

## *Schutzmechanismen von Culiciden gegenüber Infestationen mit Filarien*

E. Zielke

**Einleitung** Die bei einer Blutmahlzeit aufgenommenen Mikrofilarien durchlaufen in empfänglichen Stechmücken eine Entwicklung, die unter anderem durch eine ausgeprägte Größenzunahme gekennzeichnet ist. Bei einigen Filarienarten müssen die jungen Larven zuvor außerdem die Darmwand des Zwischenwirtes passieren, um in ein geeignetes Entwicklungsmilieu zu gelangen. Während der Darmwandpenetration und der Wachstumsphase werden die Mückenweibchen zum Teil erheblich geschädigt. In vielen Fällen erliegen die Mücken dem Parasitenbefall. Bei manchen Mückenstämmen können aber Schutzmechanismen unterschiedlicher Ausprägung im Pharynx, Magen, Haemozoel und Thorax den Filarienbefall deutlich reduzieren. Im Rahmen verschiedener von uns durchgeführten Untersuchungen zur Entwicklung von Filarienlarven in Stechmücken, konnten auch wir eine zum Teil dramatische Reduktion der aufgenommenen Anzahl von Mikrofilarien durch die unterschiedlichen Abwehrreaktionen des Mückenorganismus registrieren. Im folgenden sind die wichtigsten Schutzmechanismen unter Berücksichtigung der Erkenntnisse anderer Autoren zusammengestellt.

### **Schlundarmaturen als Barriere für die Mikrofilarienpassage**

Unmittelbar nach der Aufnahme durch die Mundwerkzeuge der Mücke passieren die Mikrofilarien in der Kopfkapsel das Cibarium und den Pharynx, bevor sie den Mitteldarm und Magensack erreichen. Bei verschiedenen Mückenspezies können Cibarium mit Chitinzähnen und Pharynx mit langen Dornen besetzt sein, die jeweils mehr oder minder weit in das Lumen hineinragen.

Verschiedene Untersuchungen (4, 5, 9, 14) belegen, daß die Passage dieser scharfen Instrumente, insbesondere der cibarialen Zähne, für viele Mikrofilarien mit einem hohen Verletzungsrisiko verbunden ist. So weisen z. B. *Anopheles albimanus*, *A. farauti* und *A. gambiae* (Abb. 1), eine starke Bewehrung des Cibariums auf, *Culex quinquefasciatus* und *Aedes aegypti* dagegen fehlen solch ausgeprägte Chitinzähne. Entsprechend sind unterschiedlich hohe Raten von beschädigten Wurmlarven nach der Passage des Vorderdarmes zu beobachten. MCGREEVY et al. (14) zum Beispiel registrierten bei *A. gambiae* und *A. farauti* zwischen 49 und 96% verletzte Mikrofilarien von *Brugia pahangi* und *Wuchereria bancrofti*, während bei *C. quinquefasciatus* und *A. aegypti* die Verletzungsrate bei diesen Filarienarten unter 10% lag. Andere Autoren (4, 5, 14, 25) berichten ähnlich hohe Raten beschädigter Mikrofilarien bei entsprechenden Untersuchungen.

Eine Korrelation zwischen der Größe der Filarienlarven und der Verletzungsrate läßt sich aus den bisher vorliegenden Ergebnissen aber ebensowenig bestätigen (14, 22) wie die früher gestellte Hypothese (9), daß sich die Wurmlarven in größeren Mücken weniger oft verletzen. Möglicherweise sind unterschiedliche Bewegungsweisen der Würmer Ursache der verschiedenen hohen Verletzungshäufigkeit bei der Passage der Schlundbarrieren. Stärker schlängelnde Mikrofilarien sind unter Umständen mehr gefährdet als sich weniger heftig bewegendende Parasiten.

