

# "Die kleinen Flieger"

## Die Bedeutung krankheitsübertragender Insekten

Prof. Rolf Garmus, Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin, Hamburg

Die Insekten (Klasse Insecta) sind die formenreichste Tiergruppe auf der Erde. Mehr als eine Million Insektenarten wurden bisher beschrieben und mit wissenschaftlichen Namen versehen. Schätzungen gehen aber davon aus, dass es noch wesentlich mehr Arten gibt, möglicherweise 5 oder sogar bis zu 35 Millionen. Die große Mehrheit dieser Arten hat keine medizinische Bedeutung. Es sind aber etwa 17 000 Arten (1,7% der beschriebenen Spezies), die sich an eine parasitische Lebensweise angepasst haben, zu Blutsaugern wurden und damit zu Plagegeistern von Mensch und Tier, zu Krankheitserregern oder Überträgern von Krankheitserregern. Mit ihnen befasst sich die medizinische Entomologie. Blutsauger und gefährliche Krankheitsüberträger finden sich vor allem in den Insektenordnungen der Zweiflügler (Diptera, Mücken und Fliegen), Flöhe (Siphonaptera), Läuse (Anoplura) und Wanzen (Heteroptera). Die Erreger zahlreicher, wichtiger Tropenkrankheiten werden obligatorisch nur durch bestimmte Insekten übertragen: Malaria durch die *Anopheles*-Mücke, Leishmaniasen durch Sandmücken, Schlafkrankheit durch Tsetse-Fliegen, Chagas-Krankheit durch Triatomen (Wanzen), lymphatische Filariasis (Elephantiasis) durch Stechmücken, Loiasis durch Bremsen, Onchozerkose (Flussblindheit) durch Kriebelmücken, Pest durch Flöhe, Fleck- und Läuserückfallfieber durch Kleiderläuse. Auch zahlreiche Viruserkrankungen (Arboviren) werden durch Insekten, insbesondere durch Stechmücken übertragen: Gelbfieber, Dengue-Fieber, Japanische Enzephalitis, West-Nil-Fieber, Rift-Valley-Fieber, Chikungunya.

Im weiteren Sinne befasst sich die medizinische Entomologie mit dem gesamten Tierstamm der Gliedertiere (Gliederfüßer, Arthropoda), zu dem außer den Insekten auch die Spinnentiere und Krebse zählen. Zu den Spinnentieren gehören wichtige Krankheitsüberträger (Milben und Zecken) und gefährliche Gifttiere (Spinnen, Skorpione). Verschiedene Krebstiere (Crustacea) sind Zwischenwirte für Parasiten des Menschen: Hüpferlinge (Copepoda) für Medinawurm, Fischbandwurm, Zehnfußkrebse (Decapoda) für Lungenegel.

Krankheitserreger können von ihren Vektoren mechanisch oder biologisch (zyklisch) übertragen werden. Am einfachsten ist die mechanische Übertragung. Wenn Insekten (z.B. Bremsen) bei der Blutmahlzeit gestört werden und kurz darauf wieder an einem anderen Wirt saugen, können Krankheitserreger mit an den Mundwerkzeugen hängenden Blutstropfen übertragen werden (Übertragung durch unterbrochenen Saugakt). Beim erneuten Einstechen kommt es oft zu einer Regurgitation (Auswürgen) von evtl. noch infektiösem Mageninhalt. Kakerlaken und Stubenfliegen können sich bei Kontakt mit infektiösem Material, z.B. Fäkalien, äußerlich oder auch mit der aufgenommenen Nahrung mit Krankheitserregern (z.B. intestinalen Keimen) beladen und damit Lebensmittel kontaminieren. Bei der mechanischen Übertragung ist keine Vermehrung oder Weiterentwicklung des Erregers im Vektor erforderlich.

Medizinisch wichtig ist vor allem die biologische (zyklische) Übertragung, bei der sich der Krankheitserreger (Protozoen, Helminthen, Bakterien, Viren) im Vektor entwickelt oder vermehrt. Zwischen Mensch und Vektor kommt es zu einem Wirtswechsel des Parasiten, der auch zum Parasiten des Überträgers wird. Aufgenommen werden die Erreger immer mit der Nahrung, meist bei der Blutmahlzeit. Für die Übertragung des infektiösen Krankheitserregers auf den Menschen gibt es verschiedene Möglichkeiten.

