

Aedes albopictus in Deutschland

Handlungsbedarf und -optionen im Umgang mit der Asiatischen Tigermücke¹

Stand: April 2016

Die Expertenkommission „Stechmücken als Überträger von Krankheitserregern“ nahm im Januar 2016 ihre Arbeit auf. Sie wird Fragen zur Überwachung und Bekämpfung von Stechmücken als Vektoren von Infektionserregern behandeln und entsprechende Handlungsempfehlungen erarbeiten.

Mitglieder der Expertenkommission sind das Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin (Prof. Dr. Egbert Tannich), das Friedrich-Loeffler-Institut (PD Dr. Helge Kampen), das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (Dr. Doreen Walther), das Robert Koch-Institut (Prof. Dr. Klaus Stark), der Sanitätsdienst der Bundeswehr am Bernhard-Nocht-Institut (PD Dr. Andreas Krüger), das Umweltbundesamt (Dr. Carola Kuhn), die Universität Leipzig (Prof. Martin Pfeffer), die Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage e.V. (PD Dr. Norbert Becker) und die Firma Biogents (Dr. Andreas Rose).

Die Geschäftsstelle der Expertenkommission führt PD Dr. Helge Kampen am Friedrich-Loeffler-Institut.

1. Allgemeines

Begünstigt durch Globalisierung und Klimaerwärmung kam es in der jüngeren Vergangenheit verstärkt zur Einschleppung, Etablierung und Ausbreitung mehrerer exotischer Stechmücken-Arten in Europa (Schaffner et al. 2013): *Aedes albopictus* (Asiatische Tigermücke), *Aedes aegypti* (Gelbfiebermücke), *Aedes japonicus* (Asiatische Buschmücke), *Aedes koreicus*, *Aedes atropalpus* und *Aedes triseriatus*. Da einige von ihnen als effiziente Überträger (Vektoren) von Krankheitserregern von Mensch und Tier gelten, wird ihr geografisches Vorkommen u.a. von der Weltgesundheitsorganisation WHO (World Health Organization) und der Europäischen Gesundheitsbehörde ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control) genau beobachtet (vgl. van der Berg 2013, Zeller et al. 2013). In vielen betroffenen Ländern (z.B. Spanien, Italien, Frankreich, Belgien, Holland) werden regelmäßig lokale oder regionale Bekämpfungsmaßnahmen ergriffen, um die Etablierung und Ausbreitung der Arten und/oder eine Übertragung von Krankheitserregern zu verhindern. Bisherige Kontrollaktivitäten führten bei frühzeitiger Implementierung meist zur Eliminierung der Mücken, hatten jedoch umso weniger Erfolg, je später sie eingesetzt wurden, und konnten dann häufig nur noch eine temporäre Populationsreduktion bewirken.

In Deutschland wird die Asiatische Tigermücke zunehmend häufig nachgewiesen, und möglicherweise hat eine Überwinterung schon stattgefunden. Eine flächendeckende Etablierung ist derzeit aber noch nicht gegeben.

¹ Zusammengestellt von der Nationalen Expertenkommission ‚Stechmücken als Überträger von Krankheitserregern‘ (Geschäftsstelle: FLI, PD Dr. Helge Kampen), Frühjahr 2016

2. Biologie und Anpassung

Bei einigen Stechmücken-Arten der Gattung *Aedes* handelt es sich um so genannte Container-Brüter. Sie nutzen zur Larvalentwicklung neben ihren natürlichen Brutgewässern v.a. kleinere künstliche Wasserbehälter in unmittelbarer Nähe des Menschen, wie Regentonnen, Blumenvasen, Vogeltränken etc.

Diese Arten legen ihre Eier nicht unmittelbar auf dem Wasser ab, sondern kleben sie an feuchte Substrate oberhalb der Wasseroberfläche. Die sich in den Eiern entwickelnden Larven schlüpfen erst, wenn die Eier aufgrund eines steigenden Wasserspiegels, z.B. nach Regenfällen, geflutet werden. Die Eier sind i.d.R. sehr austrocknungsresistent und können noch nach Monaten in relativ trockenem Milieu vitale Larven hervorbringen.

Aedes albopictus ist eine eher thermophile Stechmücken-Art. Trotzdem ist sie in ihrer asiatischen Heimat nicht nur in tropischen und subtropischen Gebieten zu finden, sondern in China, Japan und Südkorea auch in Gebieten mit gemäßigttem Klima. Während die Generationsfolge in tropischen Gebieten ohne jahreszeitliche Unterbrechung stattfindet, haben Populationen gemäßigter Zonen eine photoperiodisch kontrollierte Ruhephase im Eistadium (Diapause), in der sie kältere Jahreszeiten überdauern können. In Asien wurde eine Überwinterung in Gegenden beobachtet, wo die minimale durchschnittliche Tagestemperatur im Januar -3 °C beträgt (Nawrocki & Hawley 1987). In noch kälteren Regionen kommt *Ae. albopictus* zwar im Sommer vor, überwintert aber nicht.

Man geht davon aus, dass nordamerikanische Populationen von *Ae. albopictus* aus gemäßigten asiatischen Gebieten stammen (Nawrocki & Hawley 1987). Sie zeigen ähnliche Überwinterungscharakteristika und haben sich während ihrer nordwärts gerichteten Ausbreitung in den USA offenbar weiter an ein gemäßigttes Klima angepasst. Ihre diapausierenden Eier sind in der Lage, in klimatisch begünstigten Nischen selbst extrem kalte Winter zu überstehen (Hanson & Craig 1995). Bei der zu Beginn der 1990er Jahre in Italien entdeckten Population, von dem vermutlich die Ausbreitung über ganz Europa ausging, scheint es sich um einen solchen, an gemäßigttes Klima adaptierten Stamm aus den USA zu handeln (Knudsen et al. 1996).

3. Verbreitung in Europa und Situation in Deutschland

Aedes albopictus war ursprünglich im Asiatisch-Pazifischen Raum verbreitet (Abb. 1). Ende der 1970er Jahre wurde die Spezies erstmals in Europa (Albanien) nachgewiesen (Adhami & Reiter 1998), hat sich von dort aus aber offenbar nicht weiter verbreitet. Erst etwa zehn Jahre später wurden weitere Tiere inkl. Vermehrungsstadien (Larven, Puppen) in Genua und Padua, Italien, entdeckt (Scholte & Schaffner 2007). Die Population in Padua war vermutlich der Ursprung für die Ausbreitung der Mücke über Südeuropa (Knudsen et al. 1996). Mit hoher Wahrscheinlichkeit war der Stamm nicht aus Asien, sondern aus Nordamerika eingeführt worden, wo 1985 erstmals eine sich reproduzierende *Ae. albopictus*-Population nachgewiesen wurde (Sprenger & Wuithiranyagool 1986). Die Ausbreitung über Südeuropa verlief rasant, und inzwischen ist *Ae. albopictus* in 26 europäischen Ländern nachgewiesen worden; in 19 von ihnen hat sich die Spezies fest etabliert (Medlock et al. 2015; Abb. 2). Bereits 2007 wurde ein vehementes sommerliches

Vordringen von *Ae. albopictus* aus Norditalien in die Südschweiz beobachtet (Wymann et al. 2008).