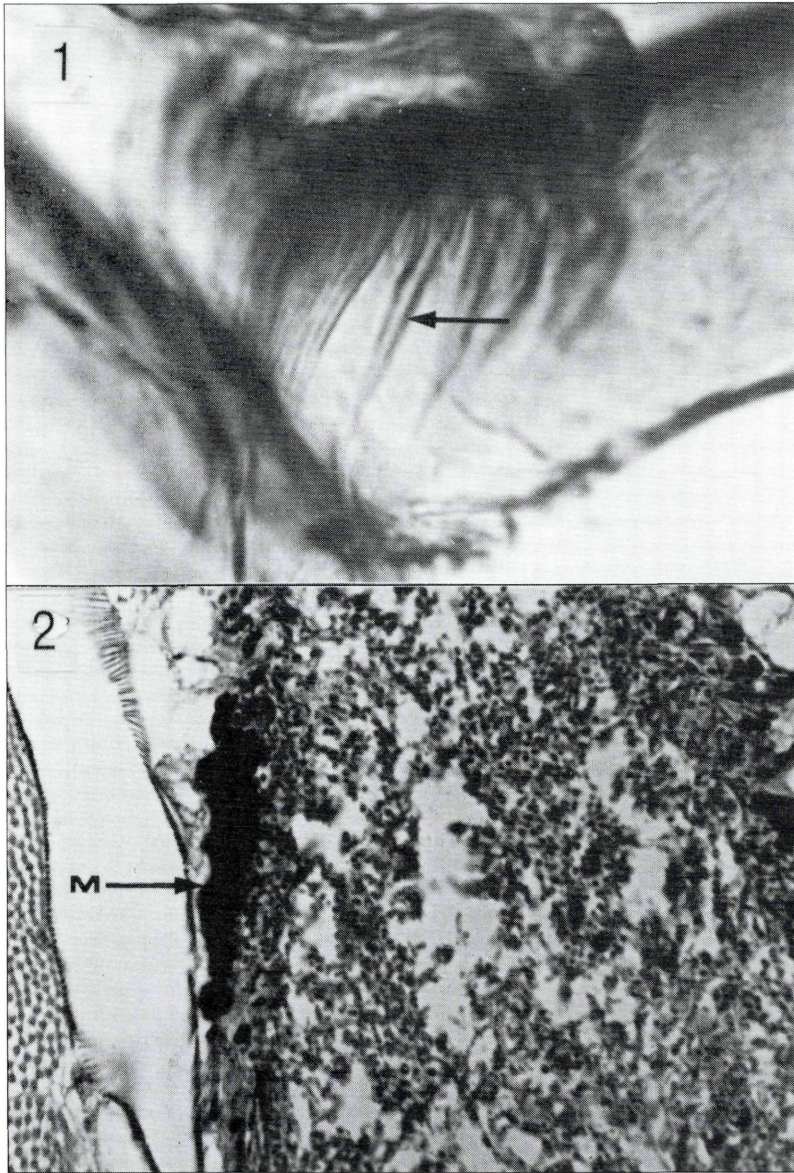


Abbildung 1:  
Cibarialzähne von *Anopheles gambiae*.

Abbildung 2:  
Durch Bakterien zerstörte und mit Melaninauflagerungen (M) versehene Magenwand von *A. gambiae* als Folge einer Infestation mit *W. bancrofti* (8 Tage p. i.).

## Blutkoagulation im Magen als Mikrofilarienfalle

Nicht nur den während der Schlundpassage verletzten Mikrofilarien, sondern auch vielen unbeschädigten Filarienlarven gelingt es nicht, den Magenbereich des Zwischenwirtes zu verlassen und sich weiterzuentwickeln. BRENGUES & BAIN (3) konnten bei *A. gambiae* beobachten, daß ungefähr nur ein Drittel der aufgenommenen Mikrofilarien von *W. bancrofti* den Magen der Mücke verläßt. Eine ähnliche Rate, nämlich 34,2%, wurde auch von uns für die gleiche Parasiten-Überträger-Kombination registriert.

Bei *A. aegypti* fanden die beiden zitierten Autoren eine Auswanderungsrate von 21,4%, während wir bei dieser Mückenart zwischen 38,7 und 57,4% der aufgenommenen Wurmlarven im Thorax und Abdomen nachweisen konnten. Da wir wie auch andere Autoren (z. B. 17) bei *Culex*-Stämmen ebenfalls größere Unterschiede in den Auswanderungsraten von Mikrofilarien unterschiedlicher Filarienarten beobachteten, beeinflussen offensichtlich spezifische Eigenschaften der Mückenstämme das Auswandern aus dem Magen.

