



## Elektronischer Sonderdruck für E. Tannich

Ein Service von Springer Medizin

Bundesgesundheitsbl 2014 · 57:531–540 · DOI 10.1007/s00103-013-1918-8

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

N. Becker · A. Krüger · C. Kuhn · A. Plenge-Bönig · S.M. Thomas · J. Schmidt-Chanasit · E. Tannich

## Stechmücken als Überträger exotischer Krankheitserreger in Deutschland

Diese PDF-Datei darf ausschließlich für nichtkommerzielle Zwecke verwendet werden und ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen – hierzu zählen auch soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Austauschplattformen.

<sup>1</sup> KABS e.V., Waldsee

<sup>2</sup> Fachbereich Tropenmedizin, Bundeswehrkrankenhaus Hamburg

<sup>3</sup> Umweltbundesamt, Berlin

<sup>4</sup> Institut für Hygiene und Umwelt, Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz, Hamburg

<sup>5</sup> Biogeografie, Universität Bayreuth

<sup>6</sup> Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin, Hamburg

<sup>7</sup> Deutsches Zentrum für Infektionsforschung, Standort Hamburg-Lübeck-Borstel, Hamburg

## Stechmücken als Überträger exotischer Krankheitserreger in Deutschland

Stechmücken (Familie Culicidae) sind mit über 3500 Arten weltweit die größte Gruppe blutsaugender Insekten und repräsentieren die wichtigsten medizinisch relevanten Arthropoden. Ihre Vektorkompetenz umfasst nahezu alle Gruppen von Mikroorganismen, einschließlich Viren, Bakterien, Protozoen und Helminthen. Die weltweit bedeutendsten Stechmücken-assoziierten Erkrankungen sind virusbedingte Infektionen durch Dengue- (DENV), Chikungunya- (CHIKV) oder West-Nil-Viren (WNV), aber auch Infektionserkrankungen durch Parasiten wie Malaria und Filariosen gehören dazu. Bis vor wenigen Jahren wurden diese Infektionen fast ausschließlich in Afrika und Asien übertragen. In den letzten 10 Jahren hat sich die Situation zunehmend verändert. Neuerdings können sie auch in Europa erworben werden und haben bereits zu kleineren Epidemien von West-Nil- und Chikungunya-Fieber geführt [1, 2, 3, 4, 5]. Auch autochthone DENV-Infektionen wurden aus verschiedenen Ländern Europas berichtet [5, 6]. Selbst die Malaria tertiana, die in Europa seit den 1960er-Jahren des letzten Jahrhunderts als ausgerottet galt, ist 2011 in Griechenland wieder aufgetaucht und hat zu zahlreichen Erkrankungen geführt [7]. Zwei Gründe sind vornehmlich für diese Veränderungen verantwortlich. Aufgrund der globalen Zunahme exotischer

Infektionen und des vermehrten interkontinentalen Luftverkehrs reisen immer häufiger Personen mit entsprechenden Infektionen nach Europa ein und bilden somit das Reservoir für weitere Übertragungen. Zum anderen beobachtet man Veränderungen in der Stechmückenfauna. Insbesondere Stechmückenarten, wie etwa *Aedes albopictus*, die ein hohes Vektorpotenzial für die genannten Erreger besitzen, konnten durch die Globalisierung und Ausweitung des Warenhandels von ihren angestammten Verbreitungsgebieten auf andere Kontinente verbracht werden, um dort neue Regionen zu besiedeln. Auch in Deutschland werden zunehmend neue invasive Stechmückenarten beobachtet, und erste Untersuchungen zeigen, dass hier bisher in heimischen Stechmücken wenig bekannte Krankheitserreger gefunden werden.

### Stechmücken in Deutschland

Die Familie der Culicidae gliedert sich in 2 Unterfamilien, die beide eine medizinische Relevanz besitzen. So sind für die Übertragung der Malariaparasiten des Menschen ausschließlich Arten der Gattung *Anopheles* aus der Unterfamilie Anophelinae verantwortlich, die auch Gabel- oder Fiebertmücken genannt werden. Von ihnen sind in Deutschland 7 Arten bekannt. Demgegenüber

gibt es eine Vielzahl von Culicinae-Arten, die vor allem als Vektoren von Viren dienen. Hierunter fallen die *Aedes*- und *Ochlerotatus*-Arten (sog. Wiesen- und Waldmücken), von denen 27 in Deutschland vorkommen. Die nächsten Verwandten von *Aedes* und *Ochlerotatus* in Deutschland sind Arten der Gattungen *Culex* (6 Arten), *Culiseta* (8 Arten), *Coquillettidia* und *Uranotaenia* (je 1 Art). Insgesamt sind aktuell 50 Stechmückenarten aus Deutschland bekannt (■ Tab. 1), davon gelten 49 Arten als etabliert, und eine Art, *Ae. albopictus*, wird regelmäßig eingeschleppt, ohne bisher dauerhafte Populationen aufgebaut zu haben (s. unten).

Neben unterschiedlichen morphologischen Merkmalen besitzen die verschiedenen Gattungen vielfältige biologische Besonderheiten. Die Unterschiede reichen vom Eiablageverhalten über Präferenzen hinsichtlich der Gewässerbeschaffenheit der Larvenbiotope bis hin zum Flug-, Stech- und Überwinterungsverhalten sowie den Wirtspräferenzen der blutsaugenden Weibchen (■ Tab. 1). So können beispielsweise die Larven von *Aedes/Ochlerotatus* in der Eihülle längere Trocken- und Winterphasen, z. T. mehrere Jahre, überdauern. Daher nutzen sie meist temporäre, über längere Zeiträume im Jahr trockenliegende Brutgewässer. Einige Arten, wie z. B. *Oc. geniculatus*

