Die hygienische Bedeutung

der

angewandten Entomologie.

Betrachtungen über die mit dem Menschen und Warmblütern in Lebensgemeinschaft als Krankheitserreger oder -überträger vorkommenden Insekten (und Milben) und über den Weg ihrer Bekämpfung.

Von

Prof. Dr. J. Wilhelmi,

Berlin-Dahlem.



Mit 13 Textabbildungen.

BERLIN

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11

1918.

(Nach einem am 11. Dezember 1917 in der Gesellschaft Naturforschender Freunde, Berlin, gehaltenen Vortrag.)



Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie (E. Y.).

Zweck der Gesellschaft ist die Förderung der angewandten Entomologie. Die Gesellschaft erstrebt vor allem die Durchführung einer zweckdienlichen staatlichen Organisation zur wissenschaftlichen Erforschung und Bekämpfung der wirtschaftlich schädlichen und krankheitsübertragenden Insekten, die Förderung der Zucht von Nutzinsekten, sodann Sammlung und kritische Sichtung des vorhandenen Stoffes aus diesem Forschungsgebiet, Hebung des Verständnisses für angewandte Entomologie und Wahrung ihres Ansehens in der Öffentlichkeit.

Die Gesellschaft hält jährlich Versammlungen ab und gibt ausführliche Verhandlungsberichte und andere Publikationen (Flugschriften, Merkblätter usw.) heraus. Nähere Auskunft erteilt der Schriftführer Dr. F. Stellwaag, Neustadt a. Haardt (Rheinpfalz).

Im Jahre 1914 hat Ernst Haeckel in seiner Danksagung für die ihm zu seinem achtzigsten Geburtstag von der Deutschen Zoologischen Gesellschaft dargebrachten Glückwünsche auf die erstaunliche Erweiterung und Vertiefung der wissenschaftlichen Zoologie in den letzten Jahrzehnten hingewiesen und den Wunsch geäussert, man möge erfolgreich fortfahren, "nicht allein durch sorgfältige Erforschung aller einzelnen Erscheinungen des Tierlebens den Umfang unserer Kenntnisse beständig zu erweitern, sondern auch durch philosophische Erkenntnis ihrer fundamentalen Beziehungen zum grossen Ganzen der Natur die hohe Bedeutung der Zoologie für die Anthropologie und damit für die Gesamtgebiete der menschlichen Wissenschaft zur Geltung zu bringen".

Die genannten Aufgaben betreffen aber auch Sonder- und Grenzgebiete der Zoologie, deren Bedeutung in hygienischer, wirtschaftlicher und kultureller Hinsicht noch nicht zur vollen Anerkennung gekommen ist. Der Wert dieser sog. angewandten oder praktischen Zoologie ist aber gerade in neuester Zeit durch den Weltkrieg zum Teil wieder stärker in Erscheinung getreten. Besonders gilt dies für die angewandte oder praktische Entomologie.1) Sie umfasst zwei grosse Gebiete, die wirtschaftliche und die medizinische Entomologie. Während erstere hauptsächlich die Bekämpfung der Pflanzen- und Forstschädlinge und die Förderung wirtschaftlich wichtiger Insekten (z. B. der Seidenraupen, Gallwespen, Honigbienen u. a.) zum Ziel hat, betrifft die medizinische Entomologie in erster Linie die dem Menschen und Warmblütern gesundheitsschädlichen Insekten und deren kämpfung.

Erfreuliches wurde bereits auf dem Gebiet der medizinischen Entomologie geleistet, z. B. bezüglich der Bekämpfung der Läuseplage in dem besetzten Feindesland, so dass es gelang, die durch Läuse erfolgende Verschleppung des Fleckfiebers einzudämmen. Auch der Kampf gegen die Fliegen- und Mückenplage in den besetzten Gebieten wurde eifrig aufgenommen, doch liessen sich die Grundlagen für einheitliche Bekämpfungsmassnahmen, wie sie zurzeit für die stationär-parasitischen Läuse gewonnen sind, noch nicht erbringen. In Deutschland selbst haben wir gerade in diesem Jahre (1917) in Städten unter einer

¹⁾ Eine wertvolle Stütze findet dieselbe bereits in der vor einigen Jahren (1913) begründeten Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie.

stärkeren Fliegenplage zu leiden gehabt. Eine Besserung steht hinsichtlich der Fliegenplage, wie ich noch darlegen werde, in den nächsten Jahren meines Erachtens kaum zu erwarten. Auch der Mückenplage haben wir trotz aller Anstrengungen noch nicht Herr werden können.¹) Fliegen und Mücken fordern aber — ganz abgesehen von ihrer Lästigkeit - unsere besondere Aufmerksamkeit heraus, einerseits als Krankheitsüberträger, wie z. B. Anopheles bei der neuerlichen Einschleppung der Malaria, ferner z. B. die gewöhnliche Stubenfliege und andere Muscarien bei der Verbreitung der Tuberkulose und der bazillären Ruhr (Matthes, Kruse u.a.), andererseits auch als Erreger von Krankheiten (toxischer Natur), wie z. B. die Kriebelmücken (Simuliidae), deren zunehmendes Auftreten in den verschiedensten Gegenden Deutschlands der Landwirtschaft beträchtliche Viehverluste verursacht. Ausser Fliegen und Mücken gewinnen aber auch andere mit dem Menschen und Warmblütern durch engere Lebensgemeinschaft verbundene Insekten, namentlich Flöhe, Wanzen und Läuse, sowie Milben als (direkte oder) indirekte Krankheitserreger immer mehr Bedeutung.

Nur Vertreter zweier Stämme der vielzelligen Wirbellosen, nämlich der Würmer (Vermes) und Gliedertiere (Arthropoda), stehen mit dem Menschen und den Warmblütern in einer diesen Nachteiß bringenden Vergesellschaftung [sog. essentieller irreziproker Sozietät im Sinne Deegeners (1917)]. Diese Form der artfremden Vergesellschaftung [oder heterotypische Sozietät (Deegener)], die nur dann, wenn dem Wirt Körpersubstanz durch den Gast entzogen wird, echtes Schmarotzertum (Parasitium sensustrenuo) ist, muss aber, wie wir sehen werden, durchweg als "Schmarotzertum in weiterem Sinne" aufgefasst werden, wenngleich bisher nicht einmal die blutsaugenden Fliegen und Mücken²) zu den Parasiten gerechnet wurden.

Wenn wir von einigen besonderen Fällen, wie z. B. dem ziemlich harmlosen Raumparasitismus der auf Walfischen lebenden Krebse (*Coronula balaenaris* u. a. *Lepadiden*), absehen, weisen unter den Gliedertieren ganz vorwiegend Insekten (Insecta) und in einigen Mengen auch

¹⁾ Einen erfreulichen Fortschritt in der Stechmückenbekämpfung versprechen die zurzeit erscheinenden, in militärischem Auftrage ausgeführten Arbeiten von Bresslau und seinen Mitarbeitern.

²) Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, muss ich zuweilen auf meine einschlägigen Veröffentlichungen verweisen: a) Die gemeine Stechfliege (Verlag von Paul Parey in Berlin, 1917); b) Übersicht über unsere Kenntnisse von Stomoxys calcitrans als Überträger pathogener oder parasitischer Organismen usw. (Hygienische Rundschau, 1917, Heft 14 u. 15); c) Zur Biologie von Lyperosia irritans (Mitt. d. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1917).

Milben (Acarina) Parasiten (im weiteren Sinne)¹) der Warmblüter²) auf.

Unter Insekten kommen als Warmblüterparasiten Vertreter einer ganzen Reihe von Gruppen in Betracht, nämlich unter den Orthopteroiden die echten Tierläuse (Siphunculata, Pediculidae), die Haar- und Federlinge (Mallophaga) und der wie ein Haarling an Säugern lebende Hemimerus talpoides, ferner unter den Dipteroiden zahlreiche Zweiflügler (Diptera), also Fliegen und Mücken, sowie die Flöhe (Siphonaptera), ferner unter den Hemipteroiden einige Wanzen (Hemiptera) und schliesslich unter den Coleopteroiden der — mehr als Kuriosität zu erwähnende — auf dem Biber parasitierende Käfer Platypsylla castoris.

In systematischer Hinsicht unterscheiden sich diese Insektengruppen nicht unwesentlich, weisen jedoch infolge ihrer besonders in bezug auf die Ernährung ähnlichen Lebensweise Konvergenzerscheinungen im Bau der (stechenden bzw. saugenden) Mundwerkzeuge auf. Solche bei Insekten bekanntlich überhaupt recht häufigen Konvergenzerscheinungen sind aber, wenn sie auch in systematischer Hinsicht irreführen, biologisch wertvoll. So erscheint es durchaus angängig und praktisch, die in bezug auf die Mundwerkzeuge konvergenten Läuse, Zweiflügler, Flöhe und Wanzen als "(Insekta) Pungentia" zusammenzufassen; Feder- und Haarlinge (Mallophaga) besitzen allerdings keine stechenden, sondern kauende Mundwerkzeuge, die jedoch hinsichtlich der tasterlosen und verkümmerten Maxillen reduziert erscheinen

Von den zu den Spinntieren (Arachnoidea) gehörenden Milben (Acarina) sind die meisten parasitierenden Arten, gerade wie die überwiegende Mehrzahl der parasitischen Insekten, Epizoen der Warmblüter; nur ganz vereinzelte sind Entozoen, wie z. B. die sog. Zungenwürmer (Linguatulidae) und die Analgesinen. Die Mundwerkzeuge der Milben sind stechend wie die der Insekta pungentia, mit denen sie sich auch als "Arthropoda pungentia" zusammenfassen lassen würden. Als verhältnismässig kleine Gruppe können die Milben daher in die Aufgaben der praktischen bzw. medizinischen Entomologie mit einbezogen werden, zumal da sie sich parasitologisch im wesentlichen wie die Insekten verhalten, im Gegensatze zu den Würmern. Sind doch die Würmer als Warmblüterparasiten fast ausschliesslich Entozoen, Insekten und Milben hingegen ganz vorwiegend Epizoen der Warmblüter.