Wichtige Parameter sind sicherlich Koagulationsgeschwindigkeit und -intensität des aufgenommenen Blutes. In Abhängigkeit vom Mückenstamm können schon bald nach der Blutmahlzeit zum Beispiel Mikrofilarien von *W. bancrofti* in Blutklumpen gefangen oder durch Agglutination mit Blutkörperchen in ihrer Bewegung behindert sein. Bei *Anopheles*-Arten enthält der Speichel unter anderem Agglutinin und Antikoagulin, die ein frühes Gerinnen des aufgenommenen Blutes verhindern. Hier sind es in erster Linie die durch die Schlundbeborstung hervorgerufenen Verletzungen, die die Filarienlarven am Verlassen des Magens hindern und den Verdauungsenzymen zugänglich machen. Beide gerinnungshemmenden Faktoren fehlen *C. quinquefasciatus* und *A. aegypti*. Dadurch bedingt koaguliert das aufgenommene Blut schneller und entsprechend mehr Mikrofilarien werden in Blutklumpen gefangen. Von verschiedenen

Autoren (12, 15, 17) wurde gezeigt, daß eine Verzögerung der Koagulation des aufgenommenen Blutes zu höheren Auswanderungsraten der Filarien aus den Mägen der Mücken führt. Ähnlich wie KARTMANN (12) stellten auch wir fest, daß in Blutklumpen gefangene Mikrofilarien in den einzelnen Mückenstämmen unterschiedlich lange überleben. Dies deutet darauf hin, daß zusätzlich art- oder sogar stammspezifische Toxine bzw. Verdauungsenzyme die Parasitenlarven im Magen unterschiedlich stark schädigen können.

Die Ausbildung der peritrophen Membran scheint für die von uns untersuchten Filarienarten wie *B. pahangi*, *B. malayi*, *Dirofilaria immitis* und *W. bancrofti* als Hindernis von geringer Bedeutung zu sein. Wir fanden nur vereinzelt Mikrofilarien dieser Wurmspezies unter der peritrophen Membran gefangen. Eine Immobilisierung von Filarienlarven durch Blutklumpen war dagegen stets zu beobachten. Da bei den meisten Filarienarten die Mehrzahl der Larven