**Tab. 1** In Deutschland nachgewiesene Stechmückenarten und ihre wichtigsten biologischen Eigenschaften

Art	Bionomie	Wirtspräferenz	Art	Bionomie	Wirtspräferenz
1 <i>Aedes albopictus</i> <sup>b</sup>	Tagaktiv, urbaner Behälterbrüter	Mammalo- und anthropophil	26 <i>Culiseta ochroptera</i>	Selten	Zoophil
2 <i>Aedes cinereus</i>	Tagaktiv, Waldmücke, exophil	Mammalo- und anthropophil	27 <i>Culiseta subochrea</i>	Wie <i>annulata</i> ?	Mammalophil
3 <i>Aedes geminus</i>	Tagaktiv, Waldmücke, exophil	Mammalo- und anthropophil	28 <i>Ochlerotatus annulipes</i>	Tagaktiv, Frühjahrsart	Mammalo- und anthropophil
4 <i>Aedes rossicus</i>	Tagaktiv, Waldmücke, exophil	Mammalophil	29 <i>Ochlerotatus cantans</i>	Tagaktiv, Frühjahrs-Waldmücke, exophil	Mammalo- und anthropophil
5 <i>Aedes vexans</i>	Tagaktiv, Überschwemmungsmücke, exophil	Mammalo- und anthropophil	30 <i>Ochlerotatus caspius</i>	Tag- und dämmerungsaktiv, halophil, exophil	Mammalo- und anthropophil
6 <i>Anopheles algeriensis</i>	Dämmerungsaktiv, selten, exophil	Mammalophil	31 <i>Ochlerotatus cataphylla</i>	Tagaktiv, Frühjahrswaldmücke, exophil	Mammalo- und anthropophil
7 <i>Anopheles atroparvus</i>	Dämmerungsaktiv, halophil, endophil, stenogam	Mammalo- und anthropophil	32 <i>Ochlerotatus communis</i>	Tagaktiv, Frühjahrswaldmücke, exophil	Mammalo- und anthropophil
8 <i>Anopheles claviger</i>	Exophil	Zoophil	33 <i>Ochlerotatus cypricus</i>	Tagaktiv, Frühjahrsart	Anthropophil
9 <i>Anopheles daciae</i>	Wie <i>messeae</i>	?	34 <i>Ochlerotatus detritus</i>	Tag- und dämmerungsaktiv, halophil	Anthropophil
10 <i>Anopheles maculipennis</i>	Montane Art, Binnenmücke, endophil, eurygam	Zoophil	35 <i>Ochlerotatus diantaeus</i>	Moorwaldmücke	Mammalo- und anthropophil
11 <i>Anopheles messeae</i>	Binnenmücke, endophil, eurygam	Zoophil	36 <i>Ochlerotatus dorsalis</i>	Tag- und dämmerungsaktiv, halophil	Anthropophil
12 <i>Anopheles plumbeus</i>	Dämmerungsaktiv, Waldmücke, Baumhöhlenbrüter, exophil, eurygam	Mammalo- und anthropophil	37 <i>Ochlerotatus excrucians</i>	Tagaktiv, Wiesenmücke	Mammalo- und anthropophil
13 <i>Coquillettidia richiardii</i>	Dämmerungsaktiv, exophil	Mammalo- und anthropophil	38 <i>Ochlerotatus flavescens</i>	Dämmerungsaktiv, Wiesenmücke, z. T. halophil	Mammalo- und anthropophil
14 <i>Culex hortensis</i>	Mediterrane Art, nachtaktiv	Zoophil	39 <i>Ochlerotatus geniculatus</i>	Tag- u. dämmerungsaktiv, Waldmücke, Baumhöhlenbrüter, exophil	Mammalo- und anthropophil
15 <i>Culex martinii</i>	Mediterrane Art	Zoophil	40 <i>Ochlerotatus intrudens</i>	Frühjahrsart	Mammalo- und anthropophil
16 <i>Culex modestus</i>	Tagaktiv, exophil	Mammalo- und anthropophil	41 <i>Ochlerotatus japonicus</i> <sup>a</sup>	Tagaktiv, Behälterbrüter	Mammalo- und anthropophil
17 <i>Culex pipiens</i>	Biotyp pipiens: nachtaktiv, eurygam Biotyp molestus: nachtaktiv, stenogam	Ornithophil Mammalo- und anthropophil	42 <i>Ochlerotatus leucomelas</i>	Frühjahrsart, Wiesenmücke, z. T. halophil	Mammalo- und anthropophil
18 <i>Culex territans</i>	Exophil	Zoophil (Amphibien)	43 <i>Ochlerotatus nigrinus</i>	Wiesen- und Überschwemmungsmücke	?
19 <i>Culex torrentium</i>	Nachtaktiv, eurygam	Ornithophil	44 <i>Ochlerotatus pullatus</i>	Tagaktiv, Moorart	Zoophil
20 <i>Culiseta alascaensis</i>	Tagaktiv, Waldmücke	Mammalo- und anthropophil	45 <i>Ochlerotatus punctor</i>	Tag- und dämmerungsaktiv, Moor-, Bruchwaldart	Mammalo- und anthropophil
21 <i>Culiseta annulata</i>	Tag- und nachtaktiv, endo- und exophil	Mammalo- und anthropophil	46 <i>Ochlerotatus refiki</i>	Tag- und dämmerungsaktiv, Frühjahrsart, selten	Mammalo- und anthropophil
22 <i>Culiseta fumipennis</i>	Wie <i>morsitans</i> ?	Wie <i>morsitans</i> ?	47 <i>Ochlerotatus riparius</i>	Waldmücke, selten	?
23 <i>Culiseta glaphyoptera</i>	Montane Art	Zoophil	48 <i>Ochlerotatus rusticus</i>	Frühjahrsart	Anthropophil
24 <i>Culiseta longiareolata</i> <sup>a</sup>	Mediterrane Art	Zoophil	49 <i>Ochlerotatus sticticus</i>	Tag- und dämmerungsaktiv, Überschwemmungsmücke	Anthropophil
25 <i>Culiseta morsitans</i>	Nachtaktiv	Ornithophil	50 <i>Uranotaenia unguiculata</i> <sup>a</sup>	Mediterrane Art, nachtaktiv?	Zoophil?

<sup>a</sup>Invasive Art (Neozoon). <sup>b</sup>Bislang keine bestätigte Etablierung, aber kontinuierliche Einschleppung.

oder *Oc. japonicus*, haben sich zudem auf ungewöhnliche Brutplätze wie wassergefüllte Baumhöhlen, Blattachseln, aber auch Blumenvasen oder andere künstliche Kleinstgewässer spezialisiert. Die Adulten der *Aedes/Ochlerotatus*-Arten sind meist tag- oder dämmerungsaktiv und repräsentieren in der nördlichen Hemisphäre die wichtigsten Plageerreger, da viele Arten, wie z. B. *Ae. vexans*, *Oc. sticticus* oder *Oc. cantans*, auch am Menschen Blut saugen. Demgegenüber zeigen die meisten *Culex*- und *Culiseta*-Arten klare Präferenzen für tierische Wirte, vor allem für Vögel, wobei die Mückenweibchen vorwiegend nachtaktiv sind.

Außerdem bevorzugen ihre Larven semipermanente oder permanente Kleingewässer von unterschiedlicher Wasserqualität. Teilweise nutzen auch sie anthropogen erzeugte, peridomestische Brutstätten wie Regentonnen oder Gartenteiche. Einige Arten überwintern im Adultstadium (z. B. *Cx. pipiens* s.l., *Cs. annulata*), andere als Larven (z. B. *Cs. morsitans*). Die heimischen *Anopheles*-Arten findet man dagegen überwiegend in natürlichen oder ländlichen Bereichen mit offenen Tümpeln oder Gräben und hoher Gewässergüte. Eine Ausnahme stellt *An. plumbeus* dar, deren Larven in wassergefüllten Baumhöhlen, aber auch in ungenutzten Jauchegruben zu finden sind. Die Wirtspräferenz der *Anopheles*-Weibchen liegt bei großen Säugern, insbesondere Weidetieren, z. T. aber auch beim Menschen. Einige Arten überwintern als Adulte (*An.-maculipennis*-Komplex), andere als Larven (z. B. *An. claviger*, *An. plumbeus*).

### Neue invasive Stechmückenarten – Wege des Eintrags und Möglichkeiten der Etablierung

Im Zuge von Stechmücken-Monitoring- oder -Surveillance-Programmen werden gelegentlich neue Arten in Deutschland gefunden. Bei diesen sog. Neozoen handelt es sich zum Teil um mediterrane Arten wie *Culiseta longiareolata* oder *Uranotaenia unguiculatus*, die mitunter bis nach Süddeutschland vordringen. Beide sind jedoch weder für ein besonders aggressives Blutsaugverhalten bekannt, noch be-

Bundesgesundheitsbl 2014 · 57:531–540 DOI 10.1007/s00103-013-1918-8  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

N. Becker · A. Krüger · C. Kuhn · A. Plenge-Bönig · S.M. Thomas · J. Schmidt-Chanasit · E. Tannich

### Stechmücken als Überträger exotischer Krankheitserreger in Deutschland

#### Zusammenfassung

Infolge der immer ausgeprägteren Globalisierung im internationalen Warenhandel und der hohen Reisetätigkeit der Bevölkerung gewinnen exotische Krankheitserreger, die durch Stechmücken übertragen werden, in Europa zunehmend an Bedeutung. In Deutschland kommen etwa 50 verschiedene Stechmückenarten vor, von denen etliche Vektorkompetenz für Pathogene besitzen. So wurden in den letzten Jahren bereits verschiedene zoonotische Arboviren mit humanpathogener Bedeutung in Stechmücken aus Deutschland nachgewiesen, darunter Usutu-, Sindbis- und Batai-Viren. Auch Filarien wie der Hundehautwurm *Dirofilaria repens* wurden wiederholt in Stechmücken aus Brandenburg gefunden. Mit dem Auftreten weiterer Erreger, insbesondere dem West-Nil-Virus, muss in absehbarer Zeit in Deutschland gerechnet werden, da es bereits in den Nachbarländern Frankreich, Österreich und Tschechien zirkuliert. Die Übertragung exotischer

Arboviren könnte zusätzlich unterstützt werden durch das verstärkte Vorkommen neuer sog. invasiver Stechmückenarten wie dem Japanischen Buschmoskito *Ochlerotatus japonicus* oder der Asiatischen Tigermücke *Aedes albopictus*, die hohe Vektorkompetenz für verschiedene Pathogene besitzen und gleichzeitig den Menschen als bevorzugte Blutquelle nutzen. Um diesen Entwicklungen zu begegnen und Risikoabschätzungen vornehmen zu können, wurden in den vergangenen Jahren in Deutschland verschiedene Projekte zur Erfassung von Stechmücken und ihrer Pathogene initiiert. Gleichzeitig müssen Bekämpfungsstrategien und Handlungsanweisungen erarbeitet werden, um möglichen Vektor-assoziierten Epidemien frühzeitig und effizient entgegenwirken zu können.

