt beobachtet. Nach einigen Tagen hatten sich auf dem Chitin einzelner Larven Glockentierchen hauptsächlich im vorderen Thoraxgebiet angesetzt. Der Befall blieb aber, wenn er überhaupt eintrat, immer nur spärlich und beeinträchtigte in keiner Weise die Vitalität der Larve.

5. Der Versuch, die auf dem Chitin der Culexlarven angesetzten Vorticellen durch Antrocknung der Larven auf Objektträgern zu konservieren, schlug fehl: Wenn diese — verschieden lange Zeitperioden — getrockneten Larven wieder in steriles Wasser gebracht wurden, entwickelten sich wohl Schimmelbeläge, aber keine Glokkentierchen.

6. Die Untersuchung zahlreicher anderer Brutplätze innerhalb und außerhalb der Shanghaier Stadtgrenzen ergab nirgends ähnliche Verhältnisse wie im beschriebenen Wassertank. Alle gefangenen Culex-, Aedes- und Anopheleslarven zeigten bei ihrer Untersuchung *keinen* Befall von Vorticellen! Wir hatten es demnach mit einem offenbar seltenen Phänomen zu tun, das verschiedene Voraussetzungen zur Bedingung hatte, die zufällig beim Tankwasser des Schulgartens alle eintrafen.

Mikroskopische Untersuchung.

Bei der Untersuchung nativer bzw. gefärbter Larven mit mäßig starkem Besatz erkennt man, daß die Glockentierchen besonders an den Übergangsstellen, den dünnen Cuticulargebieten zwischen den einzelnen Abdominalringen gehäuft auftreten. Meist ist der gesamte Thorax, und hier wieder der Vorderteil, ganz besonders befallen, so daß ein mächtiger Besatz — vom Vorderrand des Thorax ausgehend — den Larvenkopf in Form eines dichten Kragens umhüllt. Die vorderen Konturen der Larve treten erst wieder deutlich hervor, wenn infolge einer Erschütterung die Vorticellen ihre Stiele plötzlich schraubenförmig einrollen und sich dadurch fester an die Oberfläche ihres Wirtes anlegen.

Technik: Die Larven wurden in Carnoyscher Flüssigkeit getötet, hernach durch Dekapitation und Abtragen des Ruderschwanzes der Fixierungsflüssigkeit

zugänglich gemacht. Paraffin-Serienschnitte. Färbung nach May-Grünwald-Giemsa oder Hämatoxylin-Eosin.

Untersuchung der Schnitte. 1. Die Vorticellen haften mit ihren Stielen an einem Substrat, das z. T. einer Bakterienzoogloea entspricht, in welcher lange Ketten von Streptobazillen — stellenweise in großen Mengen — das Feld beherrschen.

2. Diese Streptobazillenketten sind zusammengesetzt aus Einzelindividuen von meist scharf gekanteten Ecken. In einigen Präparaten zeigen diese Ecken allerdings eine Abrundung, die so beträchtlich sein kann, daß man bei oberflächlicher Betrachtung lange Streptokokkenketten annehmen könnte. Meist erscheinen jedoch die Ecken so scharfkantig, als ob sie in ziemlich gleichen kurzen Abschnitten mit einem scharfen Messer zerschnitten worden wären. Die Durchschnittslänge der Einzelindividuen ist 1,6 μ, ihre Breite 1,2 μ; letztere ist ziemlich konstant, erstere schwankt, so daß bisweilen einerseits ziemlich lange (bis über 2 μ), anderseits doppelt so kurze Individuen auftreten, die breiter als lang sind. Meist sind die Glieder der Kette aber von auffallender morphologischer Regelmäßigkeit.

Die Streptobazillenketten haben eine gewisse Ähnlichkeit mit Anthraxketten, die alle aus *kurzen* Individuen zusammengesetzt sind. Typische Sporen sind aber *nicht* anzutreffen. Durch das deutliche Hervortreten einer *Kapsel* wird die Ähnlichkeit mit Anthrax noch erhöht. Diese Kapsel, welche nach May-Grünwald-Giemsa homogen und schön purpurrosa gefärbt ist, verdickt die Kette auf etwa 1,6 μ.

