



Stechmücken – die gefährlichsten Tiere der Welt

Stechmücken und ihre Stiche sind an sich nicht gefährlich. Zwar jucken die Stiche und können sich bei Verunreinigungen sogar entzünden, doch lebensbedrohlich sind sie in der Regel nicht. Aber Stechmücken können viele Krankheitserreger von Mensch und Tier übertragen, etwa Viren, Bakterien und Fadenwürmer, die ernste oder sogar lebensbedrohliche Zustände verursachen. Dazu gehören das Gelbfieber- oder Dengue-Virus, aber auch die Erreger der Malaria oder der Filariasis. Durch Stechmücken übertragene Krankheitserreger infizieren jedes Jahr weltweit mehr als 700 Millionen Menschen – fast jeden zehnten Menschen auf der Erde – und fordern Hunderttausende Todesopfer. Daher werden die Stechmücken auch als die gefährlichsten Tiere der Welt bezeichnet (Abbildung 1).

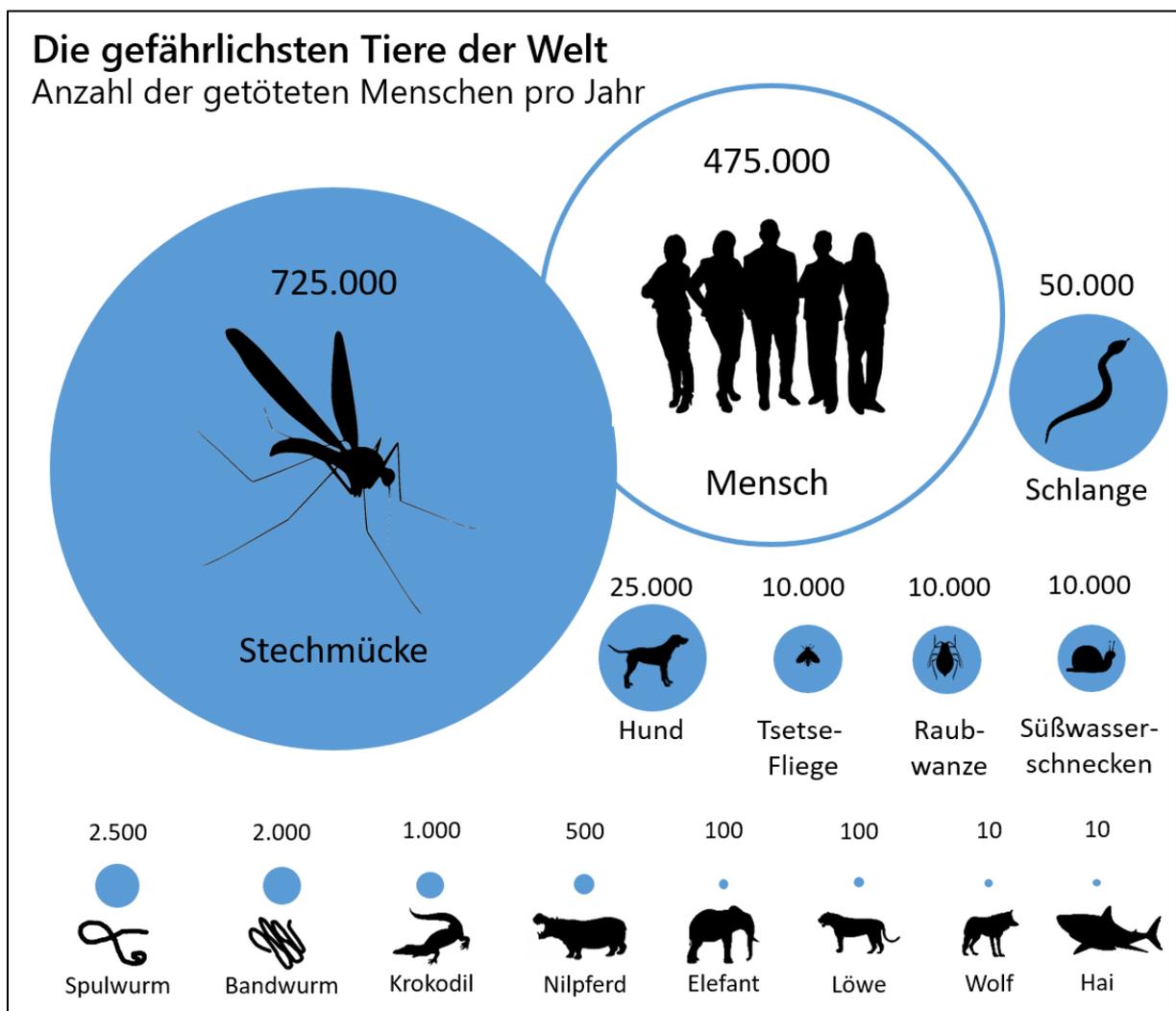


Abbildung 1: Die gefährlichsten Tiere der Welt (Stand 2014; verändert nach <https://www.statista.com/chart/2203/the-worlds-deadliest-animals/>)