#### Schlüsselwörter

Stechmücken · Vektoren · Arboviren · Vektorübertragene Krankheiten

### Mosquitoes as vectors for exotic pathogens in Germany

#### Abstract

As a result of intensified globalization of international trade and of substantial travel activities, mosquito-borne exotic pathogens are becoming an increasing threat for Europe. In Germany some 50 different mosquito species are known, several of which have vector competence for pathogens. During the last few years a number of zoonotic arboviruses that are pathogenic for humans have been isolated from mosquitoes in Germany including Usutu, Sindbis and Batai viruses. In addition, filarial worms, such as *Dirofilaria repens* have been repeatedly detected in mosquitoes from the federal state of Brandenburg. Other pathogens, in particular West Nile virus, are expected to emerge sooner or later in Germany as the virus is already circulating in neighboring countries, e.g. France, Austria and the Czech Republic. In upcoming years the risk for arbovirus transmission might in-

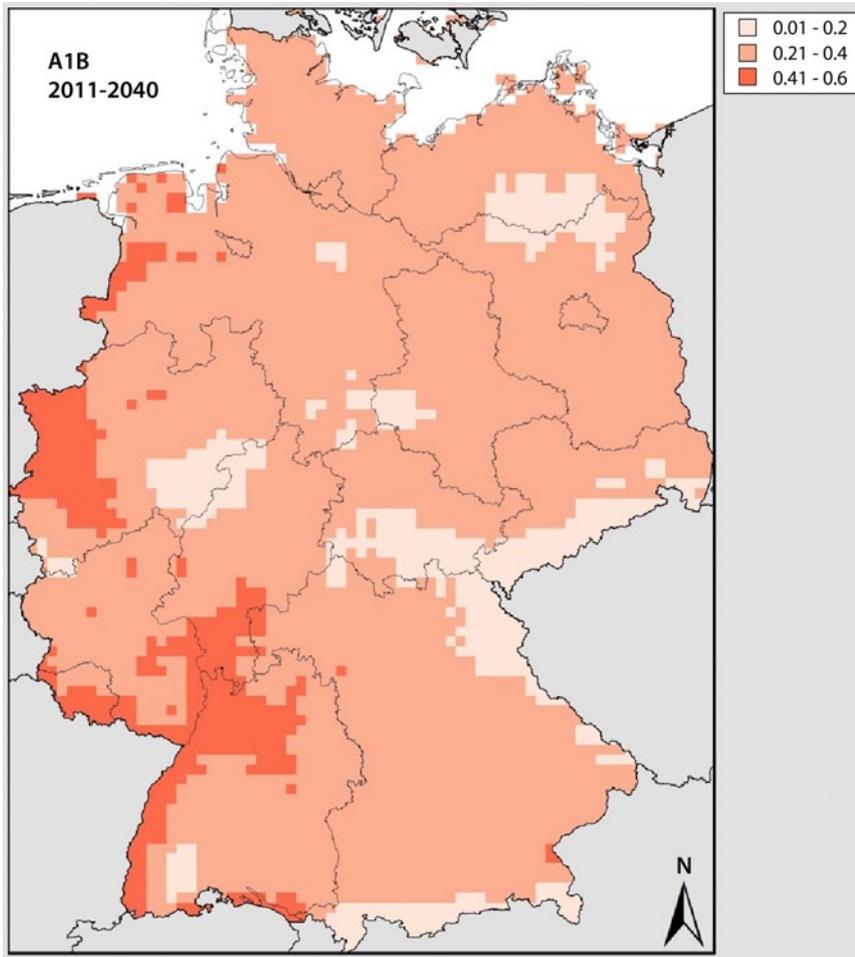
crease in Germany due to increased occurrence of new so-called "invasive" mosquito species, such as the Asian bush mosquito *Ochlerotatus japonicus* or the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*. These invasive species are characterized by high vector competence for a broad range of pathogens and a preference for human blood meals. For risk assessment, a number of mosquito and pathogen surveillance projects have been initiated in Germany during the last few years; however, mosquito control strategies and plans of action have to be developed and put into place to allow early and efficient action against possible vector-borne epidemics.

#### Keywords

Mosquitoes · Vectors · Arboviruses · Vector-borne diseases

sitzen sie relevante Vektorkompetenz für humanpathogene Krankheitserreger. Im Gegensatz dazu, besitzen *Oc. koreicus*, *Oc. atropalpus* und *Ae. aegypti* eine ausgesprochen hohe Vektorkompetenz für eine Reihe humanpathogener Viren. Ob-

wohl diese Stechmückenarten bisher in Deutschland noch nicht nachgewiesen wurden, müssen sie als potenziell invasive Arten betrachtet werden, da sie in den letzten Jahren nicht nur auf Madeira und in Italien, sondern auch in den Nachbar-



**Abb. 1** ▲ Gebiete in Deutschland, die klimatisch zur Etablierung von *Aedes albopictus* geeignet wären. Statistisch basiertes Modell, A1B-Szenario für den Zeitraum 2011 bis 2040, verändert nach [16]. Die klimatische Eignung kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, dabei verweisen höhere Werte auf klimatisch geeignete Bedingungen, Werte nahe null auf ungeeignete

ländern Belgien und den Niederlanden wiederholt nachgewiesen wurden [8].

Als neue invasive Arten mit hohem Vektorpotenzial gelten in Deutschland momentan der Japanische Buschmosquito *Ochlerotatus japonicus* [= *Aedes (Finlaya) japonicus japonicus* bzw. *Hulecoeteomyia japonica*] und die Asiatische Tigermücke *Ae. albopictus* (= *Stegomyia albopicta*). Beide Arten stammen ursprünglich aus Asien, wobei *Ae. albopictus* vor allem in warmen Gegenden beheimatet ist, während *Oc. japonicus* nördlichere Regionen in Japan und Korea besiedelt. Im Zuge des internationalen Warenhandels wurden beide Arten in den letzten Jahrzehnten über weite Teile der Welt verbreitet.

In Europa wurde Anfang dieses Jahrtausends erstmals über Einzelfunde von

*Oc. japonicus* aus Frankreich und den Niederlanden berichtet. In Deutschland hat sich die Art seit 2008 von der Nordschweiz ausgehend zunächst in Baden-Württemberg nahezu flächendeckend ausgebreitet und kann mittlerweile als fest etabliert angesehen werden [9]. Seit 2012 wurden dann auch stabile Populationen in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen beobachtet [10]. Aufgrund der schnellen Ausbreitung über mehrere entfernte Bundesländer innerhalb von 5 Jahren und ihrer starken Vermehrung bei geringen klimatischen Ansprüchen, muss davon ausgegangen werden, dass sich *Oc. japonicus* in den nächsten Jahren bundesweit in allen Gebieten mit entsprechendem Baumbestand etablieren wird.

Die Asiatische Tigermücke *Ae. albopictus* wurde erstmals 1979 außerhalb

Asiens, in Albanien gefunden [11]. Seitdem verlängert sich die Liste der Länder, in der diese Mücke zu finden ist, nahezu jährlich, nachdem sie zunächst in Südamerika, der Karibik, dem Pazifik und vor allem in Nordamerika heimisch wurde. Erstaunlich wenige Beobachtungen gibt es bislang aus Afrika. Dennoch gehört *Ae. albopictus* zu den „100 of the World's Worst Invasive Alien Species“. Eine Etablierung in Europa ist seit der Einschleppung nach Italien ab etwa 1990 zu beobachten.

Die Ursachen für die Ausbreitungswelle liegen größtenteils in der Biologie der Tigermücke. *Ae. albopictus* ist ein Behälterbrüter, d. h., die Larven leben nicht in offenen Wasserstellen wie die von *Culex*- oder *Anopheles*-Mücken, sondern in wassergefüllten Hohlräumen jeglicher Art. Die Tigermücke hat sich insbesondere über den interkontinentalen Altreifenhandel sowie in neuerer Zeit mittels sog. „Lucky Bamboo“ (*Dracaena* sp.)-Exporte aus Asien verbreitet. Die Verschleppung findet in der Regel als Larve, Puppe oder als Ei statt. *Aedes*-Weibchen legen ihre Eier – im Unterschied zu anderen Mücken – nicht auf der Wasseroberfläche, sondern am Rand potenzieller Gewässer oder Behälter ab. Da die Eier zur Embryonalentwicklung eine Trockenphase benötigen, die sich über eine Zeitspanne von mehreren Monaten erstrecken kann, sind für das Überdauern längere Transportwege, wie z. B. Schiffspassagen, optimale Voraussetzungen. Eine weitere Überdauerungsstrategie, die eine Besiedlung gemäßigter Breiten ermöglicht, ist die Überwinterung (Hibernation) des Eistadiums in der Diapause.