Stellen, welche auf eine echte Verzweigung schließen lassen könnten, sind sehr selten. Es handelt sich offenbar doch um Schizomyceten und nicht um einen Vertreter der Strahlenpilze, da reichliche Verzweigung sicher fehlt. Auch zu den Phytobakterien — den Spaltalgen — sind diese Mikroben schon wegen ihrer geringen Größe nicht zu rechnen, wiewohl sie mit den fadenförmigen Schwefel- und Eisenbakterien die Eigenschaft gemein haben, mit ihrem Thallus im organischen Substrat zu wuchern und lange Fäden in Büschelform senkrecht zur Oberfläche auszusenden (wenn auch nicht mit solcher Regelmäßigkeit wie jene).

3. Das Substrat, das von den beschriebenen Streptobazillen durchsetzt ist, besteht teils aus einem Detritus, der den gelockerten Chitinmassen aufgelagert ist, teils sieht man, daß diese Mikroben das stark veränderte Chitin durchsetzen und bis gegen die das Chitin produzierenden kleinen Epithelzellen vordringen. Diese Zellen, wenn überhaupt noch darstellbar, weisen deutliche Degenerationserscheinungen auf.

4. Das bakterienhaltige Substrat bedeckt bisweilen die gesamte Oberfläche der Larve bis zum terminalen Abdominalsegment mit Ausnahme des langen Tracheenrohres, das niemals, und der Kopfpartien, die nur selten in ihrem Chitin und an ihrer Oberfläche die beschriebenen krankhaften Veränderungen aufweisen.

5. Andere Mikroben sind, wenn überhaupt vorhanden, nur selten deutlich nachweisbar. Sie liegen dann tief im Substrat, haben Stäbchen- und kugelige Formen und scheinen degeneriert zu sein.

6. Zum Unterschied von diesen Streptobazillen verhalten sich die *Vorticellen* wesentlich anders: Die Ansätze ihrer Stiele dringen niemals unter die oberflächlichen Schichten der bakterienhaltigen Lager vor, sondern die Stiele kleben sich an die Oberfläche an, so daß *nicht* anzunehmen ist, daß dadurch dem Chitin und der darunterliegenden germinativen Schicht irgendein Schaden erwachsen könnte. (Diese Tatsache steht in vollem Einklang mit den Forschungsergebnissen von SCHRÖDER und FAURÉ-FREMIET, nach welchen sich der Stiel — als Sekretionsprodukt des Vorticellenkörpers — wohl an das Substrat anhaftet, aber in dasselbe *nicht* eindringt.) Der eigentliche Schädling, der zur Zerstörung des Chitins führt, oder — vorsichtiger ausgedrückt — innerhalb des zerstörten oder zumindest stark aufgelockerten Chitins wuchert, ist der mit großer Regelmäßigkeit hier überall anzutreffende Streptobazillus.

7. Die Frage, welcher von diesen beiden Mikroorganismen (Streptobazillen oder Vorticella) als der *primäre* anzusehen ist, kann auf Grund histologischer Untersuchung leicht gelöst werden: Zweifellos sind die Streptobazillen das Primäre, da sie *auch dort* vorhanden sind, wo der Vorticellenbesatz *fehlt*. Sie sind gewissermaßen die Voraussetzung für das Ansetzen der Glockentierchen, welche scheinbar auf völlig intaktem Chitin lebender Larven niemals oder nur schwer haften, sondern nur dort massenhaft auftreten, wo sich bereits durch die Tätigkeit der Spaltpilze Zerfall organischen Gewebes mit Detritusbildung entwickelt hat. (Die Kopfpartien und vor allem das lange, glatte Atemrohr der Larven hatten normales Chitin und somit auch keinen Befall von Vorticellen.)

8. Anderseits ist die Frage, ob die Streptobazillen wirklich das primäre schädigende Element sind, welche das Zugrundegehen der Larven im vierten Stadium in 100% der Fälle zur Folge haben, viel schwerer zu lösen. Es ist natürlich möglich, daß ein noch unbekanntes Agens eine primäre Schädigung des Chitins der Larvenoberfläche bewirkt, wonach sich dann *sekundär* Mikroben, vor allem und vielleicht ausschließlich die recht charakteristischen Streptobazillen ansetzen.

