

3.2.5 Tropenmedizinisch relevante Insekten

ROLF GARMS

Tropenmedizinisch relevante Insekten: Mehr als eine Million Insektenarten wurden bisher beschrieben. Etwa 20.000 Arten entwickelten eine parasitische Lebensweise, sie wurden zu Blutsaugern, viele zu Plageerregern von Mensch und Tier, zu Krankheitserregern oder Vektoren von Krankheitserregern. Blutsaugertum hat sich in vier Insektenordnungen entwickelt, den Läusen (Anoplura), Wanzen (Heteroptera), Zweiflüglern (Diptera) und den Flöhen (Siphonaptera). Die Bedeutung dieser Insekten als Überträger von Tropenkrankheiten verursacht durch Arboviren (Dengue, Gelbfieber u. a.), Bakterien (Pest, Borreliosen, Bartonellosen, Rickettsiosen), Protozoen (Malaria, Leishmaniosen, Schlafkrankheit, Chagas-Krankheit) und Nematoden (Filarien) wird kurz zusammengefasst.

Insects relevant for human diseases in the tropics: Insects relevant for human diseases in the tropics: Of the more than one million described species of insects it is only a small number of some 20,000 which have adapted to a bloodsucking mode of life. Some of them became important biting pests, causes of diseases and vectors of disease pathogens, in particular of tropical diseases. Haematophagy has evolved in four orders of insects, the lice (Anoplura), the bugs (Heteroptera), the true flies (Diptera) and the fleas (Siphonaptera). An overview is given of their importance as vectors of diseases caused by arboviruses (Dengue, Yellow Fever etc.), bacteria (rickettsioses, plague, borrelioses, bartonelloses), protozoa (malaria, leishmanioses, sleeping sickness, Chagas disease) or nematodes (filaria).

Von den mehr als eine Million wissenschaftlich beschriebenen Insektenarten ist es nur eine kleine Anzahl von etwa 20.000 Arten, die sich an eine Blutsaugende Lebensweise angepasst hat. Vor allem diese sind es, die als Plageerreger, Krankheitserreger und Überträger von Krankheitserregern medizinisch wichtig wurden. Es sind vor allem die Erreger wichtigster Tropenkrankheiten wie die der Malaria, der Leishmaniosen, der Schlafkrankheit, der Filariosen, und Arboviren wie Gelb- und Denguefieber, die nur durch ganz bestimmte Insekten übertragen werden können.

Ein Blutsaugertum hat sich in vier Insektenordnungen entwickelt, den Läusen (Anoplura), Wanzen (Heteroptera), Zweiflüglern mit den Mücken und Fliegen (Diptera) und den Flöhen (Siphonaptera). Alle stellen wichtige Überträger von Tropenkrankheiten. Läuse und Wanzen gehören zu den hemimetabolen Insekten mit unvollständiger Metamorphose, bei denen die Larvenstadien den Erwachsenen sehr ähnlich sehen, nur kleiner, nicht geschlechtsreif und noch nicht flugfähig sind. Epidemiologisch wichtig ist, dass Larven und Erwachsene Blutsauger sind und während ihres gesamten Lebens Krankheitserreger aufnehmen und übertragen können. Zweiflügler und Flöhe sind dagegen holometabole Insekten mit vollständiger Verwandlung, bei denen in die Entwicklung ein Puppenstadium eingeschaltet ist, in dem die Umwandlung in das erwachsene Insekt erfolgt. Bei ihnen sehen die Larven ganz anders aus als die Erwachsenen, besiedeln unterschiedliche Habitate und ernähren sich unterschiedlich. Blutsauger sind fast immer nur die ausgewachsenen Insekten. Eine Ausnahme bilden einige höhere Fliegen, bei denen sich die Larven an eine parasitische Lebensweise angepasst haben und eine Myiasis (Fliegenmadenkrankheit) ver-

ursachen. Humanmedizinisch wichtig ist vor allem die biologische oder zyklische Übertragung, bei der sich der Krankheitserreger (Viren, Bakterien, Protozoen, Helminthen) im Vektor entwickelt oder vermehrt. Zwischen Mensch und Vektor kommt es zu einem Wirtswechsel des Parasiten, der auch zum Parasiten des Überträgers wird. Aufgenommen wird der Erreger immer mit der Nahrung, meist bei der Blutmahlzeit. Die Zeit, die zwischen seiner Aufnahme und Infektionsreife vergeht, bezeichnet man als äußere Inkubation.

Im Folgenden soll auf die tropenmedizinische Bedeutung der wichtigsten Vertreter dieser vier Insektenordnungen eingegangen werden. Nicht zu den Insekten zählen die Milben und Zecken (s. Kap. 3.2.12 - KAHL & DAUTEL - in diesem Band).

Läuse (Anoplura) sind stationäre Ektoparasiten von Säugetieren, ernähren sich ausschließlich von Blut und sind extrem wirtsspezifisch. Drei Arten parasitieren am Menschen, die Kleiderlaus (*Pediculus humanus*), die Kopflaus (*P. capitis*) und die Filzlaus (*Phthirus pubis*). Es sind kleine (1,5–4 mm) flügellose, dorsoventral abgeflachte Insekten von gelblicher oder grauer Färbung. Auffallend sind die kurzen Beine mit kräftigen Klauen, mit denen sie sich in der Behaarung oder der Kleidung ihrer Wirte festhalten. Die Stechborsten sind in der Ruhe in die Kopfkapsel zurückgezogen.