Der erste Nachweis in Deutschland stammt ebenfalls aus dem Jahr 2007, als Eier in einer Eiablagefalle (Ovitrap) auf dem Autobahnparkplatz „Rheinaue“, südlich von Bad Bellingen an der Autobahn A5 nahe der deutsch-schweizerischen Grenze, gefunden wurden (Pluskota et al. 2008). Seit 2012 werden mit Stechmücken-Fallen auch regelmäßig adulte Tiere auf Raststätten der A5 im südlichen Baden-Württemberg gefangen (Werner et al. 2012, Becker et al. 2013, Kampen et al. 2013). Man geht davon aus, dass es sich um Mücken handelt, die mit dem Fernreiseverkehr aus Italien und anderen südeuropäischen Ländern, wo die Asiatische Tigermücke weit verbreitet ist, eingeschleppt werden. *Aedes albopictus* ist eine sehr aggressive Mückenart, die dem Menschen zur Blutaufnahme auch ins Auto folgt.

Während in den ersten Jahren des Monitorings in Deutschland (2011-2013) nur einzelne Exemplare der Asiatischen Tigermücke gefangen wurden, werden mittlerweile auch größere Populationen nachgewiesen. 2014 wurde auf einem Friedhof im Osten Freiburgs außerhalb der Flugdistanz zu einer Autobahnraststätte erstmals eine *Ae. albopictus*-Population in Deutschland beobachtet, die sich über eine längere Zeit (Mitte August bis Ende Oktober) reproduzierte (Werner & Kampen 2015).

An gleicher Stelle wurden von Mitte Juli bis Mitte Oktober 2015 erneut regelmäßig sämtliche Entwicklungsstadien gesammelt, was eine erfolgte Überwinterung nahelegt (Walther et al., zur Publ. eingereicht). Nach ersten Hinweisen im Herbst 2014 wurde 2015 in einer Kleingartenkolonie im Westen Freiburgs eine Mückenplage festgestellt, die durch *Ae. albopictus* verursacht wurde. Auch hier hatte sich zunächst unbemerkt eine Population angesiedelt, die nach ihrer Identifizierung umgehend bekämpft wurde. Der Eintrag der Mücken war offenbar durch den Transport von LKWs über den Schienenverkehr aus Italien erfolgt. Durch die sofortige Bekämpfung konnte eine weitere Ausbreitung zunächst verhindert werden.

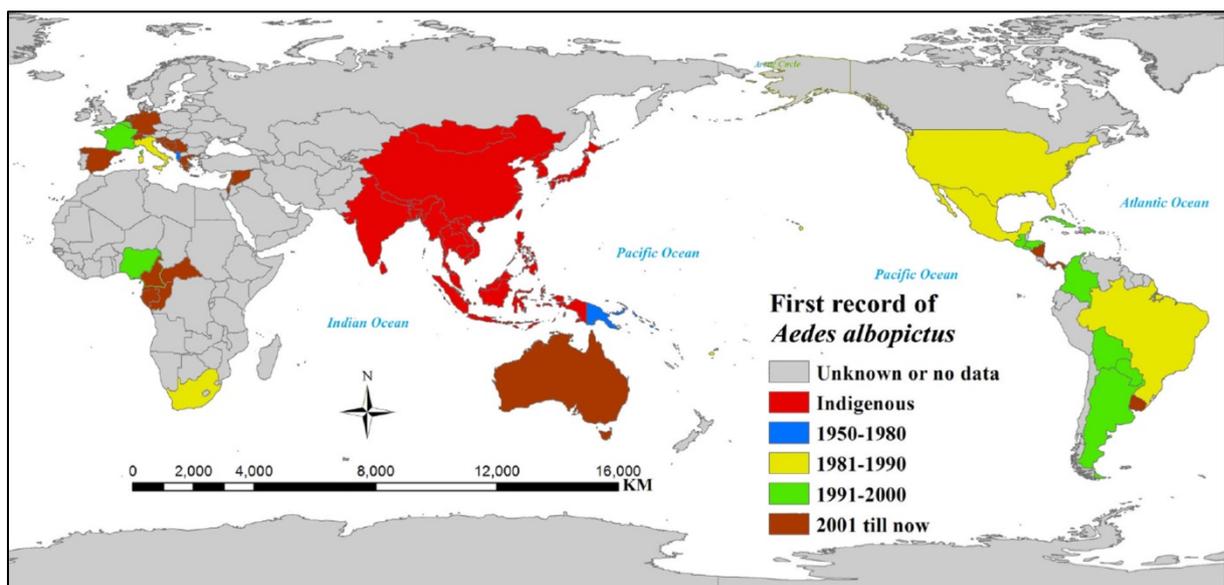


Abbildung 1: Weltweite Verbreitung von *Ae. albopictus* (Bonnizoni et al. 2013, modifiziert)