1. Die Erreger entwickeln oder vermehren sich im Darmtrakt oder in Darmzellen des Überträgers und werden mit dem Kot abgesetzt (exkretorische Übertragung). Beispiele: Übertragung von *Rickettsia prowazekii* (Fleckfieber) durch die Kleiderlaus, *Trypanosoma cruzi* (Chagaskrankheit) durch Triatomen.
2. Die Erreger entwickeln und vermehren sich im Darmtrakt des Vektors und werden bei der Blutmahlzeit durch Regurgitation (Auswürgen) übertragen. Beispiele: *Yersinia pestis* (Pest) durch Flöhe, *Leishmania* spp. (Leishmaniasen) durch Sandmücken.
3. Die Erreger durchdringen die Darmwandung und entwickeln oder vermehren sich in unterschiedlichen Organen des Überträgers. Sie wandern anschließend in die Stechorgane oder in die Speicheldrüsen des Vektors und gelangen bei einer folgenden Blutmahlzeit auf den

Endwirt. Beispiele: Filarien entwickeln sich ohne Vermehrung in der Flugmuskulatur von Mücken und wandern in den Stechrüssel. Malaria- und Schlafkrankheitserreger sowie Arboviren befallen die Speicheldrüsen der Vektoren und werden beim Saugakt zusammen mit dem Speichel in die Stichstelle injiziert.

4. Bei der transovariellen Übertragung befallen die Erreger auch die Ovarien des Vektors und gelangen über die Eier auf die nächste und folgende Generationen (vertikale Übertragung). Beispiele: Arboviren in Stechmücken oder Zecken, *Orientia tsutsugamushi* (Milbenfleckfieber) in Laufmilben, *Borrelia duttoni* (Zeckenrückfallfieber) in Lederzecken, Rickettsien (Zeckenbissfieber) in Schildzecken. Die Überträger werden zum Reservoirwirt des Erregers.

5. Bei der phagären Übertragung wird der infizierte Zwischenwirt vom Endwirt gegessen. Beispiele: Krebstiere als Zwischenwirte des Lungenegels (*Paragonimus*) oder des Medinaurms (*Dracunculus*).

Nur ein Teil der durch Arthropoden übertragenen Infektionen sind Anthroponosen, für die der Mensch das alleinige Reservoir ist (Filariosen, Malaria, durch Kleiderläuse übertragene bakterielle Krankheiten). Die Mehrzahl sind Zoonosen, die in Naturherden enzootisch oder epizootisch in Tierpopulationen ('maintenance hosts') zirkulieren und unter bestimmten Bedingungen durch die Vektoren auf den Menschen übertragen werden (Arboviren, Pest, Rickettsiosen, Borreliosen, Leishmaniosen, ostafrikanische Schlafkrankheit), wenn er in die Naturherde eindringt (Waldarbeiter, Safaris, Abenteuerurlaub, Forschungsarbeiten, Straßenbau, Neusiedlungen, Entwicklungsprojekte). Zu einem besonders engen Kontakt mit dem Menschen kommt es, wenn Zoonosen in peridomestisch oder domestisch lebende Tiere gelangen (Nagetiere, Haustiere, Geflügel, Wildvögel) und diese zu Reservoir- oder Verstärkerwirten ('Amplifier') werden (Arboviren, Pest, Leishmaniosen, Chagas-Krankheit). Meist ist der Mensch ein 'dead end host' (viele Arboviren), von dem keine weiteren Übertragungen mehr ausgehen. Er kann aber auch zu einem Verstärkerwirt für bestimmte Erreger (Gelbfieberevirus, Pest) und dann selbst Ausgangspunkt von Epidemien werden. Überträger der Infektionen auf den Menschen sind oft die gleichen Arten, welche die Erreger im Wildzyklus übertragen. Im domestischen Zyklus können synanthrope Vektoren die Übertragung übernehmen (Stechmücken *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*). Zugvögel können Infektionen interkontinental verschleppen (West-Nil Fieber). Eine wichtige Voraussetzung für die Klärung epidemiologischer Zusammenhänge ist die genaue Kenntnis der Biologie und der Habitatansprüche von Reservoirwirten und Überträgern. Durch den Menschen verursachte Änderungen der Ökosysteme können sich schwerwiegend auf die Verbreitung von Zoonosen auswirken.