Alle drei Arten können durch ihr Blutsaugertum intensiven Juckreiz verursachen. Kratzen führt zu Sekundärinfektionen wie nässenden Ekzemen (Pediculosis, Phthiriasis). Nur die Kleiderlaus (Abb. 3.2.5-1) hat eine Bedeutung als Krankheitsüberträger. Sie überträgt das klassische Fleckfieber (*Rickettsia prowazekii*), das Wolhynische Fieber (*Bartonella quintana*) und das Läuserückfallfieber (*Borrelia recurrentis*). *Rickettsia*

prokazekii entwickelt sich intrazellulär in den Darmzellen, *B. quintana* extrazellulär. Beide werden mit dem in feinen Tröpfchen ausgeschiedenen Kot übertragen, wenn dieser z.B. auf Schleimhäute gelangt. *Borrelia recurrentis* vermehrt sich in der Leibeshöhle der Laus und wird übertragen, wenn die Laus verletzt oder zerquetscht wird. Schwere Epidemien dieser Krankheiten traten nach starker Vermehrung der Kleiderläuse vor allem in Not- und Kriegszeiten, wie in den beiden Weltkriegen, auf. Obwohl im eigentlichen Sinne keine Tropenkrankheiten sind Fleckfieber und Läuserückfallfieber augenblicklich fast nur noch in Gebirgsgegenden Ost- und Zentralafrikas sowie in Anden-Gebieten Südamerikas verbreitet. Der größte Ausbruch des Fleckfiebers seit 50 Jahren wurde 1997 in Burundi mit 45.558 klinisch diagnostizierten Fällen registriert (RAOULT et al. 1998).

Wanzen (Heteroptera): Blutsaugende und humanmedizinisch wichtige Arten stellen die Familien der Bettwanzen (Cimicidae) und Raubwanzen (Reduviidae, Unterfamilie Triatominae). Nur die Triatomen (Abb. 3.2.5-2) haben eine Bedeutung als Krankheitsüberträger. Ihre Verbreitung beschränkt sich weitgehend auf die Neue Welt (105 der 118 Arten). Es sind große (20–30 mm), geflügelte, oft bunt gezeichnete Wanzen mit zwischen den Fühlern schnauzenförmig verlängertem Kopf. Der gerade Stechrüssel wird in der Ruhe unter den Kopf geschlagen.

Triatomen übertragen in Mittel- und Südamerika *Trypanosoma cruzi*, den Erreger der Chagas-Krankheit (amerikanische Trypanosomiasis), die in 21 Ländern

endemisch ist. Geschätzte 7–8 Mio. Menschen sind infiziert (WHO 2014a). Die Trypanosomen werden bei der Blutmahlzeit der nachts aktiven Wanzen aufgenommen, entwickeln und vermehren sich im Darmtrakt und werden später mit dem flüssigen Wanzenkot übertragen, wenn dieser auf Schleimhäute (Augen) oder Hautverletzungen (Stichstelle) gelangt.

Große Anstrengungen werden unternommen, die Übertragung der Trypanosomen durch Bekämpfung der Überträgerwanzen zu unterbrechen. Wichtigste Methoden sind die Bekämpfung der domestischen Triatomen durch Aussprühen der Häuser mit Insektiziden und der Bau wanzensicherer Häuser, in denen die nächtlich aktiven Wanzen keine Versteckmöglichkeiten finden. Da die Infektion eine Zoonose ist, die in Naturherden existiert, ist eine endgültige Ausrottung kaum möglich.

Bettwanzen (Abb. 3.2.5-3) sind ein weltweit verbreitetes, nachtaktives Wohnungsungeziefer. Die Stiche können stark juckende Hautreaktionen verursachen. Als Krankheitsüberträger haben Bettwanzen keine Bedeutung.

Zweiflügler (Diptera): Von den mehr als 130.000 Arten sind etwa 11.000 Blutsauger. Gefährliche Krankheitsüberträger finden sich in den Unterordnungen der Nematocera (Mücken, niedere Zweiflügler) und Brachycera (Fliegen, höhere Zweiflügler).

Mücken (Nematocera): Vier Familien enthalten blutsaugende Arten mit teilweise erheblicher tropenmedizinischer Bedeutung. Bei allen Nematoceren saugen nur die Weibchen Blut.

Stechmücken (Culicidae): Stechmücken (ca. 3.500

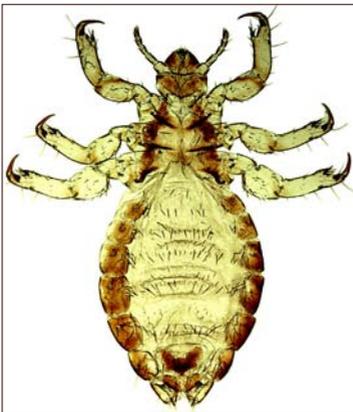


Abb. 3.2.5-1: Kleiderlaus. Mikroskopisches Präparat.



