

Aus dem Department für Pathologie
Der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Parasitologie
(LeiterIn: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Anja Joachim, Dipl.EVPC)

**Neobiotische Stechmücken in der Steiermark, mit dem
Hauptaugenmerk auf Tigermücken im Ballungszentrum
Graz, sowie Ansfelden in Oberösterreich (2022)**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von
Nikolaus Kiessler

Wien, Dezember 2023

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit gebe ich die Versicherung ab, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel und Literaturliste angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Publikationen entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht. Ich habe die entscheidenden Arbeiten selbst durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit angeführt. Die zur Beurteilung vorgelegte Diplomarbeit habe ich eigenständig verfasst und die Arbeit nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde untersucht, ob „*Aedes invasive mosquitos*“ (AIM) -Arten, insbesondere die asiatische Tigermücke, in der Steiermark, mit dem Hauptaugenmerk auf den Ballungsraum Graz, und in Ansfelden, Oberösterreich, vorkamen bzw. sich gegebenenfalls etablieren konnten. Dafür wurden in der Steiermark Eigelegefallen (Ovitrap) in der Stadt Graz sowie an strategisch ausgewählten Lokalisationen, durch die Stechmückenarten eingeschleppt werden könnten (z. B. Raststätten), aufgestellt. In Ansfelden wurden erstmalig Eigelegefallen im Zuge des österreichweiten Tiermücken-Monitoring-Projekts aufgestellt. Nach einem positiven Fund an der Raststation wurde das Monitoring auf die Innenstadt erweitert. Die Fallen wurden im Untersuchungszeitraum von Mai bis Oktober regelmäßig kontrolliert, und die Eier wurden zur Bestimmung der Art an die AGES Wien bzw. Veterinärmedizinische Universität Wien versendet. Nach der mikroskopischen Beurteilung wurde mittels eines innuPREP DNA Mini-Kits die DNA extrahiert und im Zuge einer Multiplex-PCR mit spezifischen Primern für *Ae. albopictus*, *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus* und *Ae. geniculatus* versehen. Durch die unterschiedliche Basengröße konnte mittels einer anschließenden Gelelektrophorese eine Probe auf alle vier Arten untersucht werden. Die Ergebnisse lassen die Vermutung zu, dass sich *Ae. albopictus* in Graz etablieren konnte. Bei den restlichen Funden in der Steiermark bzw. an der Raststation in Ansfelden dürfte es sich um eine wiederkehrende Einschleppung handeln.

Abstract

This study investigated whether potentially invasive Aedes-mosquitoes (AIM) species, especially *Ae. albopictus*, were present in Styria, with a focus on the urban area of Graz, and in Ansfelden, Upper Austria, and whether they could potentially establish themselves. Ovitrap were deployed in Styria, specifically in the city of Graz and at strategically selected locations where mosquitoes could be introduced, such as motorway service areas. In Ansfelden, ovitraps were set up for the first time as part of the AIM-COST project. After a positive finding at the motorway service area, monitoring was expanded to the city center. The traps were regularly inspected from May to October, and the eggs were sent to AGES Vienna and the University of Veterinary Medicine Vienna for species identification. Following microscopic evaluation, DNA was extracted using the innuPREP DNA Mini Kit, and a multiplex PCR with specific primers for *Ae. albopictus*, *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus*, and *Ae. geniculatus* was conducted. Different base sizes allowed a single sample to be tested for all four species using subsequent gel electrophoresis. The results suggest that *Ae. albopictus* could establish itself in Graz. The remaining findings in Styria and at the rest area in Ansfelden are presumed to be recurrent introductions.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1.	Anthropologische Ursachen für die Verbreitung neobiotischer Stechmücken.....	2
1.1.1.	Globalisierung – Welthandel und internationaler Reiseverkehr.....	2
1.1.2.	Urbanisierung und Entwaldung	3
1.1.3.	Klimawandel.....	4
1.2.	Container-brütende <i>Aedes</i> -Arten in Österreich.....	6
1.2.1.	<i>Aedes albopictus</i>	6
1.2.2.	<i>Aedes japonicus</i>	9
1.2.3.	<i>Aedes koreicus</i>	12
1.2.4.	<i>Aedes geniculatus</i>	15
1.3.	Gesundheitsrisiko.....	16
2.	Material und Methode	21
2.1.	Standorte	21
2.1.1.	Steiermark - Graz und Umgebung.....	21
2.1.2.	Oberösterreich - Ansfelden.....	23
2.2.	Ovitrap.....	25
2.3.	Artenbestimmung.....	27
2.3.1.	Mikroskopische Beurteilung	27
2.3.2.	Genetische Artenbestimmung	27
2.3.2.1.	PCR-Protokoll.....	29
2.3.2.2.	Herstellung des Gels	29
2.3.2.3.	Gelelektrophorese	30
2.4.	Auswertung der Resultate	31
3.	Resultate	32
3.1.	Steiermark	32
3.2.	Ansfelden	33
3.3.	<i>Aedes albopictus</i>	34
3.4.	<i>Aedes japonicus</i>	37
4.	Diskussion	39
5.	Literatur	43

Abkürzungsverzeichnis

ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
AIM	Aedes invasive mosquitos
AIM-COST	Aedes invasive mosquitos – European Cooperation in Science and Technology
IUCN	International Union for Conservation of Nature
VBS	Vector Born Disease
CHIKV	Chikungunya Virus
EEEV	Eastern Equine Encephalitis Virus
VEEV	Venezuelan Equine Encephalitis Virus
WEEV	Western Equine Encephalitis Virus
DENV	Dengue Virus
JEV	Japanese Encephalitis Virus
SLEV	St. Louis Encephalitis Virus
WNV	West Nile Virus
YFV	Yellow Fever Virus
ZIKV	Zika Virus
ZAMG	Zentralamt für Meteorologie und Geodynamik
Abb.	Abbildung
Tab.	Tabelle
CLC	Corine Land Cover

1. Einleitung

Invasive Stechmückenarten sind definiert durch ihre Fähigkeit neue Gebiete zu kolonisieren, sowie der Ökonomie, der Umwelt und/oder der menschlichen Gesundheit zu schaden (1). Die rasant wachsende Mobilität, von sowohl Menschen als auch ihren Haustieren, sowie der vermehrten Gütertransporte durch globalen Handel führen zu einer erhöhten Chance invasive Stechmücken, vor allem Vertreter des Genus *Aedes*, in neue Regionen einzuschleppen. Sind die ökologischen Bedingungen gemäß den Anforderungen dieser Spezies können diese nach erfolgter Einschleppung neue Populationen bilden. Der Klimawandel und die Urbanisierung erhöhen wahrscheinlich ihren Fortpflanzungserfolg und tragen somit positiv zu ihrer Etablierung bei. Die „European Center for Disease Prevention and Control“ (ECDC) meldete in der Vergangenheit die Einführung von sechs „invasive *Aedes* mosquitoes“ (AIM) in Europa: *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Aedes atropalpus*, *Aedes japonicus*, *Aedes koreicus* und *Aedes triseriatus*, obwohl nicht alle von diesen die Definition von „invasiv“ erfüllen. Bis zum Jahr 2022 wurden in Österreich Nachweise von drei AIM aufgezeichnet: *Aedes japonicus* (2011), *Ae. albopictus* (2012) und *Ae. koreicus* (2017) (2). Diese drei Stechmückenarten haben gemein, dass ihnen sehr kleine Wassermengen als Brutgewässer ausreichen, welche sich im urbanen Raum in Form von kleinen, künstlich geschaffenen Brutgewässern, wie z.B. Regentonnen, Untersetzern für Blumen oder Vogeltränken leicht finden lassen. Sie stechen bevorzugt Menschen und sind im Vergleich zu anderen Stechmückenarten auch tagsüber aktiv (3). Diese Stechmücken, insbesondere *Ae. albopictus*, sind für die Gesundheit von Menschen, sowie von Tieren von Relevanz, da sie das Potential haben gesundheitsschädliche Pathogene zu übertragen, welche in schweren Fällen auch zu (tödlichen) Epidemien führen können (1). Aus diesem Grund wurde 2020 das Pilotprojekt „*Aedes* invasive mosquitoes – European Cooperation in Science and Technology“ (AIM-COST) gestartet, welches mit der App „Mosquito Alert“ das Vorkommen von neobiotischen *Aedes*-Spezies untersucht. Ziel dieses Projektes ist es einen Überblick ihrer Verbreitung in Europa zu bekommen und in Folge dessen ein angemessenes Risikomanagement anzuwenden (3, 4).

1.1. Anthropologische Ursachen für die Verbreitung neobiotischer Stechmücken

Die Menschheit hat durch ihre Lebensweise, vor allem durch Urbanisierung, Klimawandel und Globalisierung, unweigerlich einen direkten als auch indirekten Einfluss auf die Natur. Dieser Einfluss auf bestehende Ökosysteme kann den Verlust ganzer Arten verursachen, aber auch die Verbreitung neuer Arten begünstigen. Die direkten Folgen dieser Eingriffe sind jedoch meist zeitversetzt und zeigen sich oftmals erst wenn der „Schaden“ schwierig bis unmöglich wieder gutzumachen ist.

1.1.1. Globalisierung – Welthandel und internationaler Reiseverkehr

Die Europäische Union ist mit 17 % am globalen Welthandel beteiligt (2021), primär durch Dienstleistungen, sekundär durch Warenhandel. Letzteres stieg in den letzten zehn Jahren um 26 %. Dies macht die EU zu dem drittgrößten Importeur von Waren weltweit, wovon alleine 22 % aus China stammen. Die europäische Handelsgemeinschaft stellt den wichtigsten Handelspartner von über 50 Ländern dar und hält selbst Handelsabkommen mit 79 Partnern. Die aktuellsten Abkommen wurden in den letzten vier Jahren mit drei asiatischen Staaten unterzeichnet, Japan, Singapur und Vietnam (5). Neben dem Handel ist auch der internationale Personenverkehr durch die Globalisierung, vor allen in den industriellen Staaten, rasant gestiegen. Schon vor zehn Jahren ist man schätzungsweise von 22,5 Millionen Reisenden pro Jahr nach Europa ausgegangen (1).

Es ist jedoch zu erwähnen, dass die Weltwirtschaft seit 2019, in Folge der Covid-19 Pandemie, geschrumpft ist. Man kann davon ausgehen, dass diese in der nahen Zukunft auch nicht den Stand von vor der Pandemie erreichen wird, da andere geopolitische Faktoren, wie z.B. Krieg und Inflation negative Auswirkungen auf die Weltwirtschaft haben (6).

Diese noch nie dagewesene Vernetzung der Welt begünstigt die Verbreitung von invasiven Arten und Krankheiten. So werden z.B. einige Stechmückenarten der Gattung *Aedes* durch den Handel mit Reifen, sowie innerhalb von Container, über ihre heimischen Grenzen hinweg transportiert. Man geht deshalb aktuell davon aus, dass die Globalisierung und die damit

einhergehende gesteigerte Mobilität von Menschen und Waren, den größten Einfluss auf die Verbreitung von Vektoren und Pathogenen hat (7).

1.1.2. Urbanisierung und Entwaldung

Urbanisation ist der Prozess, bei welchem Menschen dichte Gebiete aus Gebäuden, Straßen und unterstützender Infrastruktur konstruieren. Manche der deutlichsten Folgen involvieren eine erhöhte Versiegelung von natürlichen Flächen, höhere Temperaturen, sowie erhöhte Luft-, Geräusch- und Lichtverschmutzung. Weiters kommt es zu Fragmentation von Habitaten, ein vermehrtes Vorkommen von invasiven Spezies, ein geringes Vorkommen bis Fehlen von nativen Spezies und einen Verlust der phylogenetischen Vielfalt innerhalb von Gemeinschaften. Letzteres wird vor allem durch die Versiegelung von Flächen begünstigt, welche als eine Art Barriere fungieren und somit einen starken Einfluss auf den genetischen Drift haben. Dieser ist mehrheitlich in kleinen, isolierten Populationen prominent. Diese isolierten Habitate führen einerseits zu einem Verlust der genetischen Vielfalt und zu einer erhöhten Differenzierung innerhalb von Populationen (8). Urbanisation wird in einer Studie von McKinney (2006) als einer der primären Faktoren für biotische Homogenisierung berücksichtigt und nun auch in der „International Union for Conservation of Nature-Gefahrenklassifikation (IUCN) gelistet“ (9).

Diese Transformation von natürlichen Gebieten in Städten verändert ebenfalls die Zusammensetzung, Vorkommen, sowie die Anzahl der Stechmückenarten, welche oft einen Verlust von Diversität zur Folge hat. Im Allgemeinen vermindert die Urbanisierung von natürlichen Habitaten die Vielfalt und erhöht das Vorkommen einiger selektiven Spezies, welche sich gut an die urbane Umwelt anpassen konnten (10). So können z.B. künstliche Gebiete wie Pools, Abwassersysteme, Gärten und andere Wassersysteme als alternative Brutstätten verwendet werden. Diese Habitate scheinen vor allem für Stechmücken der Gattungen *Anopheles*, *Culex* und *Aedes* geeignet zu sein (11).

Neben der Urbanisierung hat auch die Entwaldung einen Einfluss auf den Wasserkreislauf und verändert damit direkt das Fortpflanzungsverhalten, das Vorkommen und die Zusammensetzung von Stechmückenarten. Durch die Abholzung fehlt der Erde organisches Material und Wurzeln, welches ihr als Schutz vor Regenfall dient. Ohne dieses kommt es zur

Bewegung von Sedimenten und möglichen Erosionen, welche die Wasserqualität unmittelbar beeinflussen können. Die direkte Sonneneinstrahlung auf aquatische Habitate verursacht durch höhere Temperaturen zusätzliche Vegetation und Algenbildung. Die Folgen sind unter anderem ein verändertes Mikroklima, was durch eine verminderte Luftfeuchtigkeit deutlich wird. Dies hat ebenfalls Einfluss auf die Zusammensetzung von terrestrischen, sowie aquatischen Prädatoren und Pathogenen von Stechmücken, welche das Überleben von Letzteren beeinträchtigen können. Ob diese Faktoren positive oder negative Einflüsse auf Stechmücken haben, hängt von der Spezies ab. Es zeigt sich jedoch, dass die Entwaldung einen signifikant positiven Einfluss auf manche *Aedes*-Arten, wie z.B. *Ae. aegypti* und *Ae. vigilax*, sowie einige *Culex*-Arten haben (12).