In Deutschland wurde die Asiatische Tigermücke seit 2007 mehrfach in Baden-Württemberg und seit 2012 wiederholt auch im südlichen Bayern entlang bestimmter Autobahnen gefunden [12, 13, 14]. Über eine lokale Etablierung von *Ae. albopictus* lassen sich gegenwärtig noch keine abschließenden Aussagen treffen. Offensichtlich ist eine vor allem in den Sommermonaten kontinuierlich stattfindende Einschleppung über die aus Südeuropa kommenden Landverkehrsrouten. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, unter welchen Umständen der regelmäßige Eintrag neuer Stechmü-

**Tab. 2** Laufende Projekte zur Erfassung der in Deutschland vorkommenden Stechmückenarten sowie der durch sie übertragbaren Krankheitserreger

Titel	Durchführende Institution	Fördernde Institution und Förderzeitraum
Vorkommen und Vektorkompetenz von Stechmücken als Überträger von Arboviren in Deutschland	Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin (BNITM), Senckenberg Deutsches Entomologisches Institut (SDEI), Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage e.V. (KABS)	Leibniz-Gemeinschaft 2011–2014
Monitoring der einheimischen Stechmückenfauna ( <i>Diptera, Culicidae</i> ) und Testung potenzieller Vektorarten auf humanpathogene Viren	Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)	Robert Koch-Institut (RKI) 2011–2014
Abschätzung des Vektorspektrums für die Übertragung/ Verbreitung von West-Nil-Virus (WNV) und Rifttal-Fieber-Virus (RVFV)	ZALF	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2011–2014
Auswirkungen des Klimawandels auf die Verbreitung Krankheitserreger übertragender Tiere: Importwege und Etablierung invasiver Stechmücken in Deutschland	BNITM und weitere 9 Partner	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) 2011–2014

ckenarten zu einer langfristigen Etablierung führen kann. Stechmücken sind ektotherm, d. h., ihre Körpertemperatur ist vollständig von der Umwelt abhängig und wird nicht von ihrem Stoffwechsel beeinflusst; daher spielt die Umgebungstemperatur im Lebenszyklus der Stechmücke eine große Rolle. Hinzu kommt der Einfluss des Niederschlags, der das Vorhandensein von Brutplätzen bestimmen kann, wobei der menschliche Einfluss durch künstlich geschaffene Brutplätze nicht unterschätzt werden darf.

Die einzelnen Arten weisen jedoch individuelle Ansprüche an ihre abiotische Umwelt auf, die aus ihrer bisherigen Verbreitung sowie aus Experimenten abgeleitet werden können. Diese artspezifischen ökologischen Informationen werden mithilfe korrelativer Modelle mit den zu untersuchenden räumlichen Gegebenheiten und den aktuellen oder künftig zu erwartenden Klimaverhältnissen in Verbindung gebracht. Die Ermittlung bevorzugter ökologischer Nischen einer Stechmückenart ermöglicht es dann, Risikogebiete für eine Etablierung der jeweiligen Art aufzuzeigen und darüber hinaus die zu erwartende zeitliche Entwicklung dieser Risikogebiete darzustellen.

Aussagen zur künftig wahrscheinlichen Entwicklung werden durch die Übertragung der ökologischen Nische mittels räumlich und zeitlich differenzierter regionaler Klimamodelle auf die künftig zu erwartende Klimaentwicklung ermöglicht [15]. So können Prognosen zur künftigen Verbreitung eines Vektors abgeleitet werden. Für *Aedes albopictus* sind aktuell bereits der Oberrhein und das Kraichgau als klimatisch gut geeignet einzustufen, bis Mitte des Jahrhunderts auch das Allgäu, der Chiemgau und das Niederrheinische Tiefland mit der Kölner Bucht (▣ **Abb. 1** und [16]). Unterstützt werden die Modellierungen durch experimentelle Ansätze, wie z. B. die Bestimmung der Minimumtemperatur für das Überleben von Embryonen im Mückenei nach verschiedenen Kältebehandlungen [17].

### Aktuelle Monitoring- und Surveillance-Programme

Eine konkrete Risikoabschätzung der von Stechmücken in Deutschland ausgehenden Gefahr für die menschliche und tierische Gesundheit bedarf langfristiger Monitoring- und Surveillance-Maßnahmen.

Dazu zählen zum einen die Erfassung der einheimischen Stechmückenfauna sowie Untersuchungen zum Erregernachweis und zur Vektorkompetenz für exotische Pathogene. Aber auch der Eintrag und die Etablierung exotischer Arten, ausgelöst durch den internationalen Reise- und Warenverkehr, stellen in diesem Zusammenhang ein Risiko dar, das derzeit nicht genau abschätzbar ist.

Regional werden seit Jahren Daten zur einheimischen Stechmückenfauna erhoben, auch in Kombination mit Untersuchungen zum Erregernachweis in Mücken und humanen Proben. Seit dem Jahr 2009 untersucht das Deutsche Arbovirus-Surveillance-Programm (DASP), initiiert durch eine bilaterale Kooperation des Bernhard-Nocht-Institutes (BNITM) und der Kommunalen Arbeitsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage e.V. (KABS), Stechmücken und humane Proben aus Deutschland auf Arboviren und andere Pathogene [18, 19, 20]. Ergänzend dazu, erfolgt seit dem Jahr 2011 eine systematische bundesweite Bestandsaufnahme von Stechmücken in diversen Projekten, die durch staatliche Institutionen wie das Robert Koch-Institut (RKI) und das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) sowie durch die Leibniz-Gemeinschaft gefördert werden (▣ **Tab. 2**). Neben dem reinen Monitoring werden auch hier Untersuchungen zur Pathogendiagnostik sowie zur Vektorkompetenz für verschiedene Arboviren unternommen. Im Rahmen dieser Projekte ist eine am Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) angesiedelte Datenbank eingerichtet worden, in der entsprechende Daten von Forschungsgruppen zentral erfasst werden können. Unabhängig davon, ist auch die Öffentlichkeit im Zusammenhang mit einem sog. Mückenatlasprojekt zum Sammeln von Stechmücken aufgefordert worden [21]. In einem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) geförderten FuE-Vorhaben werden die Einschleppungswege und Etablierungsmöglichkeiten exotischer Stechmücken hingegen gezielt untersucht. Aufgrund von Funden (wie z. B. von *Ae. albopictus*) werden hier Brutstätten vor Ort beseitigt, um einer Ansiedelung der Insekten frühzeitig entgegenzuwirken.

**Tab. 3** In einheimischen Stechmücken nachgewiesene humanpathogene Viren und Filarien

Virus/Filarie	Erregerfamilie	Nachweise in Deutschland	Nachweise in folgenden Stechmückenspezies aus Deutschland	Krankheit	Inkubationszeit	Diagnostik: Krankheitswoche (KW)/Parameter/Material
Tahyna-Virus	Bunyaviridae	1968 1981 1995	<i>Aedes vexans</i>	Valtice-Fieber	5 bis 15 Tage	Ab 1. KW/IgG und IgM/Serum
Batai-Virus	Bunyaviridae	2009 2012	<i>Culex pipiens</i> <i>Culex torrentium</i> <i>Culiseta annulata</i> <i>Anopheles maculipennis</i> s.l.	Batai-Fieber	5 bis 15 Tage	Ab 1. KW/IgG und IgM/Serum
Sindbis-Virus	Togaviridae	2009 2012	<i>Culex pipiens</i> <i>Culex torrentium</i> <i>Anopheles maculipennis</i> s.l.	Ockelbo-Krankheit Pogosta-Krankheit Karelisches Fieber	2 bis 18 Tage	Ab 2. KW/IgG und IgM/Serum
Usutu-Virus	Flaviviridae	2010 2011 2012 2013	<i>Culex pipiens</i> <i>Culex torrentium</i> <i>Culex modestus</i> <i>Ochlerotatus cantans</i> <i>Aedes vexans</i> <i>Anopheles maculipennis</i> s.l. <i>Anopheles claviger</i>	Usutu-Fieber	5 bis 15 Tage	1. KW/RNA/Serum, Liquor, ab 2. KW/IgG und IgM/Serum
<i>Dirofilaria repens</i>	Onchocercidae	2011 2012 2013	<i>Culiseta annulata</i> <i>Aedes vexans</i> <i>Anopheles maculipennis</i> s.l.	Kutane Dirofilariose	6 bis 10 Wochen	Mikroskopische und molekulare Analyse extirpierter Würmer aus Haut und Augen

Anhand der ermittelten Daten aller derzeit durchgeführten Monitoring- und Surveillance-Programme sollen eine Bestandsaufnahme der in Deutschland auftretenden Stechmücken sowie eine sich daraus ergebende Risikoanalyse erfolgen. Trotz unterschiedlicher Hintergründe der Projekte hinsichtlich ihrer human- bzw. veterinärmedizinischen Bedeutung sind die Daten aufgrund des zoonotischen Potenzials bestimmter Erreger [z. B. WNV, Riftalfieber-Virus (RVFV)] nicht voneinander getrennt zu betrachten. Allerdings ist davon auszugehen, dass es über den derzeitigen Förderungszeitraum hinaus weiterer Datenaufnahmen bedarf, um eine angepasste Risikobewertung für Deutschland erstellen zu können.