Abb. 3.2.5-2: Raubwanze *Rhodnius prolixus* bei der Blutmahlzeit.



Abb. 3.2.5-3: Bettwanze (*Cimex lectularius*).

Arten) haben als Überträger der Malaria, der lymphatischen Filariasis und zahlreicher Arbovirosen unter den Insekten die größte medizinische Bedeutung. Besonders wichtig sind nur die Gattungen *Anopheles* (Unterfamilien Anophelinae) (Abb. 3.2.5-4) und *Culex* (Unterfamilie Culicinae) (Abb. 3.2.5-5). Alle Stechmücken entwickeln sich aquatisch in unterschiedlichen, meist stagnierenden Gewässern. Dort durchlaufen sie 4 Larven- und ein Puppenstadium. Die meisten Stechmückenarten sind dämmerungs- und nachtaktiv. Eine Ausnahme bilden die *Aedes*-Arten, die am Tage zum Blutsaugen kommen.

Malaria: Trotz intensiver Gegenmaßnahmen bleibt die Malaria die wichtigste Tropenkrankheit, die in etwa 100 Ländern endemisch ist. Nach letzten Schätzungen erkrankten 2012 etwa 207 Millionen Menschen, 627.000 starben an der Infektion, vor allem Kinder in Afrika (WHO 2014b). Alleinige Überträger der vier Malariaplasmodien des Menschen (*Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae*) und des in Südostasien gelegentlich beim Menschen auftretenden Affenplasmodiums *P. knowlesi* sind ausschließlich *Anopheles*-Arten. Von den ca. 500 Arten sind etwa 70 Malaria-Überträger, nur etwa 20 sind besonders wichtig. Am wichtigsten ist *A. gambiae* (Abb. 3.2.5-4) in Afrika. Nach Aufnahme der Geschlechtsformen der Malaria kommt es in den Überträgern zu einer starken Vermehrung der Parasiten. Die infektiösen Erreger, die Sporozoiten, wandern in die Speicheldrüsen des Überträgers und werden beim Stich mit dem ausgeschiedenen Speichel übertragen. Dies ist ein sehr sicherer Über-

tragungsmechanismus. Die Entwicklung in der Mücke (äußere Inkubation) ist temperaturabhängig: bei 24 °C *P. falciparum* in 11, *P. vivax* in 9, *P. malariae* in 24 Tagen. Auf die Möglichkeiten der Wiederausbreitung in Europa und Deutschland wird in Kap. 3.2.3 - KAMPEN - in diesem Band eingegangen.

Lymphatische Filariasis (Elefantiasis): Die Erreger sind *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, *B. timori*. Mehr als 120 Mio. Menschen in 71 Ländern vor allem in Asien und Afrika sind infiziert, 40 Millionen mit schweren Behinderungen (WHO 2014d). Vektoren sind Arten der Gattungen *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, *Mansonia*. Die periodisch, meist um Mitternacht, im peripheren Blut auftretenden Wurmlarven (Mikrofilarien, Länge 0,2 bis 0,3 mm) werden mit der Blutmahlzeit aufgenommen, durchdringen die Darmwandung und entwickeln sich in der Flugmuskulatur der Mücken. Dort häuten sie sich zum 2. und 3. Stadium. Nach etwa 10–14 Tagen (temperaturabhängig) wandern die Infektionslarven (Länge ca. 1,5 mm) in den Stechrüssel, aus dem sie bei der Blutmahlzeit ausbrechen, auf die Haut gelangen und durch den Stichkanal in den Wirt eindringen. Eine Vermehrung des Parasiten in der Mücke findet nicht statt, sondern nur eine Weiterentwicklung. Im Global Programme to Eliminate Lymphatic Filariasis werden seit dem Jahr 2000 große Anstrengungen unternommen, die Infektion durch Behandlung der Bevölkerung mit filariziden Medikamenten zu bekämpfen. Ziel ist es, die Krankheit bis 2020 zu eliminieren.

Arboviren (»arthropod borne viruses«): Mehr als 200 Arboviren wurden aus Stechmücken isoliert, etwa



Abb. 3.2.5-4: *Anopheles gambiae*. Typische Körperhaltung.



Abb. 3.2.5-5: *Culex*. Typische Körperhaltung.



Abb. 3.2.5-6: Gelbfiebermücke *Aedes aegypti* (*Stegomyia aegypti*), Blutmahlzeit.

100 infizieren den Menschen. Die Viren werden von den Mücken bei der Blutmahlzeit aufgenommen. Sie vermehren sich in Darmzellen und Speicheldrüsen der Mücke und werden temperaturabhängig nach 5–30 Tagen (meist 10–15 Tage) infektiös. Eine transovariable Übertragung von Generation zu Generation ist bei einigen Viren möglich. Der Vektor kann dann zum Reservoir des Virus werden.