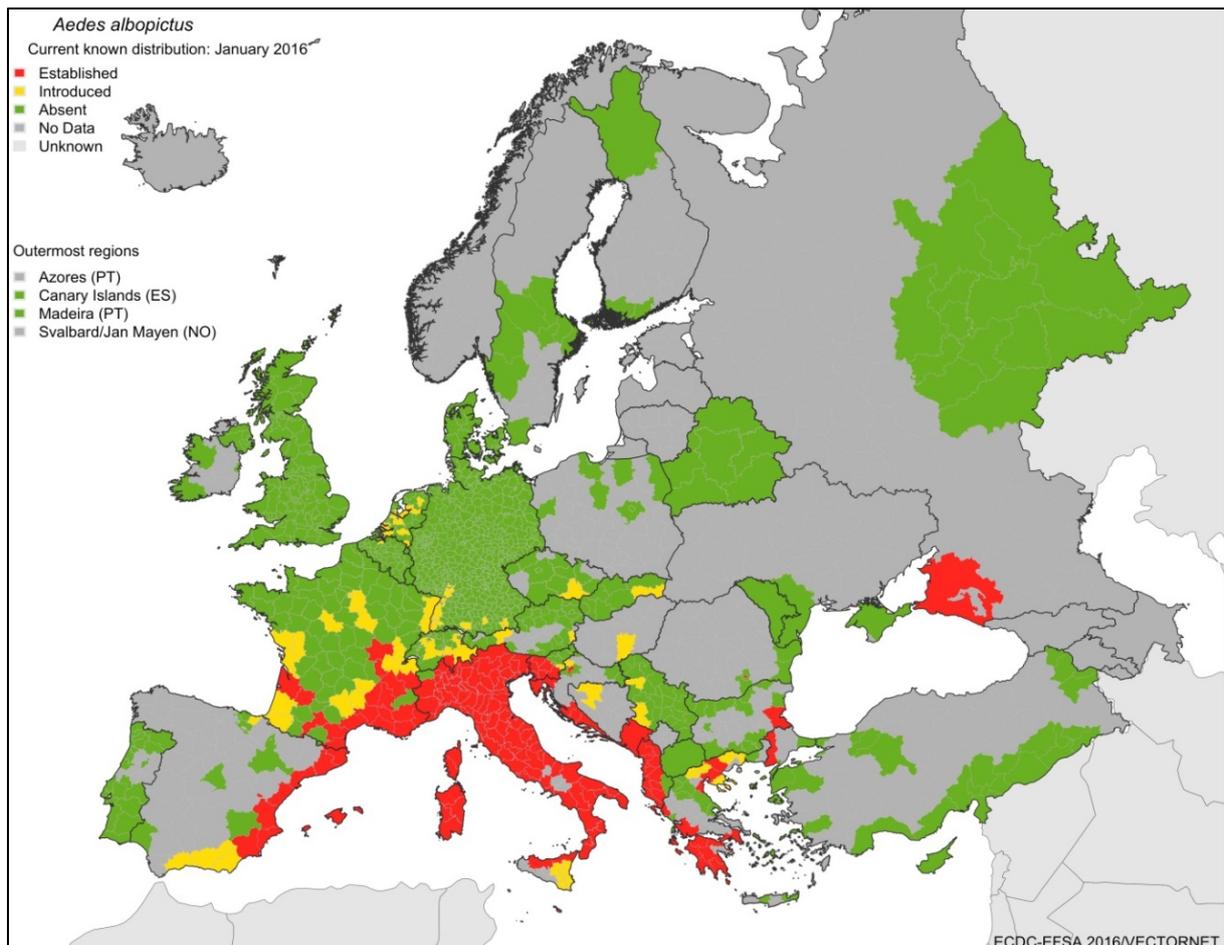


Abbildung 2: Verbreitung von *Ae. albopictus* in Europa, Januar 2016 (ECDC/EFSA: http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vector-maps/Pages/VBORNET_maps.aspx). Die jüngsten Nachweise aus Deutschland sind noch nicht berücksichtigt.

Darüber hinaus wurden im Jahr 2015 deutlich mehr und viel weiter nördlich als in früheren Jahren Exemplare von *Ae. albopictus* auf Autobahnraststätten der A5 gefangen. Auch an anderen beprobten süddeutschen Autobahnen, wie z.B. der A93, lockten die Fallen in den letzten Jahren zunehmend häufig Asiatische Tigermücken an. Neben adulten Tieren wurden zwischen 2013 und 2015 auch immer öfter Eigelege und Larvalstadien an den Autobahnraststätten nachgewiesen.

Die Funde von *Ae. albopictus* beschränkten sich 2015 aber nicht auf Süddeutschland. Über den „Mückenatlas“, ein Instrument zur passiven Stechmücken-Überwachung, wurden Individuen aus Jena (Thüringen), Essen (NRW), Würzburg (Bayern), Freudenstadt und Heidelberg (Baden-Württemberg) eingeschickt. Während bei einer Ortsbesichtigung in Essen keine Mücken gefunden wurden, konnten die Fundorte Würzburg und Freudenstadt aus zeitlichen und personellen Gründen im Jahr der Meldung nicht mehr inspiziert werden. Dagegen wurde auf einem Friedhof in Jena von Mitte Juli bis Ende Oktober 2015 eine lokale Vermehrung nachgewiesen, während bei der Inspektion des Fundortes in Heidelberg Ende September 2015 eine so massive Mückendichte mit aquatischen Vermehrungsstadien

gefunden wurde, dass auch hier ein intensives Monitoring und erste Bekämpfungsmaßnahmen veranlasst wurden.

Der Erfolg der Bekämpfungsaktionen in Freiburg und Heidelberg kann erst 2016 abschließend bewertet werden.

4. Einschleppungswege

Der Hauptmechanismus der globalen Verschleppung von *Ae. albopictus* ist der internationale Handel mit Gebrauchtreifen und tropischen Zierpflanzen (insbes. Glücksbambus *Dracaena spec.*) (Reiter 1998, Madon et al. 2002). Mit dem Gebrauchtreifenhandel kommt es z.B. zur ungewollten interkontinentalen Verschiffung von Eiern, die in Asien von den Mücken in die Reifen gelegt werden, wenn sich darin Wasser ansammelt. Wasserbehälter (Röhrchen zur Einzelhaltung oder Schalen), in denen Pflanzen aus Übersee importiert werden, enthalten oft bereits Mückenlarven. Der Kraftfahrzeugverkehr scheint dagegen einen großen Anteil an der Verbringung der Mücken (auch als adulte Tiere) auf kürzeren intrakontinentalen Strecken am Boden zu haben. Ideal für den Aufbau einer Population in einem neuen Gebiet sind Transporte von Eigelegten, da so eine Vielzahl von Tieren gleichzeitig am selben Ort schlüpft, die eine Gründerpopulation bilden kann.

Nach aktuellem Kenntnisstand scheint zur Einschleppung von *Ae. albopictus* nach Deutschland weder der Gebrauchtreifen-, noch der Zierpflanzenhandel signifikant beizutragen. Es ist viel mehr davon auszugehen, dass der Haupteinschleppungsmodus der nach Norden gerichtete Kraftfahrverkehr aus Südeuropa ist.

5. Vektorpotential und Risikobewertung

Aedes albopictus ist ein effektiver Überträger bestimmter Fadenwürmer (Dirofilarien) und zahlreicher Viren, darunter Dengue-Virus, Chikungunya-Virus und Westnil-Fieber-Virus, die lebensgefährliche Krankheiten verursachen können (Gratz et al. 2004, Paupy et al. 2009; Tab. 1). Darüber hinaus konnte eine Vektorkompetenz für diverse weitere Viren, wie z.B. das Gelbfieber-Virus, experimentell nachgewiesen werden. So kam es in den letzten Jahren in Südeuropa wiederholt zu Krankheitsfällen und -ausbrüchen von Dengue und Chikungunya (Tab. 2), die unmittelbar und kausal mit der Übertragung der Erreger durch *Ae. albopictus* in Verbindung gebracht wurden (Kampen & Werner 2015). Ein Ausbruch im Jahr 2007 in Norditalien, bei dem über 200 Personen mit dem Chikungunya-Virus infiziert worden waren, forderte sogar ein Todesopfer (Rezza et al. 2007, Casolari et al. 2008). Dieser Ausbruch konnte gut rekonstruiert und auf einen Indexfall zurückgeführt werden: Ein Reisender aus Indien, der während eines Besuches bei Verwandten in Italien Fieber bekam und bei einer später durchgeführten serologischen Untersuchung einen hohen Antikörpertiter gegen das Chikungunya-Virus aufwies, diente den etablierten *Ae. albopictus*-Mücken offenbar als Blutwirt und initiale Infektionsquelle.

Die immer weiter zunehmende Globalisierung fördert nicht nur die Einschleppung von exotischen Stechmücken-Arten, sondern auch den Eintrag von Stechmücken-assoziierten Krankheitserregern, i.d.R. durch infizierte fernreisende Personen. In Deutschland wurden allein im Jahr 2013 878 Fälle von Dengue-Fieber an das Robert Koch-Institut (RKI)

übermittelt, in den Jahren 2014 und 2015 handelte es sich um 626 bzw. 722 Fälle. Bei Chikungunya-Infektionen waren es in diesen Jahren 16, 162 bzw. 110 Fälle (RKI 2016).

Seit 2015 macht das Zika-Virus auf sich aufmerksam, das in Mittel- und Südamerika eine anhaltende Epidemie verursacht. Vermehrt auftretende Fälle von Mikrozephalie bei Neugeborenen werden mit der Infektion der Mütter während der Schwangerschaft in Verbindung gebracht (Chang et al. 2016). Anfang Februar 2016 erklärte die WHO die Zika-Epidemie daraufhin als „Public Health Emergency of International Concern“ (WHO 2016). Das Virus wird durch Mücken der Gattung *Aedes* übertragen. Auch wenn die in Mitteleuropa nicht vorkommende Gelbfiebermücke *Ae. aegypti* in Südamerika der Hauptüberträger zu sein scheint, lassen Labor- und Freilandbefunde vermuten, dass auch *Ae. albopictus* eine wichtige Rolle als Überträger spielen könnte (Wong et al. 2013, Grard et al. 2014).