¹⁾ Der Ausdruck "Parasitismus" wird im folgenden, soweit keine Besonderheiten vermerkt sind, immer "in weiterem Sinne" und gebraucht.

²⁾ Einschliesslich des Menschen.

Die scheinbar harmloseste Form der engeren Lebensgemeinschaft mit Warmblütern weisen unter den Insekten die nichtstechenden Fliegen, und zwar die Muscarien auf, deren Larven und Tönnchenpuppen vorwiegend im Kot bzw. Mist von Warmblütern zur Entwicklung kommen. Mit dem Ort ihrer larvalen Entwicklung hängt offenbar auch die Ansiedlung der entwickelten Fliegen (Imagines) in der Nähe von Stallungen und in Stallräumen zusammen; sie führte zunächst bei manchen Fliegenarten zur Anpassung an die Nahrung des Viehs und schliesslich des Menschen. Muscarien, wie z. B. die Stallfliege (Muscina stabulans), Pollenia-Arten u. a., die hauptsächlich in und um Stallungen vorkommen, dringen wohl häufiger auch in menschliche Wohnräume ein, werden dem Menschen jedoch, selbst während der Mahlzeiten, nicht lästig. Schon deutlicher zeigt sich die Tischgenossenschaft (Kommensalismus) bei der sog. kleinen Stubenfliege (Fannia canicularis), die in unseren Wohnungen stets bis in den Herbst hinein oder gar den Winter über vorhanden ist. Die stärkste Anpassung an die menschliche Nahrung weist aber die gewöhnliche Stubenfliege (Musca domestica) auf. Der Anlockungsreiz aufgetragener Speisen auf sie ist wohl jedermann bekannt. Bezeichnend für diese Anpassung an die Nahrung des Menschen ist die Erscheinung. dass in Schweineställen, in denen gekochte Kartoffeln, Kleie, Milch und andere auch dem Menschen zur Ernährung dienende Produkte verfüttert werden, Stubenfliegen meist sehr zahlreich vorhanden sind, in Rinderstallungen jedoch sozusagen gänzlich fehlen, wenn dort nur Trockenfutter (Heu usw.) mit Wasser verabreicht wird. Als Folge dieser Tischgenossenschaft dürfte aber auch die Neigung der Stubenfliege, sich auf Warmblütern selbst niederzulassen, und die Erwerbung einer spezifischen Witterung für Ausdünstungen der Warmblüter zu betrachten So weisen die Ansammlungen der Stubenfliege und anderer nichtstechender Muscarien in den Augenwinkeln von Warmblütern, z. B. bei Hornvieh und auch beim Menschen (speziell Kindern in südlichen Ländern), zuweilen fast den Charakter eines Raumparasitismus auf. Schweiss und andere Sekrete der Warmblüter sind den Fliegen zur Flüssigkeitsaufnahme sehr willkommen. Da aber das Vieh vielfach aus kleinen Hautverletzungen, die durch stechende Insekten oder z. B. bei Schweinen durch Schabungen verursacht werden, blutet, so bietet sich auch den nichtstechenden Fliegen Gelegenheit, frisches Blut als Nahrung aufzunehmen. Wie begehrt die Blutnahrung ist, lässt sich aus den Ansammlungen von Fliegen an verletzten Hautstellen, speziell bei Schweinen, ersehen.

Eine Parallele hierzu stellt auch das Verhalten der Feder- und Haarlinge (Mallophaga, Fig. 1) dar, die im allgemeinen von Epidermisschüppchen und -derivaten (jungen Haaren und Federn) leben. Einige Arten von ihnen, und zwar der Gattungen Nirmus, Menopon und Physostomum (Strindberg, 1917), die kräftige und stark chitinisierte

Mandibeln besitzen, sind aber offenbar fähig, spontan Blut als Nahrung aufzunehmen; wenigstens weisen sie im Gegensatz zu anderen Arten öfters Blut im Verdauungstraktus auf.

In diesen Erscheinungen haben wir zweifellos die Übergänge zum blutigen (temporären) Ectoparasitismus zu suchen. Sehen wir doch bei der gemeinen Stechfliege (Stomoxys calcitrans) (Fig. 2), die an Warmblütern, mit Vorliebe an Rindern, Blut saugt (und auch bei Culciden-Weibchen) 1) noch die Fähigkeit, sich auch durch unblutige Nahrung einige Zeit am Leben zu erhalten, wie das Experiment zeigt. Die der gemeinen Stechfliege nahverwandten Tsetsefliegen (Glossina-Arten) hingegen verschmähen jede unblutige Nahrung und gehen, sobald ihnen die Möglichkeit zum Blutsaugen fehlt, ein. Offenbar wird der Reiz zum Blutsaugen durch den hohen Nährwert des Warmblüterblutes bedingt, indem bei zahlreichen Zweiflüglern, z. B. bei

den Stech- und Kriebelmücken (Culicinae und Simuliidae) nur die Weibchen infolge ihres der Eierproduktion wegen erhöhten Nahrungsbedürfnisses Blutsauger geworden sind, während die Männchen gar nicht oder kaum Blut saugen. Auch bei der gemeinen und der kleinen Stechfliege (St. calcitrans und Lyperosia irritans), bei denen Weibchen und Männchen Blut saugen, kommt dies noch insofern zum Ausdruck, als die von den Weibchen aufgenommene Blutmenge ein Vielfaches derjenigen der Männchen beträgt. Auch



Fig. 1. Rinderhaarling.

für Wanzen wurde die gleiche Erscheinung festgestellt (Hase) und besteht vielleicht bei allen Pungentien.

In der Lebensgemeinschaft der Pungentien (einschliesslich der nichtstechenden Fliegen und der Mallophagen) mit den Warmblüterns sind die sog. Tropismen von grosser Bedeutung. Es liegt nahe, in der den Warmblütern eigenen Körperwärme einen Hauptanlockungsreiz zum temporären Ectoparasitismus zu vermuten, zumal da viele Insekten, z. B. die meisten Fliegenarten, deutlich positiv thermotaktisch sind. Dass aber die Anlockung z. B. der Fliegen durch Warmblüter nicht auf Thermotaxis beruht, lässt sich leicht durch einen Versuch demonstrieren. Setzt man bei Tageslicht und einer Temperatur von etwa $\pm 15\,^{\circ}$ C. in einem Stall (Fig. 4), in dem die Mehrzahl der Stechfliegen (St. calcitrans) im unteren Abschnitt z. T. in Bewegung, zum Teil auf das Vieh verteilt ist, die Temperatur künstlich auf etwa

¹) Culiciden, die auch monatelang Hunger ertragen können (Wilhelmi, l. c. a. S. 4), haben in der Natur vielleicht nicht immer Gelegenheit zur Aufnahme blutiger Nahrung und müssen sich dann wohl mit vegetabilischer Nahrung behelfen, worauf in der Diskussion zum vorliegenden Vortrag hingewiesen wurde.

+ 10 °C. herab, so sammeln sich die Stechfliegen keineswegs auf dem Vieh, sondern verlassen dasselbe ausnahmslos, um sich im obersten Teil des Stalles an der Decke niederzulassen. Erhöht man die Temperatur wieder, so setzt Bewegung von neuem unter den Fliegen ein und

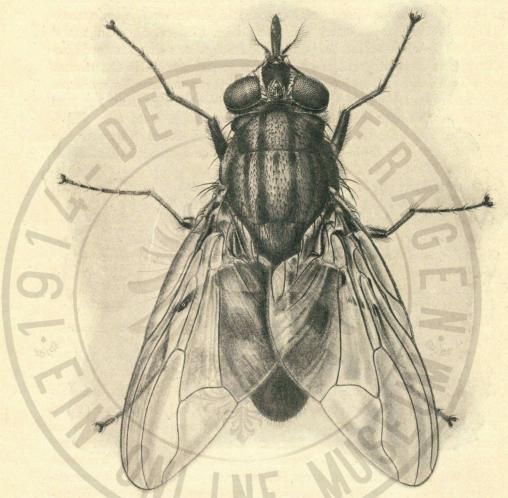


Fig. 2. Die gemeine Stechfliege (Stomoxys calcitrans). Nach C. F. Winter aus Wilhelmi, "Die gem. Stechfliege".

führt sie wieder in den unteren Stallteil und auf das Vieh. Bei steigender Temperatur nimmt überhaupt die Belästigung des Viehs durch Stechfliegen und auch des Menschen zu und tritt besonders deutlich an heissen und schwülen Tagen in Erscheinung, offenbar in Abhängigkeit von der Zunahme der Ausdünstungen der Warmblüter und infolge des steigenden Bedürfnisses der Fliegen nach Flüssigkeit. Die Anlockung der Fliegen wird daher offenbar weniger durch Thermotaxis

als durch Chemotaxis reguliert. Auch das Verhalten der kleinen Stechfliege (*L. irritans*) spricht hierfür. Obwohl sie ihren Wirt, das Rind, nur ungern verlässt, gelingt es leicht, in der weiteren Umgebung von Rindern in Gras und Gestrüpp versprengte Exemplare durch einen umherstreifenden Hund aufzusammeln.