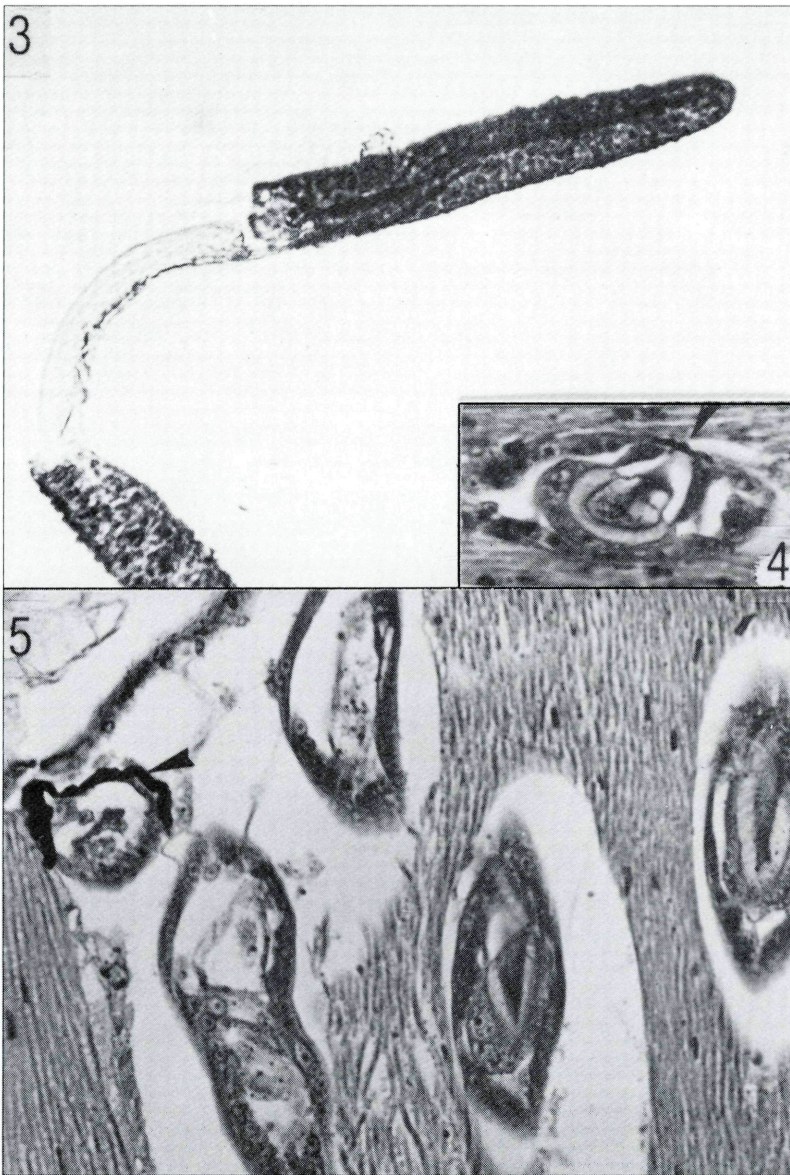


Abbildung 3:  
Stark melanisierte L3 von *Onchocerca volvolus* aus dem Thorax eines Weibchens des für verschiedene Filarienarten hoch empfänglichen Stammes von *A. aegypti*.

Abbildung 4:  
Durch Melaninablagerung verschlossener Analporus (Pfeil) einer L2 von *W. bancrofti* im Thorax eines *C. quinquefasciatus* Weibchens.

Abbildung 5:  
Partielle Melaninablagerung (Pfeil) auf einer L2 von *W. bancrofti* in der Thoraxmuskulatur eines *A. gambiae* Weibchens. In unmittelbarer Nachbarschaft liegen sich normal entwickelnde Larven.

bald nach der Blutaufnahme den Darm zu verlassen versucht, die Bildung der Membran zu diesem Zeitpunkt aber noch nicht weit fortgeschritten ist, wird sie als Hindernis nicht relevant. Ebenso fanden wir auch keine Hinweise, daß es den Mikrofilarien Schwierigkeiten bereitet, die Darmwand zu penetrieren.

### Abwehrmechanismen außerhalb des Magen-Darm-Traktes

Der Eintritt in das Haemozoel ist für die Wurmlarven mit einem weiteren Risiko verbunden, haben sie hier doch erstmalig Kontakt mit der Haemolymphe des Zwischenwirtes und den darin enthaltenen Haemozyten. Wie BABU und RAJ (1) am Beispiel von *C. quinquefasciatus* und *W. bancrofti* zeigen konnten, proliferieren diese Zellen, sobald die Mücke mit Mikrofilarien infiziert wird. Den Haemozyten werden Schutzfunktionen gegenüber eingedrungenen Parasiten zugeschrieben. Ihre Beteiligung am Melanisierungsvorgang wird aber noch diskutiert (11).

Melanisierungsprozesse in Stechmücken sind seit langem bekannt, der Ablauf ist aber noch nicht eindeutig geklärt. Selbst im Haemozoel abgestreifte Scheiden der Mikrofilarien werden sehr schnell mit Melanin umgeben (6). Bei unseren Untersuchungen konnten wir wenige Tage nach einer hoch infektiösen Blutmahlzeit bei *A. gambiae*-Weibchen Melaninablagerungen im größeren Umfang an der Darmwand beobachten (Abb. 2). Die von Filarienlarven verursachte und durch bakterielle Sekundärinfektionen erweiterte Perforation der Darmwand rief offensichtlich diese Reaktion hervor.