Der Vorticellenbesatz wäre sodann die tertiäre Schädigung, die wohl die auffallendste ist, aber gar nicht wesentlich und für die befallenen Larven deletär zu sein braucht.

Faßt man alles zusammen, was bisher über die Feinde der Stechmückenlarven aus der Welt der Mikroben bekannt ist, so ergibt sich etwa folgendes:

Von der großen Zahl der in Mückenlarven parasitierenden Kleinlebewesen bleiben nur wenige Arten als wirksame Helfer in unserem Kampfe übrig. So die Coelomomycespilze, die für Larven unbedingt tödlich sind, oder die hier beschriebenen Streptobazillen (ob mit oder ohne Hilfe der Vorticellen sei dahingestellt). Protozoen scheinen keine wirksame Vernichtung der Mückenbruten zu verursachen, denn die meisten von ihnen sind Darmschmarotzer, deren Lebenszyklus auf eine vollständige Metamorphose ihrer Wirte angewiesen ist; andere, wie die Vorticellen, können scheinbar nur auf vorher geschädigtem Chitin in großem Ausmaße haften.

Ferner wird der Wert einer biologischen Bekämpfung der Larven dadurch eingeschränkt, daß uns noch wichtige Teilfaktoren unbekannt sind, welche in der Natur einen erfolgreichen Angriff der Larvenfeinde ermöglichen. So kennen wir noch lange nicht alle *limnologischen* Voraussetzungen, z. B. die Bedeutung der verschiedenen Beschaffenheit der Brutgewässer, des Schlammes, der Bodenbeschaffenheit, der Pathogenität nur für bestimmte Mückenlarven usw. (Letztere Tatsache, die aus meiner früher beschriebenen Beobachtung hervorgeht, würde die Anwendungsmöglichkeit mancher — nur auf bestimmte Species eingestellter — Mikroorganismen wesentlich einschränken. Es ist uns ja mit der Ausrottung *nur einer* Species aus einem Brutgewässer nicht gedient, wenn nachher eine andere — dem Mikroorganismus gegenüber resistente — Species sich um so besser entwickeln kann.)

Es wird also noch vieler Arbeit bedürfen, um die von der Natur uns aufgezeigte Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung auszuwerten und zu einer hygienisch wirksamen Methode auszugestalten.

Zusammenfassung.

Es werden die bis jetzt bekannten auf oder in Mückenlarven parasitierenden Kleinlebewesen besprochen und ihre Bedeutung als Helfer im Kampfe gegen die Stechmückenplage erwogen.

Es wird ein in Shanghai im Sommer 1946 beobachteter Befall von Culexlarven durch Streptobazillen und Vorticellen eingehend geschildert und die dabei gemachten Beobachtungen, Experimente und histologischen Befunde beschrieben.

Auf die Frage der Möglichkeit einer Ausnützung dieser Mikroorganismen im Kampfe gegen die Stechmückenplage wird besonders eingegangen.

Literatur.

Blanchard, R.: Les moustiques. Histoire naturelle et médicale, Paris 1904.

Breßlau, E., und *Buschkiel, M.:* Die Parasiten der Stechmückenlarven. Biolog. Zentralblatt, 39. Bd. 1919, S. 325—336.

Brumpt, E.: Les Entomophthorées parasites des moustiques. Ann. de Parasitol. 18, 102 (1941).

Chorine, V., et *Baranoff, N.:* Sur deux Champignons parasites d'Anopheles maculipennis. Compt. rend. Soc. Biol. 1929/II, p. 1025.

Christophers: Cit. von Novy a. coll.

Dyé, L.: Les parasites des Culicides. Archives de parasitol. 9, p. 5—77, 1905.

Eckstein, F.: Beiträge z. Kenntn. d. Stechmückenparas. Centralbl. f. Bakt. 1. Abtg. Orig. Bd. 88, p. 128—135, 1922.

Fauré-Fremiet, F.: La structure de l'appareil fixateur chez les Vorticellidae. Arch. f. Prot.Kunde. Bd. 6, p. 207—226, 1905.