Tabelle 1: Nachweise und Übertragung von Viren in bzw. durch *Ae. albopictus* (Paupy et al. 2009, modifiziert)

		Feldisolierung		Vektorkompetenz	
				Infektion	Transmission
<i>Flaviviridae</i>					
Genus <i>Flavivirus</i>	Dengue-Virus 1,2,3,4	+	Asien, Amerika, Afrika	+	+
	Gelbfieber-Virus			+	+
	Westnil-Fieber-Virus	+	USA	+	+
	Japanische Enzephalitis-Virus	+	Taiwan	+	+
	St. Louis Enzephalitis-Virus			+	+
	Zika-Virus	+	Gabun	+	?
<i>Togaviridae</i>					
Genus <i>Alphavirus</i>	Chikungunya-Virus	+	Afrika, Indischer Ozean, Asien, USA, Karibik, Italien	+	+
	Östliche Equine Enzephalitis-Virus	+	USA	+	+
	Venezuelanische Equine Enzephalitis-Virus			+	+
	Westliche Equine Enzephalitis-Virus			+	+
	Ross River-Virus			+	+
	Sindbis-Virus			+	+
	Mayaro-Virus			+	+
	Getah-Virus			+	+
<i>Bunyaviridae</i>					
Genus <i>Bunyavirus</i>					
Bunyamwera-Serogruppe	Potosi-Virus	+	USA	+	+
	Cache Valley-Virus	+	USA	?	?
	Tensaw-Virus	+	USA	?	?
California-Serogruppe	Keystone-Virus	+	USA	+	-
	San Angelo-Virus			+	+
	La Crosse-Virus	+	USA	+	+
	Jamestown Canyon-Virus	+	USA	+	+
	Trivittatus-Virus			+	-
Simbu-Serogruppe	Oropouche-Virus			+	-
Genus <i>Phlebovirus</i>	Rifttal-Fieber-Virus			+	+
<i>Reoviridae</i>					
Genus <i>Orbivirus</i>	Orungo-Virus			+	+
<i>Nodaviridae</i>					
Genus <i>Picornavirus</i>	Nodamura-Virus			+	?

Tabelle 2: Mit *Ae. albopictus* assoziierte, autochthone Krankheitsfälle in Europa

Krankheit	Land	Jahr	Dokumentierte Fälle	Referenzen
Chikungunya	Italien	2007	Ausbruch mit >200 Infektionen, 1 Todesfall	Rezza et al. (2007) Casolari et al. (2008)
	Frankreich	2010	2 klinische Fälle	Grandadam et al. (2011)
		2014	4 klinische Fälle	ECDC (2014a)
	Spanien	2015	1 klinischer Fall	WHO (2015)
Dengue	Kroatien	2010	3 klinische, 17 sub-klinische Fälle	Schmidt-Chanasit et al. (2010) Gjenero-Margan et al. (2011)
	Frankreich	2010	2 klinische Fälle	La Ruche et al. (2010)
		2013	1 klinischer Fall	Marchand et al. (2013)
		2014	12 klinische Fälle	Delisle et al. (2015)
		2015	6 klinische Fälle	InVS (2015)

Angesichts der bekannt hohen Vektorkompetenz für viele Viren ist zu befürchten, dass *Ae. albopictus* auch weitere Viren, mit denen die Mücke aus ökologischen Gründen oder aufgrund des unterschiedlichen geografischen Vorkommens bislang noch nicht zusammengetroffen ist, effizient übertragen kann.

In Freiburg bestand im Jahr 2015 eine ähnliche Konstellation wie bei der Chikungunya-Epidemie 2007 in Norditalien (s.o.). Neben den beiden Populationen von *Ae. albopictus* im Westen und im Osten der Stadt wurden im August 2015 auch ein Fall von Chikungunya-Fieber und im September ein Fall von Dengue-Fieber aus Freiburg gemeldet (persönl. Mitt. K. Stark, RKI).

Auch wenn derzeit keine flächendeckende Besiedlung mit *Ae. albopictus* in Deutschland gegeben ist, so können im Sommer entstehende lokale oder regionale Populationen wie in Freiburg oder Heidelberg für den Ausbruch kleinräumiger Epidemien durchaus ausreichend sein. Insofern muss bereits jetzt die Anwesenheit der Asiatischen Tigermücke als potenzielles Risiko für die öffentliche Gesundheit gesehen werden.

Die zunehmenden Nachweise von Einschleppungen von *Ae. albopictus* aus Südeuropa und die im Jahr 2015 gefundenen lokalen Populationen geben Grund zu der Annahme, dass *Ae. albopictus* auf dem besten Wege ist, sich in Deutschland zu etablieren. Die Kältetoleranz der Eier ist entscheidend für die Überwinterung und die dauerhafte Ansiedlung. Auch wenn eine Eliminierung nicht möglich sein sollte, so könnte selbst eine Reduktion der Populationsdichte das Risiko einer Erregerübertragung beträchtlich senken.

6. Prävention, Überwachung und Bekämpfung

Obwohl in Deutschland das Risiko einer autochthonen Übertragung durch die relativ niedrige Zahl von potenziellen Virusträgern und das nur begrenzte Vorkommen von Überträgermücken derzeit noch als gering erachtet werden kann, muss das Auftreten der Asiatischen Tigermücke besonders im Hinblick auf die Globalisierung und die Klimaextreme sowie die zuletzt stetige Zunahme von Nachweisen intensiv überwacht werden. Kontrollmaßnahmen sollten daher Prävention, Überwachung (Surveillance) und ggf. Bekämpfung einschließen. Zumindest bei der Bekämpfung ist unbedingt mit Nachbarländern zusammenzuarbeiten, in denen *Ae. albopictus* bereits vorkommt oder sich ebenfalls anzusiedeln droht, da Anstrengungen nur dann zielführend und erfolgreich sein können, wenn nicht mit neuen Einwanderungen aus Nachbarregionen gerechnet werden muss. So verzeichnen Holland und Belgien zwar seit längerem regelmäßige Einschleppungen der Asiatischen Tigermücke über den Gebrauchtreifen- und Zierpflanzenhandel, konnten aber bislang durch sofort eingeleitete Bekämpfungsmaßnahmen eine Ansiedlung abwenden (z.B. Scholte et al. 2010, Deblauwe et al. 2015). Entsprechende Maßnahmen im Sommer 2015 im grenznahen französischen Schiltigheim bei Straßburg (Elsaß), wo eine starke, lokale Vermehrung von *Ae. albopictus* beobachtet wurde, nachdem bereits 2014 erstmals Nachweise gemeldet worden waren (ARS 2015), scheinen zunächst nicht gegriffen zu haben (pers. Mitt. F. Pfirsch, französ. Verbund zur Bekämpfung der Stechmücken am Oberrhein).

Prävention

Im Vordergrund zu ergreifender Maßnahmen sollte das generelle Bestreben stehen, die Einschleppung und lokale Vermehrung nicht-einheimischer Stechmücken zu verhindern. Während das Risiko der Einschleppung durch geeignete Richtlinien zur Beförderung und Lagerung importierter Gebrauchtreifen und Zierpflanzen reduziert werden könnte, lässt sich die Vermehrung eingeschleppter Individuen durch Aufklärung der Bevölkerung beeinflussen (vgl. Healy et al. 2014). Informationen über die Biologie der Mücken und im privaten Bereich durchzuführende Maßnahmen zur Eliminierung von Brutplätzen könnten über Flyer (vgl. z.B. UBA 2015), die in den betroffenen Gebieten verteilt werden, regelmäßige Publikationen in den Printmedien und im TV sowie über Webseiten und soziale Plattformen verbreitet werden.