Melanisierte Einkapselungen von Mikrofilarien sind für verschiedene Mückenstämme typisch. Schon bald nach der Blutmahlzeit, wenn die ersten Filarien die Darmwand passiert haben, sind bei einigen Stämmen partiell melanisierte Wurmlarven im Haemozoel zu finden. Meist ist der zunächst nur teilweise melanisierte Wurm noch recht beweglich. Die Melaninschicht, wie auch anhaftende Zellkonglomerate, die unter Umständen auch noch an anderen Organen wie zum Beispiel Darmwand, Tracheen oder Malphigischen Gefäßen kleben, hindern den Parasiten aber an der Fortbewegung. Interessanterweise kann ein für eine Filarienart hoch empfänglicher Überträgerstamm gegenüber den Mikrofilarien einer anderen Spezies mit massiven Melanisierungsprozessen reagieren. So beobachteten wir bei unseren Untersuchungen zur

Empfänglichkeit von Stechmücken gegenüber der natürlicherweise durch Simulien übertragene Filarie *Onchocerca volvulus* in *A. aegypti* (25) zahlreiche melanisierte *Onchocerca*-Larven. Dieser *Aedes*-Stamm zeichnete sich sonst durch eine hohe Empfänglichkeit gegenüber verschiedenen anderen Filarienarten aus.

Die Arbeitsgruppe um CHRISTENSEN hat an mehreren Parasit-Überträger-Modellen (*B. pahangi*, *B. malayi*, *Dirofilaria immitis*; *A. aegypti*, *A. trivittatus*, *Armigeres subalbatus*) das Phänomen der Melanisierung von Mikrofilarien untersucht. Den Beobachtungen dieser Gruppe zufolge weisen jüngere Mücken eine stärkere Abwehrreaktion auf als ältere (8), ebenso reagieren bereits infizierte Mücken auf einen neuen Befall weniger heftig als nicht infizierte (7). Auch konnten diese Autoren (2) zeigen, daß in den Thorax der Mücken injizierte Mikrofilarien von *B. pahangi*, die bereits einmal einen Mückendarm passiert hatten, weniger Melanisierungsprozesse auslösten, als aus dem Blut von Springmäusen (*Meriones unguiculatus*) isolierte Mikrofilarien.

Aber nicht nur Mikrofilarien sondern auch ältere Entwicklungsstadien können der körpereigenen Abwehr der Mücke zum Opfer fallen. Dies trifft insbesondere für die wandernden Drittlarven zu. Wenn auch nicht häufig, so fanden wir doch regelmäßig fast ausgereifte und partiell melanisierte Filarienlarven (Abb. 3). Dies war bei Infektionsexperimenten mit *O. volvulus* in *A. aegypti* sogar mehrfach der Fall (25).

### Hemmung der Entwicklung des Parasiten im Überträger

Larven von durch Stechmücken übertragenen Filarien finden nicht in allen Mückenarten geeignete Entwicklungsbedingungen. Bisher ist aber nicht bekannt, warum einzelne Filarienarten sich in einem Überträgerstamm entwickeln können und andere nicht. Bei fehlenden geeigneten Voraussetzungen sterben die jungen Filarienlarven im allgemeinen nach wenigen Tagen. Nicht selten werden sie melanisiert und sind dann bei Sektionen auch noch viele Tage später zu finden. Entsprechende Beobachtungen hierzu liegen sowohl für sich in der Thoraxmuskulatur (19, 20) wie auch in den Malphigischen Gefäßen entwickelnde Filarienarten vor (13).

Neben dieser „passiven“ Entwicklungshemmung der Filarienlarven durch fehlende Wachstumsvoraussetzungen, kann auch eine „aktive“ Hemmung der Filarienentwicklung beobachtet werden. So fanden wir (19) zum Beispiel *W. bancrofti*-Larven des ersten und zweiten Entwicklungsstadiums in einem überwiegend refraktären Stamm von *C. quinquefasciatus* mit Melaninablagerungen versehen, wobei die Region um den Analporus besonders stark betroffen war. In verschiedenen Fällen kam es zu einem Verschuß des Porus (Abb. 4).