1.1.3. Klimawandel

Im Jahr 2022 betrug die durchschnittliche globale Temperatur, welche eine Kombination der Temperatur aus Land- und Meermasse darstellt, um 1,15 °C mehr als im vorindustriellen Zeitalter (1850-1900). Die wärmsten acht Jahre liegen im Zeitraum von 2015-2022 (13). In Europa haben sich die bodennahen Lufttemperaturen im 20. Jahrhundert sogar um 1,5 °C erhöht. Je nach Modell und Messung geht man, verglichen zu dem Zeitraum 1971-2000, von einem weiteren Temperaturanstieg zwischen 1,0 °C bis 4,5 °C bzw. 2,5 °C bis 5,5 °C bis zum Jahr 2100 aus. Mit den stärksten Anstiegen wird in Nordosteuropa (4 °C) und Südeuropa (3 °C) gerechnet. In Mitteleuropa wird von einer Steigerung von 2 °C bis 3,5 °C ausgegangen (14).

Der Einfluss von steigenden atmosphärischen Temperaturen auf die thermische Leistung von Organismen, ist eine wichtige und direkte Konsequenz des Klimawandels. Akklimatisierung, Anpassung und Änderung im Verhalten, sind einige der Möglichkeiten, mit denen ein Organismus auf veränderte Bedingungen reagieren kann (15). Daher bestimmen neben ökologischen, auch die klimatischen Faktoren, ob Pathogene/Parasiten bzw. Vektoren in bestimmten Regionen existieren, sich vermehren oder sogar verschwinden können (7). Dies zeigt sich durch die Wachstumsrate von Insekten im Laufe des letzten Jahrhunderts. Während diese in mittleren und höheren Breitengrad steigt, wird in der Zukunft von einem bis zu 20-prozentigen Rückgang dieser Klasse in den Tropen ausgegangen. Da diese Tiere in diesen Längengraden bereits nahe an ihrer Temperaturobergrenze leben, könnte sich eine weitere Zunahme fatal auf sie auswirken (15, 16).

Stechmücken sind poikilotherm. Aus diesem Grund beeinflussen Veränderungen der Temperatur, neben der Viabilität, ihre Physiologie, Fitness, saisonale Aktivität, Interaktion mit Wirten und damit schlussendlich ihre Adaptivität für neue Umgebungen (17). Als Reaktion auf veränderte klimatische Bedingungen verwenden Organismen drei primäre Mechanismen: durch Aufsuchen neuer Orte mit geeigneter Temperatur; mittels phänotypischer Plastizität mit welchen ungeeigneten Temperaturen kurzfristig toleriert oder komplett vermieden werden; und evolutionäre Anpassung. Letzteres wird vor allem durch kurze Generationsdauer bzw. Lebenszyklen bevorteilt. In Verbindung mit großen Populationen erlaubt dies eine schnelle evolutionäre Anpassung von Stechmücken (16).

Veränderungen des Klimas haben, neben der direkten Wirkung auf Stechmücken, auch einen Einfluss auf ihre natürlichen Feinde. Allerdings dürften Stechmücken von diesen Auswirkungen weniger betroffen sein. Dieser Vorteil ergibt sich durch ein höheres Temperaturlimit der Stechmücken. Dies führt zu einer ungleichen Jäger-Beute Phänologie in Habitaten, welches einen direkten Einfluss auf das aquatische Ökosystem und deren Gemeinschaftsstruktur/-funktion haben kann (18).

1.2. Container-brütende *Aedes*-Arten in Österreich

1.2.1. *Aedes albopictus*

Aedes albopictus, ist allgemein unter „Asiatischer Tigermücke“ bekannt. Die Männchen besitzen eine Flügellänge von bis zu 2 mm, womit sie etwas kleiner als die anderen untersuchten *Aedes*-Arten sind (19). Sie besitzen ein schwarz-weißes Streifenmuster an ihren Beinen, Thorax und Abdomen, welches ihnen ein Tiger ähnliches Aussehen verleiht (siehe Abb. 1) (20) [Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben..](#)



Abbildung 1: *Ae. albopictus* (21). © ECDC [2005-2022]

Obwohl sie im tropischen Südost-Asien heimisch sind, besitzen sie eine hohe Resistenz gegenüber kalten Temperaturen und zeigen eine höhere Anpassungsfähigkeit als andere *Aedes*-Arten, wie z.B. *Ae. aegypti* (17). Tropische und subtropische Populationen sind durch das ganze Jahr hinweg über aktiv. Im Kontrast dazu werden die Populationen in gemäßigten Breiten von saisonalen Temperaturen, sowie der Tageslichtzeit beeinflusst und überdauern den Winter

durch eine Diapause im Ei-Stadium. Damit die Eier den Winter überstehen, müssen die mittleren Temperaturen über 0 °C liegen. Je nachdem ob es sich um eine europäische oder tropische Population handelt, halten die Eier für eine kurze Zeit Temperaturen von bis zu -10 °C bzw. bis -2 °C aus. Für Adulte Stechmücken ist eine mittlere Jahrestemperatur von über 11 °C, sowie ein Minimum von 290-500 mm jährlichen Niederschlag, welcher die notwendigen aquatischen Habitate ermöglicht, erforderlich, um ihr Überleben zu gewährleisten. Eine Sommertemperatur von 25-30 °C dürfte dabei die optimale Temperatur darstellen (20).

Für die Eiablage nutzen diese Stechmücken eine Vielzahl von Orten: Natürliche, wie z.B. wassergefüllte Baumstümpfe/ -höhlen; Künstliche, wie z.B. Autoreifen, Tonnen, Regenwasser, Blumenuntersetzer usw. Außerdem zeigen sie eine Präferenz zu urbanen und suburbanen Gebieten (20). Die trocken-resistenten Eier werden einzeln über der Wasserlinie abgelegt und schlüpfen erst nachdem sie geflutet werden, z.B. nach einem Regenfall. Zusätzlich ist die Schlüpfzeit und die Schlüpfrate von der Temperatur abhängig. Bei 20 °C beträgt die durchschnittliche Schlüpfzeit etwa 2,9 Tage, mit der höchsten Rate an geschlüpften Eiern (66,9 %). Bei Temperaturen von 30-35 °C bzw. unter 15 °C beträgt die Zeit etwa 7 Tage oder länger, mit einer signifikant geringeren Schlüpfrate. Das Schlüpfen von Eiern in der Diapause hängt wiederum im Frühling/Sommer von dem Wechsel der Tageslichtdauer, der Verfügbarkeit von Futter, Temperatur und Wasser ab. Die Entwicklung der Larve bis zum adulten Stadium dauert im Durchschnitt 8,8 Tage (30 °C) bis zu 35 Tagen (15 °C). Bei 15 °C ist die erwartete Lebenszeit der Adulten, mit 38,59 Tagen (Weibchen) und 31,31 Tagen (Männchen) am längsten, welche bis 35 °C auf seinen niedrigsten Wert von 19,86 Tagen (Weibchen) und 14,9 Tage (Männchen) sinkt. Grundsätzlich überwintern Adulte in gemäßigttem Klima nicht, allerdings gibt es Berichte über weibliche Tigermücken, welche, z.B. in Rom, über das ganze Jahr hinweg aktiv waren, was auf eine mögliche Adaptierung hindeuten könnte (20). *Aedes albopictus* ist eine multivoltine Spezies, das bedeutet, dass sie, abhängig von Temperatur, sowie Verfügbarkeit von Futter und Wasser, 5-17 Generationen/Jahr hervorbringen kann (20).

Diese Stechmückenart sticht meist untertags, vorwiegend am frühen Morgen und späten Nachmittag. Allerdings wurden, je nach Saison, Region sowie Verfügbarkeit von Wirten, von Ausnahmen berichtet. Sie stechen bevorzugt Säugetiere, können sich aber auch von dem Blut aller Wirbeltieren ernähren. Es wurde auch gezeigt, dass sie, sofern verfügbar, eine Präferenz

für Menschen aufweisen (22). Ihre Gefahr besteht in ihrer Fähigkeit als Vektoren zwischen verschiedenen Tierarten, von Tier zu Menschen oder Mensch zu Mensch zu fungieren. Unter anderem können sie Chikungunya-Virus (CHIKV), Dengue-Virus (DENV), Zika-Virus (ZIKV) und Dirofilarien übertragen (20, 22).

Der steigende internationale Handel und die erhöhte Mobilität von Menschen unterstützten die Ausbreitung dieser Culicidae. Gerade der internationale Reifenhandel ermöglicht die Ausbreitung über lange Strecken und Kontinente. Weibchen legen die Eier in kleine Wasseransammlungen in Reifen, welche später bei geeigneten Temperaturen, sowie erneuten Wasserkontakt, schlüpfen und sich im optimalen Fall, innerhalb einer Woche, zu Adulten entwickeln können. Durch die Fähigkeit naturale und künstliche Brutplätze zu kolonisieren, der Resistenz der Eier gegenüber Trockenheit und Kälte, sowie ein breites Spektrum an potentiellen Wirten, ist es dieser Art möglich schnell Populationen in neuen geographischen Regionen aufzubauen, von denen sie sich dann weiterverbreiten können (7). Durch diese Fähigkeiten, gekoppelt mit ihrer großen Anpassungsfähigkeit, wurde sie 2009 unter den Top 100 der „Invasive Species Specialist Group“ gelistet und gilt als die relevanteste invasive Stechmücken-Spezies (20, 22). *Aedes albopictus* konnte mittlerweile in Asien (Ort der Herkunft), Europa, Nord- und Südamerika, Afrika und einigen Orten im Pazifischen- und Indischen Ozean gefunden werden (22). In Europa wurde sie 1979 zum ersten Mal in Albanien nachgewiesen. Seitdem konnten in mehr als 25 europäischen Ländern Nachweise erbracht werden, wovon sie in einigen, mittlerweile als etabliert gelten, wie z.B. Italien (1990); Frankreich (1999); Griechenland, Schweiz und anderen Ländern (2003) (23).

2012 gab es auch in Österreich die ersten Berichte über Funde von *Ae. albopictus*. In einem Dorf in Burgenland wurden immature Entwicklungsstadien und ein adultes Weibchen nachgewiesen. Es kam auch zu Funden von Larvenstadien in Angath, Tirol, etwa 2 km von der Inntalautobahn entfernt. Zusätzlich kam es entlang dieser Autobahn immer wieder zu Meldungen über Funde von einzelnen adulten Weibchen. Diese Entdeckungen führten zu einem Monitoring dieser Gegend. 2018 wurden im Rahmen dieses Monitorings, neben Funden entlang der Autobahn, auch erstmal Eier in urbanen Gebieten in Osttirol, Nordtirol und Lienz gefunden (24). Im Jahr 2020 wurde das erste nationale Monitoringprogramm in Österreich durchgeführt. Im Zuge dieses Programmes kam es zu zwei Funden: ein Ei in Weer, Tirol; und zu vier positiven

Proben von einer Autobahnraststation in Hochleithen, Niederösterreich. Bei den Nachweisen seit ihrer Erstentdeckung in 2012 bis einschließlich 2020 dürfte es sich um wiederkehrende Einführungen aus Nachbarstaaten gehandelt haben (2). Durch das nationale Monitoring Programm 2021 kam es am mehreren Standorten in insgesamt fünf Bundesländern, Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Vorarlberg und Wien, zu Funden von *Ae. albopictus* (4).

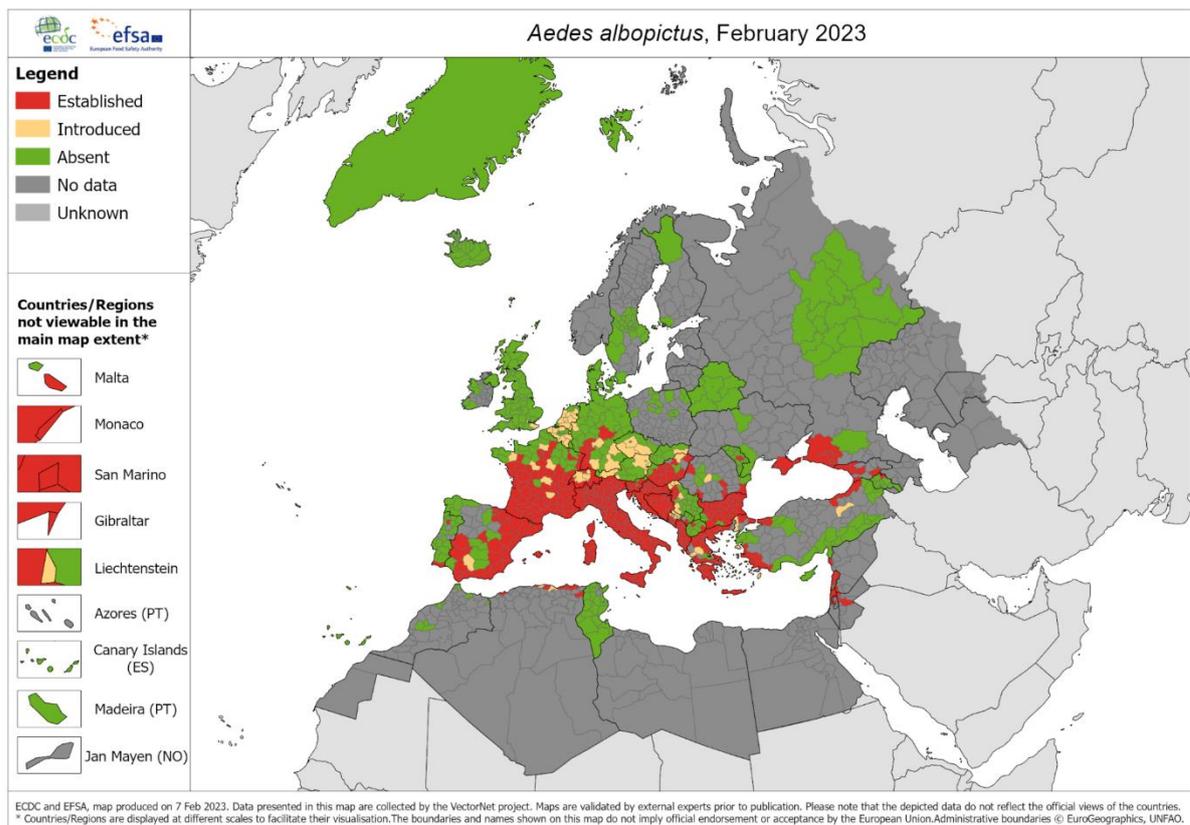


Abbildung 2: Derzeitige Vorkommen von *Ae. albopictus* in Europa. Stand 2023 (21). © ECDC [2005-2022]

1.2.2. *Aedes japonicus*

Aedes japonicus, ist allgemein unter der Bezeichnung „japanische Buschmücke“ oder „Rock Pool Mosquito“ bekannt. Adulte sind größer als *Ae. albopictus*, mit einer Flügellänge von über 3 mm, und machen sich durch ein schwarz-weißes Streifenmuster auf ihren Beinen und Körper erkennbar (19, 20). Durch ihr Aussehen können sie leicht mit anderen Spezies, wie z.B. *Ae.*

albopictus, verwechselt werden. Als diagnostischen Charakter weisen sie jedoch eine gelbliche Zeichnung an ihrem Scutum auf (siehe Abb. 3) (20). Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.. Derzeit besteht der Japonicus-Komplex aus vier Subspezies, welche eine monophyletische Gruppe formen die auch *Ae. koreicus* inkludiert. Allerdings sind diese, mit einer im Durchschnitt 8%igen Differenz, genetisch bedeutend unterschiedlich (25). In Europa hat sich bisher eine Subspezies, *Ae. japonicus japonicus*, etabliert (21).