Feng, Lan-Chow: Some parasites of Mosquitoes and Flies found in China. Lingnan Sci. Jl. 12, Suppl. p. 23, 1933.

Garin: Cit. aus Martini-Lindner.

Giles, Geo. M.: A Handbook of the Gnats or Mosquitoes. 2nd ed. London, 1902, p. 149—151.

Günther, K.: Über eine Gregarine in Ficalbia dofleini. Zool. Anz. 44, S. 264, 1914.

Hertwig, O.: Allgem. Biol. s. auch: *Brehms* Tierleben. Bd. Nied. Tiere.

Hesse, E.: Sur les «Caulleryella» Schizogrégarines parasites des larves de Moustiques. C. R. Ass. franç. Avanc. Sc. Grenoble, 1925, 49, p. 403.

Howard, L. O., Dyar, H. G., and *Knab, F.:* The Mosquitoes of North and Central America and the West Indies. 1. Bd., 1912.

Ijengar, M. O. T.: Two new Fungi of the Genus Coelomomyces Parasitic in Larvae of Anopheles. Parasitology 27, 440, 1935.

— Natural Parasites of Mosquitoes in India. Proc. Nat. Inst. Sci. India 4, p. 237 (cit. aus Martini II).

Jaffé, I.: Spirochaeta culicis nov. spec. Arch. f. Protistenk. 9, S. 100—107, 1907.

Jettmar, H. M.: Beobachtungen über die Malaria in Zentralchina. in: Abh. a. d. Ges. Geb. d. Hyg., Heft 10, 1932, p. 13.

— Drying-up of Rice-Fields, Anopheles Larvae and Ants, in The Nat. Jl. of China, 1943 (chin.).

Keilin, D.: On an New Type of Fungus: Coelomomyces stegomyiae n.g.n.sp., parasitic in the Body Cavity of the Larva of Stegomyia scut. Walk. Parasitology 13, 225, 1921.

Laveran, M. A.: De quelques parasites des Culicides. Compt. rend. Soc. Biol. 1902, p. 233.

Legendre: Cit. aus Martini-Lindner, p. 102.

Léger et *Duboscq, O.:* Sur les larves d'anopheles et leurs parasites en Corse. C. R. de l'Assoc. franç. pour l'avanc. des sci. 31e sess. p. 703, 1902.

Lindner, E.: Die Fliegen der palaearktischen Region. Liefg. 33.

Liston, Glen: Cit. von Dyé (1901).

Macdonald: Cit. in Laveran.

Langeron (Corsica): Cit. in A. J. Walker (Mycose d'une larve de Culex hortensis de Corse. Ann. Parasit. 7, 107, 1929).

MacFie, J. W. S.: Fungal Infections of Mosquito Larvae. Rep. Accra Lab. 1916. Section E. 7, p. 76.

Manalang, C.: Coccidiosis in Anopheles Mosquitoes. The Philipp. Jl. of Science, vol. 42, 1930, p. 279—282.

Marchoux, Salimbeni et *Simond:* Ann. de l'Inst. Pasteur, 1903, p. 665.

Martini, E.: Lehrbuch der Med. Entomologie. 2. Aufl. 1941.

— Culicidae (Liefg. 33 der «Fliegen d. palaearkt. Reg.», Lindner), 1931.

Martirano: L'anopheles claviger ospice di un Distona. Il policlinico, sezione pratica, VII, p. 1089, 1901.

Mühlens: Cit. in: J. Jaffé.

Münchberg, P.: Zur Kenntnis der Odonatenparasiten (Wassermilbenlarven). Arch. Hydrobiol. 29, 1935.

Muspratt, J.: On Coelomomyces Fungi, Causing High Mortality of Anopheles gambiae Larvae in Rhodesia. Annals Trop. Med. a. Paras. 1946, Vol. 40, p. 11—17.

Neveu-Lemaire, M.: Les Hématozoaires de paludisme, Thèse, Paris 1901 (cit. in Dyé).

Nöller, W.: Über Blutprotozoen einheim. Nagetiere und ihre Übertragung. Berlin. klin. Wochenschr. 1912, S. 524.

— Blut- und Insektenflagellatenzüchtung auf Platten. Arch. Schiffs- und Tropenhyg. 21, S. 53—94, 1917.