Die Bedeutung des Lichtes für die Auffindung des Nahrungstieres ist bei den temporären Ectoparasiten ganz wechselnd. So verlässt z. B. die gemeine Stechfliege (St. calcitrans) spätestens während der Abenddämmerung ihren Wirt. Sie ist, wie alle grossäugigen Zweiflügler, im Dunkeln mangels Sehvermögens hilflos und zum Nahrungserwerb un-

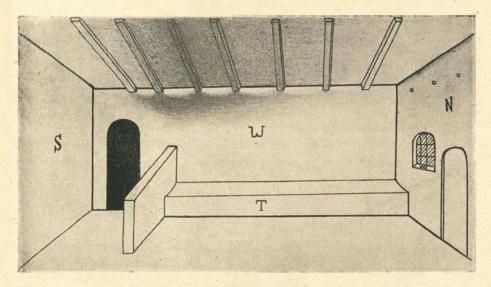
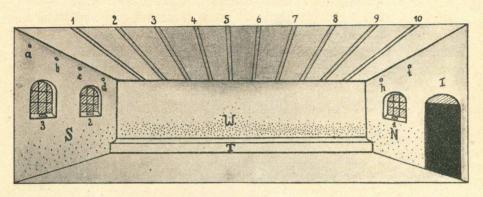


Fig. 3. Stallung mit ruhenden (gesättigten) Stechfliegen, die am stärksten (entsprechend der Schattierung in der Zeichnung) an den lichtgewandten Stellen angesammelt sind (nach Wilhelmi).

fähig. Auch mässig starke Lichtquellen, welche die Stubenfliege wieder in volle Bewegung bringen, üben keinen Reiz auf sie aus, während die nahverwandte Tsetsefliege (Glossina) auch in hellen Nächten stechen soll. Wenn auch gewisse im Freien lebende Stechmücken, wie die Kriebelmücken (Simuliidae) und einige Culiciden, ihr Nahrungsbedürfnis bei Tageslicht befriedigen, führen die mehr an den Aufenthalt in Stallungen und Wohnungen angepassten Stechmücken ihre Nahrungsaufnahme in der Dämmerung bzw. im Dunkeln aus. Diese, bei hellem Licht negativ phototaktischen Arten sind aber in der Dämmerung ausgesprochen positiv phototaktisch, worauf ich noch bei der Besprechung der Bekämpfungsmassnahmen zurückkommen werde. Während Wanzen, und zwar namentlich ältere Exemplare, vorwiegend bei Dunkelheit Blut saugen, spielen bei Flöhen die Lichtverhältnisse offenbar keine grössere Rolle. Alle mobilen Ectoparasiten scheinen übrigens nach Sättigung

negativ phototaktisch zu sein, wie z. B. auch für Wanzen und Läuse gezeigt wurde (Hase).

Ebenso wechselnd wie in bezug auf die Licht-, Tageszeit- und Witterungsverhältnisse ist aber der Nahrungserwerb der temporären Ectoparasiten auch von der Örtlichkeit. So befallen Bremsen (*Tabanus*,



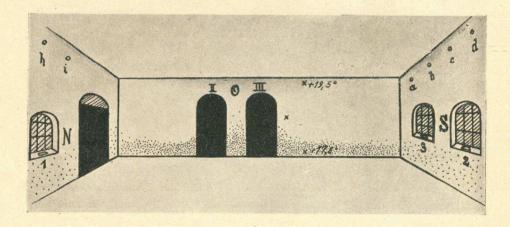


Fig. 4 a und b. Stallung, in der die meisten Stechfliegen sich im Spielflug (Punktierung der Zeichnung) befinden.

Haematopota, Chrysops), die sich in der Erde oder im Wasser entwickeln, ebenso die sich nur im fliessenden Wasser entwickelnden Kriebelmücken (Simulium-Arten) die Warmblüter nur (bei Tage) im Freien und dringen in Wohnräume und Stallungen überhaupt kaum ein. Haben sie sich aber in solche verirrt, so halten sie sich, in dem Bestreben, ins Freie zu gelangen, meist an den Fenstern auf. Die vorwiegend im Freien vorkommende kleine Stechfliege (L. irritans) hingegen bleibt auf dem Vieh, wenn sie mit ihm in die Stallungen gelangt,

und geht auf ihm ihrem Nahrungsbedürfnis nach, ohne nach dem Freien zu streben. Eine direkte Anpassung an das Leben in Stallungen, namentlich Rinderstallungen, zeigt die gemeine Stechfliege (St. calcitrans). Hat sie ihr Nahrungsbedürfnis auf dem Vieh befriedigt, so verlässt sie dasselbe, spätestens bei eintretender Dunkelheit, um an den von den Lichtquellen am entferntesten liegenden Stellen des oberen, wärmeren Teiles des Stalles zu ruhen und zu nächtigen (cf. Fig. 3, S. 9). Im allgemeinen entfernt sie sich nicht weit von Stallungen und ist selbst an weidendem Vieh meist nicht sehr zahlreich vorhanden. In Wohnungen verirrt, strebt sie bald danach, diese wieder zu verlassen, zumal da sie hungernd ausgesprochen positiv phototaktisch ist.

Rheotaktisch ist das Verhalten der meisten Zweiflügler gleich. Sie meiden den Wind, suchen windgeschützte Orte auf, bzw. stellen sich, bei Wind an fester Unterlage sitzend, mit der Körperlängsachse in die Windrichtung, d. h. den Kopf gegen den Wind gerichtet, ein. Ihr Vorkommen im Freien, d. h. freifliegend, ist um so spärlicher, je stärker die Luftbewegung ist.

Die ersten Andeutungen des stationären Parasitismus sahen wir bereits bei der kleinen Stechfliege (*L. irritans*), die, nach meinen bisherigen Beobachtungen (S. 4, Anm. 1c), ihren Wirt auch nachts nicht verlässt und im übrigen freiwillig offenbar nur zur Eiablage.

Ein schönes Beispiel für die Übergänge des temporären Ectoparasitismus zum stationären Ectoparasitismus bieten die Flöhe (Siphonaptera). So sind die Flöhe der Hunde, Katzen u. a. (P. serraticeps usw.) schon enger an ihre Wirte gebunden als der Menschenfloh (P. irritans). In noch höherem Maße gilt dies für die Flöhe der Fledermäuse (Ischnopsyllidae). Die Flöhe der Huftiere (Vermipsyllidae) (Fig. 5) sind bereits festsitzend und auch der tropische Menschenfloh (Sarcopsylla penetrans) saugt sich zeitweilig (speziell das Weibchen) in der Haut des Menschen fest. Sehr bezeichnend für diese engere Anpassung ist auch die Erscheinung, dass der Menschenfloh es öfters versucht, seine ganze Entwicklung vom Ei bis zur Imago auf dem Menschen selbst zu vollziehen, was ihm freilich nur bei sehr schmutzigen Menschen gelingt.

Während manche Arten der Spinn-, Käfer- und Laufmilben (Trombididae, z. B. Leptus autumnalis [Fig. 6], bzw. Trombidium, Tetranychus, Dermanyssus) nur bei Gelegenheit vorübergehend auf Warmblütern parasitieren, sind Saumzecken (Ixodidae) nicht nur vorübergehend (z. B. Argas- und Ornithodoros-Arten), sondern, ähnlich wie der Sandfloh, als trächtige Weibchen periodisch stationärparasitisch (z. B. Ixodes rhizinus). Zu permanent-stationären Ectoparasiten sind flügellose Arten der Lausfliegen (Fig. 7) (Pupipara) geworden, die vorwiegend an Huftieren und Vögeln

leben (z. B. Melophagus). Ebenfalls vollkommen stationär ist der Ectoparasitismus der Läuse (z. B. Pediculus und Haematopinus) und mancher Milben (Krätzmilben, Sarcoptes-Arten, und Haarbalgmilben, Demodex), die ihre ganze Entwicklung auf dem Wirt vollziehen.

Das erwähnte Bestreben, ihre Eier auf dem Wirt abzulegen, finden wir ausser bei Flöhen auch bei anderen temporären Ectoparasiten, z. B.

vielen Fliegenarten (*Piophila*, *Musca dome-stica*, *Lucilia* u. a.), deren Larven auch im Darm von Warmblütern recht häufig vorkommen. Soweit es sich dabei, wie z. B. auch hinsichtlich des Auftretens von

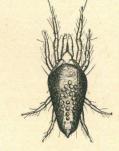


Fig. 6. Rote Milbe (Tetranuchus telarius).

Fig. 5. Vermipsglla Alakurt (Weibchen).

Nach Uljanin aus A. Brandt.

