

## Mückenmonitoring in Deutschland

Doreen Werner<sup>1</sup>, Helge Kampen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg; <sup>2</sup>Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Greifswald – Insel Riems

### Abstract

Die fortschreitende Globalisierung und Klimaveränderung tragen entscheidend zur wiederkehrenden Relevanz von Stechmücken als Überträger von Krankheitserregern in Europa und Deutschland bei. Während Deutschland in den letzten Jahrzehnten weitgehend von Stechmücken-assoziierten Krankheitsfällen verschont blieb, traten in Südeuropa vermehrt Chikungunya-, Dengue-, Westnil-Fieber- und Malaria-Ausbrüche auf. Neben einheimischen Stechmückenarten waren immer häufiger invasive Arten, insbesondere die Asiatische Tigermücke *Aedes albopictus*, beteiligt. Die Vektorkompetenzen der einzelnen Arten unterscheiden sich jedoch. Für Risikoanalysen und/ oder Bekämpfungsmaßnahmen sind daher detaillierte Kenntnisse zur Etablierung und Verbreitung der Arten unerlässlich. Das deutschlandweite Fallenmonitoring als aktiver Ansatz zur Stechmückenkartierung wird durch das Citizen Science-Projekt „Mückenatlas“ als passiver Forschungsansatz ergänzt. Daten zur Zirkulation von Stechmücken-übertragenen Krankheitserregern in Deutschland tragen ebenso zur Einschätzung der epidemiologischen Situation bei.

### Historischer Hintergrund

Schon seit Jahrhunderten stellen Stechmücken in Europa als Überträger von Malariaparasiten ein Risiko für die Menschen dar. Die Malaria trat sogar in nördlicheren Regionen Europas auf (1). In Deutschland waren besonders das norddeutsche Tiefland und das Rheinland betroffen (2). Bereits im 18. Jahrhundert wurde zur Gewinnung von Ackerland mit der großflächigen Trockenlegung von Sümpfen und Marschgebieten begonnen. Durch die Entwicklung effizienter synthetischer Malariamedikamente und den Einsatz von DDT wurde die Malaria schließlich aus Europa eliminiert. Nachdem die WHO Europa 1975 als malariafrei erklärt hatte, ging das wissenschaftliche Interesse an den einheimischen Stechmücken rapide zurück.

In der Tat traten Stechmücken bis vor wenigen Jahren in Zentral- und Nordeuropa im Wesentlichen nur noch als Überträger einiger minder- oder apathogener Viren (Sindbis-Virus, Batai-Virus, Tahyna-Virus, Inkoo-Virus, Lednice-Virus) in Erscheinung (3-5). In Südeuropa kursierte dagegen seit den 1960er Jahren auch das Westnil-Virus, das in den folgenden Jahrzehnten immer wieder zu Epidemien unter Menschen und Pferden führte (6). Auch einzelne autochthone Malariafälle wurden in verschiedenen europäischen Ländern weiterhin verzeichnet, nachdem sich einheimische *Anopheles*-Mücken an aus den Tropen kommenden Parasitenträgern infiziert hatten (7). Ausgehend vom Mittelmeerraum wurden außerdem zunehmend Infektionen des Menschen mit dem Hundeherzwurm *Dirofilaria immitis* und dem Hundehautwurm *Dirofilaria repens* registriert (8). Die für Deutschland zunächst geringe Bedeutung dieser Krankheitsfälle führte dazu, dass die klassische Freilandforschung an Stechmücken kaum noch Unterstützung fand. So waren die Kenntnisse zum Vorkommen, zur Verbreitung, zur Saisondynamik und zur allgemeinen Biologie und Ökologie der in Deutschland vorkommenden Stechmückenarten schnell veraltet.

### Aktuelle Situation

Seit einigen Jahren wandelt sich jedoch die Bedeutung der Stechmücken als Überträger von Krankheitserregern für Europa wieder. Gründe hierfür sind allgemein in der Globalisierung sowie in Umweltveränderungen zu suchen (9). Massentransporte von Mensch und Tier, Klimawandel,

Bevölkerungsmigration und Flüchtlingsproblematik, Veränderungen in der Landschaftsstruktur und im Landschaftsmanagement, Urbanisierung, Besiedlung von Naturgebieten, Zusammenbruch von Infrastrukturen und Abbau des öffentlichen Gesundheitswesens leisten der weltweiten Verschleppung, Etablierung und Ausbreitung von Vektoren und der von ihnen übertragenen Pathogene Vorschub. Als Folge dieser grundlegenden Veränderungen wandeln sich auch die Zusammensetzung und Saisondynamik der Insektenfaunen sowie die Verbreitungsgebiete und Inzidenzen von Infektionskrankheiten, die mit hämatophagen Arthropoden assoziiert sind.