Novy, F. G., MacNeal, W. J., and *Torrey, H. N.:* The Trypanosomes of Mosquitoes and other Insects. Jl. of inf. dis. 4, p. 223—276, 1907.

Patton, W. S.: The Morphology and Life History of Herpetomonas culicis Novy. Sci. Mem. by Officers of the Med. and San. Deptm. Government of India No. 57, 1912.

Perroncito, E.: R. Acad. di medicina di Torino, 22. XII. 1899 (cit. in Laveran).

Roß, Ronald: Proc. of the South Indian Branch. Brit. Med. Ass. 17. XII. 1895.

Roubaud, E., et *Toumanoff, C.:* Essais d'infection expérimentale de larves de culicides par quelques champignons entomophytes. Bull. Soc. Path. Exot. 23, 1025.

Ruge, R.: Anoph. maculip. als Wirt eines Distomum. Festschr. z. 60. Geburtstag von R. Koch. Jena 1903.

Schoo, H. J. M.: Het voorkomen van Distomum in het lichaam van Anoph. claviger, Nederl. Tijdschr. voor Geneeskunde I, p. 283, 1902.

Schröder, O.: Beiträge zur Kenntnis von Epistylis plicatilis. Arch. f. Protistenkunde, VII. Bd., p. 173, 1906.

— Beiträge zur Kenntnis von Campanella umbellaria. Arch. f. Protistenkunde, VII. Bd., p. 75, 1906.

Sergent, Edm. et *Ét.* Sur un flagellé nouveau de l'intestin des Culex et des Stegomyia, Herpetomonas algeriense; Sur un autre flagellé nouveau et sur des spirochaetes de l'intestin des larves de moustiques. Compt. rend. Soc. Biol. 1906/I, p. 291—293.

Speer, Alma Jane: Compendium of the Parasites of Mosquitoes, Washington 1927. Hygienic Laboratory, Bulletin No. 146 (Treasury Department, United States Public Health Service).

Stiles, C. W.: A parasitic Roundworm in American Mosquitoes, Bull. Hyg. Lab. No. 13, p. 14. Washington 1903.

Walker, A. J.: Fungal Infections of Mosquitoes, esp. Anopheles costalis. Annals of Tropical Medicine and Parasitology 32, p. 231—241, 1938.

Waterston: (Saprolegnia.) Cit. aus Martini-Lindner, S. 102.

Wenyon, C. M.: 1926. Protozoology 2, 935, cit. von Feng, L. Ch.

Wesenberg-Lund, C.: Biologie der Süßwassertiere; Wirbellose Tiere (übers. von O. Storch). Wien, J. Springer, 1939.

Woodcock, H. M.: Further Remarks on the Flagellate Parasites of Culex. Zool. Anzeiger 44, S. 26—33, 1914.

Summary.

A severe invasion of the larvae of the species of Culex fatigans by streptobacilli was observed in summer 1946 in Shanghai. All these infected larvae were *secondarily* invaded by vorticella to such an extremely high degree that the outer surface of the larvae was covered by a thick mossy-looking layer of these protozoa. The invasion by these streptobacilli, which developed especially in the 3rd and 4th larval stage, was fatal to the larvae in all cases, as they could never hatch into pupae. The *lethality* was therefore exactly 100% and with it the *mortality* as well, as *all larvae* of this species living in the infected pond became invaded.

The pond, where this fatal disease among the larvae occurred, proved to be an excellent trap for the female mosquitoes of this species, which proceeded to deposit their eggs there, from which the hatched larvae were doomed to certain premature death.

Observations made during this invasion are described, the histology of the invaded larvae is given and illustrated by photomicrographs.

In connection with the description of this outbreak the other until now described microorganisms which are pathogenic to the mosquito-larvae are discussed.

Résumé.

Il a été observé en été 1946 à Shanghaï, chez des larves de Culex fatigans, une forte infection par des streptobacilles. Toutes ces larves infectées ont été attaquées en plus par des vorticelles et ceci à un tel degré que toute la surface extérieure de la larve se trouvait entièrement recouverte par ces protozoaires qui s'y étaient fixés. L'invasion des larves par les streptobacilles qui se développaient spécialement bien au 3e et 4e stade larvaire a été fatale pour les larves : elles mouraient toutes avant de se transformer en pupes. Comme toutes les larves vivant dans le même bassin étaient peu à peu infectées de streptobacilles, l'espèce Culex fatigans s'y trouvait pour finir totalement exterminée. Le bassin fonctionnait donc comme une trappe à exterminer les moustiques par le fait qu'un très grand nombre de femelles y était toujours attiré. Elles y pondaient leurs œufs dont les larves, une fois écloses, étaient vouées à la mort.

L'auteur discute au début et à la fin de son travail différentes questions concernant le parasitisme de larves de moustiques et l'efficacité de ce facteur.

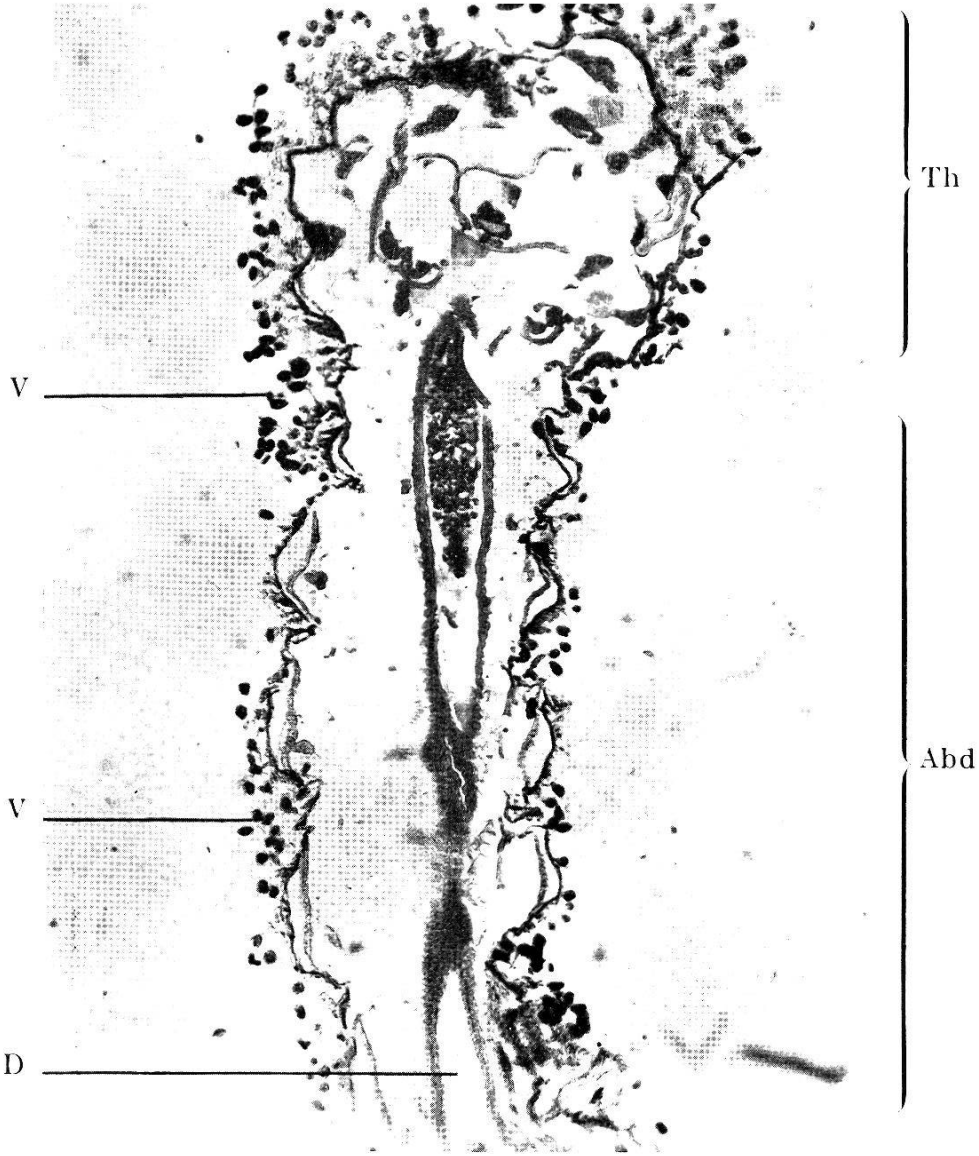

Fig. 1. Larve IV von Culex fatigans mit reichlichem Vorticellenbesatz. Längsschnitt; Okular II, Objektiv AA. Th = Thorax, Abd. = Abdomen, V = Gruppen von Vorticellen, D = Darm.