Bei diesen sich in Entwicklung befindenden Filarienlarven wurden dann degenerative Prozesse wie abnorme Vakuolisierung und Nekrotisierungen registriert. Ähnliche Beobachtungen einer aktiven Entwicklungshemmung und den Verschuß des Analporus durch Melaninauflagerungen beschreiben OOTHUMAN et al. (20) bei *B. patei* in *A. labranchiae atroparvus*. Melanisierte Filarienlarven im zweiten fortgeschrittenen und im dritten Entwicklungsstadium beobachteten wir auch in Mücken des relativ gut empfänglichen Stammes von *A. gambiae*. Innerhalb einer Mücke konnten im Thorax neben intakten Larven im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium in unmittelbarer Nähe fast zur Ausreifung gelangte, melanisierte Larven gefunden werden (Abb. 5).

### Diskussion

Die Entwicklung von Filarienlarven in Stechmücken unterliegt verschiedenen Kontrollmechanismen. Mechanische Verletzungen durch die Schlundbeborstung, Behinderung bei der Darmwandpassage durch Blutkoagulation wie auch Reaktionen der Körperabwehr der Mücken durch Toxine oder Verdauungsenzyme im Magen und Melanisierungsprozesse und Anlagerungen von Haemozyten an die Wurmlarven außerhalb des Darmtraktes reduzieren die Zahl der potentiell entwicklungsfähigen Filarienlarven zum Teil erheblich. Dabei können in den

einzelnen Mückenarten und -stämmen die Abwehrmechanismen verschiedenen Filarienarten gegenüber unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Die auslösenden Faktoren für die Aktivierung der Abwehr in der Haemolymphe und den damit verbundenen Melanisierungsvorgängen sind bisher nicht bekannt. Möglicherweise fällt hier den art- oder stammspezifischen Enzymen der Mikrofilarien eine entsprechende Funktion zu. Verschiedene Autoren (z. B. 18, 21) konnten nachweisen, daß sich die Mikrofilarien einzelner Arten durch ihr Enzymmuster unterscheiden. Hormonelle Einflüsse auf den Vektor wie zum Beispiel die frühe Ausschaltung der Corpora allata, Decapitation oder die Gabe von juvenilen Insektenhormonen scheinen die Filarienentwicklung dagegen nicht zu beeinflussen (10).

Zusammen mit der Kompatibilität von Filarien- und Mückenstamm, das heißt einer gegebenen Entwicklungsfähigkeit der Wurmpezies in dem Überträger, prägen die Schutzmechanismen den Empfänglichkeitsgrad des Stechmückenstammes gegenüber der jeweiligen Filarienform. Die Kenntnis der Empfänglichkeit einer Mückenspezies ist für epidemiologische Fragestellungen von Bedeutung. Gibt sie doch Auskunft, in wievielen Mückenweibchen, die an einem Mikrofilarienträger Wurmlarven aufgenommen haben, voraussichtlich Infektionslarven heranreifen werden. Es bestehen aber nicht nur Unterschiede in der Empfänglichkeit, sondern auch hinsichtlich der Ausreifung der Filarien in den einzelnen Mückenstämmen. So erreichen Filarienlarven in hoch empfänglichen Mücken zum Beispiel schneller das infektiöse Stadium als in weniger empfänglichen Überträgerstämmen (24), und die Infektionsstadien eines Filarienstammes werden unterschiedlich lang, wenn sie in verschiedenen Stechmückenarten herangewachsen sind (23). Diese Unterschiede in der Ausreifung wie auch in der Körperlänge unterliegen wahrscheinlich nicht der Kontrolle der Abwehrmechanismen, sie sind möglicherweise eher auf die nutritive Situation innerhalb des Überträgers zurückzuführen. Wenn sie daher auch nicht unmittelbar die Empfänglichkeit der Stechmücke beeinflussen, könnten sie aber unter Umständen Indikatoren für den Grad der Infektionsfähigkeit der reifen Filarienlarven sein.

**Zusammenfassung** Culiciden weisen Abwehrmechanismen unterschiedlicher Ausprägung auf, die den Befall mit Filarienlarven dramatisch reduzieren können. Schlundzähne, schnelle Koagulation des aufgenommenen Blutes, Melanisieren und Einkapseln von Filarienlarven sind die auffälligsten Erscheinungen, die auch den Empfänglichkeitsgrad des jeweiligen Überträgerstammes beeinflussen. Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit und der Körperlänge von Infektionslarven einzelner Filarienaarten in unterschiedlichen Mückenstämmen sind dagegen wohl eher auf nutritive Faktoren zurückzuführen.

**Schlüsselwörter** Culiciden, Filarienlarven, Schutzmechanismen, Schlundborsten, Blutkoagulation, Melanisierung, Entwicklungshemmung.

**Summary** *Defense Mechanisms of Mosquitoes against Filarial Infestation*

Various defence mechanisms like foregut armatures, blood coagulation in the midgut and melanisation and encapsulation of filarial larvae outside the gut reduce quite often the number of ingested microfilariae in mosquitoes and, thus, influence the degree of susceptibility of the vector strain. Differences in the speed of development and length of infective larvae of a filaria species in different mosquito strains, however, are probably due to nutritional conditions in the different vectors.

**Key words** Mosquitos, filarial larvae, defense mechanisms, foregut armatures, blood coagulation, melanisation, inhibition of development.

## Literatur

1. BABU, N. P., RAI, R. K. (1988):  
Haemolymph response to the development of microfilariae of *Wuchereria bancrofti* in *Culex quinquefasciatus*.  
*Current Science* 57, 276-278.
2. BEERNTSEN, B. T., LUCKHART, S., CHRISTENSEN, B. M. (1989):  
*Brugia malayi* and *Brugia pahangi*: Inherent difference in immune activation in the mosquitoes *Armigeres subalbatus* and *Aedes aegypti*.  
*J. Parasitol.* 75, 76-81.
3. BRENGUES, J., BAIN, O. (1972):  
Passage des microfilaries de l'estomac vers l'hémocoèle du vecteur, dans les couples *Wuchereria bancrofti* –  
*Anopheles gambiae* A, *W. bancrofti* – *Aedes aegypti* et *Setaria labiatopapillosa* –  
*A. aegypti*. Cah. O.R.S.T.O.M. sér.  
*Ent. méd. Parasit.* 10, 235-249.
4. BRYAN, J. H., SOUTHGATE, B. A. (1988):  
Factors affecting transmission of *Wuchereria bancrofti* by anopheline mosquitoes. 2. Damage to ingested  
microfilariae by mosquitoes foregut armatures and development of filarial larvae in mosquitoes.  
*Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 82, 138-145.
5. BRYAN, J. H., MCMAHON, P., BARNES, A. (1990):  
Factors affecting transmission of *Wuchereria bancrofti* by anopheline mosquitoes. 3. Uptake and damage to  
ingested microfilariae by *Anopheles gambiae*, *An. arabiensis*, *An. merus* and *An. funestus* in East Africa.  
*Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 84, 265-268.
6. CHEN, C., LAURENCE, B. R. (1985):  
The encapsulation of the sheaths of microfilariae of *Brugia pahangi* in the haemocoel of mosquitoes.  
*J. Parasit.* 71, 834-836.
7. CHRISTENSEN, B. M., LAFOND, M. M. (1986):  
Parasite-induced suppression of the immune response in *Aedes aegypti* by *Brugia pahangi*.  
*J. Parasit.* 72, 216-219.
8. CHRISTENSEN, B. M., LAFOND, M. M., CHRISTENSEN, L. A. (1986):  
Defense reactions of mosquitoes to filarial worms: effect of host age on the immune response to *Dirofilaria*  
*immitis* microfilariae.  
*J. Parasit.* 72, 212-215.
9. COLUZZI, M. R., TRABUCCHI, R. (1968):  
Importance dell'armatura bucco-faringea in *Anopheles* e *Culex* in relazione alle infezioni con *Dirofilaria*.  
*Parasitologia* 10, 47-59.
10. GWADZ, R. W., SPIELMAN, A. (1974):  
Development of the filarial nematode, *Brugia pahangi*, in *Aedes aegypti* mosquitoes: Nondependence upon  
host hormones.  
*J. Parasit.* 60, 134-137.
11. HO, B. -C., YAP, E. -H., SINGH, M. (1982):  
Melanization and encapsulation in *Aedes aegypti* and *Aedes togoi* in response to parasitization by a filaroid  
nematode (*Breinlia booliati*).  
*Parasit.* 85, 567-575.
12. KARTMAN, L. (1953):  
Factors influencing infection of the mosquito with *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856).  
*Exp. Parasit.* 2, 27-74.
13. LINDEMANN, B. A. (1977):  
*Dirofilaria immitis* encapsulation in *Aedes aegypti*.  
*Mosq. News* 37, 293-295.
14. MCGREEVY, P. B., BRYAN, J. H., OOTHUMAN, P., KOLSTRUP, N. (1978):  
The lethal effects of the cibarial and pharyngeal armatures of mosquitoes on microfilariae.  
*Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 72, 361-368.
15. OBIAMIWE, B. A. (1977):  
The effect of anticoagulant on the early migration of *Brugia pahangi* microfilariae in *Culex pipiens* susceptible  
or refractory to *B. pahangi*.  
*Ann. Trop. Med. Parasit.* 71, 371-374.
16. OBIAMIWE, B. A. (1977):  
The fate of ingested *Brugia pahangi* microfilariae in susceptible and refractory strains of *Culex pipiens* and  
*Aedes aegypti*.  
*Ann. Trop. Med. Parasit.* 71, 375-377.
17. OBIAMIWE, B. A., MACDONALD, W. W. (1973):  
1. The effect of heparin on the migration of *Brugia pahangi* microfilariae in *Culex pipiens*.