Als Reservoirwirte fungieren eine große Anzahl verschiedener warmblütiger Wirbeltiere (Vögel, Säugetiere), oder die Überträger selbst (transovarielle Übertragung von Arboviren in Stechmücken, Sandmücken, Rickettsien in Milben, Schildzecken, Borrelien in Lederzecken). Besonders wichtige Reservoirs für durch Arthropoden übertragene Protozoen, Bakterien und Arboviren sind Nagetiere (Rodentia) und Vögel für Arboviren. Einige Zoonosen haben ein sehr weites Wirtsspektrum. *Trypanosoma cruzi*, der Erreger der Chagas-Krankheit, wurde in mehr als 180 Säugetierarten aus 25 Familien gefunden, nicht aber in Vögeln.








Vorge stellt werden soll eine Auswahl besonders wichtiger Vektoren aus den Insektenordnungen der Zweiflügler (Stechmücken, Bremsen, Tsetsefliegen), Flöhe und Wanzen. Eingegangen werden soll dabei vor allem auf die Lebensweise und Ökologie der Überträger, ohne deren Kenntnis die Übertragungsvorgänge und die Epidemiologie der Infektionen nicht zu verstehen sind, und auf Möglichkeiten sich gegen die Übertragung zu schützen..









Die bebilderte Tabelle gibt eine systematische Übersicht der Insekten, die als Vektoren humanmedizinischer wichtiger Infektionen eine Bedeutung haben, die durch sie übertragenen Erreger und die verursachten Krankheiten.

# "Die kleinen Flieger"

## Die Bedeutung krankheitsübertragender Insekten

### Wer überträgt was?

Überträger - Zwischenwirt	Erreger	Krankheit
<b>Holometabole Insekten</b> Insekten mit vollständiger Verwandlung, mit Puppenstadium		
<b>Zweiflügler - Diptera</b>		
<b>Mücken und Fliegen</b>		
<b>Stechmücken - Culicidae</b>  <i>Anopheles</i> typische Körperhaltung 3-6 mm	<i>Plasmodium falciparum</i> , <i>P. vivax</i> <i>P. ovale</i> , <i>P. malariae</i> <i>Wuchereria bancrofti</i> <i>Brugia malayi</i> , <i>B. timori</i> Arboviren	Malaria lymphatische Filariasis O'nyong-Nyong Fieber
 <i>Culex</i> sp. typische Körperhaltung 3-6 mm	<i>Wuchereria bancrofti</i> Arboviren	lymphatische Filariasis West-Nil, Japanische, St. Louis, Murray Valley, Pferdeenzephalitiden, Rift-Valley-Fieber, Ross River u.a.
 Tigermücke <i>Aedes aegypti</i> u.a.	<i>Wuchereria bancrofti</i> , <i>Brugia malayi</i> Arboviren	lymphatische Filariasis Gelbfieber, Dengue, Dengue-hämorrhagisches Fieber, Rift-Valley-Fieber, Chikungunya
<i>Haemagogus</i> spp. <i>Mansonia</i> spp. diverse Culicinen	Gelbfieber-Virus <i>Brugia malayi</i> <i>Dirofilaria immitis</i> u.a. Arten	Buschgelbfieber (Neue Welt) lymphatische Filariasis Dirofilariasis
<b>Kriebelmücken - Simuliidae</b>  <i>Simulium. damnosum</i> u.a. Arten 2-3 mm	<i>Onchocerca volvulus</i>  <i>Mansonella ozzardi</i>	Onchozerkose (Flussblindheit)  Mansonelliasis
<b>Gnitzen - Ceratopogonidae</b>  <i>Culicoides</i> spp. kleinste blutsaugende Insekten 1-2 mm	Arboviren <i>Mansonella perstans</i> <i>M. streptocerca</i> , <i>M. ozzardi</i>	Oropouche-Virusinfektion Mansonelliasis
<b>Sandmücken - Phlebotominae</b>  <i>Phlebotomus</i> spp. (Alte Welt)  <i>Lutzomyia</i> spp. (Neue Welt) 2-3,5 mm	<i>Leishmania tropica</i> , <i>L. major</i> <i>L. aethiopica</i> <i>L. donovani</i> , <i>L. d. infantum</i>  <i>L. mexicana</i> , <i>L. peruviana</i> , <i>L. braziliensis</i> , <i>L. panamensis</i> , <i>L. donovani infantum</i> <i>Bartonella bacilliformis</i> Arboviren ( <i>Phlebovirus</i> )	Hautleishmaniasen (Orientbeule)  viszerale Leishmaniasis (Kala Azar) Hautleishmaniasen Haut- und Schleimhautleishmaniasis viszerale Leishmaniasis Oroya-Fieber, Verruga peruana Pappataciefieber u.a.
<b>Bremsen - Tabanidae</b>  <i>Chrysops</i> 9 mm <i>Tabanus</i> spp. 6-30 mm	<i>Loa loa</i>  durch unterbrochenen Saugakt, z.B. <i>Francisella tularensis</i>	Loiasis  Tularämie

Überträger - Zwischenwirt	Erreger	Krankheit
<b>Fliegen - Muscidae</b>  Stubenfliege 7 mm <i>Musca domestica</i> u.a. synanthrope Fliegen	mechanische Übertragung pathogener Keime auf Lebensmittel <i>Chlamydia trachomatis</i>	intestinale Erkrankungen  Trachom
<b>Tsetsefliegen - Glossinidae</b>  <i>Glossina</i> Arten <i>G. palpalis</i> , <i>G. fuscipes</i> , <i>G. tachinoides</i> , <i>G. morsitans</i> , <i>G. pallidipes</i> 6-14 mm	<i>Trypanosoma brucei gambiense</i> <i>Trypanosoma brucei rhodesiense</i>	Westafrikanische Schlafkrankheit Ostafrikanische Schlafkrankheit
<b>Flöhe – Siphonaptera</b>  Pestfloh - <i>Xenopsylla cheopis</i> 2 mm u.a. Flöhe  Katzenfloh	<i>Yersinia pestis</i> <i>Rickettsia typhi</i> <i>Hymenolepis nana</i> , <i>H. diminuta</i> , <i>Dipylidium caninum</i> <i>Bartonella henselae</i>	Pest murines Fleckfieber Zwergbandwurm-, Rattenbandwurm-, Gurkenkernbandwurm-Infektionen Katzenkratzkrankheit
<b>Käfer - Coleoptera</b>		
 Dungkäfer Kolbenwasserkäfer u.a. diverse Käfer	<i>Gongylonema pulchrum</i> <i>Macracanthorhynchus hirudinaceus</i>  <i>Hymenolepis</i> spp.	<i>Gongylonema</i> -Infektion Acanthocephaliasis, Schweinekratzer Zwergbandwurminfektionen
<b>Hautflügler - Hymenoptera</b>		
 Ameisen - Formicidae	<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	Dicrocoeliasis (Lanzettegel)
<b>Hemimetabole Insekten</b> unvollständige Verwandlung, kein Puppenstadium		
<b>Schaben - Blattaria</b>  <i>Blatta orientalis</i> , <i>Blattella germanica</i> , <i>Periplaneta americana</i> bis 50 mm	mechanische Übertragung pathogener Bakterien auf Lebensmittel	intestinale Erkrankungen
<b>Läuse - Anoplura</b>  Kleiderlaus <i>Pediculus humanus</i>  3-4 mm	<i>Rickettsia prowazekii</i> <i>Bartonella quintana</i> <i>Borrelia recurrentis</i>	klassisches Fleckfieber Wolhynisches Fieber Läuserückfallfieber
<b>Wanzen – Heteroptera</b>  Triatomen <i>Rhodnius</i> , <i>Triatoma</i> , <i>Panstrongylus</i> 20-30 mm	<i>Trypanosoma cruzi</i>  <i>Trypanosoma rangeli</i>	Chagas-Krankheit  nicht pathogen