Aufgrund der potenziellen Gefährdung des Menschen, aber auch anderer Säugetiere und Vögeln, wird die sogenannte Vektorkompetenz, d.h. die Fähigkeit einer Stechmücke Erreger zu übertragen, auf der ganzen Welt erforscht. Von einigen Stechmücken weiß man, dass sie





mehrere Erreger übertragen können, und diese Arten werden daher als besonders gefährlich für die öffentliche Gesundheit eingestuft. Dazu gehören zum Beispiel die Gelbfiebermücke (*Aedes aegypti*) und die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*) (Abbildung 2).



Abbildung 2: Die Gelbfiebermücke (*Ae. aegypti*) und die Asiatische Tigermücke (*Ae. albopictus*) sind durch hohe Vektorkompetenzen charakterisiert (Bilder von James Gathany, CDC, Public domain, via Wikimedia Commons).

Die Übertragung der Krankheitserreger findet selten mechanisch, d.h. etwa angeheftet an den Stechrüssel, sondern meist biologisch, d.h. nach einer Entwicklung des Erregers in der Leibeshöhle der Mücke, statt. Hierfür ist eine gegenseitige Anpassung von Krankheitserreger und Stechmücke notwendig. Nur wenige Viren und Parasiten sind fähig, sich in der Stechmücke zu reproduzieren, sodass die Auslöser der meisten Infektionskrankheiten, wie etwa das HIV-, das Grippe- oder das Corona-Virus, nicht von Stechmücken übertragen werden können. Darüber hinaus sind Stechmücken-assoziierte Krankheitserreger auch auf die Biologie Wirte spezialisiert, so dass sie sich nur in bestimmten Arten und unter günstigen Bedingungen in infektiöse Stadien entwickeln können.

Stechmücken als Überträger von Krankheitserregern in Deutschland

Jahrhundertlang, wahrscheinlich sogar Jahrtausendlang, waren Stechmücken in Europa als Überträger von Dengue- und Gelbfiebertviren sowie von Malariaerregern eine Gefahr für den Menschen. Die Gelbfiebermücke und verschiedene *Anopheles*-Arten, die Überträger der Malariaparasiten, waren vor allem in Südeuropa verbreitet, letztere traten aber auch im norddeutschen Tiefland und im Rheinland auf. Die Trockenlegung von Sümpfen und Marschgebieten im 18. Jahrhundert sowie die Entwicklung von synthetischen Malariamedikamenten und der Einsatz von DDT als Insektizid ab den 1930er Jahren führte zur Ausrottung der in Europa endemischen Malariaerreger nach dem zweiten Weltkrieg (Abbildung 3).



Abbildung 3: Auch in den USA wurde 1958 im Rahmen des Nationalen Programms zur Ausrottung der Malaria die Mückenbekämpfung mit DDT großflächig vorgenommen (CDC <http://phil.cdc.gov/phil/home.asp> (PHIL 4684), Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1889025>).

Aufgrund der Globalisierung und Umweltveränderungen, wie der Klimaerwärmung oder der zunehmenden Verstädterung, rücken die Stechmücken als Überträger von Krankheitserregern in Europa und so auch in Deutschland seit einigen Jahren wieder ins öffentliche Interesse. Wird die Struktur der Landschaft verändert oder werden durch den zunehmenden internationalen Massentransport von Tieren, Menschen und Gütern neue Arten eingeschleppt, so wandelt sich auch die Zusammensetzung und Dynamik der Stechmückengemeinschaften. Das hat wiederum Auswirkungen auf die Verbreitungsgebiete der verschiedenen Arten und auf die Inzidenzen der Stechmücken-assoziierten Infektionskrankheiten.