Die wichtigsten durch Stechmücken übertragenen Arboviren sind die Erreger des Gelb- und des Denguefiebers, beides sind Flaviviren, mit *Aedes aegypti* (= *Stegomyia aegypti*) (Abb. 3.2.5-6) als Hauptüberträger (s. Kap. 3.2.4 - KRÜGER - in diesem Band). Weitere wichtige durch Stechmücken übertragene Arbovirosen sind die Japanische Enzephalitis (Flavivirus), eine Zoonose bei Vögeln (Reihern). Der Mensch ist Zufallswirt. Überträger ist die Stechmücke *Culex tritaeniorhynchus*. Epidemiologisch wichtig sind der Reisanaubau (Brutplätze) und die Schweinehaltung (Verstärkerwirt, »Amplifying host« für das Virus). Weiterer Beispiele für Arboviren sind das West-Nil-Fieber (*Flavivirus* – Afrika, Asien, Europa, seit 1999 in den USA – Vektor *Culex*), St. Louis-Enzephalitis (*Flavivirus* – USA, Mexiko – *Culex*), Chikungunya (*Alphavirus* – Afrika, Asien, Italien – *Aedes*), O'nyong-Nyong (*Alphavirus* – Afrika – *Anopheles*), Pferdeenzephalitiden (*Alphavirus*) in der Neuen Welt (*Culex* u.a.), Riftalfieber (Bunyavirus – Afrika – *Aedes*, *Culex*).

Zahlreiche Arboviren haben ihre natürlichen Reservoirwirte in Vögeln. Sie können daher leicht mit Zugvögeln verschleppt werden, neue Verbreitungsgebiete erreichen und dort auf den Menschen übertragen werden, wenn geeignete Klimabedingungen und Überträger angetroffen werden (z.B. Einschleppung von West-Nil-Fieber in die U.S.A.) (s. Kap. 3.2.9 - BAIRLEIN & METZGER - in diesem Band). Eine Besonderheit der wichtigen Überträger *A. aegypti* und *A. albopictus* (= *Stegomyia*) ist es, dass sie sich in kleinsten mit Wasser gefüllten Behältern entwickeln können und ihre Eier über Monate trockenresistent sind. So konnten diese Arten z.B. mit gebrauchten Autoreifen oder Behältern mit Zierpflanzen weltweit verschleppt werden und neue Gebiete besiedeln (s. Kap. 3.2.11).

Sandmücken, Phlebotomen (Familie Psychodidae). Blutsauger nur in der Unterfamilie Phlebotominae, die weltweit in Tropen und Subtropen verbreitet ist. Zwei Arten kommen auch in Süddeutschland vor (s. Kap. 3.2.11 - LOZÁN et al - in diesem Band). Bekannt sind bisher etwa 1.000 Arten, etwa 70 Arten der Gattungen *Phlebotomus* (Alte Welt) und *Lutzomyia* (Neue Welt) haben eine humanmedizinische Bedeutung.

Phlebotomen sind kleine, sehr zarte, 2 bis 3,5 mm messende Mücken. Körper und Flügel sind stark

behaart. Typische Flügelhaltung (Abb. 3.2.5-7). Die schmalen lanzettförmigen Flügel werden aufrecht und abgewinkelt getragen (»Engelsflügelhaltung«). Sandmücken sind dämmerungs- und nachtaktiv. Im Unterschied zu Stechmücken entwickeln sich Sandmücken terrestrisch benötigen aber eine hohe Luftfeuchtigkeit. Bruthabitate können sehr unterschiedlich sein und sind meist schwer zu finden. Wichtige Überträgerarten sind oft eng mit ihren Reservoirwirten assoziiert und entwickeln sich z.B. in Tierställen, Nagetierbauten, Klippschlieferhöhlen.

Gebietsweise sind die Phlebotomen Plageerreger, deren Stiche heftige Hautreaktionen verursachen können. Wichtiger sind sie als obligatorische Überträger aller Leishmaniosen des Menschen (viszerale, kutane, mukokutane, s. Kap. 3.2.11 - LOZÁN et al - in diesem Band). Sie übertragen außerdem verschiedene Arboviren (Pappataciefieber) und eine Bartonellose (Carrionsche Krankheit).

Leishmaniosen: Von den fast 30 *Leishmania*-Arten sind etwa 20 für den Menschen pathogen. Geschätzt werden 1,3 Millionen Neuinfektionen pro Jahr und 20.000–30.000 Todesfälle (WHO 2014d). Leishmaniosen fehlen in Südostasien und Australien. Die meisten Leishmaniosen sind Zoonosen, bei denen die Reservoirwirte (vor allem Nagetiere), peridomestisch lebende Säugetiere oder auch Haustiere, vor allem der Hund, des Menschen sein können, und der Mensch nur ein Zufallswirt ist. Nur wenige sind Anthroponosen, bei denen der Mensch das Reservoir bildet. Das Vorkommen der einzelnen *Leishmania*-Arten ist oft fokal und abhängig vom Vorhandensein geeigneter Vektoren und Reservoirwirte und deren ökologischen Ansprüchen. Leishmanien entwickeln und vermehren sich im Darm der Mücke und werden bei der Blutmahlzeit übertragen.