Fliegenlarven bei menschlichem Hautkrebs, nicht um Vorgänge handelt, die zur Entwicklung der Fliegen notwendig sind, liegt also kein echter

Parasitismus, sondern lediglich ein Saprophytismus der Larven vor. Dasselbe



Fig. 7. Laussliege des Schafes (Melophagus ovinus).



Fig. 8. Pferdelaus (Haema-topinus macrocephalus).

gilt auch für viele im Warmblüterdarm vorkommenden Muscidenlarven. In diesem Saprophytismus der Larven haben wir aber offenbar den Ursprung des freilich recht spärlich entwickelten echten Entoparasitismus, z. B. der intestinal und subcutan parasitierenden Larven der Dassel-, Bies- oder Bremsfliegen (Hypoderma, Gastrophilus) (Fig. 10), die Vieh und Wild schwer schädigen und auch gelegentlich bei dem Menschen vorkommen. Als Arten, deren Larven sich in der Haut des Menschen entwickeln, sind hier ferner die amerikanische Lucilia macellaria und vor allem die in manchen Gegenden Russlands eine Landplage darstellende, lebendig gebärende Wohlfahrtsfliege Sarcophila magnifica (Wohlfahrti) zu nennen.

Bei jeder Form der Lebensgemeinschaft der Insekten (und Milben) mit den Warmblütern macht sich eine Anpassung derselben an spezifische Wirte um so deutlicher bemerkbar, je ausgeprägter der Charakter des Parasitismus ist. Selbst freifliegende Blutsauger bevorzugen schon bestimmte Warmblüterarten, so z. B. die Stechfliegen St. calcitrans und L. irritans Rinder. Wird doch der Mensch bei Gegenwart von Rindern kaum durch die Stechfliege belästigt. Ähnliches gilt, wie wenig bekannt ist, auch für Anopheles und andere Culiciden, die in Stallungen heimischer als in Wohnungen sind. Weit ausgeprägter

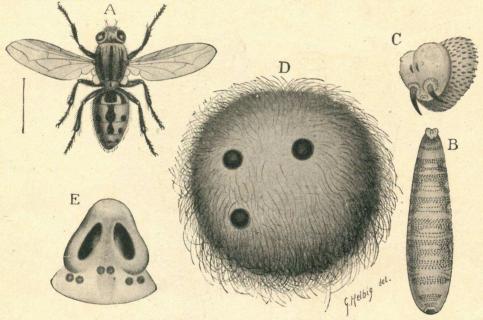


Fig. 9. Sacrophila magnifica (Wohlfahrti). Nach Portschinsky aus A. Brandt. A Imago (Männchen), B Larve (6 mm lang), C Kopf der Larve, D Geschwulst auf der Kopfhaut eines Knaben mit Larvengängen, E Kanäle unterhalb der Nase nach Entfernen der Larven.

ist die Anpassung an spezifische Wirte bei den Flöhen, die sich teilweise schon, je nach der Warmblüterart, die sie bewohnen, zu besonderen (sog. biologischen) Arten entwickelt haben. Jedoch gehen auch manche derselben von ihrem spezifischen Wirte zeitweilig auf artfremde Warmblüter über, z. B. der Hundefloh (P. serraticeps) und der tropische Rattenfloh (Xenopsylla cheopis) auf den Menschen, der tropische Menschenfloh (Sarcopsylla penetrans) auch auf Hunde, Schweine, Tauben und andere Warmblüter über. Ganz ausgesprochen

¹⁾ Ich selbst bin in zwei Sommern bei meinen zahlreichen Beobachtungen und Versuchen in Stallungen, die Tausende von Stechfliegen enthielten, keinmal gestochen worden, öfters jedoch in Wohnräumen.

tritt die Anpassung an spezifische Wirte bei den stationären Ectoparasiten zutage, zumal da der schon erschwerte Wirtswechsel meist nur bei engerer Berührung der Wirtstiere miteinander erfolgen kann

und diese weitaus am häufigsten unter artgleichen Warmblütern vorkommt. Dies gilt z. B. für permanent stationäre Milben (Demodex, Sarcontes-Arten), ferner für die Läuse (Pediculidae) und auch für die Federlinge. die artspezifische Ectoparasiten sind.

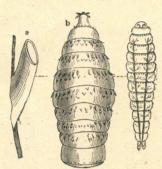


Fig. 10. Magenbiesfliege des Pferdes (Gastrophilus equi). a Ei, b erwachsene Larve, c junge Larve, e Puppe der Viehbremse), d Imago (Männchen). Nach Taschenberg.

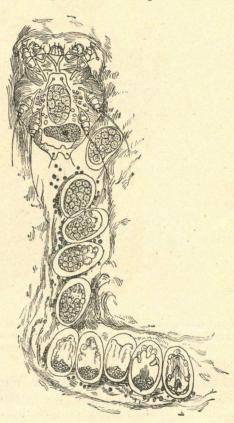
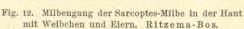


Fig. 11. Weibliche Krätz- oder Räude-



milben des Schweines und des Schafes. Immerhin ist der Übergang von stationären Ectoparasiten von ihrem Wirt auf artfremde Warmblüter doch noch recht oft der Fall. So gehen

z. B. viele der an Tieren schmarotzenden Varietäten der menschlichen Krätzmilbe (Sarcoptes scabiei) (Fig. 11) bei Gelegenheit auf den

Menschen über.

Während der temporäre Ectoparasitismus der Insekten und Milben — abgesehen von den Kriebelmücken, deren giftige Stiche für Rinder und auch Pferde vielfach tödlich sind — unmittelbare Gesundheitsschädigungen von Bedeutung bei Warmblütern im allgemeinen überhaupt kaum zur Folge hat, kommt dem stationären Ectoparasitismus oft schon pathogene Bedeutung in höherem Maße zu; als Beispiele seien genannt: eitrige Entzündungen durch den Sandfloh, Räude und Krätze (Milben), Ekzeme und Herpes ciliaris bei Pediculosis usw. Bösartig und lebensgefährlich sind hingegen die erwähnten, verhältnismässig spärlichen Fälle von echtem Entoparasitismus, z. B. der Dasselfliegenlarven und der Linguatuliden. Die pathogene Bedeutung der mit den Warmblütern in engerer Lebensgemeinschaft stehenden Insekten und Milben als direkter Krankheitserreger ist also ganz unabhängig von der systematischen Stellung derselben und ent-

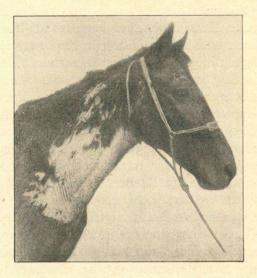


Fig. 13. Sarcoptes-Räude beim Pferd. Nach Klimmer.

spricht auch nicht immer (cf. Simuliidae) dem Grade des Parasitismus, zu dem sich ihr irreziprokes Sozietätsverhältnis zu den Warmblütern entwickelt hat.

Auch Insekten, die im allgemeinen nicht in engerer Lebensgemeinschaft mit Warmblütern stehen, werden diesen doch vielfach durch besondere Giftstoffe gesundheitsschädlich (K o b e r t), und zwar in weit grösserem Maße als irgend eine andere Gruppe oder Klasse der wirbellosen Tiere. Ja, es ist fast berechtigt, die Insekten gemeinhin als giftig zu bezeichnen. Weisen sie doch meist in irgend einem Körperteil, Organ oder Gewebe Stoffe auf, die — früher unter dem Namen Acria zusammengefasst — Reizwirkungen auf Warmblüter ausüben. Ich erinnere nur an die mit abdominalem Giftstachel ausgerüsteten Hautflügler (Hymenoptera), z. B. Wespen und Bienen, ätzende (beissende oder stechende) Ameisen, an giftige Käfer (Coleoptera), z. B. Lytta vesicatoria, an die Gradflügler mit ihren ätzenden Speichelsäften (Schaben, Ohrwürmer, Heuschrecken und Grillen), an Schmetterlingsraupen mit giftigen Haaren (Prozessionsspinner- und andere Spinnerraupen) und ätzenden Exkreten (Raupen der Kohlweisslinge und zahlreiche andere Schmetterlingsraupen) usw.

Wenn also die mit den Warmblütern in engerer Lebensgemeinschaft stehenden Insekten und Milben als unmittelbare parasitäre Krankheitserreger im allgemeinen keine grössere Bedeutung haben, so sind sie um so gefährlicher als Überträger pathogener Mikroorganismen bazillärer, protozoischer und selbst metazoischer Natur. Dieser markante Unterschied in der Bedeutung des Warmblüter-Parasitismus der Würmer und der Gliedertiere (Insekten und Milben) wird einerseits dadurch bedingt, dass der Entoparasitismus ersterer einen viel schwereren Eingriff in die Funktionen des Warmblüterkörpers darstellt als der Ectoparasitismus der Insekten und Milben, dass aber andererseits der Entoparasitismus jener fast monoton erscheint gegenüber der Vielgestaltigkeit des Ectoparasitismus der Insekten und Milben — einer Vielgestaltigkeit, welche die Grundlagen für die Übertragung pathogener Mikroorganismen geradezu in sich schliesst. stellen die Insekten und Milben nicht nur bei kontagiösen Infektionskrankheiten lediglich Verschlepper des Infektionsstoffes dar, sondern auch bei nichtkontagiösen Infektionskrankheiten sind sie oder ihre Nachkommenschaft spezifische Überträger, d. h. Zwischenwirte, in denen die Krankheitserreger einen zur Krankheitsübertragung notwendigen Entwicklungsprozess durchmachen müssen. Das sind die beiden extremen Formen der so mannigfaltigen Übertragungsmöglichkeiten.