### Mit welchen exotischen Krankheitserregern ist zu rechnen

In den vergangenen 5 Jahren wurden im Rahmen des DASP über 350.000 Stechmücken aus unterschiedlichen Teilen der Bundesrepublik auf Krankheitserreger untersucht. Dabei wurden sowohl humanpathogene Viren als auch humanpathogene Filarien nachgewiesen.

**Usutu-Virus.** Bei den nachgewiesenen Viren (Tab. 3) handelt es sich um zoonotische Krankheitserreger, von denen insbesondere das Usutu-Virus (USUV) in den letzten beiden Jahren von Bedeutung war, da es sich relativ schnell ausgebreitet hat und als Modellfall für das Auftreten neuer Erreger angesehen werden kann. Das USUV wurde erstmals 1959 in Südafrika am Grenzfluss zu Mosambik (Great Usutu River) aus *Culex-neavei*-Stechmücken isoliert [22]. Es ist ein Flavivirus und eng mit dem West-Nil-Virus verwandt. Bis zum Jahr 1996 wurde das USUV nur aus Vögeln und Stechmücken im südlichen und westlichen Afrika isoliert [23]. Hinweise auf seine veterinär- oder humanmedizinische Bedeutung gab es nicht, bis im Spätsommer 1996 in der Toskana mehrere Amseln an einer USUV-Infektion verstarben [24]. Beginnend im Jahr 2001, verursachte das USUV in Österreich Epizootien, denen sowohl Wildvögel als auch gekäfigte Vögel zum Opfer fielen [23]. Insbesondere Amseln waren von der Infektion betroffen, und in manchen Gebieten Österreichs gingen die Amselpopulationen um bis zu 89% zurück [23]. In den Folgejahren verursachte das USUV auch in Italien, der Schweiz und Ungarn lokal begrenzte Vogelsterben [23]. Im Jahr

2009 kam es dann in Italien bei 2 immun geschwächten Patienten zu schweren ZNS-Infektionen mit dem USUV [23]. Im Rahmen des DASP wurde das USUV erstmalig im Jahr 2010 in Stechmücken aus Südwestdeutschland nachgewiesen [19]. Im Spätsommer des Jahres 2011 verursachte es dann in Südwestdeutschland eine Epizootie unter Wildvögeln, der u. a. mehr als 100.000 Amseln zum Opfer fielen [25]. Aufgrund der Vorbefunde des DASP aus dem Jahr 2010 konnte die humanmedizinische Relevanz des USUV für die Bevölkerung in Südwestdeutschland in Kooperation mit den Blutspendediensten zeitnah untersucht werden: USUV-spezifische IgM- und IgG-Antikörper wurden bei einem von 4200 untersuchten asymptomatischen Blutspendern aus Südwestdeutschland nachgewiesen [20]. Der Blutspender hatte somit eine asymptomatische USUV-Infektion im Spätsommer 2011 durchgemacht [20]. Zu einer transfusionsbedingten Übertragung des USUV ist es dabei nicht gekommen [20]. Momentan ist die humanmedizinische Relevanz des USUV für die Bevölkerung in Südwestdeutschland eher als gering einzuschätzen.

**Sindbis-Virus.** Ein weiteres durch Stechmücken übertragenes Virus, das insbe-

sondere in Skandinavien eine große humanmedizinische Relevanz besitzt, ist das Sindbis-Virus (SINV). Es wurde erstmals 1952 in Sindbis, einem Vorort von Kairo, Ägypten, aus *Culex*-sp.-Stechmücken isoliert [26]. Das SINV gehört zur Familie Togaviridae und ist eng mit dem CHIKV verwandt. Humane Infektionen mit dem SINV können zu Fieber, Hautausschlag und lang anhaltenden Gelenkschmerzen führen. Seit Beginn der 1980er-Jahre ist es zu mehreren SINV-Epidemien in Finnland und Schweden gekommen. Das SINV konnte in Südwestdeutschland im Rahmen des DASP in den Jahren 2009 und 2012 in Stechmücken nachgewiesen werden [18]. Die humanmedizinische Relevanz des SINV für die Bevölkerung in Südwestdeutschland wurde in Zusammenarbeit mit den lokalen Gesundheitsbehörden und Blutspendediensten untersucht: SINV-spezifische IgG-Antikörper wurden bei 4 von 3389 untersuchten asymptomatischen Blutspendern aus Deutschland nachgewiesen [27]. Proben von 355 Patienten, bei denen klinisch der Verdacht auf eine SINV-Infektion bestand, wurden hingegen negativ auf SINV-spezifische Antikörper und Nukleinsäure getestet [27]. Die humanmedizinische Relevanz des SINV für die Bevölkerung in Südwestdeutschland ist daher momentan ebenfalls eher als gering einzuschätzen.

**Tahyna- und Batai-Virus.** Zwei weitere Viren, die in Stechmücken aus Deutschland nachgewiesen wurden, sind das Tahyna-Virus (TAHV) und das Batai-Virus (BATV) [28, 29]. Das TAHV war das erste Virus, das in Europa – unter anderem auch in Deutschland – in Stechmücken nachgewiesen wurde [28, 30]. Das TAHV und das BATV gehören zur Familie Bunyaviridae, und Infektionen mit diesen Viren können beim Menschen eine Sommergrippe hervorrufen. Die bisher ermittelten TAHV- und BATV-Infektionsraten in der Stechmückenpopulation in Deutschland sind sehr niedrig [29]. Somit ist die humanmedizinische Relevanz der beiden Viren für die Bevölkerung in Deutschland momentan auch eher als gering einzuschätzen.

**West-Nil-Virus.** Neben diesen bereits nachgewiesenen Viren muss in Zukunft mit weiteren Arboviren in Deutschland gerechnet werden. Insbesondere das WNV hat bereits in vielen Ländern Europas, seit den 1960er-Jahren Epidemien hervorgerufen. Es hat im Vergleich zu anderen Stechmücken-übertragenen Pathogenen momentan die größte humanmedizinische Bedeutung für die europäische Bevölkerung [31]. Das WNV ist ein Flavivirus und eng mit dem USUV verwandt. Es wurde erstmals 1937 in Uganda aus dem Blut einer Frau isoliert [32]. Die erste dokumentierte Epidemie fand sich 1950 in Israel. Das WNV gilt als ein Paradebeispiel für ein „emerging virus“. So trat es 1999 erstmals in Nordamerika auf. Es hat sich dort nahezu flächendeckend ausgebreitet und bis 2010 zu 1,8 Mio. Infektionen beim Menschen mit mehr als 1300 Todesfällen geführt [33]. Das WNV wurde trotz umfangreicher Surveillance-Programme bisher in Deutschland noch nicht nachgewiesen [31, 34, 35, 36]. Dennoch muss hier in Zukunft mit autochthonen WNV-Infektionen gerechnet werden, da das Virus in den Nachbarländern Frankreich, Österreich und Tschechien bereits zirkuliert [31] und regelmäßig durch Reisende aus Endemiegebieten nach Deutschland importiert wird [37, 38]. Darüber hinaus sind hier kompetente Stechmückenvektoren für das WNV wie *Culex*- und *Aedes*-Arten weit verbreitet.