Stechmückenüberwachung in Deutschland

Ziele einer Stechmückenüberwachung sind unter anderem, das Risiko einer Ausbreitung oder gar Epidemie von Stechmücken-assoziierten Krankheiten einzuschätzen und prophylaktische Maßnahmen zu ergreifen. Dazu ist es notwendig zu wissen, wo die verschiedenen Stechmücken herkommen, wie sie sich über das Jahr hinweg entwickeln und welche Krankheitserreger sie übertragen können – und zwar für alle Arten. Daher werden seit 2011 die Stechmücken in Deutschland mit aktiven und passiven Methoden überwacht. Zu den aktiven Methoden gehören das systematische Aufstellen von Fallen, die Stechmücken über einen Lockstoff anlocken. Da manche Arten sich nicht mit Fallen fangen lassen, werden auch noch andere Methoden genutzt, etwa Fangnetze oder Aspiratoren, um adulte Tiere zu erfassen, oder künstliche Brutgefäße (Ovitrap) oder Abschöpf-Kellen, um Larven zu sammeln





(Abbildung 4). Dieser aktive Ansatz wird meist von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern durchgeführt, ist zeit- und kostenaufwendig und deckt nur wenige Flächen von Deutschland ab.



Abbildung 4: In Ovitrapps – mit Wasser gefüllte Becher mit Eiträgern – legen Stechmücken Eier, die direkt nachgewiesen werden können oder sich dort zu Larven entwickeln und abgesammelt werden können. Die flugfähige Stechmücke wird mit Lockstofffallen angelockt und gefangen.

Um diese Nachteile zu kompensieren, gehört der Mückenatlas seit 2012 als passive Methode zum Überwachungsprogramm. Bürgerinnen und Bürger helfen dabei, Stechmücken zu sammeln und schicken diese Proben an die involvierten Forschungsinstitute. Zwar ist dieser Ansatz nicht systematisch und eher zufällig – daher passiv genannt –, aber die Standorte der Einsendungen sind über ganz Deutschland verteilt. Er ist besonders dazu geeignet, Veränderungen zu erkennen, etwa die Ausbreitung oder der Erstnachweis von eingeschleppten Arten.

Die kontinuierliche Erfassung der Verbreitung und Präsenz von Stechmücken, das sogenannte Monitoring, ist die Grundlage für Kontrollmaßnahmen gegen diese Insekten. Seit Jahrzehnten werden Stechmücken großflächig am Oberrhein, Boden- und Chiemsee mit einem biologischen Wirkstoff bekämpft, um Massenentwicklungen heimischer Arten zu vermeiden. Die Ausbreitung eingeschleppter Arten wird eher lokal eingedämmt, wenn reproduktionsfähige Populationen nachgewiesen wurden. Hier können die Forscherinnen und Forscher, die das Monitoring durchführen, aber nur frühzeitig Hinweise auf eine Entwicklung und Empfehlungen geben – die Maßnahmen selbst müssen aufgrund rechtlicher Bestimmungen von den Behörden vor Ort in die Wege geleitet werden.

Aktuelle Entwicklungen

In Deutschland gehören die Asiatische Tigermücke und die Asiatische Buschmücke (*Aedes japonicus*) zu den eingeschleppten Arten, die eine besondere Relevanz für die öffentliche Gesundheit haben (Abbildung 5). Beide *Aedes*-Arten überleben die Winter in Deutschland – auch aufgrund der Klimaerwärmung – und können stabile Vorkommen bilden. *Aedes albopictus* gilt als Überträger von über 20 Viren und von Dirofilarien, während das



Vektorpotenzial von *Ae. japonicus* weniger hoch ist. Letztere ist allerdings schon viel weiter in Deutschland verbreitet und erreicht insgesamt viel höhere Populationsdichten. Von Sonderfällen abgesehen, bei denen Pathogene über das Ei an die nächste Generation weitergegeben werden, müssen sich Stechmückenweibchen erst selbst mit dem Erreger infizieren, ehe sie diese übertragen können. Bei den meisten, tropischen Infektionserregern ist dies nur möglich, wenn die Stechmücken an einer infizierten Person saugen, etwa an einem Reiserückkehrer. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Begegnung ist äußerst gering und bisher für Deutschland auch noch nicht nachgewiesen.

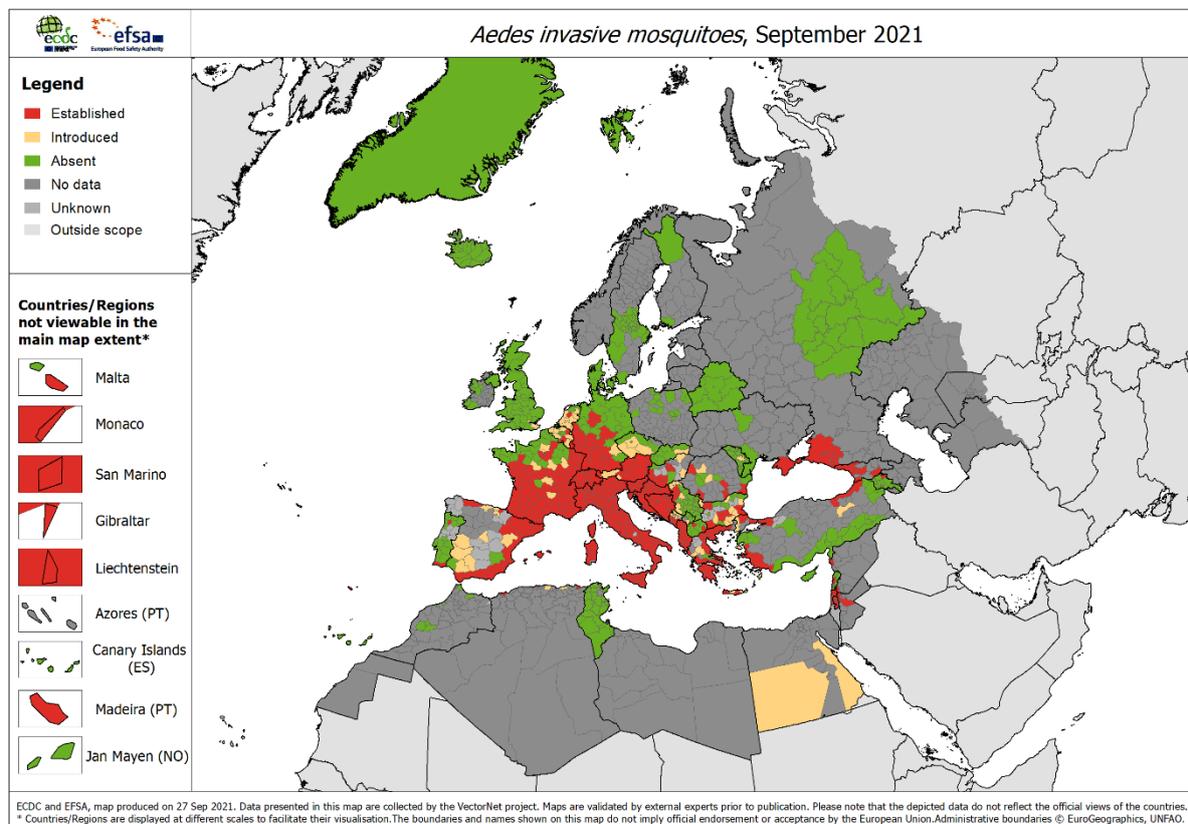


Abbildung 5: Die Karte zeigt die derzeit bekannte Verbreitung von invasiven *Aedes*-Mücken (*Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. atropalpus*, *Ae. japonicus* und *Ae. koreicus*) in Europa auf "regionaler" Verwaltungsebene, Stand Oktober 2021. Seit der letzten Aktualisierung (Oktober 2020) wurden 17009 neue Berichte eingereicht (verändert nach: ECDC. Stechmücken-Karten [Internet]. Stockholm: ECDC; 2021. Verfügbar unter: <https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/surveillance-and-disease-data/mosquito-maps>)

Das Wissen über die Vektorkompetenz der heimischen Stechmücken ist sehr lückenhaft, da sie – bis auf die Malariaparasiten-übertragenden *Anopheles*-Arten – über Jahrzehnte in der Forschung vernachlässigt wurden. Ein weiteres Problem ist, dass die wenigsten Stechmückenarten im Labor für Infektionsversuche gezüchtet werden können. Aktuell werden im Labor Übertragungsversuche mit Stechmückenweibchen gemacht, die sich aus im Freiland gesammelten Larven entwickeln, und im Feld gesammelte Stechmücken auf potenzielle Erreger untersucht. Der Nachweis in letzteren ist allerdings kein zwingender Beleg für die



Übertragungsfähigkeit, und auch dann können sich auch noch regionale Populationen in ihrer Vektorkompetenz unterscheiden.

Bekannt ist, dass der *Cx. pipiens*-Artenkomplex, auch als Hausmücke bezeichnet, das West-Nil-Virus übertragen kann. In der zweiten Jahreshälfte 2018 wurden erstmals in Deutschland infizierte Vögel gefunden sowie das Virus in Pferden nachgewiesen. In den beiden Folgejahren folgten weitere Fälle bei Pferden, Vögeln und sogar vereinzelt beim Menschen festgestellt. Der Grund für das Auftreten der Viruserkrankungen sind vermutlich die langen Hitzeperioden in den Spätsommern 2018 und 2019, die eine vollständige und effiziente Entwicklung des Virus in Stechmücken ermöglichten. Reservoir-, Transport, und Vermehrungswirte des West-Nil-Virus sind bestimmte Gruppen von Vögeln. Andere Vogelgruppen (v.a. Raben- und Raubvögel), Menschen und Pferde sind empfänglich für das Virus. Menschen und Pferde sind aber Fehlwirte: in ihrem Blut erreicht das Virus keine für die Infektion von Stechmücken ausreichende Viruslast.

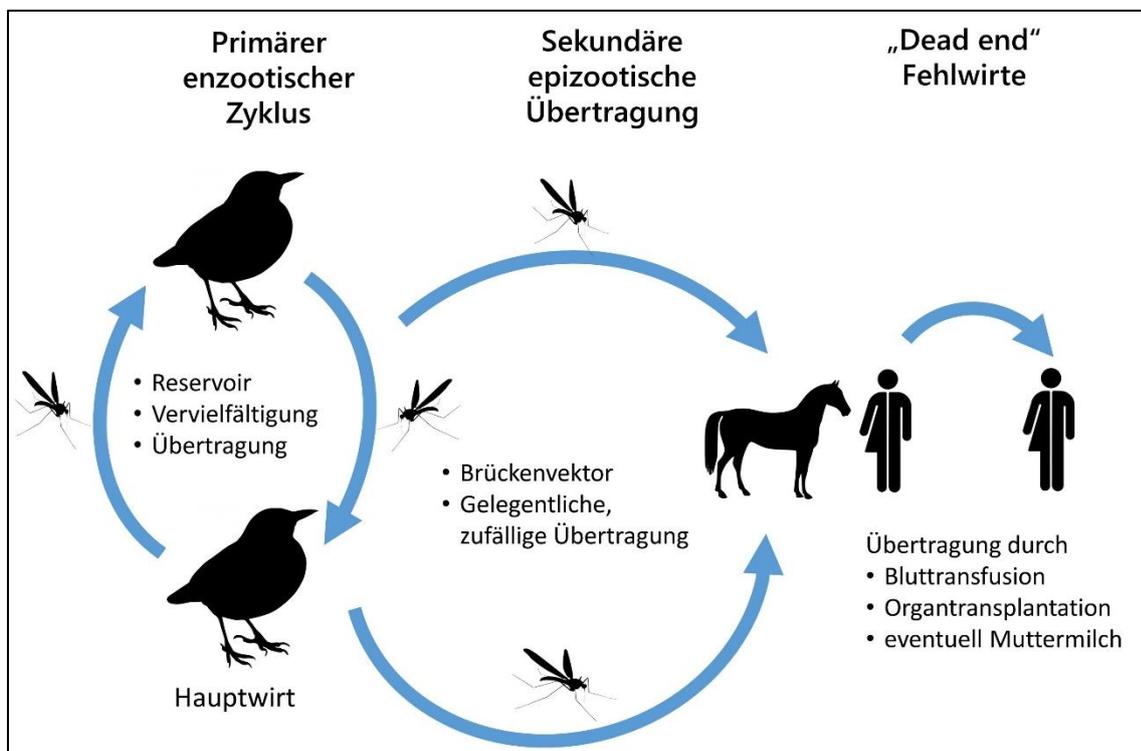


Abbildung 6: In der Natur zirkuliert das West-Nil-Virus zwischen Stechmücken (insbesondere *Culex*-Arten) und Vögeln. Einige infizierte Vögel entwickeln hohe Mengen des Virus in ihrem Blut, so dass Stechmücken sich durch Blutaufnahme infizieren können. Nach etwa einer Woche ist das Virus in der Speicheldrüse der Stechmücke angekommen und kann weitergegeben werden.

Was kann man gegen Stechmücken tun?