Sandmücken sind auch Überträger einer größeren Anzahl von Arboviren (mehr als 50) der Gattung *Phlebotomus* (Familie Bunyaviridae), unter denen das im Mittelmeergebiet, aber auch im vorderen Orient, Pakistan, Teilen von Indien, Nordafrika, Ägypten, Sudan verbreitete Pappataciefieber (*Phlebotomus*-Fieber, Dreitagefieber) am bekanntesten ist. Übertragen werden die Viren bei der Blutmahlzeit mit dem Speichel der Sandmücken. Die Phlebotomen selbst sind wahrscheinlich das Reservoir der Infektion, die transovariable von Generation zu Generation weitergegeben wird.

Sandmücken sind die einzigen Mücken, die Erreger einer bakteriellen Erkrankung übertragen. Die durch *Bartonella bacilliformis* verursachte Carrionsche Krankheit (Oroya Fieber, Peruknoten, Verruga Peruana) ist auf Herde in Hochandengebieten hauptsächlich von Peru, aber auch von Kolumbien und Ecuador be-

schränkt. In den letzten Jahren wurde vermutlich im Zusammenhang mit dem »El Niño-Phänomen« über die Ausbreitung des Oroya Fiebers auch in küstennahen Gebieten Perus berichtet.

Kriebelmücken (Simuliidae) sind mit etwa 2.000 Arten kosmopolitisch und kommen in allen zoogeographischen Regionen vor. Es sind kleine (1,5 bis 4 mm), gedrungen gebaute Mücken von fliegenähnlichem Habitus (s. Kap. 3.2.10 - WERNER & GRUNEWALD - in diesem Band). Auffallend der aufgewölbte Thorax und die kurzen, hornförmigen Fühler (Abb. 3.2.5-8). Kriebelmücken sind die einzigen medizinisch wichtigen Insekten, die sich in fließenden Gewässern entwickeln, je nach Art in Flüssen, Bächen, Rinnsalen, in Wasserfällen, Stromschnellen, langsamer, reißender Strömung. Sie sind tagaktiv und saugen nur im Freien.

Weltweit sind sie gefürchtete Plageerreger, die heftige Hautreaktionen und bei Weidetieren, auch bei uns in Deutschland, Simulientoxikosen mit Todesfällen durch anaphylaktischen Schock verursachen können. Ihre größte humanmedizinische Bedeutung haben sie als Überträger des Fadenwurms *Onchocerca volvulus*, dem Erreger der Onchozerkose, die Hautkrankheiten und Augenschäden bis zur Erblindung (Flussblindheit) verursacht. Hauptverbreitungsgebiet der Infektion ist das tropische Afrika, kleinere Herde gibt es auf der arabischen Halbinsel (Jemen), in Mittel- und Südamerika (Mexiko, Guatemala, Brasilien, Kolumbien, Ecuador, Venezuela). Es wird geschätzt, dass etwa 37 Mio. Menschen infiziert sind, davon 99% in Afrika, und mindestens 500.000 schwere Augenschäden haben (BASÁÑEZ et al. 2006). Bei der Blutmahlzeit nehmen die Überträgermücken die in der Haut des Menschen lebenden

Mikrofilarien von *O. volvulus* auf. Diese durchdringen die Magenwandung und entwickeln sich in der Flugmuskulatur in etwa 7–10 Tagen nach zwei Häutungen zum infektiösen Stadium. Die infektiöse Larve wandert in die Mundwerkzeuge der Mücke und gelangt bei einer weiteren Blutmahlzeit in den Endwirt. Ein Tierreservoir ist für die Onchozerkose nicht bekannt.

Gegen die Arten vom *Simulium damnosum*-Komplex (vor allem die Savannenarten *S. damnosum* und *S. stirbanum*) wurde von 1974 bis 2002 in den am schwersten durch Flussblindheit betroffenen Ländern Westafrikas das bisher größte Vektorbekämpfungsprojekt durchgeführt (*Onchocerciasis Control Programme* in West Africa der WHO, WHO 2002b). Seit etwa 1990 werden weltweit in den Onchozerkose-Herden Massenbehandlungen der Bevölkerung mit dem mikrofilariziden Medikament Ivermectin durchgeführt.

Außer *O. volvulus* übertragen Kriebelmücken, auch in den gemäßigten Klimaten, eine Anzahl weiterer Filarienarten, die bei Tieren parasitieren.

Gnitzen (Ceratopogonidae) (weltweit mehr als 5.000 Arten) sind die kleinsten blutsaugenden Insekten (meist nur 1–2 mm) und auf der Haut mit bloßem Auge oft kaum zu sehen (»no-see-ums«). Sie kommen nachts- oder auch tagsüber zum Blutsaugen. Medizinisch am wichtigsten ist die Gattung *Culicoides* (Abb. 3.2.5-9).

Gnitzen entwickeln sich in unterschiedlichen Brutplätzen im Grenzbereich zwischen aquatischen und terrestrischen Habitaten, die oft schwer zu identifizieren sind: Ränder stehender Gewässer, Seen, Schlamm, Mangroven, Sandstrand an Meeresküsten, Kompost, faulendes Laub, rottende Bananenstümpfe, Baumhö-



Abb. 3.2.5-9: Lichtmikroskopische Aufnahme einer Gnitze der Gattung *Culicoides*.