Sobald die Ätiologie einer Infektionskrankheit noch nicht sichergestellt ist, erscheint es unerlässlich, alle in engerer Lebensgemeinschaft mit den für die Krankheit empfänglichen Warmblütern vorkommenden Insekten und Milben zu ermitteln und ihre Biologie (einschliesslich der Entwicklung und geographischen Verbreitung) mit der gesamten Epidemiologie der Krankheit vergleichsweise in Zusammenhang zu bringen. Auch die Bedeutung der Jahreszeit und der Temperatur verdient dabei besondere Berücksichtigung. So kommt z. B. die gemeine Stechfliege (St. calcitrans) als Überträger oder Verschlepper von Krankheiten bei Temperaturen von weniger als $+12\,^{\circ}$ C. kaum noch in Betracht, da sie bei diesen Temperaturen in der Natur nicht mehr freifliegend vorkommt und bei $+9\,^{\circ}$ C. überhaupt nicht mehr flugfähig ist; Culiciden hingegen schwärmen noch bei $+8\,^{\circ}$ C. im Freien und sind noch bei wenigen Grad über 0 flugfähig.

Als einfachste Krankheitsübertragung tritt uns die Verschleppung von Infektionsstoff durch Insekten, die nur äusserlich, namentlich an den klebrigen Haftläppchen der Beine, mit demselben behaftet sind, entgegen und ist typisch für nichtstechende Fliegen, besonders für die Stubenfliege (M. domestica), für die zum wenigsten experimentell diese "Kontakt-Übertragungsmodus hauptsächlich Krankheiten mit Erregern bazillärer Natur, z. B. Tuberkulose,

bazilläre Ruhr, Typhus und Cholera, doch wird in neuerer Zeit, nachdem für die beiden letzteren Krankheiten die Verunreinigung des Wassers durch infektiöse Abgänge des Menschen neben den direkten Übertragungen als Hauptinfektionsquellen ermittelt worden ist, den Fliegen als Krankheits-Überträgern weniger Bedeutung beigemessen. Eine Komplizierung kann die "Kontakt-Überträgung" insofern erfahren. als die Fliegen die Krankheit nicht unmittelbar zu übertragen brauchen, sondern menschliche Nahrungsmittel infektiös machen können. Diese Übertragungsmöglichkeit ist bekanntlich für die bazilläre Ruhr, auch gelegentlich ihres stärkeren Auftretens in diesem Jahre, das man ja als ein Fliegenjahr bezeichnen darf, stark in Erwägung gezogen worden. Krankheitsübertragung durch nichtstechende Insekten, z. B. Stubenfliegen, kann ferner noch erfolgen, wenn der Infektionsstoff den Darmkanal derselben durchwandert hat ("Defäkations-Übertragung"). Solche Passage des Fliegendarmes wurde für verschiedene Krankheitsereger, z. B. Leprabazillen, experimentell ermittelt. auch für Krankheiten, bei denen der Infektionsstoff, wenn auch nur während der Inkubationszeit, in der peripheren Blutbahn des Warmblüters vorhanden ist, kann die Beteiligung nichtstechender Fliegen nicht ganz von der Hand gewiesen werden, sahen wir doch, dass diese sich auch an blutenden Stellen der Haut von Warmblütern gern ansammeln.

Im allgemeinen kommen jedoch für diese Krankheiten stechende Insekten in Betracht ("Stich-Übertragung"). kann der vom letzten Saugakt her im Stechrüssel des betreffenden Insektes zurückgebliebene infektiöse Blutrest, sobald bei einem neuen Saugakt an einem anderen Warmblüter ein peripheres Blutgefäss angestochen wird, die Übertragung der Krankheit bewirken, da zu Beginn des Saugaktes Speichelsaft durch den Stechrüssel entleert und der infektiöse Blutrest in den Stichkanal ausgespült wird. Wirksam ist die Infektion meist nur, wenn der Zeitraum zwischen den beiden Saugakten nur kurz (wenige Minuten bis höchstens 24 Stunden umfassend) ist. Diese "kurzfristige Stich-Übertragung" braucht aber selbst bei kürzester Saugaktunterbrechung nicht notwendigerweise zur Infektion zu führen, da die stechenden Insekten, z. B. Stechfliegen, vielfach nicht auf den ersten Stich ein Blutgefäss treffen, aber sofort Speichelsaft und zugleich den infektiösen Blutrest entleeren, der dann also gar nicht in die Blutbahn gelangt. Jedoch sollte die kurzfristige Stich-Übertragung, wenigstens nach theoretischen Erwägungen, unter folgenden Bedingungen zur Infektion führen: 1. dass nämlich der zur Infizierung der Stechfliege benutzte Warmblüter zur Zeit des Versuches Infektionserreger in der peripheren Blutbahn in ausreichender Menge aufweist, 2. dass der zu infizierende Warmblüter für den betreffenden Infektionsstoff empfänglich ist, und 3. dass die infizierte Stechfliege gleich beim ersten Stich ein Blutgefäss trifft. Übertragungsmodus kommt ausser für protozoische Krankheitserreger auch für solche anderer Natur (z. B. echter Bakterien, Spirochaeten, Clamydozoen bzw. filtrierbares Virus) in Betracht. Experimentell wurde z. B. mit der gemeinen Stechfliege (cf. S. 4, Anm. 1b) die kurzfristige Stich-Übertragung allein mit folgenden Krankheiten erfolgreich ausgeführt: Trypanosomiasen (Trypanosoma gambiense, T. Brucei, T. Evansi, T. equiperdum, T. dimorphon, T. Pecaudi, T. Cazalboui, T. equinum, T. Theileri, T. Lewisi), bakterielle Krankheiten (Milzbrand, pathogene Streptokokken), Spirochaetosen (Recurrens, Hühnerspirochaetose). Chlamydozoenkrankheiten bzw. Krankheiten mit (durch Bakterienfilter) filtrierbarem Virus (südwestafrikanische Pferdesterbe). Für diesen Übertragungsmodus kommen ausser der gemeinen Stechfliege und anderen Stomoxyiden hauptsächlich Bremsen (Tabanus, Chrysops u. a.) in Betracht.

Stechende Insekten sind aber auch zur Defäkations-Übertragung fähig. Wahrscheinlich liegt solche "Stich-Defäkations-Übertragung" bei der Verbreitung der Pest durch den tropischen Rattenfloh (Xenopsylla cheopis) und bei dem Rückfallfieber durch Läuse (Pediculus) vor. Erwiesen ist sie für den Rattenfloh (Ceratophyllus fasciatus) bei der Rattentrypanosomiase (Trypanosoma Lewisi).

Grösser ist aber die Bedeutung der stechenden Insekten als Überträger von Erregern, die in ihnen unter Durchbohrung des Darmes und Eintritt in die Speicheldrüsen eine Entwicklung und Vermehrung durchmachen, so dass das betreffende Insekt erst nach einem bestimmten Zeitraum, gewissermassen nach Ablauf der Inkubationszeit, zur Übertragung der Krankheit fähig ist. Als Infektionskrankheiten mit derartiger "langfristiger Stich-Übertragung" kommen hauptsächlich solche mit tierischen (meta- und protozoischen) Erregern, z. B. Filarien, Haemosporidien und Trypanosominen, in Betracht, ferner auch (Chlamydozoen-) Krankheiten, deren Virus Bakterienfilter passiert, von bazillären Krankheiten jedoch lediglich Spirochaetosen. Charakteristisch ist das Bestehen spezifischer Überträger, indem vielfach sogar die Übertragung gewisser Komplexe von Infektionskrankheiten bestimmten Gattungen oder Familien der Insekten und Milben eigentümlich ist. So scheint die langfristige Stichübertragung von Trypanosomiasen an Glossina-Arten, von Malaria (Plasmodium malariae) an Anopheles-Arten, Vogelmalaria (Proteosoma) an Culex-Arten, von Filariosen ebenfalls an Culiciden, zugleich aber auch an Tabaniden, von Piroplasmen- (Babesien-) Krankheiten an Milben der Ixodinen-Gruppe gebunden zu sein. Von Krankheiten, deren Virus Bakterienfilter passiert, ist z. B. die Übertragung des Papataci-Fiebers der blutsaugenden

Schmetterlingsmücke *Phlebotomus papatasi* eigen, wie überhaupt die ganze Denguefieber-Gruppe an das Genus *Phlebotomus* gebunden zu sein scheint. Für Krankheiten mit Erregern ausgesprochen bazillärer Natur (ausschliesslich der Spirochaeten) hingegen ist langfristige Stich-übertragung noch nicht nachgewiesen worden.

Eine weitere Modifizierung dieses Übertragungsmodus bedeutet der Übergang des Infektionsstoffes auf die Brut der Insekten, die dann wieder zur Übertragung desselben fähig ist. Solche in zweioder mehrfacher Generationsfolge mögliche "pleogenetische Stich-Übertragung" ist z. B. für Milben der Argasinen-Familie, und zwar für das Genus Ornithodoros bei Rückfallfieber (Spirochaeten) erwiesen, ferner für Milben der Ixodinen-Familie (bezüglich Babesien) und auch für manche Insekten (z. B. Phlebotomus) nicht unwahrscheinlich.