Die Überwachung von Stechmückenvorkommen bildet die Basis für das übergeordnete Management. Auf der Basis von Kenntnissen zu Brutgebieten, Massenvorkommen, Populationsdynamik oder Vorkommen von invasiven Arten können chemische, physikalische, biologische oder Umweltkontrollmaßnahmen durchgeführt werden. Zu den chemischen



Maßnahmen gehören etwa die Bekämpfung von Larvenstadien und adulten Tieren mit Insektiziden. Physikalische Bekämpfung zielt meist darauf ab, den Kontakt zwischen Stechmücken und Menschen zu vermeiden, etwa durch Fliegengitter, Moskitonetze und Stechmückenfallen. Aber auch das Entfernen oder Abdecken von Brutmöglichkeiten, zum Beispiel Regentonnen oder Blumentöpfe, gehört dazu. Von biologischer Kontrolle spricht man, wenn Stechmücken durch einen natürlichen Feind, der von Menschen eingebracht wird, dezimiert werden sollen. Das verbreitetste biologische Bekämpfungsmittel ist ein Eiweiß des Bakteriums *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), das auf Stechmückenlarven toxisch wirkt und großflächig in Brutgebieten eingesetzt wird. Umweltkontrolle bezeichnet einen Eingriff in die Landschaftsstruktur, um den Stechmücken die Lebens- und Entwicklungsgrundlage zu entziehen, sei es durch das Vernichten von Vegetation, die Trockenlegung von Feuchtgebieten oder auch die Reinigung von Abflussgullis.

Eine weitere Möglichkeit bietet seit einigen Jahren die genetische Modifizierung von Stechmücken oder ihrer Mikroorganismen. So können z.B. Stechmückenpopulationen durch Einbringung von Lethalgenen in das Erbgut reduziert und eliminiert werden. Das Merkmal geht auf die Nachkommen über und führt zum Absterben aller weiblichen Individuen im frühen Larvenstadium tötet. Nur die männlichen Larven entwickeln sich, tragen aber das Gen weiterhin und geben es an zukünftige Generationen weiter. *Wolbachia*-Bakterien, die bei vielen Stechmücken essenziell vorkommen, können ebenso genetisch modifiziert werden, z.B. in der Form, dass die Trägermücke bestimmte Erreger nicht mehr übertragen kann.

Alle Kontrollmaßnahmen stellen Eingriffe in die Umwelt dar und haben neben der erhofften Wirkung auf die Stechmückenplage auch Konsequenzen auf die Nahrungsketten. Chemische und biologische Bekämpfungsmaßnahmen stören das ökologische Gleichgewicht und können auch für den Menschen negative Folgen haben, wie etwa der Einsatz von DDT Mitte des 20. Jahrhunderts. Die Umgestaltung der Landschaft führt zur Veränderung ganzer Ökosysteme und somit zur Bedrohung von heimischen Tier- und Pflanzenarten. Auch genetische Kontrollmaßnahmen sind Gegenstand vieler kontroverser Diskussionen, da deren Auswirkungen schwer einzuschätzen und zu untersuchen sind.

Weiterführende Links:

Gefährdungspotenzial und Stechmückenmonitoring

Podcast der Sendung Quarks & Co:

<https://www.quarks.de/podcast/storyquarks-folge-19-das-grosse-stechen/>

Überwachung in Deutschland

Aktuelle Informationen zum West-Nil-Virus in Deutschland

<https://www.fli.de/de/aktuelles/tierseuchengeschehen/west-nil-virus/>





Ausbreitung von invasiven Arten in Europa

Ständig aktualisierte Karten der invasiven *Aedes*-Stechmückenarten in Europa:

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-invasive-mosquitoes-current-known-distribution-march-2021>

Genetische Bekämpfung

Englisches Erklär-Video zu Wolbachia-infizierten Stechmücken in Australien:

<https://youtu.be/ut2UxF5gEDI>

Arte-Kurzreportage über Entwicklung, Einsatz sowie Vor- und Nachteilen genmodifizierter Stechmücken:

<https://www.youtube.com/watch?v=JWJT0r8e-3s>

Publikationen:

Werner D, Kowalczyk S and Kampen H. (2020) Nine years of mosquito monitoring in Germany, 2011–2019, with an updated inventory of German culicid species. *Parasitology Research* 119: 2765–2774.

Ziegler U, Santos PD, Groschup MH, et al. (2020) West Nile Virus Epidemic in Germany Triggered by Epizootic Emergence, 2019. *Viruses* 12: 448.