Abb. 3.2.5-7: Sandmücke (*Lutzomyia*), Abb. 3.2.5-8: Kriebelmücke (*Simulium damnosum*), Blutmahlzeit (Foto: T. F. Kruppa).

len und unter Rinde (s. Kap. 3.2.16 - KAMPEN & WERNER - in diesem Buch).

Gnitzen sind gefürchtete Plageerreger, die oft in gewaltigen Mengen (*»biting pests«*) auftreten und den Aufenthalt im Freien zur Qual machen können mit Auswirkungen auf Tourismus, Land- und Forstwirtschaft. Stiche können heftige Hautreaktionen verursachen, auch bei Haustieren (Pferden). Arten der Gattung *Culicoides* übertragen beim Menschen Fadenwürmer der Gattung *Mansonella*: *M. perstans*, tropisches Afrika, Mexiko, Karibik; *M. streptocerca*, tropisches Afrika; *M. ozzardi*, Mittelamerika, Karibik und Südamerika. *Mansonella*-Arten gelten allgemein als nicht besonders pathogen. *Culicoides paraensis* überträgt das Oropouche Virus in Brasilien. Veterinärmedizinisch sind Gnitzen wichtig als Überträger verschiedener Arboviren, z.B. der Afrikanischen Pferdesterbe, der Blauzunge bei Schafen und Rindern, die ab 2006 auch in Deutschland zum Problem wurde und neuerdings das Schmallenberg Virus (s. Kap. 3.2.18 - MEHLHORN - in diesem Band).

Fliegen (Brachycera). Als Blutsauger und Krankheitsüberträger haben nur Bremsen (Tabanidae) und Tsetsefliegen (Glossinidae) eine größere humanmedizinische Bedeutung. Verschiedene synanthrope Fliegen, wie die Stubenfliege, können als mechanische Überträger von Krankheitserregern fungieren (intestinale Infektionen, Trachom). Arten aus mehreren Familien parasitieren im Larvenstadium. Am bekanntesten sind die afrikanische Tumbufliege (*Cordylobia anthropophaga*) und die amerikanische Dasselfliege (*Dermatobia hominis*,

Abb. 3.2.5-12) als Erreger einer Beulenmyiasis.

Bremsen (Tabanidae): Die weltweit mit etwa 4.000 Arten verbreiteten Tabaniden sind mittelgroße bis sehr große Fliegen (6–30 mm) mit großem, halbkreisförmigem oder dreieckigem Kopf mit großen Augen und kräftigem, herabhängendem Stechrüssel.

Die Entwicklung erfolgt im Wasser oder unterschiedlichen Feuchthabitaten: Bodenschlamm in Ufernähe, in feuchten Wiesenböden, Viehweiden, Rinderkralen oder sumpfigen Waldböden. Die meisten Arten sind tagaktiv und saugen im Freien. Wie bei den Mücken saugen nur die Weibchen Blut.

Weltweit können Bremsen wegen ihrer schmerzhaften Stiche als Plageerreger auftreten. Eine tropenmedizinische Bedeutung haben Arten der Gattung *Chrysops* (Abb. 3.2.5-10), die in Waldgebieten West- und Zentralafrikas, von Benin bis Uganda, den Fadenwurm *Loa loa*, Erreger der Loiasis (Wanderfilarie, Calabar- oder Kamerun-Schwellungen, afrikanischer Augenwurm) übertragen. Schätzungsweise 13 Millionen Menschen sind infiziert. Wahrscheinlich ist die Loiasis eine reine Anthroponose.

Tsetsefliegen (Glossinidae): Gattung *Glossina* mit 31 Arten und Unterarten. Verbreitungsgebiet nur das tropische Afrika (10°–14° N, 20°–29° S). Große (6–15 mm) gelbliche oder braune Fliegen mit kräftigem, nach vorn gerichtetem Stechrüssel. Flügel werden in der Ruhe übereinander gelegt (Abb. 3.2.5-11). Beide Geschlechter ernähren sich ausschließlich von Blut. Sie sind nur tagsüber aktiv. Tsetsefliegen sind lebend gebärend. Nach einer Trächtigkeitsdauer von ca. 10 Ta-



Abb. 3.2.5-10: Bremse (*Chrysops*).



Abb. 3.2.5-12: Larve (Stadium 2) der amerikanischen Dasselfliege (*Dermatobia hominis*). →



gen wird jeweils eine einzelne, ausgewachsene Larve abgesetzt, die sich im Erdboden verpuppt.

Tsetsefliegen sind die alleinigen Überträger der menschlichen Schlafkrankheit, die in 36 afrikanischen Ländern endemisch ist. Es wird geschätzt, dass augenblicklich noch 20.000 Neuerkrankungen pro Jahr auftreten, 1998 waren es noch 300.000 bis 500.000 (WHO 2014). *Trypanosoma brucei gambiense* (zurzeit 98% der gemeldeten Fälle) ist der Erreger der chronisch verlaufenden westafrikanischen Schlafkrankheit (West- und Zentralafrika, Senegal bis Sudan, im Süden bis Angola und Zaire), die als Anthroponose angesehen wird. *Trypanosoma b. rhodesiense* verursacht in Savannengebieten in Ost- und im südlichen Zentralafrika die akut und schnell ablaufende ostafrikanische Schlafkrankheit. Diese ist eine Zoonose, die ihr Reservoir in wildlebenden Säugetieren hat (z.B. Buschbock). Rinder sind ein wichtiges sekundäres Reservoir. Außer als Überträger der Schlafkrankheit haben Glossinen eine überragende wirtschaftliche Bedeutung als Überträger tierpathogener Trypanosomen, den Erregern der Nagana. Die mit der Blutmahlzeit aufgenommenen humanpathogenen Trypanosomen vermehren sich unter Formveränderungen im Mitteldarm der Fliege, wandern in deren Speicheldrüsen, wo sie infektiös werden und nach 3 bis 5 Wochen weiter übertragen werden können.

Da alle Glossinen-Arten sehr eng an ganz bestimmte ökologische Bedingungen (Vegetation, Temperatur, Luftfeuchte, Wirtstiere) angepasst sind, ist eine Ausbreitung nach Klimaerwärmung nicht zu erwarten.

Flöhe (Siphonaptera). Flöhe (etwa 2.500 Arten) kom-

men in allen Klimazonen einschließlich der arktischen Gebiete vor. Es sind kleine, flügellose, seitlich abgeflachte Insekten, mit kräftigen zum Springen eingerichteten Beinen. Beide Geschlechter ernähren sich ausschließlich von Blut (Säugetiere, Vögel). Die Larven entwickeln sich in Nestern, Bauten ihrer Wirte und ernähren sich von organischem Material.

Einige Arten wie der Katzenfloh (*Ctenocephalides felis*) oder der Menschenfloh (*Pulex irritans*) sind weltweit lästige Blutsauger. Ihre größte Bedeutung haben die Flöhe als Überträger der Pest (*Yersinia pestis*), einer Zoonose, die in zahlreichen Naturherden in Asien, Afrika und Amerika bei Nagetieren (etwa 220 Arten) meist enzootisch auftritt und durch zahlreiche Arten von Nagetierflöhen übertragen wird. Zu Pestausbrüchen beim Menschen (Siedlungspest, Stadtpest, »urban plague«) kommt es, wenn sich nach Kontakt mit infizierten Wildnagern die Pest in Hausnagerpopulationen (Wanderratte *Rattus norvegicus* oder Hausratte *R. rattus*) epizootisch ausbreitet, die hungrigen Rattenflöhe die toten Tiere verlassen, am Menschen Blut saugen und die Infektion als Beulenpest auf den Menschen übertragen. Die Übertragung der Lungenpest von Mensch zu Mensch verläuft ohne Beteiligung der Flöhe. Menschen können sich auch in Naturherden infizieren, wenn sie dort von infizierten Flöhen gestochen werden oder als Jäger erkrankte Tiere häuten. Wichtigster Überträger der Pest auf den Menschen ist der tropische Rattenfloh (Abb. 3.2.5-13). Weltweit wurden von 1984 bis 2003 der WHO ca. 43.800 Pestfälle (3.500 Tote) gemeldet, davon 35.000 (79,8%) mit 2.950 (8,4%) Toten in Afri-

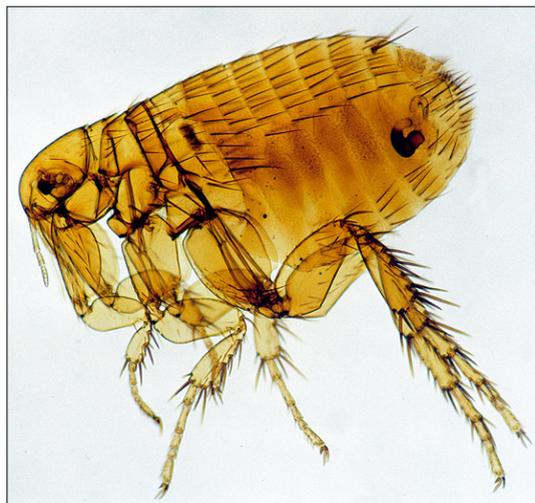


Abb. 3.2.5-13: Pestfloh (*Xenopsylla cheopis*). Wichtigster Überträger der Pest. Mikroskopisches Präparat.

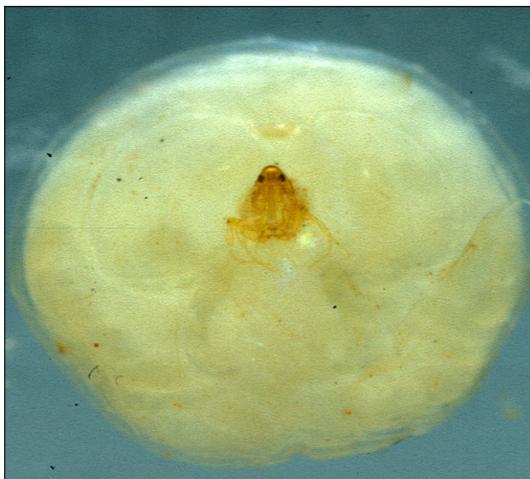


Abb. 3.2.5-14: Sandfloh (*Tunga penetrans*), reifes Weibchen aus der Haut.

ka. Zurzeit werden etwa 2000 Pestfälle pro Jahr registriert (WHO 2004).