Überwachung

Durch ein effektives Surveillance-/Monitoringprogramm (vgl. Guidelines der ECDC 2012) können Einschleppungen der Asiatischen Tigermücke zeitnah erfasst und zielgerichtete Maßnahmen eingeleitet werden. Ein Surveillance-Programm muss auf den Zielorganismus abgestimmt sein und basiert bei invasiven *Aedes*-Arten üblicherweise auf der Ausbringung und regelmäßigen Kontrolle von Eiablagefallen, die durch Adultfallen (z.B. Fallen zur Anlockung und zum Fang wirtsuchender *Aedes*-Weibchen) ergänzt werden können. Mit solchen Fallen sollten v.a. potenzielle Eintrittspforten überwacht werden, so z.B. die Bestimmungsorte kritischer Waren (Gebrauchtreifen, exotische Pflanzen), Endstationen von aus Südeuropa eintreffendem Güterverkehr und Raststätten an aus Südeuropa kommenden Hauptverkehrsachsen.

Bekämpfung

Bei Anzeichen einer Etablierung oder der Gefahr einer Massenvermehrung von *Ae. albopictus* sollten umgehend Bekämpfungsmaßnahmen eingeleitet werden, um die Ansiedlung oder weitere Ausbreitung zu verhindern (vgl. Guidelines der WHO/EMCA 2013).

Bekämpfungsmaßnahmen gegen Stechmücken umfassen traditionell physikalische, biologische und chemische Methoden, wobei insbesondere bei der Bekämpfung der in wasserführenden Containern (z.B. Regentonnen) brütenden Stechmücken die Unterstützung der Bevölkerung notwendig ist. Bei der Bekämpfung der Asiatischen Tigermücke ist neben der Reduktion des Brutplatzangebotes die Eliminierung von Larven in ihren Brutgewässern durch die Ausbringung von *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti)-Toxin vorrangig.

Begleitend zu jeglichen Bekämpfungsmaßnahmen muss wiederum ein Stechmücken-Monitoring erfolgen, um den Effekt der durchgeführten Maßnahmen zu überprüfen (vgl. ECDC 2012). Treten in den Fällen eines Gebiets auch nach der Implementierung von Maßnahmen regelmäßig noch adulte exotische Stechmücken auf, so müssen die Maßnahmen intensiviert und ggf. modifiziert werden. Nach Abwägung der spezifischen Situation, z.B. wenn konkrete Gefahr (Krankheitsausbruch) im Verzug ist, könnten neben Umweltsanierung und biologischer Bekämpfung auch chemische Mittel eingesetzt werden (vgl. ECDC 2012, 2014b, WHO/EMCA 2013).

Weitere Details zu Kontrollmaßnahmen finden sich in Anhang 1.

7. Zuständigkeiten

In §17, Absatz 2, Infektionsschutzgesetz (IfSG), heißt es: „Werden Gesundheitsschädlinge festgestellt, und ist die Gefahr begründet, dass durch sie Krankheitserreger verbreitet werden, so hat die zuständige Behörde die zu ihrer Bekämpfung erforderlichen Maßnahmen anzuordnen“. Auslegungssache bleibt, was ein Gesundheitsschädling ist und wann genau eine Gefahr begründet ist. Im konkreten Fall stellt sich die Frage, ob die alleinige Anwesenheit von *Ae. albopictus* schon eine begründete Gefahr der Ausbreitung von Krankheitserregern darstellt.

Importierte Fälle von Dengue- und Chikungunya-Fieber, deren Erreger von *Ae. albopictus* übertragen werden können, sind bereits meldepflichtig. Darüber hinaus hat der Bundesrat nun einer IfSG-Anpassungsverordnung zugestimmt, nach der eine generelle Meldepflicht für den Labornachweis von Arboviren beim Menschen, inkl. Zika-Virus-Infektionen, besteht. Die Verordnung tritt im Mai 2016 in Kraft. Werden Fälle solcher Infektionen bekannt, sollten in einem Umkreis von etwa 100 Metern der Wohn- bzw. Aufenthaltsorte der infizierten Personen umgehend alle möglichen Brutstätten kontrolliert und vorhandene Populationen von *Ae. albopictus* bekämpft werden (Empfehlungen der WHO zur Stechmückenbekämpfung basierend auf einem entsprechenden Ausbreitungsradius der Mücken; z.B. WHO 2009).

So lange aber kein Krankheitserreger nachgewiesen ist und nur das Auftreten der Asiatischen Tigermücke angezeigt wird, liegt es im Ermessen der betroffenen Landkreise bzw. Kommunen, im Sinne der Prävention, aber entsprechend der Naturschutzauflagen, erforderliche Maßnahmen zu ergreifen. Die Finanzierung der angeordneten Maßnahmen

muss dann ebenfalls durch die Landkreise bzw. Kommunen erfolgen. Für den Einsatz von Insektiziden auf öffentlichem Gelände muss i.d.R. eine Genehmigung durch die Untere Naturschutzbehörde erteilt werden.

Nachdem die Stechmücken-Forschung in Deutschland jahrzehntelang vernachlässigt wurde, werden aktuell wieder mehrere Forschungsvorhaben aus öffentlichen Mitteln gefördert (s. Anhang 2). U.a. unterstützt das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ein deutschlandweites Monitoring-Programm. Die an diesem Programm beteiligten Institutionen melden Funde von Populationen von *Ae. albopictus* an die zuständigen Landesstellen für Infektionsepidemiologie (in Kopie an die Seuchenreferenten) der Bundesländer zur zeitnahen Weiterleitung an die entsprechenden Gesundheitsämter, an die europäische Gesundheitsbehörde ECDC sowie an die Geschäftsstelle der Anfang 2016 eingerichteten nationalen Expertenkommission „Stechmücken als Überträger von Krankheitserregern“ am Friedrich-Loeffler-Institut. Letztere ist Ansprechpartner für Fragen rund um invasive Stechmücken in Deutschland und vermittelt theoretische und praktische Unterstützung bezüglich Überwachung und Bekämpfung der Asiatischen Tigermücke.

8. Kosten

Besonders erfolgreich bei der Bekämpfung exotischer, Container-brütender Stechmücken-Arten sind „Haus zu Haus-Aktionen“, bei denen qualifizierte Mitarbeiter die Anwesen, z.B. Gartenanlagen, auf Brutstätten untersuchen sowie die Besitzer über die Biologie der Mücken und geeignete Kontrollmaßnahmen informieren bzw. auch direkt Bekämpfungsaktionen vornehmen. Zusätzlich können Fallen zur Reduktion der Stechmücken-Populationsdichte eingesetzt werden.

Eine Bekämpfung muss immer von einem Monitoring begleitet sein, um den Erfolg der Maßnahmen zu überprüfen.

Neben den Sachmitteln (Bekämpfungsagencien, Fallen) sind Reise- und ggf. Personal- und Beratungskosten zu berücksichtigen.