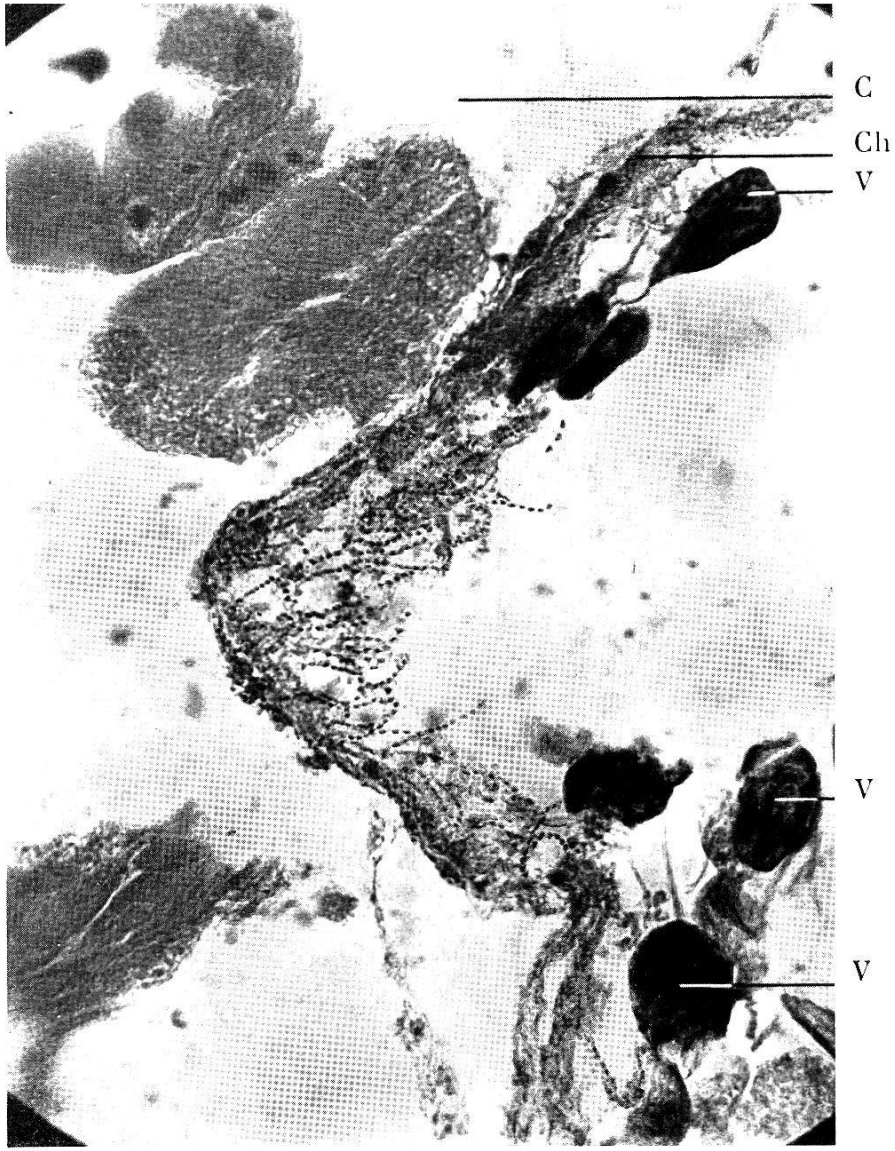

Fig. 2. Larve IV von Culex fatigans. Rand eines Abdominalsegments. Das Chitin ist durchwachsen von Streptobazillen; dazwischen sind 6 Glockentierchen zu sehen, die sich mit ihren Stielen an den Bakteriendetritus angeheftet haben. Okular II, Homog. Immersion 1/12.