Flöhe sind außerdem Überträger des murinen Fleckfiebers (*Rickettsia typhi*, »endemic, murine, flea-borne, shop typhus«), einer bei domestischen Ratten in Tropen und Subtropen weit verbreiteten Rickettsiose. Katzenflöhe übertragen *R. felis* (flea-borne spotted fever, *cat flea typhus*) zwischen Opossum, Hauskatze und *Bartonella henselae*, den Erreger der Katzenkratzkrankheit.

Der Sandfloh (*Tunga penetrans*, Abb. 3.2.5-14) hat sich an eine stationär parasitische Lebensweise angepasst. Die weiblichen Flöhe bohren sich in die Haut, meist der Füße, ein und verursachen eine Hautkrankheit, die Tungiasis (Südamerika, tropisches Afrika).

Schlussfolgerungen

Wenn über die mögliche Ausbreitung der durch Insekten übertragenen Tropenkrankheiten nachgedacht wird, ist zu berücksichtigen, dass es sich nur bei wenigen der Infektionen um reine Anthroponosen handelt, für die der Mensch das alleinige Reservoir ist. Hierher gehören vor allem die Malaria, fast alle Filariosen, die durch Läuse übertragenen bakterielle Krankheiten und, meist sekundär, einige Arbovirosen. Die Mehrzahl sind Zoonosen, die natürlicherweise bei Tieren auftreten, oft von speziellen Reservoirwirten abhängig sind und meist nur zufällig durch die Überträger auf den Menschen gelangen. So sind Nagetiere die natürlichen Reservoir für den Erreger der Pest (*Yersinia pestis*) und einiger Leishmanien. Der Erreger der Chagas-Krankheit (*Trypanosoma cruzi*) kommt in einer Vielzahl von Säugetieren vor. Vögel sind Reservoirwirte zahlreicher Arboviren. Oft gelangen die Infektionen erst auf den Menschen, wenn dieser in die Ökosysteme (Naturherde) des Erregers und seiner Überträger eindringt. Unter bestimmten Bedingungen können Zoonosen auch zu Anthroponosen werden, wenn mit dem Menschen zusammenlebende (synanthrope) Vektoren die Übertragung übernehmen (z.B. Gelbfiebermücke *Aedes aegypti* als Überträger von Stadtgelbfieber und Dengue-Fieber).

Da Insekten wechselwarme Tiere sind, hängt nicht nur die Dauer ihrer Entwicklung sondern auch die Dauer der Entwicklung der Krankheitserreger im Insekt von der Außentemperatur ab. Die globale Klimaerwärmung kann daher wesentlich zur Ausbreitung durch Insekten übertragener Krankheiten beitragen.

Garms, R. (2014): Tropenmedizinisch relevante Insekten. In: Lozán, J.L., Grassl, H., Karbe, L. & G. Jendritzky (Hrsg.). Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. 2. Auflage. Elektronische Veröffentlichung (Kap. 3.2.5) - www.warnsignale.uni-hamburg.de.

Literatur

- BASÁÑEZ M.-G., S.D.S PION, T.S. CHURCHER, L.P. BREITLING, M.P. LITTLE & M. BOUSSINESQ (2006): River Blindness: A Success Story under Threat? *PLoS Medicine* 3, e371.
- RAOULT, D., J. B. NDIHOKUBWAYO, H. TISSOT-DUPONT H, V. ROUX, B. FAUGERE, R. ABEGBINNI & R. J. BIRTLES (1998): Outbreak of epidemic typhus associated with trench fever in Burundi. *Lancet* 352, 353-358.
- WHO (2002): Control of Chagas disease. Second Report of the WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 905, World Health Organization, Geneva, 109 pp.
- WHO (2002): Success in Africa: The Onchocerciasis Control Programme in West Africa, 1974-2002. World Health Organization, Geneva, 72 pp.
- WHO (2004): Human plague in 2002 and 2003. WHO Weekly Epidemiological Record. 79, 301-306.
- WHO (2006): Global programme to eliminate lymphatic filariasis. WHO Weekly Epidemiological Record, 81, 221-232.
- WHO (2006): Human African trypanosomiasis (sleeping sickness): epidemiological update. WHO Weekly Epidemiological Record, 81, 71-80.
- WHO (2014a): Chagas disease (American trypanosomiasis). Fact sheet N°340. Updated March 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/en/>
- WHO (2014b): Malaria. Fact sheet N°94. Updated March 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/en/>
- WHO (2014c): Lymphatic filariasis. Fact sheet N°102. Updated March 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs102/en/>
- WHO (2014d): Leishmaniasis. Fact sheet N°375. Updated January 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs375/en/>
- WHO (2014e): Trypanosomiasis, human African (sleeping sickness). Fact sheet N°259. Updated March 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs259/en/>

Kontakt:

Dr. Rolf Garms
Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin, Hamburg
garms@bni-hamburg.de