2. The uptake of *B. pahangi* microfilariae in *C. pipiens* and the infectivity of *C. pipiens* in relation to microfilarial densities.
3. Evidence of a sex-linked recessive gene, *sb*, controlling susceptibility of *C. pipiens* to *B. pahangi*.  
*Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 67, 32-33.
18. OMAR, M. S. (1977):  
Distribution of acid phosphatase activity in the larval stages of *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, *B. pahangi* and *Dirofilaria immitis* in the mosquitoes.  
*Tropenmed. Parasit.* 28, 100-108.
19. OMAR, M. S., ZIELKE, E. (1978):  
Abortive development of *Wuchereria bancrofti* in a West African Strain of *Culex pipiens fatigans*.  
*Tropenmed. Parasit.* 29, 364-370.
20. OOTHUMAN, P., SIMPSON, M. G., LAURENCE, B. R. (1974):  
Abnormal development of a filarial worm, *Brugia patei* (Buckley, Nelson, Heisch), in a mosquito host, *Anopheles labranchiae atroparvus* van Thiel.  
*J. Helminth.* 48, 161-165.
21. TERWEDOW, H. A., HUFF, R. L. (1976):  
Acid phosphatase activity in *Wuchereria bancrofti* microfilaria.  
*J. Parasit.* 62, 172-174.
22. ZIELKE, E. (1972):  
Beobachtungen zur Entwicklung von *Dirofilaria immitis* in Stechmücken.  
*Ztschrift. Angew. Zool.* 59, 419-432.
23. ZIELKE, E. (1991):  
Notes on the growth in length of infective *Wuchereria bancrofti* larvae in different mosquito species.  
*Mosq. Borne Dis. Bull.* 8, 87-90.
24. ZIELKE, E. (1992):  
On the developmental velocity of *Wuchereria bancrofti* larvae in vector mosquitoes of different susceptibility to filarial infections.  
*Angew. Parasitol.* 33, 226-229.
25. ZIELKE, E., SCHULZ-KEY, H., ALBIEZ, E. J. (1977):  
On the development of *Onchocerca volvulus* in mosquitoes.  
*Tropenmed. Parasit.* 28, 254-257.

**Korrespondenzadresse:** Priv. Doz. Dr. E. Zielke  
Ruprecht-Karls-Universität  
Hygiene-Institut, Parasitologie  
Im Neuenheimer Feld 324  
D-69120 Heidelberg 1 · Bundesrepublik Deutschland





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Zielke Eberhard

Artikel/Article: [Schutzmechanismen von Culiciden gegenüber Infestationen mit Filarien. 149-156](#)