Der Umstand, dass langfristige Stich-Übertragung vorwiegend bei Krankheiten mit protozoischen und filtrierbaren Erregern vorkommt, erscheint insofern bedeutungsvoll, als bisher aus der Kultivierung protozoischer Erreger therapeutisch im allgemeinen kein besonderer Nutzen gezogen werden konnte und auch die Aussichten auf einen Nachweis der ausserordentlich kleinen, nur durch das Ultrafilter zurückgehaltenen Clamydozoen gering sind. Unter diesen Umständen erscheint der Nachweis spezifischer Überträger in manchen Fällen wertvoller als die Ermittlung der Erreger. Bietet doch ein gründliches Studium der Biologie spezifischer Überträger die Grundlagen für deren Bekämpfung und somit für die Prophylaxe der betreffenden Krankheiten selbst.

Die Bekämpfung der gesundheitsschädlichen Insekten und Milben beruht auf Massnahmen der Fernhaltung und der Vernichtung, und zwar mittels technisch-physikalischer, chemischer und biologischer oder kombinierter Methoden. nahmen der Fernhaltung kommen im allgemeinen nur für Imagines in Betracht, können jedoch auch sekundär gegen Brut, z. B. entoparasitische Larven der Dasselfliegen (Gastrophilus, Hupoderma) und andere larvale Parasiten von Wert sein. Bei stationären Ectoparasiten können Fernhaltungsmassnahmen sich nur auf Körperpflege (mittels abschreckender Stoffe) erstrecken. Vielseitigere Anwendung derselben ist hingegen bei temporären Ectoparasiten möglich. Es würde zu weit führen, hier auf die zahlreichen, zur Abwehr der Fliegen und Mücken von Vieh in Stallungen und im Freien gebräuchlichen Mittel einzugehen. Im ganzen sind sie, mögen sie nun technisch-physikalischer oder chemischer Art sein, auch meist unzureichend. Gänzlich hilflos stehen wir in bezug auf Abwehrmittel noch den Kriebelmücken (Simuliidae) gegenüber, so dass der einzig mögliche Notbehelf zurzeit

darin besteht, dass das Vieh in den durch Kriebelmückenplage ausgezeicheten Gegenden erst im Laufe der zweiten Hälfte des Frühjahrs nach Ablauf der Hauptschwärmzeit der Mücken auf die Weide gebracht werden darf. Bei Berücksichtigung biologischer Gesichtspunkte können Fernhaltungsmassnahmen jedoch recht wertvoll sein. So lässt sich z. B. aus der Phototaxis vieler grossäugiger Zweiflügler, besonders der Stubenfliegen, eine Nutzanwendung ziehen. Vielfach geschieht dies bereits unbewusst. Auf dem Lande ist es wohlbekannt, dass man die Fenster eines Zimmers so lange geschlossen halten muss, als die Sonne auf dieselben scheint, falls man das massenhafte Eindringen der Fliegen in die Wohnung vermeiden will.1) Auch von wissenschaftlicher Seite ist hierauf hingewiesen worden und zugleich darauf, dass durch Öffnen der Fenster, sobald die Sonne nicht mehr auf die Seite der Hauswand scheint, ein Abzug der im Zimmer vorhandenen Fliegen bewirkt werden kann (Haecker, 1916). Man kann aber besonders im Sommer schlecht auf eine Lüftung der Zimmer verzichten. Auch ist die Methode in städtischen Wohnungen, die meist in Reihenhäusern liegen, von geringerer Wirksamkeit. Auf diese Verhältnisse werde ich noch zurückkommen.

Von den Vernichtungsmassnahmen gegen Zweiflügler-Imagines kommen diejenigen rein technischer Art nur für Wohnräume und Stallungen in Betracht und stellen durchweg (von der Fliegenklappe bis zur Leimrute) nur wenig wirksame Notbehelfe dar. Schon erfolgreicher sind chemisch-physikalische Massnahmen, wie Absengung, Ausräucherung und Begasung (Cyanwasserstoff), namentlich gegen Mücken.

Sahen wir schon bei den Fernhaltungsmassnahmen den Wert biologischer Gesichtspunkte, so gilt dies um so mehr bei Vernichtungsmassnahmen gegen Fliegen und Mücken. In einfachster Form finden wir dies bei dem sehr verbreiteten Verfahren, die Fliegen durch Vergiftung der von ihnen begehrten Nahrung (durch Arsenikzusätze) oder überhaupt durch Giftstoffe (Fliegenstein usw.) zu beseitigen, wodurch jedoch im wesentlichen nur die nichtstechenden Zweiflügler getroffen werden. Von besonderer Bedeutung scheint mir das bereits erwähnte phototaktische Verhalten derselben zu sein. Betrachten wir nun zunächst, auf welche Weise die dem Menschen lästigen Zweiflügler in die Wohnungen gelangen: Die gewöhnliche Stubenfliege (M. domestica) ist thermophil und sucht daher mit Vor-

¹⁾ Den von mir (cf. S. 4, Anm. 1 a, S. 54, 55, 98) angeführten, bereits gebräuchlichen Nutzanwendungen füge ich hier eine Fliegen betreffende Angabe aus einem Roman (Krickeberg, Die Hollmanns. Verlag A. Goldschmidt, Berlin 1908, S. 11) hinzu: "Aber Sie haben es ja auch in der Hand, sich ihrer nach Möglichkeit zu erwehren." . . "Ich würde Ihnen raten", . . . "die Fenster, so lange die Sonne darauf brennt, geschlossen zu halten, sonst wissen Sie sich nachher nicht vor Fliegen zu lassen."

liebe die Sonnenseite der Häuser auf. Da sie gleichzeitig, wie dargelegt, Luftströmungen scheut, tritt sie an der Sonnenseite der Häuser gern in offene Türen und Fenster ein. Zugleich aber wird ihr Eintritt in Wohnräume aber auch durch ihre Witterung für menschliche Ausdünstungen und Nahrungsmittel gefördert. Ausschlaggebend für ihren Eintritt in Wohnräume ist immer derjenige Tropismus, für den nach den jeweiligen äusseren Verhältnissen (Licht, Wärme, Luftbewegung) und nach ihren eignen physiologischen Verhältnissen (Hunger, Durst) der grösste Reiz besteht.

Ähnliches gilt auch für andere nichtstechende Muscarien, z. B. die kleine Stubenfliege (Fannia canicularis), die Stallfliege (Muscina stabulans), Pollenia-Arten u. a., denen Witterung für menschliche Ausdünstung und Nahrungsmittel aber in viel geringerem Maße eigen sind bzw. fehlen. Infolgedessen kommt, nur durch Thermo- und Rheotaxis bedingt, Eindringen derselben in Wohnräume seltener und meist nur in kleineren Mengen ("verflogene Exemplare") vor.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei den Stechfliegen. Die gemeine Stechfliege (St. calcitrans) ist eine typische Stallbewohnerin, verbreitet sich aber (vorwiegend Männchen) bei Temperaturen über +12°C. auch im Freien in der Umgebung von Stallungen und in Begleitung von Weide- und Zugvieh. Bei Luftabkühlung tritt sie, namentlich gegen die Abenddämmerung zu, gern in geschützte Räume ein und gelangt so öfters auch, namentlich an Herbsttagen, in Wohnräume, zumal da sie in rheotaktischer Hinsicht die gleiche Windscheu wie die Stubenfliege Bei ihrem Eintritt in Wohnräume überwiegt ihr thermo- und rheotaktisches Verhalten gegenüber dem chemotaktischen, während in Wirklichkeit ihre Witterung für Vieh, besonders für Rinder, wie dargelegt, weit grösser als für den Menschen ist. Es handelt sich also bei dem Vorkommen von der gemeinen Stechfliege in Wohnungen immer um "verflogene" Exemplare. Die kleine Stechfliege (L. irritans), die, wie dargelegt, das Vieh überhaupt nur ungern verlässt, kommt nur selten und ganz vereinzelt in Wohnräumen vor, ebenso die Kriebelmücke (Simulium-Arten). Von den Stechmücken (Culex-, Stegomyia- und Anopheles-Arten) suchen die Weibchen tierische und menschliche Behausungen direkt zur Nahrungsaufnahme auf. Dabei spielt jedoch auch ihre Vorliebe für windstille Orte eine Rolle bei dem Eindringen in Räumlichkeiten, das vorwiegend in der Abenddämmerung erfolgt.

Wie verhalten sich nun die genannten Fliegen und Mücken unter den von der freien Natur abweichenden Verhältnissen der geschlossenen Räume? Lehrreich hierfür ist ein einfaches Experiment. Setzt man genannte Zweiflügler in einen an beiden Enden mit Gaze verschlossenen Glaszylinder und tritt im Zimmer an ein Fenster heran, so streben die Zweiflügler, wie ich wenigstens für verschiedene Musciden- und Culiciden-Arten feststellen konnte, eifrig der Lichtseite des Glases zu, so oft man dasselbe auch umkehrt.