In Europa wurden in den letzten Jahren zahlreiche sogenannte invasive Stechmücken-Arten nachgewiesen, die ihre natürliche Verbreitung vornehmlich in Asien haben. Einigen von ihnen gelang die Etablierung: der Asiatischen Tigermücke *Aedes albopictus* (heute etabliert in vielen Mittelmeerländern, Etablierung in Deutschland seit 2015 (10)), der Asiatischen Buschmücke *Aedes japonicus* (etabliert in zahlreichen mitteleuropäischen Ländern und nördlichen Regionen südeuropäischer Länder, Etablierung in Deutschland seit 2008 (11)) und *Aedes koreicus* (etabliert in mehreren mitteleuropäischen Ländern, Etablierung in Deutschland seit 2016 (12)). Die Gelbfiebermücke *Ae. aegypti* (etabliert auf Madeira, Portugal, an der Ostküste des Schwarzen Meeres in Georgien und Abchasien, in der Osttürkei und auf der Krim) wurde für Deutschland aufgrund einer privaten Einschleppung nachgewiesen (13). Sie ist in Deutschland nicht etabliert.

#### Warum besteht die Notwendigkeit für ein Stechmücken-Monitoring?

In Deutschland existieren über 50 Stechmückenarten, über deren Vorkommen, Verbreitung und Vektorkompetenz für Krankheitserreger große Unsicherheit besteht. Leider weist die deutsche Landkarte trotz diverser zeitlich limitierter Forschungsprojekte, z.B. hinsichtlich des geografischen und saisonalen Auftretens von exotischen Arten wie der Asiatischen Tigermücke (*Ae. albopictus*), der Asiatischen Buschmücke (*Ae. japonicus*) und vieler einheimischer Stechmückenarten, nach wie vor große Lücken auf. Die bundesweite Stechmücken-Erfassung über Fallensysteme bringt nur punktuell Daten zum Vorkommen und zur Verbreitung von Stechmücken in Deutschland. Um das wachsende Interesse der Bevölkerung an dieser Forschungsrichtung zu nutzen und die Daten des Fallenmonitorings sinnvoll zu ergänzen, wurde 2012 ein Projekt mit Bürgerbeteiligung, der sogenannte „Mückenatlas“, ins Leben gerufen.



Abb. 1: BG-Sentinel Falle (Fa. Biogents Regensburg) Foto: Kampen 2014



**Abb. 2:** EVS-Falle (Fa. Bioquip, CA, USA) Foto: Werner 2020

### **Das Fallenmonitoring**

An ausgewählten Standorten Deutschlands werden während der Stechmückensaison von April bis Oktober speziell für den Mückenfang konzipierte Lockstofffallen (BG Sentinel Fallen / Biogents, Regensburg, Germany, Abb. 1) und EVS Fallen (Bioquip, CA, USA, Abb. 2) betrieben, die wöchentlich für 24 Stunden die Fauna erfassen. Zusätzlich werden an ausgewählten Standorten in definierten Rastern Fallen eingesetzt, die Aussagen zur Beurteilung von Etablierungs- und Ausbreitungsprozessen zulassen oder gezielt Material zum Nachweis von zirkulierenden Pathogenen erfassen (14, 15).

### **Der Mückenatlas**

Der ‚Mückenatlas‘, ein Gemeinschaftsprojekt des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) und des Bundesforschungsinstitutes für Tiergesundheit, Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), ist ein klassisches Citizen-Science-Projekt, in dem Bürger bei der Datensammlung die Erfassung von Stechmücken unterstützen (16) und sich gleichzeitig naturwissenschaftlich weiterbilden können.