**Hundehautwurm.** Bei den Untersuchungen von Stechmücken auf humanpathogene Parasiten wurde in Brandenburg wiederholt *Dirofilaria repens* nachgewiesen [39]. Diese auch als Hundehautwurm bekannte Filarienart ist endemisch in Süd- und Osteuropa sowie in vielen Ländern Afrikas und Asiens und wird durch verschiedene Stechmückenarten übertragen [40, 41]. Ihr Hauptreservoir sind Hunde, aber auch wildlebende Carnivoren wie Marder oder Füchse. Infizierte Hunde sind oft symptomlos, können aber im Einzelfall unterschiedliche Hautaffektionen zeigen. Der Mensch kann als Fehlwirt akzidentell über Stechmücken infiziert werden. Da sich die Würmer nach Übertragung auf den Menschen in der Regel nicht zur Geschlechtsreife entwickeln und im Verlauf spontan absterben,

zeigen sich meist nur wandernde Schwellungen und Knotenbildung an der Haut, oder man findet prämatüre Parasitenstadien am Auge. Bei hoher Infektionslast mit Entwicklung zur Geschlechtsreife und Mikrofilarienbildung können beim Menschen in seltenen Einzelfällen aber auch generalisierte Krankheitsbilder bis hin zu eosinophilen Meningoenzephalitiden entstehen [42]. Aktuelle Untersuchungen aus tiermedizinischen Praxen in Brandenburg haben bei Hunden eine relativ hohe Durchseuchung mit *D. repens* von 10% ergeben [43], sodass mit einer weiteren Ausbreitung der Infektion zu rechnen ist. Autochthone, in Deutschland erworbene Infektionen mit *D. repens* beim Menschen wurden aber bisher noch nicht beschrieben.

**Plasmodien.** Eine weitere Vektorbedingte Parasitose von globaler Bedeutung ist die Malaria. Regelmäßig wird spekuliert, ob diese Erkrankung durch Klimaänderungen nach Deutschland zurückkehren könnte. Auch wenn hier geeignete Vektoren wie *An. atroparvus* oder *An. plumbeus* vorhanden sind, halten Experten das endemische Wiederauftreten der Malaria in Deutschland für sehr unwahrscheinlich, insbesondere, da für eine stabile Übertragung eine ausreichend große Zahl an chronisch infizierten Personen vorhanden sein muss. Plasmodienarten, die eine Malaria beim Menschen auslösen können, sind humanspezifisch und können ausschließlich Menschen und einige Menschenaffenarten infizieren. Reisende, die sich im Ausland mit Plasmodien infizieren, erkranken in der Regel bereits kurz nach ihrer Rückkehr, werden dann umgehend antiparasitär behandelt und stehen daher für die weitere Übertragung nicht zur Verfügung. Darüber hinaus sind bei den zu erwartenden Temperaturerhöhungen um einige Grade die notwendigen klimatischen Bedingungen für die Entwicklung der Parasiten in den Stechmücken weiterhin suboptimal, sodass sich infektiöse Sporoziten nur an sehr wenigen Tagen im Jahr entwickeln können. Dies gilt insbesondere für die wichtigste und für den Menschen gefährlichste Parasitenart *Plasmodium falciparum*.

## Möglichkeiten der Prävention und der Vektorkontrolle

Wegen ihrer Bedeutung als Vektoren für pathogene Mikroorganismen und ihres teilweise hohen Belästigungspotenzials werden Stechmücken zeitweise bekämpft, insbesondere bei hoher Mückendichte in bewohnten Gebieten. Die wichtigsten Methoden zur Bekämpfung kann man wie folgt einteilen:

**Umweltsanierung.** Eine Umweltsanierung beinhaltet die Beseitigung oder Manipulation von künstlichen und natürlichen Brutstätten, um alle unnötigen Wasseransammlungen zu vermeiden, in denen Stechmücken Eier ablegen können. Diese Maßnahmen richten sich meist gegen künstliche Brutstätten im Siedlungsbereich und können am effektivsten realisiert werden, wenn die Bevölkerung über entsprechende Öffentlichkeitsarbeit einbezogen wird.

**Reduktion des Kontaktes zwischen Mücken und Mensch.** Bei einem Aufenthalt in Mückengebieten sollte Kleidung gewählt werden, die möglichst weite Teile der Haut bedeckt. Im häuslichen Bereich können Mückenfenster (sog. Window-screens) oder Moskitonetze angebracht werden, die das Eindringen der Mücken in Häuser bzw. Schlafstätten verhindern. Im Freien bieten auch N,N-Diethyl-m-toluamid- (DEET) oder Icaridin-haltige Repellenzien zumindest zeitweise Schutz vor lästigen Stichen.

**Biologische Bekämpfung.** Voraussetzung für solche Maßnahmen sind eine behördliche Genehmigung sowie eine exakte Kartierung der Mückenbrutstätten und eine funktionierende Infrastruktur mit geschultem Personal. Die biologische Bekämpfung umfasst im Wesentlichen den Einsatz von Fressfeinden wie Fischen oder von mikrobiellen Produkten, z. B. aus Bakterien wie *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*). *Bti* ist ein Bodenbakterium, das 1976 in Israel entdeckt wurde und weltweit natürlich im Boden vorkommt. Die Bakterien bilden Toxine (Eiweißkristalle), die gezielt Mückenlarven abtöten, während andere Organismen weitgehend unbeschadet bleiben.

Die Bakterien werden in Fermentern gezüchtet, die gebildeten Eiweißkristalle isoliert und zu einem Puder- oder Flüssigkonzentrat verarbeitet. Diese Produkte werden seit mehr als 30 Jahren erfolgreich am Oberrhein vorwiegend gegen Überschwemmungsmücken (z. B. *Ae. vexans* oder *Oc. sticticus*), aber auch gegen *Culex*- und *Anopheles*-Arten eingesetzt. Das *Bti*-Präparat kann in Suspension oder gebunden an Eiskristallen z. T. mit Hubschraubern großflächig ausgebracht werden. Nach Aufnahme durch die Mückenlarven bindet das Polypeptid an Stechmücken-spezifische Rezeptoren der Mitteldarmzellen und führt anschließend zur Lyse der Zellen. Zur Bekämpfung von Container-brütenden Stechmücken wie *Oc. japonicus*, *Ae. albopictus* oder *Cx. pipiens*, können *Bti*-Sprudelta-bletten eingesetzt werden.

**Chemische Bekämpfung.** Die chemische Bekämpfung sollte nur ergänzend zur biologischen Bekämpfung und Umweltsanierung in Erwägung gezogen werden, wenn Vektor-bedingte Infektionen epidemisch auftreten und größere Gesundheitsgefahren bestehen. In diesem Zusammenhang ist der flankierende Aufbau eines guten entomologischen und epidemiologischen Überwachungsprogramms wichtig, damit beim Auftreten von Krankheitsfällen umgehend reagiert werden kann. In solchen Fällen ist das Vernebeln von Pyrethroiden (z. B. Permethrin oder Deltamethrin) angezeigt, um adulte Stechmücken abzutöten.

## Rolle der Öffentlichen Gesundheitsdienste

Der Öffentliche Gesundheitsdienst (ÖGD) hat gemäß Infektionsschutzgesetz (IfSG) einen ganzen Katalog von Rechten und Pflichten, um im Falle des Auftretens von übertragbaren Krankheiten notwendige Schutzmaßnahmen anzuordnen und durchführen zu lassen. Dazu gehören sowohl die seit 2001 bundesweit einheitliche Surveillance und Ermittlungstätigkeiten als auch Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und Kontrolle wie Beobachtung, Quarantäne und Tätigkeitsverbote sowie solche der Entwesung. Ziele sind die Unterbrechung von Infektionsketten,

die Ermittlung der Infektionsquelle, die Identifizierung und Eindämmung von Ausbrüchen, die Prävention weiterer Infektionen und die Bereitstellung von Verhaltensempfehlungen. Daneben hat der ÖGD kritische Funktionen in der Gefährdungsbewertung, der Koordination der Gesamtmaßnahmen und der Amtshilfe sowie in der Übermittlung von Informationen, insbesondere im Rahmen der Risikokommunikation.

Die Europäischen Staaten sind Länder mit sehr hoher Reiseaktivität und internationaler Migration, beides mit der Folge zunehmender Importe exotischer Erkrankungen [44]. Im Zuge der Diskussionen um die Anpassungsstrategien an den Klimawandel, haben Vektor-assoziierte Infektionskrankheiten inzwischen auch Eingang in die Maßnahmenkataloge des Bundes und der Länder gefunden [45, 46]. Die internationalen Gesundheitsvorschriften sehen in den *Points of Entry* die Bereithaltung von Kapazitäten zur Vektorkontrolle vor. Welche Möglichkeiten aber bietet das Gesetz dem ÖGD, um auf eingeschleppte und sich ggf. etablierende Arthropoden wie vektorkompetente Stechmücken oder sogar auf einen Stechmücken-vermittelten Krankheitsausbruch angemessen zu reagieren?

Tiere, durch die Krankheitserreger auf Menschen übertragen werden können, sind im Sinne des IfSG Gesundheitsschädlinge (§ 2 IfSG). Wenn solche festgestellt werden und die Gefahr begründet ist, dass durch sie Krankheitserreger verbreitet werden, hat die zuständige Behörde die zu ihrer Bekämpfung erforderlichen Maßnahmen anzuordnen [§ 17 (2) IfSG]. Die Bekämpfung umfasst Maßnahmen gegen das Auftreten, die Vermehrung und Verbreitung sowie zur Vernichtung von Gesundheitsschädlingen. Es liegt im Ermessen des Gesundheitsamtes oder auch der Landesbehörde zu entscheiden, ob eine Gefahr vorliegt. Grundsätzlich ist die Risikobewertung vektorübertragener Erkrankungen aber äußerst kompliziert [47].

Das IfSG ermöglicht über § 17 Absatz (5) auch eine präventive Bekämpfung von Gesundheitsschädlingen, die durch den Erlass einer Verordnung implementiert werden kann. Auch gewähren die rechtlichen Bestimmungen, dass

ggf. erforderliche systematische Untersuchungen von Risiko- und Sentinelpopulationen (Mensch, Tier, Vektoren) durchgeführt werden, um Prävalenzen von Erregern und Inzidenzen von Krankheitsfällen zu ermitteln. Um aber beispielsweise einer plötzlich auftretenden WNV-Aktivität zu begegnen, wäre eine konzertierte Zusammenarbeit zwischen ÖGD, Veterinärbehörden und ausgewiesenen Experten in medizinischer Entomologie erforderlich.

In den USA hat der dortige ÖGD im Zuge der West-Nil-Epidemien Fachbrochüren zum Umgang mit vektorkompetenten Mücken und entsprechenden Krankheitsausbrüchen erarbeitet [48, 49]. Bezüglich solcher Maßnahmen betreten wir in Deutschland im Moment noch Neuland. Wie schnell sich aber auch hier eine neue Stechmückenspezies etablieren und ausbreiten kann oder sich eine Stechmücken-bedingte Virusinfektion zu einer Epidemie entwickelt, zeigen in beeindruckender Weise das Beispiel des Japanischen Buschmoskitos und das Amstersterben durch USUV.

Daher ist auch bei uns eine zeitnahe Auseinandersetzung mit Fragen zu präventiven Maßnahmen zur Verhinderung der Etablierung vektorkompetenter Mückenpopulationen notwendig. Ein erster Schritt in diese Richtung wurde bereits mit der Einrichtung eines Fachgremiums zu Aspekten der Kontrolle vektorkompetenter Stechmücken unternommen, das bei der Entwesungsmittelkommission am Umweltbundesamt angesiedelt ist. Ein weiteres interdisziplinäres Expertengremium, das sich ganz im Sinne der *One-health-Initiative* [50] aus Human- und Veterinärmedizinern, Epidemiologen, Entomologen und Vertretern des ÖGD zusammensetzt, sollte folgen, um in Deutschland dem Ziel einer epidemiologischen *Preparedness* dadurch näher zu kommen, dass den Behörden ein Fahrplan für die Vektorkontrolle und für Ausbruchssituationen bereitgestellt wird.

## Korrespondenzadresse

### Prof. Dr. E. Tannich

Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin  
Bernhard-Nocht-Str. 74, 20359 Hamburg  
tannich@bniitm.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** N. Becker, A. Krüger, C. Kuhn, A. Plenge-Bönig, S.M. Thomas, J. Schmidt-Chanasit und E. Tannich geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

## Literatur

- Angelini R, Finarelli AC, Angelini P et al (2007) An outbreak of chikungunya fever in the province of Ravenna, Italy. *Euro Surveill* 12:E070906.1
- Danis K, Papa A, Theocharopoulos G et al (2011) Outbreak of West Nile virus infection in Greece 2010. *Emerg Infect Dis* 17:1868–1872
- Barzon L, Pacenti M, Cusinato R et al (2011) Human cases of West Nile virus infection in north-eastern Italy, 15 June to 15 November 2010. *Euro Surveill* 16(33). doi:pii: 19949
- Sirbu A, Ceianu CS, Panculescu-Gatej RI et al (2011) Outbreak of West Nile virus infection in humans, Romania, July to October 2010. *Euro Surveill* 16. doi:pii: 19762
- Tomasello D, Schlagenhauf P (2013) Chikungunya and dengue autochthonous cases in Europe, 2007–2012. *Travel Med Infect Dis* pii: S1477-8939(13)00128-2
- Schmidt-Chanasit J, Haditsch M, Schoneberg I et al (2010) Dengue virus infection in a traveller returning from Croatia to Germany. *Euro Surveill* 15(40). doi:pii: 19677
- Danis K, Baka A, Lenglet A et al (2011) Autochthonous *Plasmodium vivax* malaria in Greece 2011. *Euro Surveill* 16(42). doi:pii: 19993
- VBORNET (2013) Exotic Mosquitoes-Distribution Maps. [http://www.ecdc.europa.eu/en/activities/diseaseprogrammes/emerging\\_and\\_vector\\_borne\\_diseases/Pages/VBORNET\\_maps.aspx](http://www.ecdc.europa.eu/en/activities/diseaseprogrammes/emerging_and_vector_borne_diseases/Pages/VBORNET_maps.aspx)
- Huber K, Pluskota B, Jöst A et al (2012) Status of the invasive species *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae) in southwest Germany in 2011. *J Vector Ecol* 37:462–465
- Werner D, Kampen H (2013) The further spread of *Aedes japonicus japonicus* (Diptera, Culicidae) towards northern Germany. *Parasitol Res*. doi:10.1007/s00436-013-3564-3
- Adhami J, Reiter P (1998) Introduction and establishment of *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) in Albania. *J Am Mosq Control Assoc* 14:340–343
- Pluskota B, Storch V, Braunbeck T et al (2008) First record of *Stegomyia albopicta* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Germany. *Eur Mosq Bull* 17:4
- Kampen H, Kronfeld M, Zielke D et al (2012) Further specimens of the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) trapped in southwest Germany. *Parasitol Res* 112:905–907
- Becker N, Geier M, Balczun C et al (2013) Repeated introduction of *Aedes albopictus* into Germany, July to October 2012. *Parasitol Res* 112:1787–1790
- Thomas SM, Beierkuhnlein C (2013) Predicting ectotherm disease vector spread – benefits from multidisciplinary approaches and directions forward. *Naturwissenschaften* 100:395–405
- Fischer D, Thomas SM, Niemitz F et al (2011) Projection of climatic suitability for *Aedes albopictus* Skuse (Culicidae) in Europe under climate change conditions. *Glob Planet Change* 78:54–64
- Thomas SM, Obermayr U, Fischer D et al (2012) Low-temperature threshold for egg survival of a post-diapause and non-diapause European *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasit Vectors* 5(100). doi:10.1186/1756-3305-5-100
- Jöst H, Bialonski A, Storch V et al (2010) Isolation and phylogenetic analysis of Sindbis viruses from mosquitoes in Germany. *J Clin Microbiol* 48:1900–1903
- Jöst H, Bialonski A, Maus D et al (2011) Isolation of Usutu virus in Germany. *Am J Trop Med Hyg* 85:551–553
- Allering L, Jöst H, Emmerich P et al (2012) Detection of Usutu virus infection in a healthy blood donor from south-west Germany, 2012. *Euro Surveill* 17(50)
- Mückenatlas. <http://www.mueckenatlas.de>
- McIntosh BM (1985) Usutu (SA Ar 1776), nouvel arbovirus du groupe B. *Int Catalogue Arboviruses* 3:1059–1060
- Bosch S, Schmidt-Chanasit J, Fiedler W (2012) Das Usutu-Virus als Ursache von Massensterben bei Amseln *Turdus merula* und anderen Vogelarten in Europa: Erfahrungen aus fünf Ausbrüchen zwischen 2001 und 2011. *Vogelwarte* 50:109–122
- Weissenböck H, Bakonyi T, Rossi G et al (2013) Usutu virus, Italy, 1996. *Emerg Infect Dis* 19:274–277
- Becker N, Jöst H, Ziegler U et al (2012) Epizootic emergence of Usutu virus in wild and captive birds in Germany. *PLoS One* 7:e32604
- Taylor RM, Hurlbut HS, Work TH et al (1955) Sindbis virus: a newly recognized arthropodtransmitted virus. *Am J Trop Med Hyg* 4:844–862
- Jöst H, Bürck-Kammerer S, Hütter G et al (2011) Medical importance of Sindbis virus in south-west Germany. *J Clin Virol* 52:278–279
- Spieckermann D, Ackermann R (1972) Isolation of viruses belonging to the California-encephalitis group from mosquitoes in Northern Bavaria. *Zentralbl Bakteriol Orig A* 221:283–295
- Jöst H, Bialonski A, Schmetz C et al (2011) Isolation and phylogenetic analysis of Batai virus, Germany. *Am J Trop Med Hyg* 84:241–243
- Bardos V, Danielova V (1959) The Tahyna virus – a virus isolated from mosquitoes in Czechoslovakia. *J Hyg Epidemiol Microbiol Immunol* 3:264–276
- Schmidt-Chanasit J, Schmiel S, Fleischer B, Burckhard GD (2012) Viruses acquired abroad: what does the primary care physician need to know? *Dtsch Arztebl Int* 109(41):681–691
- Smithburn KC, Hughes TP, Burke AW, Paul JH (1940) A neurotropic virus isolated from the blood of a native of Uganda. *Am J Trop Med* 20:471–492
- Kilpatrick AM (2011) Globalization, land use, and the invasion of West Nile virus. *Science* 334:323–327