Auf Reiz hin verhalten sie sich also ausgesprochen positiv phototaktisch. Im einzelnen weisen die verschiedenen Arten jedoch recht unterschiedliches Verhalten zum Licht auf, wenn sie in einem Wohnoder Stallraum, in den sie eingedrungen sind, sich freifliegend bewegen können. So sehen wir die grossäugigen nichtstechenden Musciden, z. B. M. domestica, bei Verminderung der durch das Fenster einfallenden Lichtmenge nach dem Fenster hinfliegen. Dieser Fall tritt ein, wenn die Sonne die Fensterseite des Zimmers verlässt oder auch nur vorübergehend durch Wolken verdunkelt wird, und schliesslich während der Morgendämmerung in allen Räumen, ausser den nach Osten gelegenen. Da das Verhalten der Fliegen, unabhängig davon, ob die Fenster offen oder geschlossen sind, konstant ist, kann es nicht durch Thermo- oder Rheotaxis bedingt sein, sondern kann nur auf Phototaxis beruhen.

Etwas abweichend ist das Verhalten der Stechfliege (St. calcitrans). Beim Übergang zur Ruhe (gesättigt) ist sie, wie schon erwähnt, ausgesprochen negativ phototaktisch, im Spielflug jedoch ziemlich indifferent. Tritt aber zum Lichtreiz auch Wärmereiz hinzu, wie dies z. B. an sonnenbeschienenen Fenstern und auch im Freien an sonnenbeschienenen Wänden der Fall ist, so ist sie bedingt positiv phototaktisch. Entsprechend ist auch ihr Verhalten in Wohnräumen. Da sie aber hier meist keine Möglichkeit hat, ihr Nahrungsbedürfnis zu befriedigen, wird sie mit zunehmendem Hunger ausgesprochen positiv phototaktisch, so dass sie in Wohnräumen überhaupt ganz vorwiegend an den Fensterscheiben angetroffen wird. Wiederum etwas abweichend ist das Verhalten der Stechmücken (Culiciden). Bei vollem Tageslicht sind sie negativ phatotaktisch und halten sich in den Räumen ruhig. Sobald die Abenddämmerung naht, bei trübem Wetter auch schon einige Stunden früher, beginnen sie in Räumen zu schwärmen und weisen, den abgeschwächten Lichtquellen zufliegend, positive Phototaxis auf. Ähnlich, aber weniger ausgesprochen, ist ihr Verhalten in der Morgendämmerung. Zu genannten Zeiten sieht man daher die Culiciden in (nicht künstlich erleuchteten) Zimmern immer wieder nach den Fenstern hin fliegen und an den Scheiben auf und nieder schwärmen. Bremsen (Tabaniden), die sich überhaupt nur selten und ganz vereinzelt in Stallungen und Wohnungen verirren, verhalten sich hier, wie ich wenigstens für die kleine Regenbremse (Haematopota pluvialis) feststellen konnte, ausgesprochen positiv phototaktisch und finden sich demgemäss vorzugsweise an den Fensterscheiben, gerade wie "verflogene" Muscina- und Pollenia-Arten (s. o.).

Wenn also das Verhalten der einzelnen Dipteren-Arten in Wohnräumen in mancher Hinsicht unterschiedlich ist, so bietet es doch in bezug auf die Phototaxis die Möglichkeit zur erfolgreichen Anwendung selbsttätiger Fangapparate an den Fensterscheiben. Über die Ergebnisse der hierüber angestellten Versuche werde ich anderen Ortes Näheres berichten.

Wie verhalten sich die in Wohnungen vorkommenden Zweiflügler als Belästiger des Menschen zu den einzelnen Tageszeiten? Die Stubenfliege (M. domestica) ist im Dunkeln und bei nicht besonders starkem, künstlichem Licht überhaupt nicht lästig, um so mehr aber, wie dargelegt, tagsüber bei Hitze und Schwüle. Belästigung des Menschen durch die Stechfliege (St. calcitrans) erfolgt im allgemeinen nur bei Tage zwischen der Morgen- und Abenddämmerung, namentlich bei starker Wärme, hingegen bei weniger als + 15° C. und auch bei künstlichem Licht kaum und bei Dunkelheit überhaupt nicht. Gerade umgekehrt verhalten sich die Culiciden in Wohnräumen. Als kleinäugige Dipteren reagieren sie im Dunkeln und in der Dämmerung auf schwache Lichtreize positiv phototaktisch. Ist eine einzige (hungrige) Culicide in einem Schlafzimmer vorhanden, so wird man bekanntlich von derselben nachts so lange belästigt, bis sie ihre Blutgier gestillt hat. Bei der Auffindung des Menschen im Dunkeln scheint mir neben der Anlockung durch die Ausdünstungen, speziell der Butter- und Caprylsäure des Schweisses, auch der mit der Oxydation derselben verbundene Leuchtvorgang eine Rolle zu spielen. Auch Bettwäsche und Kleidung, die mit Schweiss mehr oder weniger stark infiziert sind, leuchten wohl im Dunkeln so lange, als Geruch von ihnen ausgeht. Findet nun eine Culicide im Dunkeln einen unbekleideten Körperteil des Menschen mit unfehlbarer Sicherheit heraus, so dürfte sie dabei von der Intensität der Ausdünstung bzw. des Leuchtvorganges geleitet werden. Diese Verhältnisse bieten Aussicht auf Schutzmittel gegen die nachts stechenden kleinäugigen Dipteren (Culiciden).

Haben auch die Methoden der häuslichen Fliegen- und Mückenbekämpfung keinen durchgreifenden Erfolg, sondern nur örtlich beschränkte Wirkung, so können sie jedoch, zumal bei selbsttätiger Funktion, nicht nur Annehmlichkeiten durch Verhinderung von Belästigungen bieten, sondern auch hygienisch wertvoll sein, z. B. in wissenschaftlichen Experimentierzimmern, Operationsräumen, Sanatorien, Krankenhäusern, Malarialazaretten usw. Freilich kommen sie nur dann in Betracht, wenn es sich nicht um Masseninvasionen von Zweiflüglern und Imagines in Wohnräume handelt.

Über die Anwendung solcher Methoden der Mückenbekämpfung in Räumen (bei Tag und bei Nacht) und auch über die Bekämpfung der Insekten im Freien auf Grund kombinierter Nutzanwendung der vier wichtigsten Tropismen (Rheo, Chemo-, Thermo- und Phototaxis) hoffe ich in nicht zu ferner Zeit Näheres berichten zu können.

Als dritte Methode der Imagines-Bekämmpfung kommt die rein biologische, d. h. die Ausnutzung von Feinden und Parasiten in Betracht, freilich, wie es in der Natur der Sache liegt, im wesentlichen nur gegen temporärparasitische Insekten und Milben. Unter den Feinden sind in erster Linie die Vögel (z. B. Schwalben, Fliegenschnäpper, Rotkehlchen u. a.) zu nennen. Darum empfiehlt sich wohl der Vogelschutz, wenn auch keine übertriebenen Hoffnungen auf ihn gesetzt werden dürfen. In zweiter Linie sind als Feinde die Raubinsekten zu nennen. Ob eine Förderung derselben möglich und, gesetzt den Fall der Möglichkeit, von Nutzen sein wird, ist eine offene Frage. Von Entoparasiten bietet z. B. die Empusa muscae, deren Kultivierung zur Zeit des Kriegsbeginnes in England geglückt sein soll, Aussicht auf erfolgreiche Bekämpfung der Stubenfliege (M. domestica). Bei Stomoxyden habe ich trotz umfangreicher Ermittlungen das Auftreten dieser Art nicht feststellen können.

Als Vernichtungsmassnahmen gegen die Brut (temporär-ectoparasitischer) Insekten und Milben, die im allgemeinen aussichtsreicher als die gegen Imagines erscheinen, kommen ebenfalls die drei Hauptprinzipien, einzeln oder kombiniert angewandt, in Betracht, jedoch immer nur gegen die Brut einzelner Insekten- und Milbengruppen. Sind rein technische Massnahmen gegen die im stehenden Wasser sich entwickelnden Stechmückenlarven (Culiciden), z. B. Abschluss gegen den Luftsauerstoff oder künstliche Wasserbewegung, infolge der bekannten, bisher unüberwindlichen Schwierigkeiten kaum durchführbar und gegen die als Larven oder Puppen in der Erde zur Entwicklung kommenden Arten (z. B. viele Tabaniden) überhaupt nicht anwendbar, so erscheinen sie doch immerhin in einem Spezialfall, nämlich gegen die Kriebelmückenbrut, vielleicht nicht nutzlos. Da die Kriebelmücken-Larven und -Puppen ihrer ganzen Organisation nach ausgesprochen rheophile Organismen sind und daher überhaupt nur im strömenden Wasser gedeihen können, so lassen sich ihnen durch Stauung des Wassers die Existenzbedingungen nehmen. Ist z. B. für einen Flusslauf, der einen Brutherd für Kriebelmücken bildet, in absehbarer Zeit eine Kanalisierung und Schiffbarmachung vorgesehen, so empfiehlt es sich, bis zu dieser künstlichen Stauung des Flusses sich mit der erwähnten Hilfsmassnahme zu begnügen, nämlich das Vieh im Frühjahr erst nach Beendigung der ziemlich kurzen Flugzeit der schwarmweise ausschlüpfenden Kriebelmücken(weibchen) auf die Weide zu treiben, zumal da diese Notmassnahme (Matthiesen, Beutler, Peets und Dahlgrün, 1916/17) sich bisher bewährt hat. Untersuchungen über den zur Entwicklung der Kriebelmückenbrut notwendigen Grad der Strömungsgeschwindigkeit stehen noch aus.