Geschätzte Kosten für Bekämpfungsaktionen:

- a) Haus zu Haus-Aktionen: 7 €/Anwesen (Begehung und Bekämpfung in Brutcontainern)
- b) Bekämpfung mit Fallen: 1000 €/ha (10-20 Fallen/ha, Mückensammlung und Artidentifizierung in zweiwöchigem Rhythmus)
- c) Versprühen/Vernebeln von Bti: 50 €/ha

9. Literatur

Adhami J, Reiter P (1998): Introduction and establishment of *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) in Albania. *Journal of the American Mosquito Control Association* 14, 340-343.

ARS (= Agence Regionale Santé Alsace) (2015): Opération de démoustication à Schiltigheim le 26 août 2015 suite à la détection de la présence de moustique tigre. <http://www.ars.alsace.sante.fr/Operation-de-demoustication-a.183210.0.html> (abgerufen: 11. April 2016).

Becker N, Geier M, Balczun C, Bradersen U, Huber K, Kiel E, Krüger A, Lühken, R, Orendt C, Plenge-Bönig A, Rose A, Schaub GA, Tannich E (2013): Repeated introduction of *Aedes albopictus* into Germany, July to October 2012. *Parasitology Research* 112, 1787-1790.

Becker N (1992): Community participation in the operational use of microbial control agents in mosquito control programs. *Bulletin of the Society for Vector Ecology* 17, 114-118.

Bonizzoni M, Gasperi G, Chen X, James AA (2013): The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives. *Trends in Parasitology* 29, 460-468.

Casolari S, Briganti E, Zanotti M, Zauli T, Nicoletti L, Magurano F, Fortuna C, Fiorentini C, Grazia Ciufolini M, Rezza G (2008): A fatal case of encephalitis associated with chikungunya virus infection. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases* 40, 995-996.

Chang C, Ortiz K, Ansari A, Gershwin ME (2016): The Zika outbreak of the 21st century. *Journal of Autoimmunity* 68, doi:10.1016/j.jaut.2016.02.006 [Epub ahead of print].

Deblauwe I, Demeulemeester J, De Witte J, Hendy A, Sohler C, Madder M (2015): Increased detection of *Aedes albopictus* in Belgium: no overwintering yet, but an intervention strategy is still lacking. *Parasitology Research* 114, 3469-3477.

Delisle E, Rousseau C, Broche B, Leparç-Goffart I, L'Ambert G, Cochet A, Prat C, Foulongne V, Ferre JB, Catelinois O, Flusin O, Tchernonog E, Moussion IE, Wiegandt A, Septfons A, Mendy A, Moyano MB, Laporte L, Maurel J, Jourdain F, Reynes J, Paty MC, Golliot F (2015): Chikungunya outbreak in Montpellier, France, September to October 2014. *Eurosurveillance* 20, e21108.

ECDC (2014a): Epidemiological update: autochthonous cases of chikungunya fever in France. http://ecdc.europa.eu/en/press/news/_layouts/forms/News_DispForm.aspx?List=8db7286c-fe2d-476c-9133-18ff4cb1b568&ID=1096 (abgerufen: 11. April 2016).

ECDC (2012): Guidelines for the Surveillance of Invasive Mosquito Species in Europe. ECDC Technical Report. Stockholm, Schweden, 95 SS.

ECDC (2014b) : Guidelines for the Surveillance of Native Mosquito Species in Europe. ECDC Technical Report. Stockholm, Schweden, 111 SS.

Gjenero-Margan I, Aleraj B, Krajcar D, Lesnikar V, Klobučar A, Pem-Novosel I, Kurečić-Filipović S, Komparak S, Martić R, Duričić S, Betica-Radić L, Okmadžić J, Vilibić-Čavlek T,

Babić-Erceg A, Turković B, Avsić-Županc T, Radić I, Ljubić M, Sarac K, Benić N, Mlinarić-Galinović G (2011): Autochthonous dengue fever in Croatia, August-September 2010. *Eurosurveillance* 16, e19805.

Grandadam M, Caro V, Plumet S, Thiberge JM, Souarès Y, Failloux AB, Tolou HJ, Budelot M, Cosserrat D, Leperc-Goffart I, Desprès P (2011): Chikungunya virus, southeastern France. *Emerging Infectious Diseases* 17, 910-913.

Grard G, Caron M, Mombo IM, Nkoghe D, Mboui Ondo S, Jiolle D, Fontenille D, Paupy C, Leroy EM (2014): Zika virus in Gabon (Central Africa) - 2007: a new threat from *Aedes albopictus*? *PLoS Neglected Tropical Diseases* 8, e2681.

Gratz NG (2004): Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and Veterinary Entomology* 18, 215-227.

Hanson SM, Craig GB (1995): *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) eggs: field survivorship during northern Indiana winters. *Journal of Medical Entomology* 32, 599-604.

Healy K, Hamilton G, Crepeau T, Healy S, Unlu I, Farajollahi A, Fonseca DM (2014): Integrating the public in mosquito management: active education by community peers can lead to significant reduction in peridomestic container mosquito habitats. *PLoS One* 9, e108504.

InVS (= Institut de Veille Sanitaire) (2015): Chikungunya et dengue - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2015. <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-infectieuses/Maladies-a-transmission-vectorielle/Chikungunya/Donnees-epidemiologiques/France-metropolitaine/Chikungunya-et-dengue-Donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-France-metropolitaine-en-2015> (abgerufen: 11. April 2016).

Kampen H, Kronefeld M, Zielke D, Werner D (2013): Further specimens of the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) trapped in southwest Germany. *Parasitology Research* 112, 905-907.

Kampen H, Werner D (2015): Die wiederkehrende Notwendigkeit von Stechmücken-Surveillance und -forschung. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 58, 1101-1109.

Knudsen AB, Romi R, Majori G (1996): Occurrence and spread in Italy of *Aedes albopictus*, with implications for its introduction into other parts of Europe. *Journal of the American Mosquito Control Association* 12, 177-183.

La Ruche G, Souarès Y, Armengaud A, Peloux-Petiot F, Delaunay P, Desprès P, Lenglet A, Jourdain F, Leperc-Goffart I, Charlet F, Ollier L, Mantey K, Mollet T, Fournier JP, Torrents R, Leitmeyer K, Hilairet P, Zeller H, Van Bortel W, Dejour-Salamanca D, Grandadam M, Gastellu-Etchegorry M (2010): First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. *Eurosurveillance* 15, e19676.

Madon MB, Mulla MS, Shaw MW, Kluh S, Hazelrigg JE (2002): Introduction of *Aedes albopictus* (Skuse) in southern California and potential for its establishment. *Journal of Vector Ecology* 27, 149-154.

Marchand E, Prat C, Jeannin C, Lafont E, Bergmann T, Flusin O, Rizzi J, Roux N, Busso V, Deniau J, Noel H, Vaillant V, Leparac-Goffart I, Six C, Paty MC (2013): Autochthonous case of dengue in France, October 2013. *Eurosurveillance* 18, e20661.

Medlock JM, Hansford KM, Versteirt V, Cull B, Kampen H, Fontenille D, Hendrickx G, Zeller H, Van Bortel W, Schaffner F (2015): An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. *Bulletin of Entomological Research* 105, 637-663.

Nawrocki SJ, Hawley WA (1987): Estimation of the northern limits of distribution of *Aedes albopictus* in North America. *Journal of the American Mosquito Control Association* 3, 314-317.

Paupy C, Delatte H, Bagny L, Corbel V, Fontenille D (2009): *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes and Infection* 11, 1177-1185.

Pluskota B, Storch V, Braunbeck T, Beck M, Becker N (2008): First record of *Stegomyia albopicta* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Germany. *European Mosquito Bulletin* 26, 1-5.