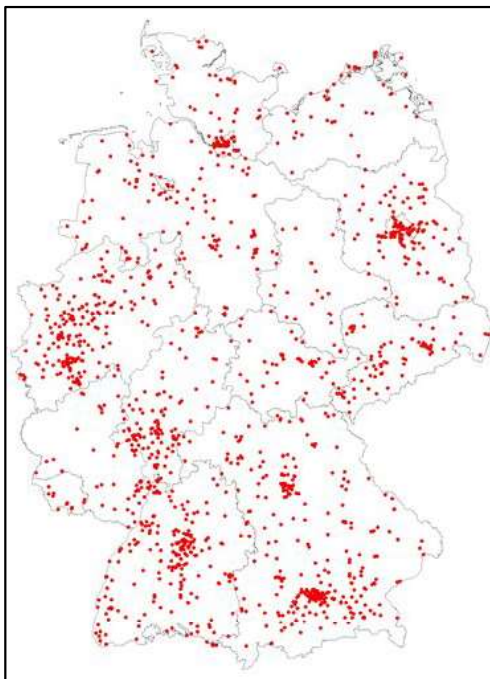
Im Frühjahr 2012 ging das Projekt mit der Internetpräsentation an den Start. Auf der Homepage ([www.mueckenatlas.com](http://www.mueckenatlas.com)) finden sich nicht nur alle Informationen rund um das Projekt, inklusive des Prozederes zum Mückenfang und zur Mückeneinsendung, sondern auch aktuelle Entwicklungen, viel Wissenswertes zur Biologie von Stechmücken und zu Stechmücken als Überträger von Krankheitserregern. Die Teilnahme ist relativ einfach: Idealerweise sollen die Stechmücken unversehrt mit einem verschließbaren Gefäß gefangen und durch Tiefkühlung (im Gefrierfach o.ä.) über Nacht abgetötet werden. Zur Verschickung können sie in ein kleineres bruchsicheres Gefäß überführt werden. Auf diese Weise bleiben alle Körperstrukturen (Schuppen, Borsten etc.), die für die morphologische Artbestimmung der Mücken notwendig sind, erhalten. Die Einsendung muss von präzisen Informationen zum Datum und Ort des Fangs begleitet werden, aber auch die Kontaktdaten des Einsenders und die Bestätigung zur Kenntnis der Datenverarbeitung nach EU-Datenschutzverordnung enthalten. Hierzu kann ein Formular von der Homepage des ‚Mückenatlas‘ heruntergeladen werden.

Eingegangene Mücken werden morphologisch oder, wenn notwendig (bei beschädigten Mücken oder sogenannten kryptischen Arten, die morphologisch nicht differenziert werden können), genetisch identifiziert. Die nachgewiesenen Spezies aus beiden Monitoringansätzen werden zusammen mit den

Begleitdaten zum Fang in die deutsche Stechmücken-Datenbank Culbase eingegeben und stehen damit der Erstellung von Verbreitungskarten und weiteren Analysen zur Verfügung.

Nach erfolgter Artbestimmung gehen die Mücken, je nach Erhaltungszustand und Bestimmungsmethode, in die Referenzsammlung genadelter Stechmücken des ZALF und/oder die DNA-Sammlung des FLI über. Der Mückeneinsender bekommt das Ergebnis der Bestimmung und Informationen zur Biologie der eingeschickten Spezies mitgeteilt. Er kann sich außerdem namentlich oder mit einem Pseudonym als zum ‚Mückenatlas‘ Beitragender auf einer interaktiven Deutschlandkarte auf der Homepage des Projektes registrieren lassen.

Bis 2021 wurden im Rahmen des ‚Mückenatlas‘ annähernd 160.000 Stechmücken (bei über 30.000 Einsendungen) von ca. 19.000 Fangstandorten aufgearbeitet. In Abb. 3 sind beispielhaft die Fundorte der Mücken aus dem Jahr 2020 dargestellt.



**Abb. 3:** Fundorte in Deutschland Mückenatlas 2020

### Ergebnisse

Der Großteil der gefangenen und eingesandten Individuen gehört zu häufigen und weit verbreiteten Stechmücken-Arten, wie der Gemeinen Hausmücke *Culex pipiens*, der Ringelschnake *Culiseta annulata* und der Überschwemmungsmücke *Aedes vexans*. Ein geringer Anteil der Mücken jedoch besteht aus sehr seltenen, z.T. jahrzehntelang in Deutschland nicht mehr dokumentierten (z.B. *Ae. refiki*, *Cx. martinii*, *Cs. alaskaensis*) sowie neuen, d.h. erst seit Kurzem in Deutschland nachweisbaren Arten (*An. petragrani*, *Ae. albopictus*, *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus*, *Cs. longiareolata*). Letztere Gruppe stellt die wissenschaftlich interessantere und aus Gründen der Tier- und öffentlichen Gesundheit derzeit wichtigere dar, denn diese enthält die invasiven Arten, zu denen potenzielle Vektoren, wie die Asiatische Tigermücke *Ae. albopictus* und die Asiatische Buschmücke *Ae. japonicus*, gehören. Gleichzeitig werden zu dieser Gruppe gehörende Mücken, wahrscheinlich der größeren Flächenabdeckung der Fänge geschuldet, wesentlich besser durch ‚Mückenatlas‘-Sammlungen als durch Fallenfänge abgebildet (17).

Aufgrund des Vordringens der exotischen Stechmückenarten nach Europa und innerhalb Europas nach Norden muss man sich bei gleichzeitiger Klimaerwärmung, die die Replikation sowohl der

Mücken als auch der übertragbaren Erreger fördert, darauf einstellen, dass die Problematik invasiver Stechmücken und Stechmücken-assoziiertes Krankheiten zu einem wichtigen Thema wird, mit dem man sich auch in Deutschland über die nächsten Jahre oder sogar Jahrzehnte beschäftigen muss.

### Danksagung

Die Arbeiten werden im Rahmen des Projektes 'Stechmücken-Monitoring in Deutschland' unter dem Förderkennzeichen 2818SE001 von BMEL/BLE gefördert. Dank gilt den vielen Mitbürgern, die den ‚Mückenatlas‘ und die damit verknüpfte Forschung unterstützen, indem sie alljährlich Tausende von Stechmücken einschicken.

### Literatur

1. Bruce-Chwatt LJ, de Zulueta J. The Rise and Fall of Malaria in Europe. Oxford University Press, Oxford, 1980; S. 1–240.
2. Kampen H, Werner D. Out of the bush: the Asian bush mosquito *Aedes japonicus japonicus* (Theobald, 1901) (Diptera, Culicidae) becomes invasive. *Parasit Vectors* 2014,7:59.
3. Lundstrom J. Mosquito-borne viruses in western Europe: a review. *J Vector Ecol* 1999,24:1–39.
4. Hubalek, Z. Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitol Res* 2008, 103 (Suppl 1): 29–43.
5. Kampen H, Walther D. Vector potential of mosquito species (Diptera: Culicidae) occurring in Central Europe. In: Benelli, G. & Mehlhorn H. (eds.): Mosquito-borne Diseases. *Parasitol Res Monogr* 2018,10:41–68, Springer Verlag [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94075-5\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94075-5_5)
6. Hubalek Z, Halouzka J. West Nile fever – a reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerg Infect Dis* 1999;6:643–650.
7. Krüger A, Rech A, Su XZ, Tannich E. Two cases of autochthonous *Plasmodium falciparum* malaria in Germany with evidence for local transmission by indigenous *Anopheles plumbeus*. *Trop Med Int Health* 2001,6:983–985.
8. Genchi C, Kramer LH, Rivasi F. Dirofilariasis in Europe. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2011,11:1307–1317.
9. Tatem AJ, Huang Z, Das A, Qi Q, Roth J, Qiu Y. Air travel and vector-borne disease movement. *Parasitology* 2012,139:1816–1830.
10. Kuhlisch C, Kampen H, Walther D. The Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Central Germany: surveillance in its northernmost distribution area. — *Acta Tropica* 2018,188:78-85.
11. Koban MB, Kampen H, Scheuch DE, Frueh L, Kuhlisch C, Janssen N, Steidle JLM, Schaub G A, Werner D. The Asian bush mosquito *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae) in Europe, 17 years after its first detection, with a focus on monitoring methods. — *Parasites & Vectors* 2019,12,109.
12. Werner D, Zielke DE, Kampen H. First record of *Aedes koreicus* (Diptera: Culicidae) in Germany. *Parasitol Res* 2015,115:1131–1134.
13. Kampen H, Jansen S, Schmidt-Chanasit J, Walther D. Indoor development of *Aedes aegypti* in Germany, 2016. *Euro Surveill* 2016;21:pii=30407.
14. Werner D, Kowalczyk S, Kampen H. Nine years of mosquito monitoring in Germany, 2011–2019, with an updated inventory of German culicid species. *Parasitol Res* 2019;119:2765–2774.
15. Kampen H, Holicki CM, Ziegler U, Groschup MH, Tews BA, Werner D. West Nile virus mosquito vectors (Diptera: Culicidae) in Germany. *Viruses* 2020;12: e493.
16. Kampen H, Zielke D, Werner D. Der Mückenatlas: Vom Mitmach-Projekt zur Wissenschaft. *Naturwiss Rundsch* 2013;66:285–292.
17. Pernat N, Kampen H, Jeschke MJ, Werner D. Citizen science versus professional data collection: comparison of approaches to mosquito monitoring in Germany - *J Appl Ecol* 2021;58:214–223.

**Kontakt**

Dr. Doreen Werner, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg  
doreen.werner@zalf.de

PD Dr. Helge Kampen, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit,  
Greifswald – Insel Riems  
helge.kampen@fli.de