Chemische Vernichtungsmassnahmen erscheinen besonders gegen die Brut der Muscarien aussichtsreich.

Mit Rücksicht darauf, dass Kot, und zwar speziell Mist, der Hauptentwicklungsort der Stubenfliege, der gemeinen Stechfliege und

zahlreicher anderer Muscarien ist, erscheint es ganz natürlich, dass auf dem Lande die Fliegenplage weit grösser als in der Stadt ist. In diesem Zusammenhang möchte ich daher auch kurz auf die eingangs erwähnte diesjährige Zunahme der städtischen Fliegenplage eingehen. Als Ursache derselben ist für Berlin vielfach die stockende Müllabfuhr angenommen worden. Da aber die Entwicklungsdauer der Stubenfliege und nahestehender Muscarien vom Ei bis zur fertigen Fliege (Imago) bei günstigen Entwicklungsbedingungen (nämlich ausser Wärme vor allem reicher Nahrung und viel Feuchtigkeit) kaum innerhalb drei Wochen vor sich geht, die Müllkästen jedoch im allgemeinen in kürzerer Zeit geleert werden dürften und in bezug auf Feuchtigkeitsund Nahrungsmenge überhaupt keine günstigen Entwicklungsorte für Fliegen darstellen, so erscheint es kaum berechtigt, die Müllkästen als Fliegenspender anzusprechen. Das würde übrigens erinnern an die Zoologie im Mittelalter, wo die Frage, wieviel Zähne ein Pferd im Maul habe, in gelehrten Abhandlungen umstritten wurde, ohne dass jemand einem Pferd ins Maul gesehen hätte (Hertwig). In die Müllkästen habe freilich auch ich nicht gesehen. Mir fiel indes bei der diesjährigen Fliegenplage auf, dass die gemeine Stechfliege (St. calcitrans), die sonst in Städten nur in der Umgebung von Grossvieh-Stallungen vorkommt, in diesem Sommer und Herbst in den verschiedensten Gegenden von Gross-Berlin im Freien an Häuserwänden, in Wohnungen, Restaurants usw. viel häufiger war als früher. Diese städtische Zunahme einer sich durch Blutsaugen an Vieh ernährenden, ausschliesslich im Mist (nicht in Einzelfäkalien) zur Entwicklung kommenden Stechfliege weist meines Erachtens ganz entschieden auf einen Zusammenhang der Zunahme der gesamten städtischen Fliegenplage mit den sehr vermehrten städtischen Kleinviehhaltungen hin.

Bei der chemischen Bekämpfung der Fliegenlarven stellt der Mist kein so subtiles Medium wie das Oberflächenwasser (bei der Culcidenlarven-Bekämpfung) dar, da an der Gesamtvernichtung aller Lebewesen des Mistes nichts gelegen ist. Die meisten bisher angewandten chemischen Stoffe bzw. Desinfizientia schädigen jedoch immerhin den Düngewert des Mistes mehr oder weniger stark. Bedingung für die Brauchbarkeit eines Fliegenlarven-Vernichtungsmittels ist neben der Unschädlichkeit desselben für den Mist ferner eine abtötende Wirkung auf die Larven innerhalb acht Tagen, nämlich einem Zeitraum, den die Larven für die Entwicklung (s. o.) vom Ei bis zum Puppenstadium als Minimum nötig haben; meist dauert dieselbe jedoch

¹⁾ Dass reine Küchenabfälle, wie sie bei häuslicher Teilung des Mülls z. B. in Charlottenburg angesammelt werden, günstige Entwicklungsbedingungen für Fliegen darstellen, wurde in der Diskussion des Vortrages erwähnt. Mir ist jedoch nicht bekannt geworden, dass Charlottenburg unter einer stärkeren Fliegenplage als andere Orte Gross-Berlins zu leiden gehabt hätte.

länger. In bezug auf diese Forderungen prüfte ich eine ganze Reihe von Chemikalien, insbesondere Kalisalze, durch. Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, dass abgewogenen Mengen von Rinderkot Chemikalien in verschiedenem Mengenverhältnis (1:10, 1:20, 1:40, 1:80, 1:160, 1:320) beigemischt und Muscarienlarven abgezählt hinzugefügt wurden. In gleicher Weise wurden über die Einwirkung von Chemikalien auf (frisch abgelegte) Fliegeneier Untersuchungen ausgeführt, einschliesslich Kontrollversuchen an Kot ohne Zusätze. Von diesen im wesentlichen abgeschlossenen Untersuchungen (mit mehr als 200 Versuchen an mehreren Tausend Fliegeneiern und -larven), die in den Mitteilungen der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene, Berlin-Dahlem, erscheinen werden, möchte ich hier nur erwähnen, dass von Einzelsalzen (Produkten der Kaliindustrie) nur Chlormagnesium, von Kalimischsalzen nur das 40 % ige Düngesalz einige, aber nicht ausreichende Wirkung zeigte, dass Endlaugenkalk ziemlich wirksam war, zumal da von seinen wichtigsten Einzelbestandteilen das Chlorcalcium relativ wirksam, Kalkhydrat sogar von ausserordentlichem Erfolg war, ferner, dass Borax ebenfalls eine ausserordentliche Wirkung zeigte, so dass selbst ausgewachsene, sehr resistente Larven bei nur geringen Boraxzusätzen nicht mehr zur Verpuppung schreiten konnten, sondern schnell abgetötet wurden. Von Interesse ist auch die Feststellung, dass ausgewachsene, also verpuppungsfähige Larven bei geringen Zusätzen von Kalkhydrat (gelöschtem Kalk) zum Kot (1:160) wohl wochenlang am Leben blieben, aber die Verpuppung nicht vollziehen konnten — eine Erscheinung, die vielleicht für den noch problematischen Vorgang der Chitinbildung von Interesse ist.

Auch die rein biologische Bekämpfung der Insekten- und vielleicht auch Milbenlarven erscheint wohl möglich. Besitzen wir doch z. B. in der mistbewohnenden räuberischen Hydrotaea dentipes-Larve einen Feind der übrigen mistbewohnenden Muscarien-Larven, der selbst ausgewachsene Exemplare derselben bewältigt und in wenigen Minuten aussaugt. Auch die in der wirtschaftlichen Entomologie bei der Bekämpfung der pflanzenschädlichen Insekten eine so hervorragende Rolle spielenden Schlupfwespen sind, z. B. die Chalcididen, Feinde von Fliegenlarven, in die sie ihre Eier ablegen.

Wenn ich bei meinen Darlegungen die Dipteroiden (Fliegen, Mücken und Flöhe) in den Vordergrund gestellt habe, so geschah es von der Erwägung aus, dass diese Gruppe ein Musterbeispiel bietet für die biologischen Zusammenhänge zwischen der Vielgestaltigkeit des Parasitismus der Insekten (und Milben) und der Mannigfaltigkeit der Krankheitsübertragung durch sie. Nur die Erkenntnis dieser biologischen Zusammenhänge kann uns — conditio sine qua non — die Grundlagen

für die Bekämpfung der gesundheitsschädlichen Insekten (und Milben) schaffen. Dazu bedarf es aber — in gleicher Weise wie zur Durchführung der Aufgaben der wirtschaftlichen Entomologie — nicht etwa lediglich der "Anwendung" der Ergebnisse der theoretischen Zoologie, sondern streng wissenschaftlicher Erforschung biologischer Probleme, die infolge ihrer hygienischen bzw. wirtschaftlichen Bedeutung den Rahmen der theoretischen Zoologie überschreiten. Die Biologie weist also den Weg, Hygiene aber bedeutet das Ziel der Bekämpfungsmassnahmen. Darum bedarf es der engsten Fühlung der zoobiologischen Forschung mit der Medizin und Tierheilkunde, um dieses Grenzgebiet der Zoologie und der medizinischen Wissenschaften zu erschliessen. Gerade gegenwärtig erscheint diese Aufgabe um so wichtiger, als es gilt, Wunden, die der Krieg schlug, zu heilen und die Volkskraft zu stärken. Wenn die Kriegswaffen wieder ruhen werden, dann muss mit Geisteswaffen der Kampf um Gut und Blut, d. h. also auch die Hebung der landwirtschaftlichen Produktion und die Förderung unserer Gesundheit, erfolgreich durchgeführt werden. Zu den geistigen Waffen in diesem friedlichen Kampf zählt auch die angewandte Entomologie. Ihr Wert für die Medizin und Tierheilkunde ist aber — so dankbar ich die Förderung meiner eignen Arbeiten seitens des Landwirtschaftsministeriums anerkenne — noch nicht zur rechten Geltung gekommen. Ohne Erkenntnis der wirklichen Grundlagen zur Bekämpfung der gesundheitsschädlichen Insekten haben alle Opfer an Mühe, Zeit und Geld keinen Zweck — es sei denn den, "ut aliquid fieri videatur". Darum gilt es, die angewandte Entomologie in ganz anderem Maße als bisher zu pflegen. Ihre hygienische Bedeutung in das rechte Licht zu setzen und die Biologie als ihre Grundlage zu kennzeichnen, war der leitende Gedanke meiner Ausführungen.

Druck von Fr. Stollberg, Merseburg.