Reiter P (1998): *Aedes albopictus* and the world trade in used tires, 1988-1995: the shape of things to come? *Journal of the American Mosquito Control Association* 14, 83-94.

Rezza G, Nicoletti L, Angelini R, Romi R, Finarelli AC, Panning M, Cordioli P, Fortuna C, Boros S, Magurano F, Silvi G, Angelini P, Dottori M, Ciufolini MG, Majori GC, Cassone A, CHIKV study group (2007): Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. *Lancet* 370, 1840-1846.

RKI (2016): Außergewöhnliche biologische Gefahren, Agenzien-Katalog:
<http://www.abig.rki.de/ABiG/DE/Content/Agenzien/Agenzien.html?resourceld=4401954&nput=4401960&pageLocale=de&agens=4691664&agens.GROUP=1&eigenschaft=4247392&eigenschaft.GROUP=1&submit=Abschicken> und
<http://www.abig.rki.de/ABiG/DE/Content/Agenzien/Agenzien.html?agens=4694152&eigenschaft=4247392> (abgerufen: 11. April 2016).

Schaffner F, Medlock JM, Van Bortel W (2013): Public health significance of invasive mosquitoes in Europe. *Clinical Microbiology and Infection* 19, 685-692.

Scholte E, Den Hartog W, Dik M, Schoelitsz B, Brooks M, Schaffner F, Foussadier R, Braks M, Beeuwkes J (2010): Introduction and control of three invasive mosquito species in the Netherlands, July-October 2010. *Eurosurveillance* 15, e19710.

Schmidt-Chanasit J, Haditsch M, Schöneberg I, Günther S, Stark K, Frank C (2010): Dengue virus infection in a traveller returning from Croatia to Germany. *Eurosurveillance* 15, e19677.

Scholte EJ, Schaffner F (2007): Waiting for the tiger: establishment and spread of the *Aedes albopictus* mosquito in Europe. In: Takken W, Knols BGJ (Hrsg.), *Emerging Pests and Vector-Borne Diseases in Europe*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Holland, 241-260.

Sprenger D, Wuithiranyagool T (1986): The discovery and distribution of *Aedes albopictus* in Harris County, Texas. *Journal of the American Mosquito Control Association* 2, 217-219.

UBA (2015): Die Asiatische Tigermücke *Aedes albopictus*. Fachinformation (Faltblatt).

Van der Berg H, Velayudhan R, Ejov M (2013) Regional framework for surveillance and control of invasive mosquito vectors and re-emerging vector-borne diseases 2014-2020. WHO Europe, Kopenhagen, Dänemark, 18 SS.

Werner D, Kampen H (2015): *Aedes albopictus* breeding in southern Germany, 2014. Parasitology Research 114, 831-834.

WHO (2009): Dengue: Guidelines for Diagnosis, Treatment, Prevention and Control. Genf, Schweiz, 147 SS.

WHO (2015): Chikungunya, Spain. Weekly Epidemiological Records 90, 409.

WHO (2016): WHO Director-General summarizes the outcome of the Emergency Committee regarding clusters of microcephaly and Guillain-Barré syndrome. <http://www.who.int/mediacentre/news/statements/2016/emergency-committee-zika-microcephaly/en/> (abgerufen: 11. April 2016).

WHO/EMCA (2013) Guidelines for the Control of Mosquitoes of Public Health Importance in Europe. Kopenhagen/Waldsee, 41 SS. www.emca-online.eu/documents/visitors/EMCA_guidelines_Speyer_2011.pdf (abgerufen: 11. April 2016).

Wong PS, Li MZ, Chong CS, Ng LC, Tan CH (2013): *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse): a potential vector of Zika virus in Singapore. PLoS Neglected Tropical Diseases 7, e2348.

Wymann MN, Flacio E, Radczuweit S, Patocchi N, Lüthy P (2008): Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) - a threat for Switzerland? Eurosurveillance 13, e8058.

Zeller H, Marrama L, Sudre B, Van Bortel W, Warns-Petit E (2013): Mosquito-borne disease surveillance by the European Centre for Disease Prevention and Control. Clinical Microbiology and Infection 19, 693-698.

Anhang 1

Kontrollmaßnahmen

Beteiligung der Bevölkerung

Eine erfolgreiche Bekämpfung von *Ae. albopictus* im Siedlungsbereich kann nur durch die Mitwirkung der Bevölkerung erfolgen (Becker 1992). Es ist essenziell, dass diese durch gezielte Information mobilisiert und Anleitung zur Selbsthilfe hinsichtlich der Vermeidung von Brutstätten und der Bekämpfung der Tigermücke gegeben wird. Es sollten Kontaktadressen von Spezialisten/Institutionen bekannt gemacht werden, denen verdächtige Mücken zur genauen Bestimmung geschickt werden können (z.B. das Citizen Science-Projekt „Mückenatlas“).²

Physikalische Bekämpfung - Umweltsanierung

Bei der Umweltsanierung, die unbedingt unter Einbeziehung der Bevölkerung durchgeführt werden muss, geht es vorwiegend um die Beseitigung aller unnötigen Gefäße, in denen sich Regenwasser ansammeln kann und die dann als potenzielle Brutstätten für die Larven der Mücken dienen können (z.B. wassergefüllte Eimer, Altreifen, ungenutzte Vasen, Untersetzer von Blumentöpfen etc.). Ist die Beseitigung nicht möglich oder nicht gewollt (z.B. bei Regenfässern, Vogeltränken, Altreifen etc.), können die Gefäße/Behälter so modifiziert werden, dass sie von Stechmücken nicht mehr zur Vermehrung genutzt werden können:

- Container können mit Deckeln oder Netzen ein- und ausflugsicher gemacht werden, so dass die Mückenweibchen nicht zur Eiablage in die Nähe der Wasseroberfläche gelangen. Die Abdichtung darf keinerlei Öffnungen oder Ritzen aufweisen, da diese unweigerlich von den Mücken gefunden werden.
- Das Verfüllen von Pflanzenuntersetzern und ähnlichen wassergefüllten Behältern mit feinem Kies oder grobem Sand bis dicht unter die Wasseroberfläche verhindert die Entwicklung der Larven.
- Die Container sollten regelmäßig, mindestens einmal pro Woche, restlos entleert werden, damit die Stechmückenbrut ihren Entwicklungszyklus nicht erfolgreich vollenden kann.
- Altreifen und andere potenzielle Brutbehälter sollten unter Dächern gelagert werden, damit sich in ihnen kein Regenwasser ansammeln kann. Falls dies nicht möglich ist, könnten Öffnungen in sie gebohrt werden, durch die Wasser abfließen kann.
- Regenrinnen und Regenabflusssysteme (z.B. Gullys) sollten so konzipiert werden, dass kein Wasser stehen bleiben kann.
- Auf Friedhöfen könnte die larvizide Langzeitwirkung von Kupfer durch die Verwendung von Blumenvasen aus Kupfer ausgenutzt werden. Auch durch das Besprühen der inneren Oberfläche von Kunststoffvasen mit Kupferspray würden Stechmückenlarven über mehrere Monate hinweg abgetötet (Becker et al. 2015). [Anmerkung: Kupfer ist

² Mögliche Kontaktinstitutionen: Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit (FLI), Greifswald; Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF), Müncheberg; Institut für Dipterologie (IfD)/Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Stechmückenplage (KABS), Speyer; Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin (BNITM), Hamburg.

als Insektizid momentan nicht zugelassen und könnte nur für eine Dauer von höchstens 180 Tagen für eine beschränkte und kontrollierte Verwendung unter der Aufsicht der zuständigen Behörde eingesetzt werden, wenn dies aufgrund einer Gefahr für die öffentliche Gesundheit, die Tiergesundheit oder die Umwelt notwendig ist, die mit anderen Mitteln nicht eingedämmt werden kann (EU 2012)].