Abbildung 3: *Ae. japonicus* (21). © ECDC [2005-2022]

Aedes japonicus sind ebenfalls multivoltin. Die Aktivität von Adulten beginnt, je nach Temperatur, meist im Mai und bleiben in nördlichen Temperaturzonen bis in den Herbst, in wärmeren Breiten sogar bis in den Dezember aktiv. Der Höhepunkt der Population ist meist im August. Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.. Zur Überwinterung produzieren sie trocken- und frostresistente Eier, welche bei geeigneten Konditionen schlüpfen (20). Überwinternde Larven wurden in Europa, bis auf wenige Orte in der Schweiz, noch nicht beobachtet, jedoch aber im Südwesten von Japan und einigen Teilen von den USA. In den südlichen Appalachen, USA, wurden Larven in einer Höhe von 1500 m gefunden, wo es im

Winter zu Temperaturen von $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ kommen kann. Überwinternde Larven könnten ein Teil der Erklärung für die frühen jahreszeitlichen Funde in manchen Gebieten sein [Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)(25, 26). Für die Eiablage zeigt sich eine Präferenz gegenüber bewaldeten oder buschigen Gebieten. Auch sie nutzen eine große Vielfalt an Brutplätzen, welche von Natürlichen, wie etwa Baumhöhlen/-stümpfe, Pfützen, bis zu Künstlichen, z.B. Abwässer und Blumenuntersetzer reichen. Hierfür werden Orte, sowohl im Schatten, als auch in der Sonne ausgewählt, was darauf hindeutet, dass die Puppen eine breite Toleranz gegenüber Wassertemperaturen aufweisen (26). Das Schlüpfen der Eier wird bei Lufttemperaturen von $10\text{-}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ bzw. sobald die Brutplätze ihre Eisschicht verloren haben, ausgelöst. Die Entwicklung der Larven korreliert positiv bis zu Temperaturen von etwa $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Höhere Temperaturen hingegen wirken inhibierend. Manche Larven entwickeln sich auch bei $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, brauchen jedoch über 100 Tage für eine vollständige Entwicklung (25). Im Vergleich dazu brauchen Larven, bei geeigneten Laborbedingungen von $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2-4 Wochen [Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)[Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)(26).

Diese Stechmücken sind für die Suche nach Blutmahlzeiten untertags und zur Dämmerung aktiv. Sie nutzen in der Regel Blut von Säugetieren, jedoch auch von Vögeln. Sie werden dabei als aggressiv beobachtet und stechen auch bereitwillig Menschen (20, 26). Unter Laborbedingungen sind sie kompetente Vektoren für eine Vielzahl von Viren wie z.B. Japanische-Enzephalitis-Virus (JEV), West-Nile-Virus (WNV) und St. Louis-Enzephalitis-Virus (SLEV). Unter Umweltbedingungen stellen sie jedoch ein deutlich geringeres Risiko als *Ae. albopictus* dar (3, 25, 26).

Aedes japonicus ist in Korea, Japan, Taiwan, südlichen China und Russland endemisch und konnte sich von dort aus auf viele Länder und Kontinente ausbreiten. Diese Verbreitung wurde vor allem durch menschliches Handeln, allen voran durch den internationalen Reifenhandel, verursacht. Ihr Erfolg, sich effektiv zu etablieren, beruht auf der Resistenz der Eier gegenüber Kälte, eine hohe Toleranz gegenüber organischem Material in Wasser, sowie eine frühere und längere Aktivitätsphase als konkurrierende Spezies (20). In Europa wurde *Ae. japonicus* zum ersten Mal im Jahr 2000 in Frankreich nachgewiesen, wo sie schnell eliminiert wurde. In 2002 wurde sie in Belgien das erste Mal nachgewiesen. In den darauffolgenden Jahren wurden ihr Vorkommen auch in anderen europäischen Ländern, wie z.B. Deutschland, Schweiz, Kroatien

und vielen mehr, nachgewiesen und gilt in vielen Ländern mittlerweile als etabliert. Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben. Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.. In Österreich wurden sie das erste Mal im August 2011 in der Steiermark gefunden (26). In den darauffolgenden Jahren konnte beobachtet werden, wie sich *Ae. japonicus* in ganz Österreich verbreiten konnte und gilt auch hier mittlerweile als etabliert. Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben. (27).

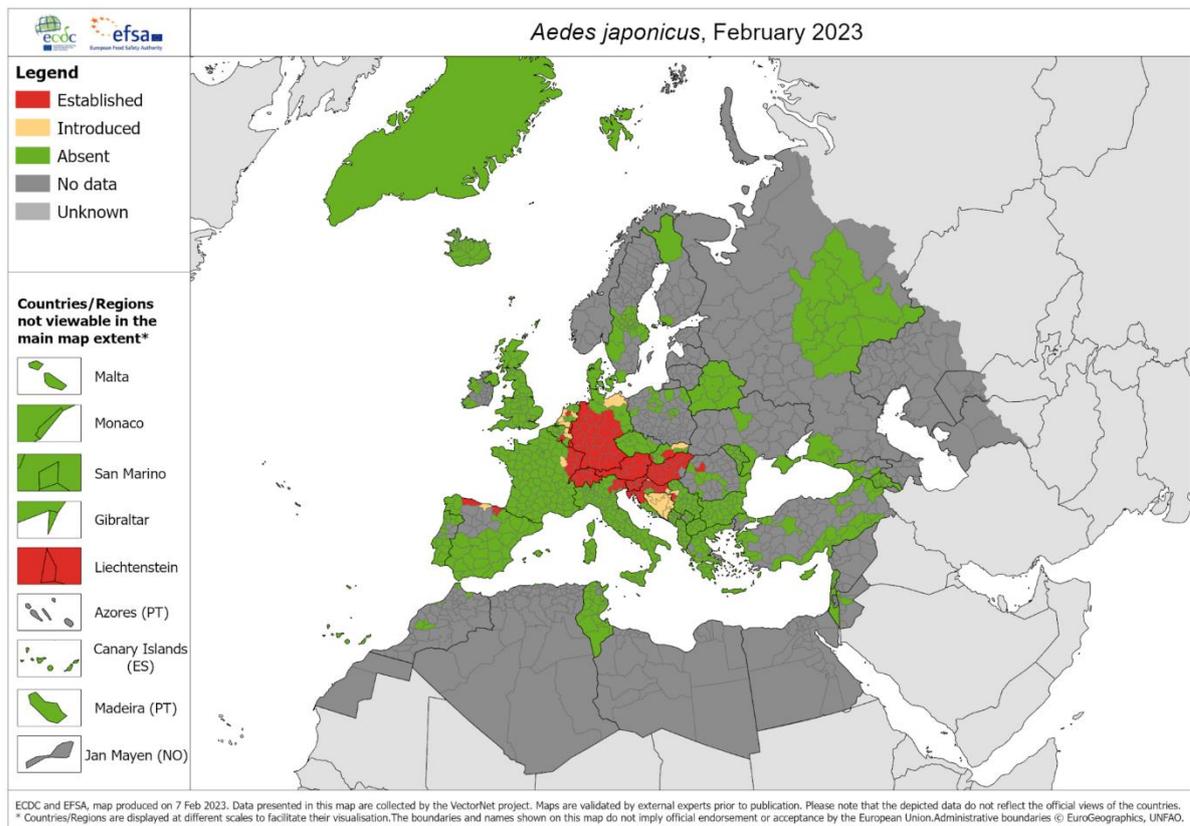


Abbildung 4: Derzeitige Vorkommen von *Ae. japonicus* in Europa. Stand 2023 (21). © ECDC [2005-2022]

1.2.3. *Aedes koreicus*

Diese Spezies ist ein enger Verwandter von *Ae. japonicus* und sieht dieser äußerlich sehr ähnlich (siehe Abb. 5) (25). *Aedes koreicus* weisen einen grundlegenden Streifen auf dem vierten Tarsomer auf, welcher als diagnostischer Charakter für diese Spezies dient (20). Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben. Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben..



Abbildung 5: *Ae. koreicus* (21). © ECDC [2005-2022]

Aedes koreicus sind, neben natürlichen Habitaten, gut an urbane Gebiete angepasst (29). Wie andere Stechmücken des Genus *Aedes* legen die Weibchen zur Überwinterung trocken- und frostresistente Eier in natürlichen, wie auch künstlichen aquatischen Habitaten ab. Allerdings, verglichen zu *Ae. albopictus*, sind diese Eier kälteresistenter (28). Auch die Adulten zeigen eine höhere Resistenz gegenüber Kälte und sind früher bzw. bis in den späten Sommer und Herbst aktiv. Die optimale Temperatur für Adulte liegt zwischen 23-28 °C, für Larven zwischen 13-33 °C. Temperaturen über 28 °C wirken sich hingegen negativ auf die Entwicklung von Puppen und Adulten aus (28, 29).

Die Adulten sind untertags, wie auch nachts, aktiv. Über ihre Wirts-Präferenzen ist wenig bekannt (30). Ihre Gefahr als möglicher Vektor ist laut dem ECDC, Stand 2022, noch unklar, allerdings wurde im Jahr davor, in einer Studie auf das Potential Arbo-Viren, wie CHIKV und ZIKV, übertragen zu können hingewiesen (28, 31).

Heimisch ist diese Stechmückenart in Japan, Korea, im nord-östlichen China, sowie im östlichen Russland (32). Wie auch die anderen Spezies, wurden sie vor allem durch den internationalen Handel von Reifen und Pflanzen global eingeführt (30). In Europa wurde sie zum ersten Mal 2008 in Belgien nachgewiesen und seit jeher in vielen anderen europäischen Ländern wie z.B. Italien, Ungarn, Schweiz, Deutschland. In einigen dieser Länder sind sie auch bereits etabliert, jedoch beschränken sich die Populationen, mit Ausnahme von Italien, nur auf kleine Gebiete, ohne sich scheinbar auszubreiten (3, 28). Seit ihrem Nachweis 2013 in Italien hat sie sich jedoch über die letzten Jahre in den Süden, Westen und stark in den Norden, bis zur Grenze der Schweiz und Österreich ausgebreitet (32).

Der erste Nachweis fand in Österreich 2017 in Tirol statt (24). Seit diesem wurde sie bis 2020 nur sieben Mal nachgewiesen. An zwei Standorten in Tirol, an zwei Standorten in Kärnten und einmal in der Steiermark (2). Im Rahmen des Monitoring Programmes 2021 kam es einzig in Wien, an einem Standort, zu einem positiven Fund von Eiern. Zusätzlich wurde eine Vielzahl von Larven an einem anderen Standort in Wien entdeckt. Dies stellte den ersten Nachweis von *Ae. koreicus* in diesem Bundesland dar (4).

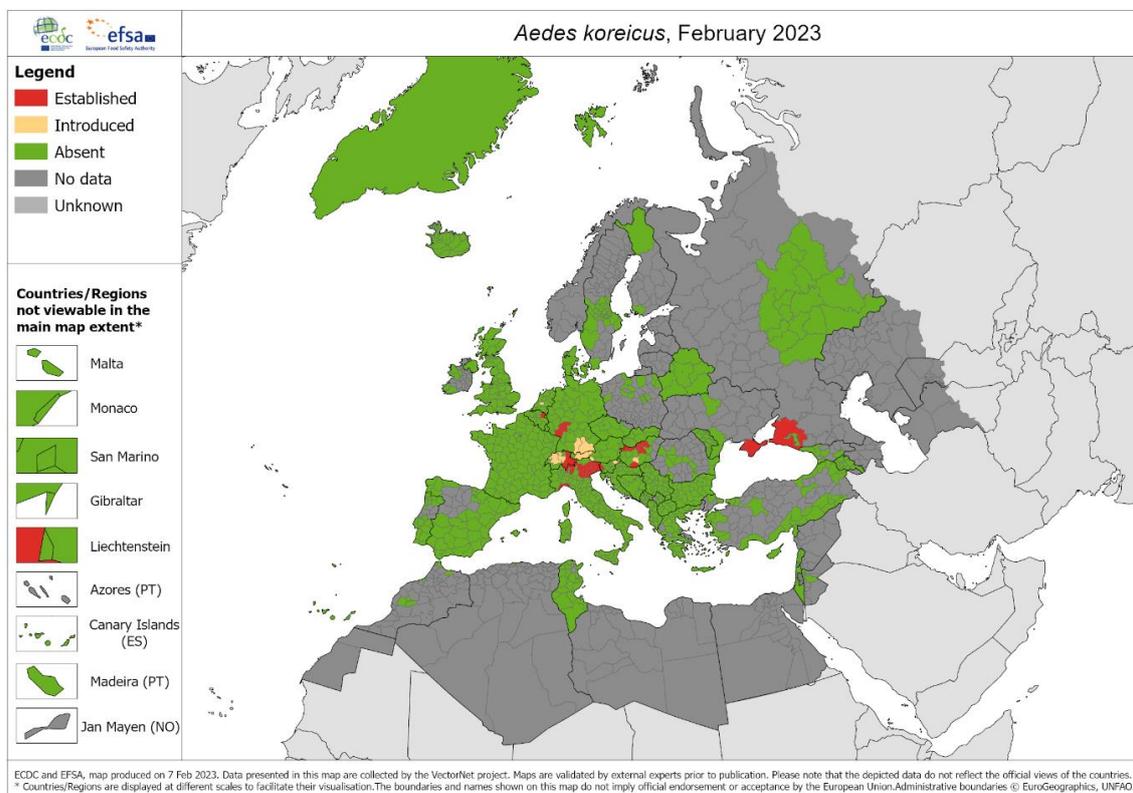


Abbildung 6: Derzeitige Vorkommen von *Ae. koreicus* in Europa. Stand 2023 (21). © ECDC [2005-2022]

1.2.4. *Aedes geniculatus*

Diese Spezies ist in Europa heimisch. Das Verhalten und ihre Biologie sind jedoch noch wenig erforscht. Sie stechen aggressiv Tiere und Menschen, vor allem unterm Tag. Ihre Larven werden meist in Baumhöhlen gefunden. Adulte koexistieren mit *Ae. albopictus* in Europa, obwohl ihre Populationsdichte nicht dieselbe Höhe wie die von *Ae. albopictus* erreicht (33).

1.3. Gesundheitsrisiko

Neu eingeführte Stechmücken können bei der Einfuhr mit Pathogenen infiziert sein, native Pathogene oder nicht heimische Pathogene, welche unabhängig eingeführt wurden, übertragen und somit die menschliche Gesundheit schädigen. Neue Pathogene stellen die größte Gefahr dar, da sie aufgrund der begrenzten Immunität der nativen Bevölkerung das Potential haben große Ausbrüche zu verursachen (1). „Vector-Born-Diseases“ (VBDs) sind von großem Interesse für die öffentliche Gesundheit, da die Verbreitung und die Häufigkeit in den letzten Jahrzehnten weltweit zugenommen haben. Jedes Jahr werden über eine Milliarde an Menschen infiziert, von denen über 1 Millionen durch VBDs versterben. Von über 3500 Spezies, welche als Vektoren für Pathogene dienen, sind Stechmücken von der größten Relevanz (11). Derzeitige Prognosen gehen davon aus, dass mehr als die Hälfte der menschlichen Population in Gefahr ist sich mit VBDs zu infizieren (23). *Aedes albopictus* und *Ae. aegypti* sind durch ihre Vektorkompetenz und Anpassungsfähigkeit an urbane Gebiete von großer epidemiologischer Bedeutung [Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)[Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.](#)(34).

Die Fähigkeit Pathogene übertragen zu können hängt von folgenden Faktoren ab. Diese definieren schlussendlich auch ihre Gefahr als Vektoren (1):

- Inokulation: die tägliche Einbringungsrate von derzeitig infizierten Quellen
- Vektorkompetenz: die durch intrinsische Faktoren bestimmte Fähigkeit von Vektoren Krankheitserreger übertragen zu können
- Dichte von Vektoren in Relation zu der Dichte der Wirte
- Die Länge des gonotrophischer Zyklus und damit ihrer Stechrates
- Die tägliche Überlebensrate der Vektoren
- Der extrinsischen Inkubationszeit der Pathogene

Die Vektorfähigkeit ist von primärer Bedeutung. Diese ist für jede Stechmückenspezies spezifisch und kann auch innerhalb von Populationen variieren (1). Die Unterschiede innerhalb des *Aedes*-Genus werden durch Labor- und Feldstudien deutlich (siehe Tab.1). Dadurch wird ersichtlich, dass von einigen Spezies, wie z.B. *Ae. albopictus* oder *Ae. aegypti*, eine größere Gefahr ausgeht als von anderen. Zusätzlich scheint auch die Temperatur eine Rolle, zumindest

bei einigen Arten, bei der Übertragung zu spielen. Bei einer Studie wurden *Ae. koreicus* an verschiedenen Orten, zu verschiedenen Jahreszeiten/Temperaturen, eingesammelt und auf Pathogene untersucht. Es zeigte sich, dass sie bei Temperaturen von $27\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ in der Lage waren CHIKV und ZIKV zu übertragen, bei Temperaturen von $24\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ konnte dies nicht nachgewiesen werden. Ähnliches konnte auch bei *Ae. japonicus* beobachtet werden. Diese waren in der Lage ZIKV bei bestimmten Temperaturen zu übertragen. In Kontrast dazu scheinen andere Arten, wie etwa *Ae. albopictus* temperaturunabhängig zu sein (31).

Tabelle 1: Fähigkeit der untersuchten *Aedes*-Arten, unter Labor- und Umweltbedingungen, für die Öffentlichkeit relevantesten Pathogene übertragen zu können. **X:** konnte nachgewiesen werden, **O:** bislang kein Nachweis (1, 22, 26, 28, 31, 32, 33).

Pathogene	<i>Ae. albopictus</i>		<i>Ae. japonicus</i>		<i>Ae. koreicus</i>		<i>Ae. geniculatus</i>	
	Labor	Umwelt	Labor	Umwelt	Labor	Umwelt	Labor	Umwelt
CHIKV	X	X	X	O	X	X	X	O
EEEV	X	X	O	O	O	O	O	O
VEEV	X	O	O	O	O	O	O	O
WEEV	X	O	O	O	O	O	O	O
DENV	X	X	X	O	O	O	O	O
JEV	X	X	X	X	X	X	O	O
SLEV	X	O	X	O	O	O	O	O
WNV	X	X	X	X	O	O	O	O
YFV	X	O	O	O	O	O	O	O
ZIKV	X	O	X	X	X	X	O	O
<i>Dirofilaria immitis/repens</i>	X	X	O	O	X	X	O	O

Bei den meisten Pathogenen in Tab. 1 handelt es sich um Arbo-Viren, welche vorwiegend in den Tropen, primär in Gebieten in denen *Ae. albopictus* und *Ae. aegypti* heimisch sind, vorkommen. Rückführend auf diese zwei Stechmücken konnten verschiedene Ausbrüche, innerhalb und außerhalb ihrer nativen Gebiete, nachgewiesen werden. So kam es beispielsweise, auf Grund von *Ae. albopictus*, zu Ausbrüchen von CHIKV im indischen Ozean und Süd-Asien, oder zu Übertragungen von DENV in Hawaii und Mauritius. In Italien wurde die steigende Rate von Dirofilariose in Menschen, ein Pathogen, welches primär Hunde parasitiert und seltener Menschen, mit *Ae. albopictus* in Verbindung gebracht. In Europa wurde 2007, in Italien, zum ersten Mal über 200 autochthone Fälle von CHIKV invasiven *Aedes*-Arten zugeschrieben. Drei Jahre später kam es in Frankreich zu autochthonen Übertragungen von CHIKV und DENV. Im Jahr 2014 gab es erneute Berichte von DENV in Frankreich und erstmalig in Kroatien. Auch in Portugal kam es 2013 zu dem ersten berichteten Ausbruch von DENV mit 2168 Fällen. Diese Ausbrüche geschahen alle in Gebieten in denen sich *Ae. albopictus* etabliert hat (20).

In 2023 (Stand 23. August) gab es weltweit über 3,7 Millionen DENV Fälle, davon sind über 2.000 tödlich verlaufen, und über 320.000 berichtete CHIKV Fälle, mit 340 Toten. In Europa kam es im Juli/August zu sechs autochthonen Fällen von DENV (zwei in Frankreich und vier in Italien), jedoch zu keinem berichteten Fall von CHIKV (siehe Abb. 7 und 8). In Ländern der EU/EAA gab es 599 WNV Fälle bei Menschen, mit 49 Todesfällen infolge der Infektion. In dem selben Zeitraum kam es bei Pferden zu 79 WNV Fällen, bei Vögel zu 198 (Stand 4. Oktober) (21).

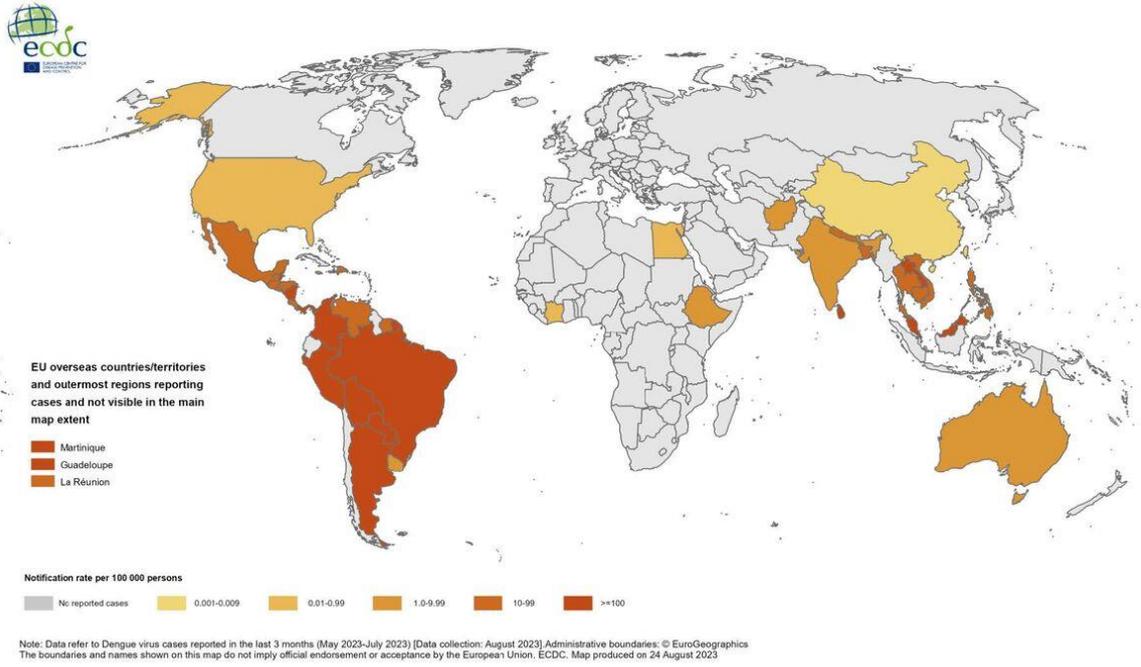


Abbildung 7: Anzahl berichteter Infektionen mit DENV zwischen Mai und Juli. Stand 23. August 2023 (21).
© ECDC [2005-2022]

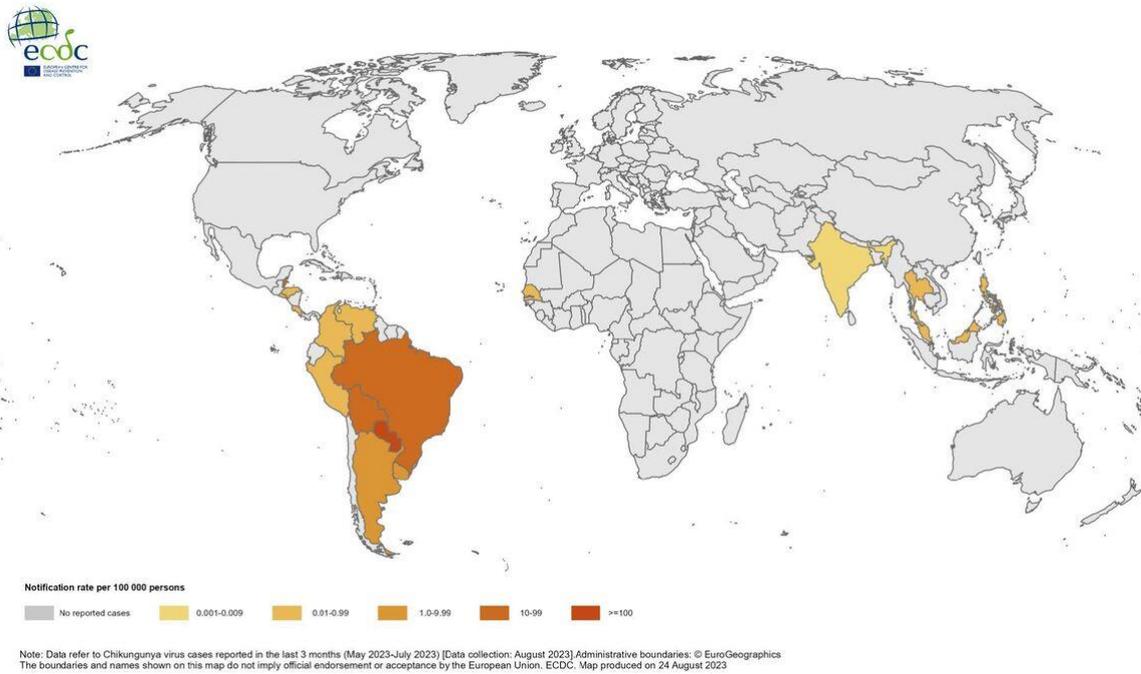


Abbildung 8: Anzahl berichteter Infektionen mit CHIKV zwischen Mai und Juli. Stand 23. August 2023 (21).
© ECDC [2005-2022]

Aufgrund der Relevanz der AIM-Arten für die Gesundheit von Menschen und Tier wurde das nationale Monitoringprogramm auch 2022 fortgesetzt. Es wurden auch zusätzliche Fallen in den Regionen aufgestellt, wo es bereits in der Vergangenheit zu positiven Nachweisen kam. Im Zuge dieses Programmes und im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie wurden folgende Hypothesen untersucht:

- Asiatische Tigermücken - *Aedes albopictus* - konnten in Graz oder anderen Regionen der Steiermark überwintern und sich etablieren
- *Aedes albopictus* konnte von der Raststätte Ansfelden in das benachbarte besiedelte städtische Gebiet übergreifen

2. Material und Methode

Da Stechmücken keine Grenzen kennen, sowie invasive Arten primär durch den internationalen Handel verbreitet werden, stellen diese kein nationales, sondern ein europäisches Problem dar. Aus diesem Grund wurde 2020 das Pilotprojekt AIM-COST gestartet, an dem sich auch Österreich beteiligt und dieses die letzten 3 Jahren fortgesetzt hat. Um einen Überblick über die Verbreitung zu bekommen wurde im Zuge dieses Monitoring-Programmes an mehreren Lokalisationen Ovitrap-Fallen aufgestellt und die eingesammelten Eier auf ihre Spezies untersucht. Die Habitate der einzelnen Lokalisationen wurde nach dem „Corine Land Cover“ (CLC) eingeteilt. Das Ziel dieser internationalen Zusammenarbeit ist der Aufbau eines grenzüberschreitenden Netzwerkes, welches die Methoden harmonisiert und einen europaweiten Datenaustausch erleichtern soll, auch um das Management, sowie damit verbundene Risikoeinschätzung so günstig als möglich zu halten (4). Durch Mosquito-Alert (<http://www.mosquitoalert.com/en>) haben Bürger in Europa die Möglichkeit, mittels der gleichnamigen App, neobiotische und heimische Stechmücken, zu melden. Ziel der App ist es die Verbreitung der Zielarten zu erfassen, da ein flächendeckendes Experten-Monitoring nur schwer umsetzbar ist (3).

2.1. Standorte

2.1.1. Steiermark - Graz und Umgebung

Das Monitoring in Graz war bereits Teil des Pilotprojekts 2020, sowie in den darauffolgenden Jahren. Als Standorte für die Fallen wurden nach dem CLC urbane, suburbane Gebiete, sowie strategisch gewählte Lokalisationen, durch welche die Stechmückenarten eingeschleppt werden könnten, wie z.B. Raststationen auf Autobahnen, gewählt. Im Durchschnitt wurden pro Standort 6,3 Fallen im Zeitraum zwischen Mai und Oktober, durchschnittlich 124,4 Tage, aufgestellt. Als Habitat wurde einmal eine durchgängig städtische Prägung, sechsmal eine nicht durchgängig städtische Prägung und zweimal Straßen/Eisenbahnnetze gewählt. Die gewählten vier Standorte um Graz herum waren im Mittelwert 31,2 km entfernt (Siehe Tab. 2 und Abb. 9).

Tabelle 2: Ovitrap Standorte in der Steiermark.

Stand-Ort	Breiten-Grad	Längen-Grad	Anz. Positionen	Bundesland Bezirk	Habitat	Beginn	Ende	Länge	Kontrollintervall In Tagen
AGG	47.075	15.450	5	Stmk./Graz	Durchgängig städtische Prägung	04.05.22	27.10.22	176	7
BBL	47.117	15.985	5	Stmk./Groß-Wilfersdorf	Straßen- und Eisenbahnnetze	05.05.22	31.10.22	179	7,5
DLB	46.187	15.224	5	Stmk./Deutsch-Landsberg	Nicht durchgängig städtische Prägung	19.05.22	26.10.22	160	7
DTF	47.204	15.318	5	Stmk./Deutsch-Freistritz	Straßen- und Eisenbahnnetze	05.05.22	06.10.22	154	12,9
GAZ	47.106	15.428	1	Stmk./Graz	Nicht durchgängig städtische Prägung	20.07.22	27.07.22	7	7
GJK	47.049	15.447	8	Stmk./Graz	Nicht durchgängig städtische Prägung	09.05.22	16.10.22	160	8,2
GLB	47.038	15.455	13	Stmk./Graz	Nicht durchgängig städtische Prägung	09.05.22	29.07.22	81	12,9
GPT	47.038	15.421	10	Stmk./Graz	Nicht durchgängig städtische Prägung	09.05.22	27.07.22	79	11,2
LBZ	46.777	15.557	5	Stmk./Wagna	Nicht durchgängig städtische Prägung	19.05.22	26.10.22	160	7,3

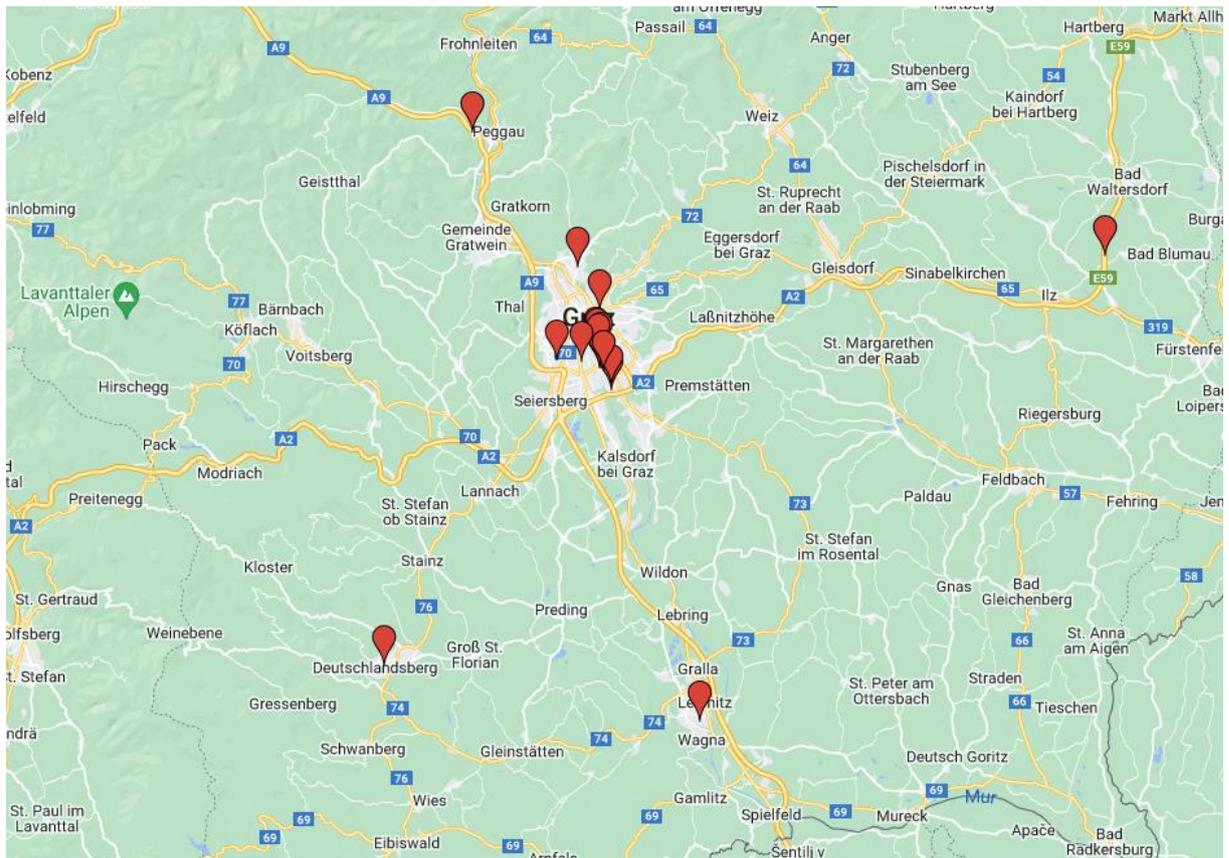


Abbildung 9: Lokalisation der Ovitrap in der Steiermark, © Google maps.

2.1.2. Oberösterreich - Ansfelden

In Ansfelden wurden 2022 erstmals Fallen aufgestellt. Das Jahr zuvor wurden in Oberösterreich, lediglich in Linz, welche aufgestellt. Zu Beginn des Monitoring-Programmes, Anfang Mai, wurden fünf Ovitrap an der Raststation Ansfelden Süd, mit einer Entfernung von etwa 850 m Luftlinie zum Stadtzentrum positioniert. Nachdem in diesen Fallen *Ae. albopictus* nachgewiesen wurde, wurde auf Veranlassung der Stadt fünf weitere Ovitrap im Stadtzentrum (Start Ende Juni) aufgestellt, um ein mögliches Übergreifen auf die Stadt festzustellen. Als Habitate wurden fünf Fallen an verschiedenen Lokalisationen mit einer nicht durchgängig städtischen Prägung und fünf an Straßen/Eisenbahnnetze (Raststation) aufgestellt (siehe Tab. 3 und Abb. 10).

Tabelle 3: Ovitrap Standorte in Ansfelden.

Stand-Ort	Breiten-Grad	Längen-Grad	Anz. Positionen	Bundesland Bezirk	Habitat	Beginn	Ende	Länge	Kontrollintervall In Tagen
ANS01	48.213	14.286	1	OÖ/Ansfelden	Nicht durchgängig städtische Prägung	29.06.22	27.10.22	120	7,7
ANS02	48.213	14.286	1	OÖ/Ansfelden	Nicht durchgängig städtische Prägung	29.06.22	27.10.22	120	7,7
ANS03	48.211	14.288	1	OÖ/Ansfelden	Nicht durchgängig städtische Prägung	29.06.22	27.10.22	120	7,7
ANS04	48.217	14.286	1	OÖ/Ansfelden	Nicht durchgängig städtische Prägung	29.06.22	27.10.22	120	7,7
ANS05	48.209	14.290	1	OÖ/Ansfelden	Nicht durchgängig städtische Prägung	29.06.22	27.10.22	120	7,7
ANS	48.212	14.283	5	OÖ/Ansfelden	Straßen- und Eisenbahnnetze zugeordnete Fläche	02.05.22	24.10.22	175	7,3

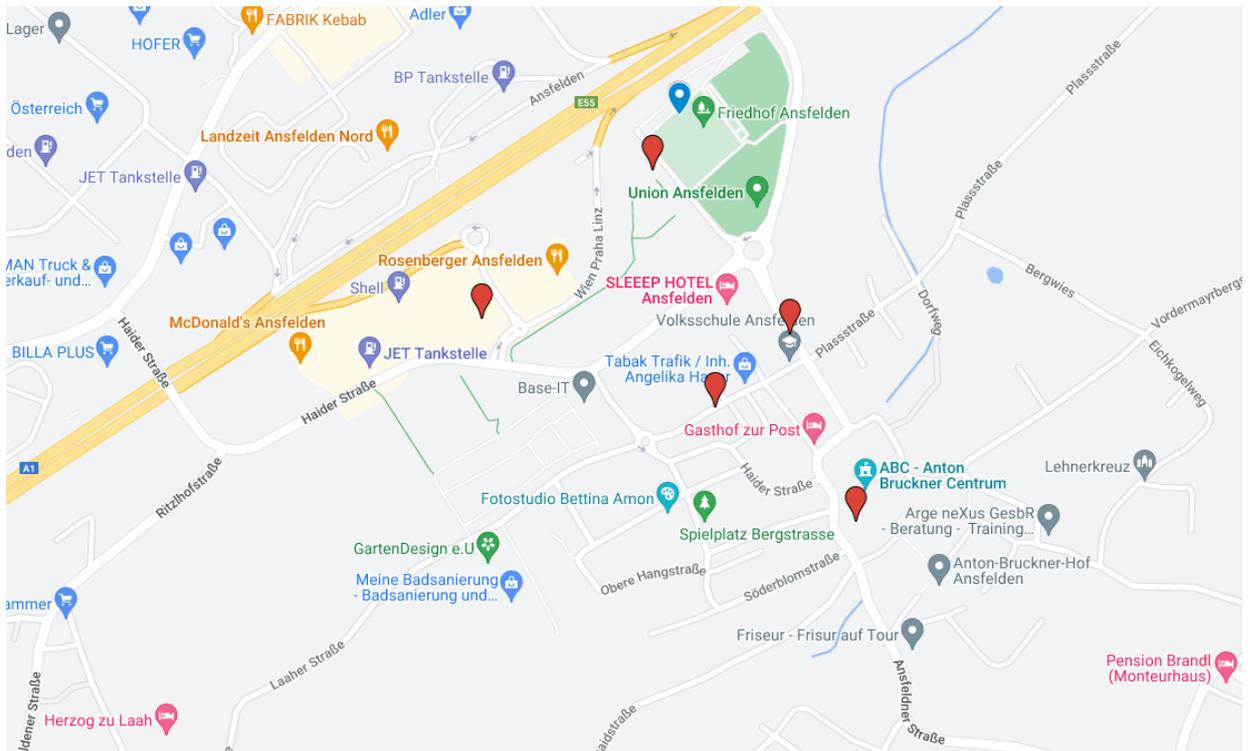


Abbildung 10: Lokalisation der Ovitrap in Ansfelden, © Google maps.

2.2. Ovitrap

Ovitrap sind Eigelegefallen. Diese stellen einen idealen Brutplatz für *Ae. albopictus*, *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus* und *Ae. geniculatus* dar, da diese Arten ihre Eier bevorzugt auf feuchte Substrate legen (2). Hierfür wurde ein schwarzer Kübel mit 1 l Fassungsvermögen verwendet, welcher mit 750 ml Wasser gefüllt wurde. Für die Eiablage wurde ein Holz Mundspatel, mit den Maßen von 15x1,8 cm, am Becherrand mit einer Klammer aus rostfreiem Stahl befestigt (siehe Abb. 11). Diese Holzstäbchen waren mit einem eindeutig zuordenbaren Code versehen, welcher die Position, sowie das Aufstellungsdatum der einzelnen Fallen nachvollziehbar macht.

Die Entwicklungszeit der Eier von *Ae. albopictus* beträgt, je nach Temperatur, 3-7 Tage (35). Um ein Schlüpfen der Eier und eine damit verbundene Verfälschung der Daten entgegenzuwirken, wurden die Proben der Standorte in Ansfelden, im Durchschnitt alle 7,5 Tage, die Proben in Graz/Graz-Umgebung, ausschließlich der Standorte DTF, GLB und GPT,

im Durchschnitt alle 7,3 Tage eingesammelt. Die Standorte DTF, GLB und GPT wurden im Durchschnitt alle 12,3 Tage kontrolliert (siehe Tab. 2 und 3).



Abbildung 11: Beispiel einer in dieser Studie verwendeten Ovitrap (4). (Foto: K. Bakran-Lebl)

Bei den Kontrollen wurden die Stäbchen einzeln in kleine Druckverschlussbeutel verpackt und zusätzlich mit Küchenrolle gepolstert, um ein mögliches Beschädigen der Eier zu verhindern. Zusätzlich wurde das Wasser gewechselt und neue Holzstäbchen angebracht. Die Proben aus der Steiermark wurden dann an die AGES Wien, die Proben aus Ansfelden an die Veterinärmedizinische Universität Wien versendet. War dies nicht sofort möglich, wurden sie in der Zwischenzeit im Kühlschrank gelagert. Zusätzlich zu den Proben wurde ein Protokollblatt mitgeschickt, welches Details, Besonderheiten sowie mögliche Abweichungen beinhaltet.

2.3. Artenbestimmung

2.3.1. Mikroskopische Beurteilung

Die eingesendeten Proben wurden an den Instituten bis zu der Analyse im Kühlschrank, bzw., falls eine Analyse nicht innerhalb von drei Tagen möglich war, im Tiefkühler bei $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ gelagert. Mittels eines Stereo-Mikroskops wurden die Stäbchen auf mögliche Eier untersucht. Sind welche gefunden worden, wurden diese gezählt, auf ihren Zustand kontrolliert und eine vorläufige morphologische Artenbestimmung, auf Grund der unterschiedlichen Oberflächenstruktur, durchgeführt (siehe Abb. 12). Anschließend wurden die Eier, unbeschädigte, beschädigte bzw. Rest von geschlüpften Eiern in 1,5 ml Eppendorfer Reaktionsgefäße überführt und bis zur genetischen Artenbestimmung bei -80°C gelagert.

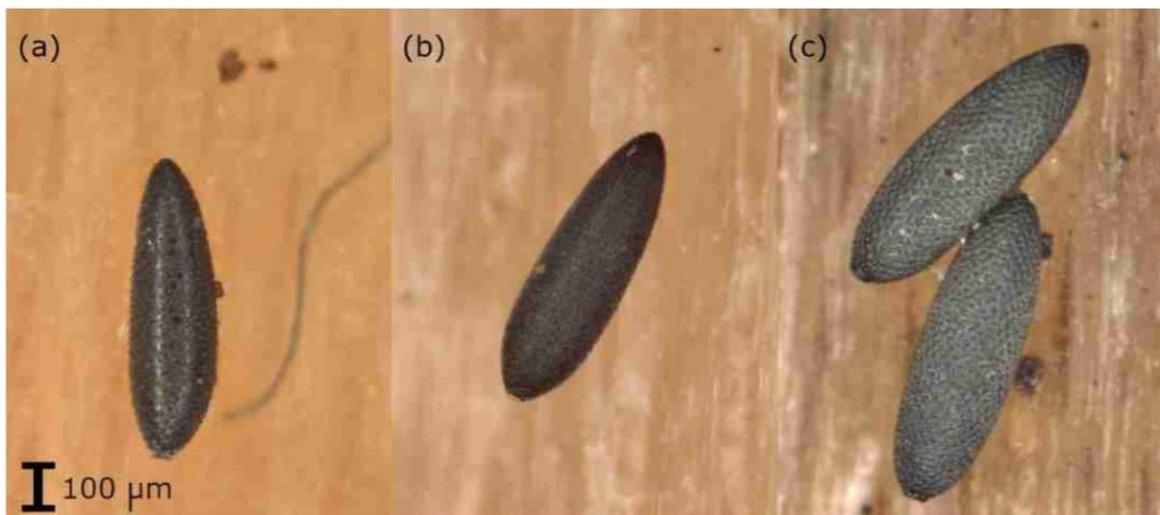


Abbildung 12: Mikroskopische Beurteilung der Eier. **(a)** *Ae. albopictus*: Eier mit einer schillernden schwarzen Oberfläche, mit langen, schmalen symmetrischen Röhren im Zentrum der Chorionzelle; **(b)** *Ae. japonicus*: schwarze Eier mit einer matten Oberfläche, mit unebenen, irregulären Röhren; **(c)** *Ae. geniculatus*: Eier mit einer schwarzen Oberfläche, mit symmetrischen, flachen aber breiten Röhren im Zentrum der Chorionzell. Sie sind zusätzlich größer als die anderen (2). (Foto: K. Bakran-Lebl)

2.3.2. Genetische Artenbestimmung

Mittels einem innuPREP DNA Mini Kit von AnalytikJena, wurde aus den Proben für zwei Testreihen, A und B, die DNA extrahiert. Anschließend wurden der Testreihe A spezifische

Primern (siehe Tab. 4) für *Ae. albopictus*, *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus* und *Ae. geniculatus* zugeführt und eine Multiplex PCR, in Thermozyklern „Eppendorf Mastercycler flexlid nexus“ bzw. „Eppendorf gradient S“, durchgeführt. Direkt anschließend, spätestens am folgenden Tag wurde eine Gelelektrophorese durchgeführt. In diesem Fall wurde die PCR in einem Kühlschrank bei 4-8° C gelagert. Das Gel hierfür wurde selbst angefertigt. Diese Methode hat den Vorteil, dass auf Grund der unterschiedlichen Basenpaargrößen der einzelnen Spezies, eine Probe auf alle vier Arten zur selben Zeit untersucht werden konnte. Im Falle eines negativen oder unklaren Ergebnisses wurde der Vorgang mit der Testreihe B wiederholt.

Tabelle 4: Primer für die PCR-Diagnose von *Aedes*-Spezies (36).

Species	Forward Primer	Reverse Primer	PCR product size
<i>Aedes albopictus</i>	Universal FW primer Bang et al. 5' – AGGACACATGAACACCCACA – 3'	Specific Rev Primer Bang et al. 5' – GGAGCACACTGAGAGTTCCA – 3'	398bp
<i>Aedes japonicus</i>		Specific Rev Primer Bang et al. 5' – TATACTACGCTGCCGAGAGG – 3'	120bp
<i>Aedes koreicus</i>		Specific Rev Primer Bang et al. 5' – GCCTACTGATTGACGGGGTA – 3'	321bp
<i>Aedes geniculatus</i>		Specific Rev Primer calculated with CLC Genomics WB 5' – ATGTATTCACCAACCGGG – 3'	272bp

2.3.2.1. PCR-Protokoll

Es wurde ein eigen angepasstes PCR-Protokoll für die Detektion verwendet. In Tabelle 5 wird das Rezept des Mastermix aufgelistet und in Tabelle 6 die verwendete Temperaturkurve angeführt.

Tabelle 5: Mastermixrezept.

Mastermix	
Menge in μl für 1 Probe	Reagens
1,000	DNA
0,800	AediniUni-FW (10 pmol/ μl)
0,800	Alb-R (10 pmol/ μl)
0,800	Jap-R (10 pmol/ μl)
0,800	Kor-R (10 pmol/ μl)
0,800	Gen-R (10 pmol/ μl)
0,125	GoTaq (5 U/ml)
0,200	dNTP mix with dUTP (25mM)
5,000	5 x buffer green
9,675	Wasser

Tabelle 6: Temperaturkurve.

Temperaturkurve			
Zyklen	Temperatur	Dauer	Ziel
1x	94°C	5 min.	Initiale Denaturierung
35x	94°C	30 sec.	Denaturierung
	56°C	30 sec.	Annealing
	72°C	30 sec.	Extension
1x	72°C	5 min.	Finale Extension
	15C		Final hold

2.3.2.2. Herstellung des Gels

In einem Glaskolben wurden exakt 1,8 g Agarose eingewogen und anschließend mit 35 ml destilliertem Wasser und 100 ml TBE befüllt. Anschließend wurde der Glaskolben in einer

Mikrowelle, unter zwischenzeitlichem schwenken, zum Kochen gebracht, bis die Flüssigkeit klar wurde. Nachdem der Agars etwas abgekühlt war, wurden 4,2 µl Midori-Green hinzugefügt und mittels Schwenken miteinander vermischt. Nach der Überführung in die Gelkammer wurde das Gel für 40-60 min zum Auskühlen und folglich festigen in Ruhe gelassen. Es wurden in dieser Zeit Kunststoffkämme in die Gelkammer eingesetzt, um die Taschen für die Proben zu formen. Nach dem Trocknen wurde das Gel vorsichtig aus der Kammer entfernt und anschließend für die Gelelektrophorese verwendet, oder bis zu der Durchführung luftdicht in Frischhaltefolie im Kühlschrank verwahrt. Zwischen Herstellung und Durchführung vergingen maximal drei Tage.

2.3.2.3. Gelelektrophorese

Das Gel wurde hierfür in eine Elektrophoresekammer überführt und mit TBE-Pufferlösung befüllt, bis das Gel vollkommen bedeckt war. Für die Herstellung der Leiter siehe Tabelle 7. Diese wurde in die erste und letzte Tasche der jeweiligen Testreihe pipettiert. Die restlichen Taschen wurden nach der Reihe mit je 5 µl befüllt. Eine Negativprobe wurde in die vorletzte Tasche jeder Testreihe, vor der Leiter, pipettiert (Beispiel siehe Abb. 13). Bei einer Spannung von 120 V betrug die Laufzeit 76-80 min.

Anschließend an die Phorese wurde das Ergebnis, unter der Anwendung von „DNR Bio-Imaging System“ von „genXpress“, mittels der Gelcapture-Software abgelesen und am Computer zusätzlich gespeichert (siehe Abb. 13).

Tabelle 7: Leiterrezept.

Leiter	
Menge in µl	Reagens
9	ddH ₂ O
3	LoadingDye
3	100bp DNA Ladder von Promega

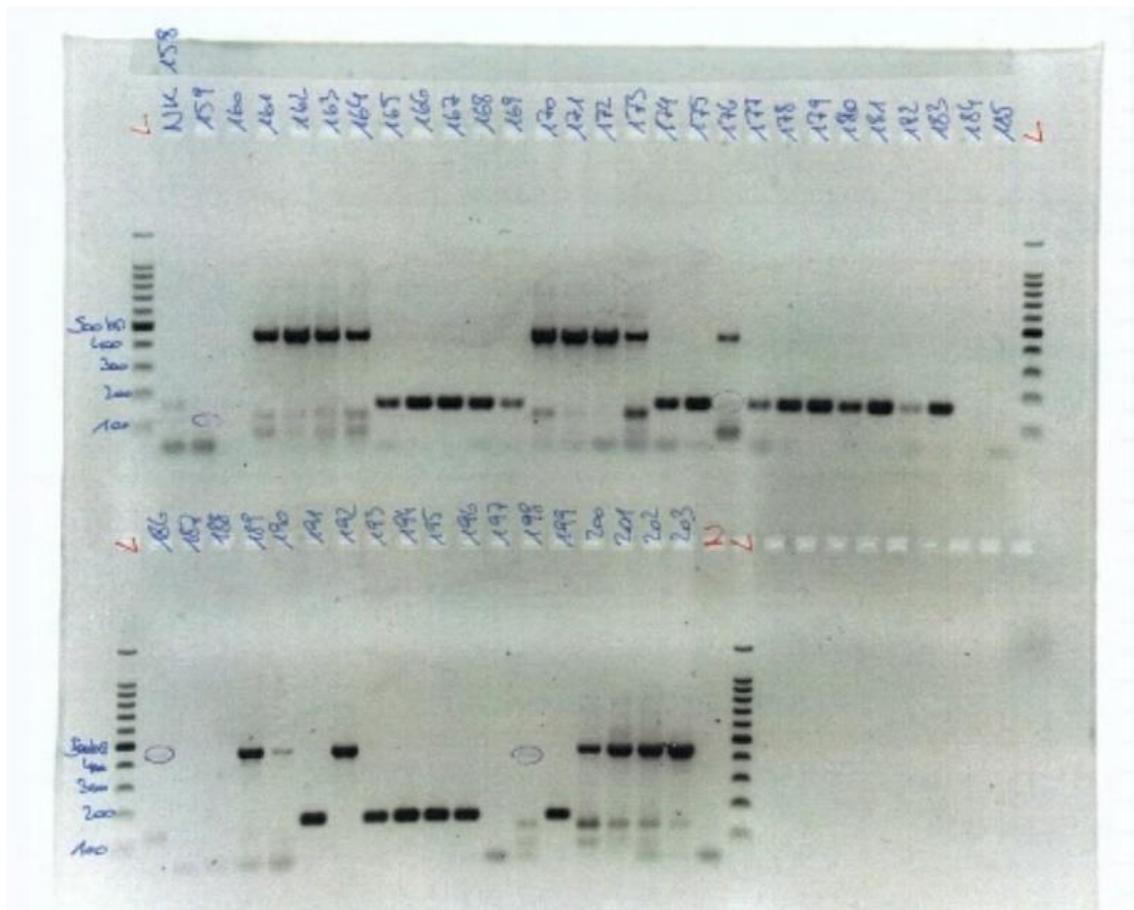


Abbildung 13: Ergebnis der Testreihe A, Proben NK 158-203, welches mittels der Gelcapture-Software gespeichert wurde.

2.4. Auswertung der Resultate

Die statistische Auswertung der einzelnen Standorte ist aus den Tabellen 8 und 9 ersichtlich. Für die Berechnung der Anzahl der Eier in den Tabellen 10-13 wurde die mittlere Anzahl an Eier pro Standort und Woche herangezogen. Die Temperatur wurde von der Homepage der „Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik“ (ZAMG) entnommen. Bei den Angaben handelt es sich um den Wochenmittelwert der Lufttemperatur der Station Graz-Universität und der Messstation Linz-Stadt, welche etwa 13,5 km von Ansfelden entfernt ist.

3. Resultate

3.1. Steiermark

Tabelle 8: Resultate der Proben, Steiermark.

Standorte Graz/STMK				Ae. alb.		Ae. jap.		Ae. kor.		Ae. gen.		
	Anz. Proben	Anz. Pos. Proben	Proz. Pos. Proben	Summe Eier	Anz. Pos.	Proz. Pos.						
AGG	125	40	33,00%	1625	0	0,00%	40	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
BBL	120	33	28,00%	1699	5	15,15%	29	87,88%	0	0,00%	0	0,00%
DLB	115	44	41,00%	1567	0	0,00%	42	95,45%	0	0,00%	2	4,55%
DTF	60	28	56,00%	6468	1	3,57%	28	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
GAZ	1	1	100,00%	122	0	0,00%	1	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
GJK	52	37	71,00%	1813	36	97,30%	1	2,70%	0	0,00%	0	0,00%
GLB	13	5	45,00%	247	4	80,00%	1	20,00%	0	0,00%	0	0,00%
GPT	10	4	40,00%	121	1	25,00%	3	75,00%	0	0,00%	0	0,00%
LBZ	110	40	37,00%	1517	0	0,00%	40	100,00%	0	0,00%	2	5,00%
Summe	606	232	38,28%	15179	47	20,26%	185	79,74%	0	0,00%	4	1,72%

Insgesamt wurden in der Steiermark 606 Proben untersucht, mit einer Gesamtzahl von 15.179 Eiern. Von diesen waren 232 (38,2 8%) auf eine der vier *Aedes*-Arten positiv. *Aedes albopictus*

konnte in 20,26 % der Proben nachgewiesen werden. Speziell an zwei Standorten in Graz (GJK und GLB), beide Standorte weisen ein „nicht durchgängig städtische Prägung“ Habitat auf, wurde *Ae. albopictus*, mit über 80 %, als vorwiegende Art nachgewiesen. *Aedes japonicus* wurde in fast 80 % der Proben, an allen Standorten, nachgewiesen. Nur an den Standorten in denen *Ae. albopictus* als vorwiegende Art nachgewiesen wurde, zwei Standorte in Graz (GLB und GPT), war diese mit unter 20 %, verglichen zu den anderen Orten, unterrepräsent. *Aedes koreicus* konnte an keinem der untersuchten Standorten nachgewiesen werden und *Ae. geniculatus* nur an zwei, Deutsch-Landsberg (DLB) und Wagna (LBZ).

3.2. Ansfelden

Tabelle 9: Resultate der Proben, Ansfelden.

Standorte Ansfelden/Oberösterreich					Ae. Alb.		Ae. Jap.		Ae. Kor.		Ae. Gen.	
	Anz. Proben	Anz. Pos. Proben	Proz. Pos. Proben	Summe Eier	Anz. Pos.	Proz. Pos.						
ANS01	15	2	13,33%	304	0	0,00%	2	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
ANS02	15	6	40,00%	182	0	0,00%	6	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
ANS03	16	3	18,75%	114	0	0,00%	3	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
ANS04	16	1	6,25%	x	0	0,00%	1	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
ANS05	15	6	40,00%	478	0	0,00%	6	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
ANS	120	60	50,00%	3947	24	40,00%	55	91,67%	0	0,00%	1	1,67%
Summe	197	78	39,59%	5025	24	30,77%	73	93,59%	0	0,00%	1	1,28%

In Ansfelden/Oberösterreich wurden 197 Proben untersucht und insgesamt 5.025 Eier nachgewiesen. Von diesen waren 78 Proben (39,59 %) auf die untersuchten Stechmücken positiv. *Aedes albopictus* konnte nur an der Raststation in Ansfelden (ANS), einer Straße als zugeordnetes Habitat, in 40 % der positiven Proben nachgewiesen werden. *Aedes japonicus* wurde an allen Standorten nachgewiesen. Wie bereits in der Steiermark, konnte auch in Ansfelden kein Nachweis für *Ae. koreicus* gefunden und *Ae. geniculatus* konnte nur einmal am Standort ANS nachgewiesen werden.

3.3. *Aedes albopictus*

Von Anfang Mai bis Mitte Oktober konnte an verschiedenen Standorten der Stadt Graz, mit einer nicht durchgängig städtischen Prägung, *Ae. albopictus* nachgewiesen werden. Der Höhepunkt, 70-140 Eier/Woche, lag zwischen Mitte Juli bis Mitte August, als die Temperaturen mit 22,6 °C, ihren höchsten Stand in dem Untersuchungszeitraum erreichten. Auf Grund von Kommunikation/Kooperationsschwierigkeiten mit der Stadt Graz wurden von dieser, nicht über den ganzen Beobachtungszeitraum, Ovitrapps aufgestellt oder, wie im Standort GAZ ersichtlich, nur für 2 Wochen. An den Raststationen Deutsch Freistritz (DTF) und Groß Wilfersdorf (BBL) konnte *Ae. albopictus* durchgehend für 6 Wochen ab Ende Juli festgestellt werden. Über „Mosquito Alert“ kam es über den ganzen Untersuchungszeitraum zu Meldungen von *Ae. albopictus*, verteilt über die Stadt Graz, auch in dem nicht untersuchten Zeitraum von Juni/Juli (37).

In Ansfelden konnten diese lediglich an der Raststation (ANS) über mehrere Wochen, 7-70 Eier/Woche, jedoch mit vereinzelter einwöchiger Unterbrechung, von Ende Mai bis Anfang September, nachgewiesen werden. Innerstädtisch konnte kein Nachweis erbracht werden.

Tabelle 10: Darstellung von *Ae. albopictus* Funden über den Beobachtungszeitraum in der Steiermark. Für die Anzahl wurde die mittlere Anzahl der Eier pro Tag für die gegebene Woche zusammengezählt.

Monat	Woche	AGG	BBL	DLB	DTF	GAZ	GJK	GLB	GPT	LBZ	Temperatur
Mai	18. KW	●	●	x	●	x	x	x	x	x	17,5°C
	19. KW	●	●	x	●	x	●	●	●	x	17,5°C
	20. KW	●	●	●	●	x	●	●	●	●	17,5°C
	21. KW	●	●	●	●	x	x	●	x	●	17,5°C
	22. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	17,5°C
Juni	23. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	21,6°C
	24. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	21,6°C
	25. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	21,6°C
	26. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	21,6°C
Juli	27. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	22,6°C
	28. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	22,6°C
	29. KW	●	●	●	●	●	x	●	●	●	22,6°C
	30. KW	●	●	●	●	●	●	●	●	●	22,6°C
	31. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
August	32. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
	33. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
	34. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
	35. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
September	36. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	15,5°C
	37. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	15,5°C
	38. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	15,5°C
	39. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	15,5°C
Oktober	40. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	14,2°C
	41. KW	●	●	●	x	x	●	x	x	●	14,2°C
	42. KW	●	●	●	x	x	x	x	x	●	14,2°C
	43. KW	●	●	●	x	x	x	x	x	●	14,2°C

x keine Falle aufgestellt ● Falle aufgestellt, kein Nachweis
 ● > 7-70 ● > 70-140 ● > 140

Tabelle 11: Darstellung von *Ae. albopictus* Funden über den Beobachtungszeitraum in Ansfelden. Für die Anzahl wurde die mittlere Anzahl der Eier pro Tag für die gegebene Woche zusammengezählt.

Monat	Woche	ANS	ANS 1	ANS 2	ANS 3	ANS 4	ANS 5	Temperatur
Mai	18. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
	19. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
	20. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
	21. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
	22. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
Juni	23. KW	●	x	x	x	x	x	21,5°C
	24. KW	●	x	x	x	x	x	21,5°C
	25. KW	●	x	x	x	x	x	21,5°C
	26. KW	●	x	x	x	x	x	21,5°C
Juli	27. KW	●	●	●	●	●	●	22,1°C
	28. KW	●	●	●	●	●	●	22,1°C
	29. KW	●	●	●	●	●	●	22,1°C
	30. KW	●	●	●	●	●	●	22,1°C
	31. KW	●	x	x	x	x	x	22,1°C
August	32. KW	●	●	●	●	●	●	21,9°C
	33. KW	●	●	●	●	●	●	21,9°C
	34. KW	●	●	●	●	●	●	21,9°C
	35. KW	●	●	●	●	●	●	21,9°C
September	36. KW	●	●	●	●	●	●	15,0°C
	37. KW	●	●	●	●	●	●	15,0°C
	38. KW	●	●	●	●	●	●	15,0°C
	39. KW	●	●	●	●	●	●	15,0°C
Oktober	40. KW	●	●	●	●	●	●	13,6°C
	41. KW	●	●	●	●	●	●	13,6°C
	42. KW	●	x	x	●	●	x	13,6°C
	43. KW	x	●	●	●	●	●	13,6°C

x keine Falle aufgestellt ● Falle aufgestellt, kein Nachweis
 ● > 7-70 ● > 70-140 ● > 140

3.4. *Aedes japonicus*

Aedes japonicus war mit 83,23 % der positiven Proben bei weitem am häufigsten in den Ovitrapns vertreten. Die Eier konnten in der zweiten Mai Woche bis Ende Oktober an jedem untersuchten Standort, in unterschiedlicher Häufigkeit, in der Steiermark und Ansfelden nachgewiesen werden. Speziell im Juli konnten an manchen Standorten, Deutsch Freistritz (DTF) und in der Innenstadt von Ansfelden, mehr als 140 Eier/Woche gezählt werden.

Tabelle 12: Darstellung von *Ae. japonicus* Funden über den Beobachtungszeitraum in der Steiermark. Für die Anzahl wurde die mittlere Anzahl der Eier pro Tag für die gegebene Woche zusammengezählt.

Monat	Woche	AGG	BBL	DLB	DTF	GAZ	GJK	GLB	GPT	LBZ	Temperatur
Mai	18. KW	●	●	x	●	x	x	x	x	x	17,5°C
Mai	19. KW	●	●	x	●	x	●	●	●	x	17,5°C
	20. KW	●	●	●	●	x	●	●	●	●	17,5°C
	21. KW	●	●	●	●	x	x	●	x	●	17,5°C
	22. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	17,5°C
	23. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	21,6°C
Juni	24. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	21,6°C
	25. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	21,6°C
	26. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	21,6°C
	27. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	22,6°C
Juli	28. KW	●	●	●	●	x	x	x	x	●	22,6°C
	29. KW	●	●	●	●	●	x	●	●	●	22,6°C
	30. KW	●	●	●	●	●	●	●	●	●	22,6°C
	31. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
August	32. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
	33. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
	34. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
	35. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	22,6°C
September	36. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	15,5°C
	37. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	15,5°C
	38. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	15,5°C
	39. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	15,5°C
Oktober	40. KW	●	●	●	●	x	●	x	x	●	14,2°C
	41. KW	●	●	●	x	x	●	x	x	●	14,2°C
	42. KW	●	●	●	x	x	x	x	x	●	14,2°C
	43. KW	●	●	●	x	x	x	x	x	●	14,2°C

x keine Falle aufgestellt ● Falle aufgestellt, kein Nachweis
 ● > 7-70 ● > 70-140 ● > 140

Tabelle 13: Darstellung von *Ae. japonicus* Funden über den Beobachtungszeitraum in Ansfelden. Für die Anzahl wurde die mittlere Anzahl der Eier pro Tag für die gegebene Woche zusammengezählt.

Monat	Woche	ANS	ANS 1	ANS 2	ANS 3	ANS 4	ANS 5	Temperatur
Mai	18. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
	19. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
	20. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
	21. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
	22. KW	●	x	x	x	x	x	17,5°C
Juni	23. KW	●	x	x	x	x	x	21,5°C
	24. KW	●	x	x	x	x	x	21,5°C
	25. KW	●	x	x	x	x	x	21,5°C
	26. KW	●	x	x	x	x	x	21,5°C
Juli	27. KW	●	●	●	●	●	●	22,1°C
	28. KW	●	●	●	●	●	●	22,1°C
	29. KW	●	●	●	●	●	●	22,1°C
	30. KW	●	●	●	●	●	●	22,1°C
	31. KW	●	x	x	x	x	x	22,1°C
August	32. KW	●	●	●	●	●	●	21,9°C
	33. KW	●	●	●	●	●	●	21,9°C
	34. KW	●	●	●	●	●	●	21,9°C
	35. KW	●	●	●	●	●	●	21,9°C
September	36. KW	●	●	●	●	●	●	15,0°C
	37. KW	●	●	●	●	●	●	15,0°C
	38. KW	●	●	●	●	●	●	15,0°C
	39. KW	●	●	●	●	●	●	15,0°C
Oktober	40. KW	●	●	●	●	●	●	13,6°C
	41. KW	●	●	●	●	●	●	13,6°C
	42. KW	●	x	x	●	●	x	13,6°C
	43. KW	x	●	●	●	●	●	13,6°C

x keine Falle aufgestellt ● Falle aufgestellt, kein Nachweis
 ● > 7-70 ● > 70-140 ● > 140

4. Diskussion

Aedes albopictus konnte von Anfang Mai bis Mitte Oktober, wobei der Höhepunkt der Population zwischen Mitte Juli und Mitte August lag, an verschiedenen Standorten der Stadt Graz nachgewiesen werden. Insbesondere in Bereichen mit einer nicht durchgängig städtischen Prägung. An der Raststationen Deutsch Freistritz (DTF) und Groß Wilfersdorf (BBL) konnten sie kontinuierlich für sechs Wochen, ab Ende Juli, nachgewiesen werden. In dem Untersuchungsjahr 2021 wurden Ovitraps an vier Standorten in der Steiermark aufgestellt, wovon drei, zwei Standorte in Graz (AGG, GLB) und Wagna (LBZ), auch in dem Untersuchungszeitraum 2022 erneut untersucht wurden. Im Jahr 2021 wurden die Standorte in Graz (AGG, GWS) und Wagna (LBZ) von Ende April/Anfang Mai bis Ende Oktober/Anfang November untersucht. GLB von Anfang August bis Ende Oktober. In diesem Zeitraum waren von den positiven Proben 3,03 % in AGG, im Juni, und 100 % an dem Standort GLB, von Anfang August bis Ende September, auf *Ae. albopictus* positiv. Gerechnet, auf alle Standorte, waren 9,55 % der positiven Proben auf *Ae. albopictus* positiv (4). Die unterschiedlichen Standorte, Standortanzahl und Untersuchungszeitraum erlauben keine exakte Gegenüberstellung der beiden Jahre. Vergleicht man jedoch die positiven Proben auf *Ae. albopictus* der beiden Jahre miteinander, würde dies eine Zunahme von 10,71 % bzw. 14,42 %, wenn man die Raststätten nicht mit einbezieht, bedeuten. Der Unterschied dürfte vermutlich sogar größer sein wenn man bedenkt, dass die positiven Standorte 2022 nicht über den ganzen Untersuchungszeitraum untersucht wurden, es jedoch zu Meldungen über „Mosquito Alert“ kam, und in dem untersuchten Zeitraum fast durchgängig positiv waren (37). Man muss jedoch bedenken, dass es sich bei den Meldungen über die App um eine morphologische Beurteilung auf Grund eines Fotos handelte, wodurch eine positive Bestätigung von der Qualität des Fotos abhängig war. In Ansfelden wurden in diesem Jahr erstmalig Fallen aufgestellt, wovon nur an der Raststätte, Straßen- und Eisenbahnnetze als zugeordnetes Habitat, über mehrere Wochen, mit zweimaliger einwöchiger Unterbrechung, *Ae. albopictus* nachgewiesen werden konnte. Einzig in Linz, die Entfernung zu Ansfelden beträgt 10,73 km Luftlinie, wurde 2021 eine Falle, über den Zeitraum Mai bis Oktober, aufgestellt, welche einmal im Juli und einmal im September positiv war (4).

Aedes japonicus konnte ab Ende Mai an allen untersuchten Standorten, in der Steiermark durchgängig, im Stadtzentrum in Ansfelden mit Unterbrechungen, nachgewiesen werden. Der Höhepunkt der Population wurde über den ganzen Juli in der Steiermark bzw. Ende Juli in Ansfelden erreicht. In dem Jahr zuvor wurden sie in der Steiermark an den Standorten AGG, GWS und LBZ ab Mitte Mai fast durchgehend (es gab eine einwöchige Unterbrechung am Standort AGG) über den Untersuchungszeitraum nachgewiesen. Interessanterweise gab es keine positive Probe von dem Standort GLB. In Linz wurden sie von Ende Mai bis Ende September, einmal mit einer zweiwöchigen und einmal mit einer dreiwöchigen Unterbrechung, Anfang Juni bzw. Ende August, nachgewiesen (4).

Stellt man *Ae. albopictus* und *Ae. japonicus* gegenüber, weisen *Ae. japonicus* eine geringe intrinsische Kapazität für Populationswachstum und Überlebensrate als Adulte auf. Auch das Larvenstadium ist in dem direkten Wettbewerb um Ressourcen unterlegen (29). Dennoch konnten an einigen Standorten in Graz (GJK, GLB, GPT), in Groß-Wilfersdorf (BBL), in Deutsch-Freistritz (DTF) und in Ansfelden (ANS) beide Arten in demselben Untersuchungszeitraum nachgewiesen werden. Eine mögliche Erklärung für das Vorkommen beider Arten auf demselben Standort wäre die höhere Überlebensrate bei der Überwinterung, ein zeitigeres Schlüpfen der Eier und damit eine beschleunigte Aktivität früher im Jahr, wie auch eine längere Aktivität bis in den späten Herbst, welche *Ae. japonicus* einen Vorteil verschaffen könnte (25). Zusätzlich bevorzugen beide Arten auch unterschiedliche Habitate, wobei *Ae. albopictus* urbane Gebiete zu bevorzugen scheint (29). Weitere Faktoren, welche theoretisch eine Koexistenz beeinflussen, ist die Interaktion mit möglichen Prädatoren und Parasiten, der genaue Einfluss ist jedoch noch weitgehend unerforscht (25).
Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben..

Da *Ae. albopictus* schon 2021 in größere Anzahl in der Stadt Graz nachgewiesen wurde und auch in diesem Jahr mit einer Zunahme von 14,42 %, an den Standorten GJK, GLB und GPT, in allen aufgestellten Fällen nachgewiesen werden konnte, lässt dies die Annahme einer Überwinterung und damit eine Etablierung dieser Spezies zu (4). An den anderen nachgewiesenen Standorten, BBL, DTF und ANS, welche alles Rastplätze darstellen, dürfte es sich auf Grund des plötzlichen Auftretens später im Jahr, sowie des abrupten Endes und der wöchentlichen Unterbrechung, um eine wiederkehrende Einschleppung mittels Fahrzeuge

gehandelt haben. Ein Übergreifen von der Raststation in die innere Stadt von Ansfelden konnte nicht beobachtet werden. Im Rahmen des Monitorings von 2022 konnte *Ae. albopictus* erstmalig in allen Bundesländern nachgewiesen werden, wobei eine große Anzahl neben Graz auch in Wien gefunden werden konnte (4). Für eine Etablierung ist eine Eintragung, sowie geeignete klimatische Bedingungen, erforderlich. In Anbetracht dieser war es, auf Grund der bereits erfolgten Etablierung in vielen Nachbarländer, dem europäischen Handel, mit Österreich als Binnenland und den steigenden Temperaturen nur eine Frage der Zeit.

Aedes japonicus gilt seit seinem erstmaligen Auftreten in Österreich 2011 schon lange als etabliert und kommt mittlerweile in großer Anzahl in allen Bundesländern vor.

Wie schon im Jahr 2021 konnte *Ae. koreicus* dieses Jahr weder in der Steiermark noch in Ansfelden nachgewiesen werden (4). Lediglich in Wien kamen sie an einigen Standorten vor (38). *Aedes koreicus* benötigen für eine mögliche Etablierung die gleichen bzw. sehr ähnliche klimatische Bedingungen wie die anderen untersuchten *Aedes*-Arten, *Ae. albopictus* und *Ae. japonicus* (20). Verglichen zu *Ae. albopictus* besitzen *Ae. koreicus* sogar eine höhere Resistent gegenüber Kälte (28). Daher es verwunderlich, dass seit ihrem erstmaligen Auftreten 2017 keine Etablierung, geschweige denn eine Verbreitung nachgewiesen werden konnte. Unter dem larvalen Wettbewerb der drei Arten weist *Ae. koreicus* die schlechteste Fitness auf, sie sind jedoch wie *Ae. japonicus* früher und länger über Jahr aktiv (29). Eine Verdrängung bzw. der Wettkampf um Ressourcen scheint nicht der Grund für eine fehlende Etablierung zu sein, da sie z.B. in Korea mit *Ae. japonicus* dieselben Brutplätze besiedeln und koexistieren. Auch konnte in Italien eine temporale Einnischung parallel zu *Ae. albopictus* beobachtet werden (32). Eine fehlende Etablierung, obwohl die ökologischen Bedingungen gegeben wären, konnte auch in anderen europäischen Ländern beobachtet werden. In anderen wiederum konnte zwar eine Etablierung, jedoch keine Verbreitung nachgewiesen werden. In Italien kam es nach der Etablierung zu einer Verbreitung weiter in den Norden. Warum dies so ist und welche Faktoren dafür verantwortlich sind, ist noch unklar und bedarf weiterer Forschung (32, 39).

Kein anderes Tier hat solch einen negativen Einfluss auf die Gesundheit der Menschheit wie Stechmücken, welche als Vektoren fungieren (7). Damit es zu einer Transmission kommen kann, müssen einige Bedingungen erfüllt werden. Neben der Einschleppung eines Virus durch einen infizierten Patienten, müssen neben den klimatischen Bedingungen auch ein Vektor

vorhanden und aktiv sein (20). Dabei dürfte *Ae. japonicus* durch seine geringe Potenz als Vektor eine untergeordnete Rolle spielen. Dies ist auch der Fall in ihren nativen Ländern und dürften eher durch ihre Aktivität untertags als Plage auffallen (20). Das Risiko der Übertragung steigt jedoch mit einer Etablierung von *Ae. albopictus* durch ihre hohe Vektorfähigkeit. Da in Europa, Stand 2017, über 600 Millionen Menschen jährlich reisen, davon über 50 % internationale Touristen, ist die Gefahr einer Einschleppung von Viren real. Dies zeigt sich auch durch autochthone Übertragungen im Süden Europas (33). Allerdings dürfte das Risiko für eine autochthone Übertragung in Österreich im Moment noch gering sein, da ein gemäßigtes Klima weniger geeignet für eine Übertragung von z.B. Arbo-Viren ist (22). Dies könnte sich jedoch, bedingt durch den Klimawandel, im folgenden Jahrhundert ändern. Jedoch stellen sie jetzt schon ein großes Gesundheitsrisiko für Hunde dar. Durch die Mitnahme von Hunden in den Urlaub in den Süden, oder Adoption aus diesen Regionen, wurden auch Dirofilarien ungewollt eingeschleppt. Durch tagaktive potente Vektoren, speziell *Ae. albopictus*, kann dies zu autochthonen Übertragungen, Verbreitung und schlussendlich, in naher Zukunft, zu einer gängigen Differentialdiagnose in Österreich führen (40).

Durch weiter steigende Temperaturen, sowie einem inländischen/internationalen Personen-/Warenverkehr, welcher sich in naher Zukunft wahrscheinlich nicht signifikant ändern wird, ist davon auszugehen, dass sich *Ae. albopictus* weiter in Österreich ausbreiten wird. Um dem möglichst entgegen zu wirken, sollte ein intensives Monitoring, mit geeigneten Gegenmaßnahmen, eingeführt werden. Das Ziel sollte sein die Population zu mindern und damit eine Verbreitung zu verlangsamen. Ob sich *Ae. koreicus* etablieren wird bleibt abzuwarten. Die geeigneten klimatischen Bedingungen sind auf jeden Fall gegeben.

5. Literatur

1. Schaffner F, Medlock JM, van Bortel W. Public health significance of invasive mosquitoes in Europe. *Clin Microbiol Infect* 2013; 19(8):685–92. doi: 10.1111/1469-0691.12189.
2. Bakran-Lebl K, Pree S, Brenner T, Daroglou E, Eigner B, Griesbacher A et al. First Nationwide Monitoring Program for the Detection of Potentially Invasive Mosquito Species in Austria. *Insects* 2022; 13(3). doi: 10.3390/insects13030276.
3. Bakran-Lebl K, Zित्रा C, Fuehrer H-P. Mosquito Alert – Ein europaweites Citizen-Science Projekt zur Erfassung der Verbreitung von neobiotischen und medizinisch relevanten Stechmücken (Diptera: Culicidae) 2021.
4. Karin B-L. Ovitrap-Monitoring gebietsfremder Gelsenarten - Jahresbericht 2021.
5. Die Rolle der EU im Welthandel; 2023 [Stand: 30.04.2023]. Verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/the-eu-s-role-in-global-trade/>.
6. United Nation. Trade and Development Report 2022 (Overview).
7. Becker N. Influence of climate change on mosquito development and mosquito-borne diseases in Europe. *Parasitol Res* 2008; 103 Suppl 1:S19-28. doi: 10.1007/s00436-008-1210-2.
8. Johnson MTJ, Munshi-South J. Evolution of life in urban environments. *Science* 2017; 358(6363). doi: 10.1126/science.aam8327.
9. Guetté A, Gaüzère P, Devictor V, Jiguet F, Godet L. Measuring the synanthropy of species and communities to monitor the effects of urbanization on biodiversity. *Ecological Indicators* 2017; 79:139–54. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.04.018.
10. Wilke ABB, Benelli G, Beier JC. Anthropogenic changes and associated impacts on vector-borne diseases. *Trends Parasitol* 2021; 37(12):1027–30. doi: 10.1016/j.pt.2021.09.013.
11. Ferraguti M, La Martínez-de Puente J, Roiz D, Ruiz S, Soriguer R, Figuerola J. Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance. *Sci Rep* 2016; 6:29002. doi: 10.1038/srep29002.

12. Burkett-Cadena ND, Vittor AY. Deforestation and vector-borne disease: Forest conversion favors important mosquito vectors of human pathogens. *Basic Appl Ecol* 2018; 26:101–10. doi: 10.1016/j.baae.2017.09.012.
13. World Meteorological Organisation. State of the Global Climate 2022.
14. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik - ZAMG; 2023 [Stand: 29.06.2023]. Verfügbar unter: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/europa/lufttemperatur>.
15. Deutsch CA, Tewksbury JJ, Huey RB, Sheldon KS, Ghalambor CK, Haak DC et al. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2008; 105(18):6668–72. doi: 10.1073/pnas.0709472105.
16. Couper LI, Farner JE, Caldwell JM, Childs ML, Harris MJ, Kirk DG et al. How will mosquitoes adapt to climate warming? *Elife* 2021; 10. doi: 10.7554/eLife.69630.
17. Lahondère C, Bonizzoni M. Thermal biology of invasive *Aedes* mosquitoes in the context of climate change. *Current Opinion in Insect Science* 2022; 51:100920. doi: 10.1016/j.cois.2022.100920.
18. Buxton M, Nyamukondiwa C, Dalu T, Cuthbert RN, Wasserman RJ. Implications of increasing temperature stress for predatory biocontrol of vector mosquitoes. *Parasit Vectors* 2020; 13(1):604. doi: 10.1186/s13071-020-04479-3.
19. Ciocchetta S, Frentiu FD, Montarsi F, Capelli G, Devine GJ. Investigation on key aspects of mating biology in the mosquito *Aedes koreicus* 2022. doi: 10.1101/2022.12.01.518615.
20. Medlock JM, Hansford KM, Versteirt V, Cull B, Kampen H, Fontenille D et al. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. *Bull Entomol Res* 2015; 105(6):637–63. doi: 10.1017/S0007485315000103.
21. European Centre for Disease Prevention and Control. Verfügbar unter: <https://www.ecdc.europa.eu/en>.
22. C. Paupy, H. Delatte, L. Bagny, V. Corbel, D. Fontenille. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: From the darkness to the light.

23. Wilke ABB, Benelli G, Beier JC. Beyond frontiers: On invasive alien mosquito species in America and Europe. *PLoS Negl Trop Dis* 2020; 14(1):e0007864. doi: 10.1371/journal.pntd.0007864.
24. Fuehrer H-P, Schoener E, Weiler S, Barogh BS, Zित्रा C, Walder G. Monitoring of alien mosquitoes in Western Austria (Tyrol, Austria, 2018). *PLoS Negl Trop Dis* 2020; 14(6):e0008433. doi: 10.1371/journal.pntd.0008433.
25. Kaufman MG, Fonseca DM. Invasion biology of *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae). *Annu Rev Entomol* 2014; 59:31–49. doi: 10.1146/annurev-ento-011613-162012.
26. 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. doi: 10.1186/1756-3305-7-59.
27. Seidel B, Nowotny N, Bakonyi T, Allerberger F, Schaffner F. Spread of *Aedes japonicus japonicus* (Theobald, 1901) in Austria, 2011-2015, and first records of the subspecies for Hungary, 2012, and the principality of Liechtenstein, 2015. *Parasit Vectors* 2016; 9(1):356. doi: 10.1186/s13071-016-1645-8.
28. Ganassi S, Cristofaro A de, Di Criscio D, Petrarca S, Leopardi C, Guarnieri A et al. The new invasive mosquito species *Aedes koreicus* as vector-borne diseases in the European area, a focus on Italian region: What we know from the scientific literature. *Front Microbiol* 2022; 13:931994. doi: 10.3389/fmicb.2022.931994.
29. Arnoldi I, Negri A, Soresinetti L, Brambilla M, Carraretto D, Montarsi F et al. Assessing the distribution of invasive Asian mosquitoes in Northern Italy and modelling the potential spread of *Aedes koreicus* in Europe. *Acta Tropica* 2022; 232:106536. doi: 10.1016/j.actatropica.2022.106536.
30. Capelli G, Drago A, Martini S, Montarsi F, Soppelsa M, Delai N et al. First report in Italy of the exotic mosquito species *Aedes (Finlaya) koreicus*, a potential vector of arboviruses and filariae. *Parasit Vectors* 2011; 4:188. doi: 10.1186/1756-3305-4-188.

31. Jansen S, Cadar D, Lühken R, Pfitzner WP, Jöst H, Oerther S et al. Vector Competence of the Invasive Mosquito Species *Aedes koreicus* for Arboviruses and Interference with a Novel Insect Specific Virus. *Viruses* 2021; 13(12). doi: 10.3390/v13122507.
32. Pfitzner WP, Lehner A, Hoffmann D, Czajka C, Becker N. First record and morphological characterization of an established population of *Aedes (Hulecoeteomyia) koreicus* (Diptera: Culicidae) in Germany. *Parasit Vectors* 2018; 11(1):662. doi: 10.1186/s13071-018-3199-4.
33. Prudhomme J, Fontaine A, Lacour G, Gantier J-C, Diancourt L, Velo E et al. The native European *Aedes geniculatus* mosquito species can transmit chikungunya virus. *Emerg Microbes Infect* 2019; 8(1):962–72. doi: 10.1080/22221751.2019.1634489.
34. Leta S, Beyene TJ, Clercq EM de, Amenu K, Kraemer MUG, Revie CW. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Int J Infect Dis* 2018; 67:25–35. doi: 10.1016/j.ijid.2017.11.026.
35. Delatte H, Gimonneau G, Triboire A, Fontenille D. Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue in the Indian Ocean. *J Med Entomol* 2009; 46(1):33–41. doi: 10.1603/033.046.0105.
36. Julia Reichl, Christina Prosegger, Sarah Petutschnig, Maria Sophia Unterköfler, Karin Bakran-Lebl, Alexander Indra, Hans-Peter Fuehrer. Comparison of a multiplex PCR with DNA Barcoding for identification of container breeding mosquito species; in preparation.
37. Mosquitoalert. Verfügbar unter: <http://webserver.mosquitoalert.com/static/tigapublic/spain.html#/en/>.
38. Karin B-L. Ovitrap-Monitoring gebietsfremder Gelsenarten in Österreich. Jahresbericht 2022.
39. Hohmeister N, Werner D, Kampen H. The invasive Korean bush mosquito *Aedes koreicus* (Diptera: Culicidae) in Germany as of 2020. *Parasit Vectors* 2021; 14(1):575. doi: 10.1186/s13071-021-05077-7.

40. Hans-Peter Fuehrer, Simone Morelli, Maria Sophia Unterköfler, Anna Bajer, Karin Bakran-Lebl, Dorota Dwużnik-Szarek et al. *Dirofilaria* spp. and *Angiostrongylus vasorum*: Current Risk of Spreading in Central and Northern Europe.