34. Ziegler U, Seidowski D, Angenvoort J et al (2012) Monitoring of West Nile virus infections in Germany. *Zoonoses Public Health* 59(Suppl 2):95–101
35. Timmermann U, Becker N (2010) Mosquito-borne West Nile virus (WNV) surveillance in the Upper Rhine Valley, Germany. *J Vector Ecol* 35:140–143
36. Seidowski D, Ziegler U, Rönn JA von et al (2010) West Nile virus monitoring of migratory and resident birds in Germany. *Vector Borne Zoonotic Dis* 10:639–647
37. Schultze-Amberger J, Emmerich P, Günther S, Schmidt-Chanasit J (2012) West Nile virus meningoencephalitis imported into Germany. *Emerg Infect Dis* 18:1698–1700
38. Gabriel M, Emmerich P, Frank C et al (2013) Increase in West Nile virus infections imported to Germany in 2012. *J Clin Virol* 58:587–589
39. Czajka C, Becker N, Jöst H et al (2014) Stable transmission of *Dirofilaria repens* nematodes, Northern Germany. *Emerg Infect Dis* 20:328–330
40. Genchi C, Kramer LH, Rivasi F (2011) *Dirofilaria* infection in Europe. *Vector Borne Zoonotic Dis* 11:1307–1317
41. Simón F, Siles-Lucas M, Morchón R et al (2011) Human and animal dirofilariasis: the emergence of a zoonotic mosaic. *Clin Microbiol Rev* 25:507–544
42. Poppert S, Hodapp M, Krueger A et al (2009) *Dirofilaria repens* infection and concomitant meningoencephalitis. *Emerg Infect Dis* 15:1844–1846
43. Sassnau R, Kohn M, Demeler J et al (2013) Is *Dirofilaria repens* endemic in the Havelland district in Brandenburg, Germany? *Vector borne Zoonotic Dis* 13:888–891
44. Gautret P, Cramer JP, Field V et al (2010) Infectious diseases among travellers and migrants in Europe. *EuroTravNet. Euro Surveill* 17(26)
45. BMU (2008) Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Hintergrundpapier. [http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das\\_hintergrund.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_hintergrund.pdf)
46. DAS (2011) Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen. [http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan\\_anpassung\\_klimawandel\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf)
47. Schmidt K, Dressel KM, Niedrig M et al (2013) Public health and vector-borne diseases – a new concept for risk governance. *Zoonoses Public Health*. doi:10.1111/zph.12045
48. ASTHO (2005) Public health confronts the mosquito. Developing sustainable state and local mosquito control programs. Association of State and Territorial Health Officials (ASTHO) 2005. <http://www.StatePublicHealth.org>
49. ASTHO (2009) Before the swarm: guidelines for the emergency management of mosquito-borne disease outbreaks. Association of State and Territorial Health Officials. <http://www.astho.org/Programs/Environmental-Health/Natural-Environment/Before-the-Swarm/>
50. UN (2008) Contributing to one world, one health. A strategic framework for reducing risks of infectious diseases at the animal-human-ecosystems interface. [http://un-influenza.org/sites/default/files/OWOH\\_14Oct08.pdf](http://un-influenza.org/sites/default/files/OWOH_14Oct08.pdf)

## Neues zur Tuberkulose in Deutschland

Die Zahl der Tuberkulosen sinkt kaum noch, bei multiresistenten Erkrankungen steigen die Fallzahlen sogar geringfügig. Das zeigt der jährliche Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose für 2012, mit dem das Robert Koch-Institut die Situation in Deutschland umfassend darstellt. „Die gemeinsamen Anstrengungen in der frühen Erkennung und Prävention von der Tuberkulose müssen daher intensiviert werden“, sagte Reinhard Burger, Präsident des Robert Koch-Instituts, anlässlich des Welttuberkulosestages am 24. März 2014. „Der öffentliche Gesundheitsdienst braucht für die erforderlichen Maßnahmen auch ausreichende Ressourcen“, unterstrich Burger.

Für das Jahr 2012 wurden dem Robert Koch-Institut insgesamt 4.220 Tuberkulosen übermittelt (4.317 im Jahr 2011). Damit sinken die Fallzahlen bereits das vierte Jahr in Folge kaum noch. Zuvor waren die Erkrankungszahlen jedes Jahr deutlich zurückgegangen. Im Jahr 2012 starben 146 Patienten an der Tuberkulose (144 im Jahr 2011). Die Zahl der Tuberkulosen bei Kindern, die seit 2009 kontinuierlich angestiegen waren, blieb 2012 mit 178 Fällen unverändert gegenüber 2011. Aufgrund ihrer besonderen Empfänglichkeit und der Gefahr besonders schwerer Verläufe, sowie auch als Indikator für bestehende Infektionsketten, bedarf diese Gruppe aber weiterhin einer ganz besonderen Aufmerksamkeit.

Der Anteil von Erkrankungen durch multiresistente Stämme liegt 2012 bei 2,3% (65 Fälle) und ist damit höher als im Mittel der 5 Jahre zuvor (2007–2011: 1,9%) Bei Multi-resistenz sind mindestens die wichtigsten zwei Standardmedikamente Isoniazid und Rifampicin unwirksam.

In Ballungszentren und Großstädten liegt die Inzidenz (Zahl der gemeldeten Fälle pro 100.000 Einwohner) deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 5,2. Zwei aktuelle Veröffentlichungen in der Zeitschrift *Eurosurveillance*, an denen Wissenschaftler des RKI mitgearbeitet haben, zeigen die Bedeutung dieses Problems im europäischen Kontext. Das *Epidemiologische Bulletin* vom 17. März 2014 greift dieses Thema mit einem Beitrag zu den besonderen Herausforderungen für Ballungszentren am Beispiel München auf. Hier wird deutlich, welche umfassende soziale, administrative und sprachvermittelnde Unterstützung Gesundheitsämter zunehmend leisten müssen, um eine adäquate medizinische Versorgung von tuberkulosekranken und –gefährdeten Menschen zu ermöglichen. Das Motto der Weltgesundheitsorganisation für den Welttuberkulosestag 2014, ins Deutsche frei übertragen „Tuberkulose erkennen, verhindern, heilen: alle erreichen“, ist somit auch für Deutschland von Belang. Tuberkulose bleibt eine medizinische, sozialmedizinische und gesellschaftliche Herausforderung insbesondere für die Gesundheitsämter und die behandelnden Ärzte. Es gibt weiterhin einen großen Informationsbedarf zum Thema, der die hohe Bedeutung, die Tuberkulose nach wie vor für die Gesundheit der Bevölkerung hat, unterstreicht.

Quelle:

Robert Koch-Institut,  
[www.rki.de/tuberkulose](http://www.rki.de/tuberkulose)