- Der Einsatz von strombetriebenen Einsaugfallen kann die Anzahl von Asiatischen Tigermücken signifikant reduzieren (Degener et al. 2014, Engelbrecht et al. 2015).
- Letale Eiablagefallen können aufgestellt werden, die z.B. mit Hilfe von Pyrethroid-imprägnierten Netzen oder Klebefolien eiablagebereite Weibchen abtöten oder diese beim Versuch der Eiablage durch den Klebstoff dauerhaft immobilisieren.

Biologische Bekämpfung

Biologische Bekämpfungsmaßnahmen beruhen insbesondere auf dem Einsatz von Produkten auf der Basis von *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) und *Lysinibacillus sphaericus*. Diese Bakterien bilden Eiweiße, die selektiv und effizient Mückenlarven abtöten und andere Organismen weitgehend unbeschadet lassen. Die bakteriellen Eiweiß-Toxine sind im Vergleich zu chemischen Insektiziden die umweltverträglicheren Produkte und besonders für den Einsatz durch die Bevölkerung geeignet. Die Bakterien werden in Fermentern gezüchtet, die Eiweiße abgeerntet und zu einem Eiweißpuder verarbeitet. Die Produkte werden sterilisiert, so dass nur die Eiweißkristalle als Wirkstoff und keine Bakteriensporen oder lebensfähige Bakterien ausgebracht werden. In Tablettenform kann der Wirkstoff in wassergefüllten Behältern eingesetzt werden, wo Stechmückenlarven mit einer Wirkzeit von bis zu mehreren Wochen zuverlässig abgetötet werden.

Die Tabletten können auch in gelöster Form mit einer Gartenspritze in die Brutgewässer ausgebracht werden.

Chemische Bekämpfung

Neben biologischen Produkten können synthetische Erzeugnisse als Wachstumshormone (Insect Growth Regulators, wie die Juvenilhormone Methopren und Pyriproxifen oder der Chitinsynthesehemmer Diflubenzuron) zur Bekämpfung von Stechmückenlarven eingesetzt werden. Das Versprühen von Insektiziden gegen adulte Mückenstadien, insbesondere von Pyrethroiden (z.B. Permethrin, Deltamethrin, Alpha-Cypermethrin und Lambda-Cyhalothrin) sollte nur im Seuchenfall, d.h. wenn die Gefahr einer Übertragung von Krankheitserregern konkret gegeben ist, und nur auf behördliche Anordnung und lokal begrenzt erfolgen, da sie nicht spezifisch wirken. Das Ausbringen solcher Adultizide muss von ausgebildeten Schädlingsbekämpfern vorgenommen werden.

Kontrolle durch genetische Manipulation und Wolbachien

Methoden der genetischen Kontrolle von Stechmücken befinden sich noch in der Entwicklung und werden zurzeit in Freilandversuchen getestet. Hierzu gehört die „Sterile-Insekten-Technik“ (SIT), bei der durch genetische Verfahren sterilisierte Männchen in die Population eingebracht werden. Die sich nur einmal paarenden Mückenweibchen speichern die Spermien und benutzen diese zeitlebens zur Befruchtung ihrer Eier.

Einen ähnlichen Effekt kann die Ausbringung von *Wolbachia*-Bakterien haben. Bestimmte Stämme induzieren eine so genannte zytoplasmatische Inkompatibilität, bei der aufgrund

der Produktion bakterieller Gifte die Fusion der mütterlichen und väterlichen Zellkerne verhindert wird.

Literatur

Becker N, Oo TT, Schork N (2015): Metallic copper spray - a new control technique to combat invasive container-inhabiting mosquitoes. *Parasites & Vectors* 8, 575.

Degener CM, Eiras AE, Azara TM, Roque RA, Rösner S, Codeço CT, Nobre AA, Rocha ES, Kroon EG, Ohly JJ, Geier M (2014): Evaluation of the effectiveness of mass trapping with BG-sentinel traps for dengue vector control: a cluster randomized controlled trial in Manaus, Brazil. *Journal of Medical Entomology* 51, 408-420.

Engbrecht C, Gordon S, Venturelli C, Rose A, Geier M (2015): Evaluation of BG-Sentinel trap as a management tool to reduce *Aedes albopictus* nuisance in an urban environment in Italy. *Journal of the American Mosquito Control Association* 31, 16-25.

EU (2012): Verordnung Nr. 528/2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten. *Amtsblatt der Europäischen Union* 167/1, 123 SS.

Anhang 2

Aktuelle, öffentlich geförderte Forschungsprojekte zu Stechmücken:

Projekttitel	Laufzeit	Inhalte/Ziele	durchführende Institution(en)	Förderorganisation
Auswirkungen des Klimawandels auf die Verbreitung krankheitsübertragender Tiere (exotische Stechmücken): Importwege und Etablierung invasiver Mücken in Deutschland	2014-2017	Ermittlung der Risiken an bereits identifizierten und weiteren Importwegen nach Deutschland; Fokussierung auf den Eintrag von exotischen Stechmücken auf die Standorte an Autobahnen und „Rollenden Landstraßen“; Surveillance in einer Kleingartenanlage zwecks Erarbeitung eines Konzepts zur Bekämpfung von <i>Aedes albopictus</i> im urbanen Raum	BNITM, KABS, Biogents	BMUB
ArboVirusIsoTool	2015-2016	Virusisolierung aus Arthropoden und Etablierung von Stechmücken-Zellkulturen	TiHo Hannover, Uni Bonn	Nationale Forschungsplattform für Zoonosen
Stechmücken-Monitoring in Deutschland (CuliMo)	2015-2018	Räumlich repräsentatives Fallen-Monitoring; Pathogen-Screening in Stechmücken; passives Monitoring per „Mückenatlas“; Invasiv-Monitoring (nur 2017); <i>Aedes japonicus</i> -Monitoring	FLI (Koordinator), BNITM, ZALF, GFS, SGN, CvO	BLE (BMEL)
Stechmücken und Stechmückenübertragene Zoonosen in Deutschland (CuliFo)	2016-2019	Vektorkompetenz-Studien mit einheimischen Stechmücken-Arten im Labor; Pathogenprävalenz-Untersuchungen bei Vertebraten; Aufbau einer Stechmücken Referenz-DNA-Bank; vektorökologische Studien; Erstellung von Verbreitungskarten und Modellierungen	BNITM (Koordinator), FLI, ZALF, GFS, SGN, CvO	BLE (BMEL)
Zoonose-RiskTool	2016-2017	Gefährdungsabschätzung von Vektorübertragenen Zoonosen	Uni Bayreuth	Nationale Forschungsplattform für Zoonosen

(BNITM: Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin, Hamburg; FLI: Friedrich-Loeffler-Institut, Greifswald; ZALF: Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg; GFS: Gesellschaft zur Förderung der Stechmückenbekämpfung, Speyer; SGN: Senckenberg-Gesellschaft für Naturforschung, Frankfurt; CvO: Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg; BMUB: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit; BLE: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung; BMEL: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft)