



Stechmückenmonitoring am Flughafen Wien-Schwechat



Jahresbericht 2021

K. BAKRAN-LEBL

AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene Wien
Abteilung Vector Borne Diseases

Wien, 14. Februar 2022

Projektziel

In diesem Projekt wird seit 2018 ein Stechmücken-Monitoring am Flughafen Wien-Schwechat durchgeführt, um erfassen zu können, ob exotische und potentiell invasive Stechmückenarten über den Luftverkehr nach Österreich eingeschleppt werden. Ein besonderes Augenmerk gilt hierbei der Asiatischen Tigermücke (*Aedes albopictus*), die sich in den letzten Jahren bereits massiv in Europa ausbreiten konnte. Diese Stechmückenarten sind potentielle Vektoren einer Vielzahl an Krankheitserregern und stellen somit eine Gefahr für die Öffentliche Gesundheit dar. Durch dieses Projekt soll das Auftreten dieser Arten am Flughafen frühzeitig erkannt werden, wodurch eine rechtzeitige Ergreifung von Gegenmaßnahmen ermöglicht wird. Des Weiteren können durch die gewonnenen Daten dazu herangezogen werden, österreichweit die räumlichen und zeitlichen Veränderungen im Auftreten gebietsfremder Stechmückenarten zu erfassen.

1 Hintergründe

In den letzten Jahrzehnten kommt es zu einem vermehrten Auftreten von exotischen und potentiell invasiven Stechmückenarten in Europa¹. Vor allem durch den globalen Gütertransport werden Stechmücken passiv in neue Gebiete gebracht. Falls dort passende klimatische Bedingungen vorgefunden werden, können sich in diesen Gebieten neue Populationen etablieren (MEDLOCK et al., 2012). Diese eingeschleppten Stechmückenarten stellen eine potentielle Gefahr dar, da diese auch exotische Krankheitserreger mit sich bringen können.

Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*). Diese Art ist ein potentieller Vektor für über 20 verschiedene Krankheitserreger (z.B.: Chikungunya Virus, Dengue Virus, *Dirofilaria*), ist sehr anpassungsfähig und hat sich in den letzten Jahren bereits rapide in Europa ausgebreitet (MEDLOCK et al., 2012; BONIZZONI et al., 2013). Die Tigermücke wurde bereits in allen österreichischen Nachbarländern gefunden. In Italien, Schweiz und Slowenien bestehen bereits etablierte Populationen¹. Auch in Österreich konnte *Ae. albopictus* bereits nachgewiesen werden: im Jahr 2012 in Tirol (Bezirk Kufstein) und Burgenland (Bezirk

¹ <https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets/aedes-albopictus>

Jennersdorf), im Jahr 2016 in Tirol (Bezirk Innsbruck-Land), sowie seit 2017 an mehreren Standorten in Tirol (in den Bezirken Lienz, Kufstein und Schwaz)². Es ist derzeit noch ungeklärt, ob hier die Asiatische Tigermücke wiederholt eingeschleppt wurde, oder ob sie in diesen Gebieten bereits stabile Populationen gebildet haben. Im Jahr 2020 wurde diese Art zum ersten Mal in der Stadt Wien nachgewiesen (BAKRAN-LEBL et al., 2021) und 2021 erstmals in der Stadt Graz³.

Aedes albopictus wurde nach Europa vor allem mit Gütertransporten (insbesondere mit Gebrauchtreifen und Glücksbambus) sowie durch passiven Transport adulter Tiere in Autos und Lastwägen eingeschleppt (SCHOLTE and SCHAFFNER, 2007). In Deutschland und der Schweiz erfolgten Nachweise dieser Art besonders entlang Autobahnrouten aus Südeuropa (BECKER et al., 2013; FLACIO et al., 2016).

Auch Flughäfen stellen einen möglichen Eingangspunkt für exotische und potentiell invasive Stechmücken dar (SCHOLTE et al., 2014; IBAÑEZ-JUSTICIA et al., 2017; IBAÑEZ-JUSTICIA, 2020). Es wird daher unter anderem vom European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) empfohlen, Stechmücken-Monitoring Programme an Flughäfen durchzuführen (ECDC, 2012; WHO, 2016). Der Bund ist im



Abb. 1. BG-Sentinel Falle (BG 1) im Innenhof des ehemaligen Medical Centers (Teich wurde 2019 zugeschüttet). Foto: K. Bakran-Lebl

² <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/vektoriebertragene-krankheiten/Stechmücken-monitoring>

³ <http://webserver.mosquitoalert.com/static/tigapublic/spain.html#/en/>

Rahmen der Vorgaben der International Health Regulations verpflichtet an jedem „Port of Entry“ (in Österreich: Flughafen Wien-Schwechat) eine Überwachung und Kontrolle von Vektoren sicherzustellen: “The competent authorities are responsible for the supervision of vector surveillance and control” (WHO, 2016). Die AGES hat im Auftrag des BMSGPK in Österreich das Stechmücken-Monitoring durchzuführen. Durch diese Monitoring-Programme kann erfasst werden, ob exotische Stechmückenarten eingeschleppt werden. Gegebenenfalls können somit rasch Gegenmaßnahmen ergriffen werden, um ein weiteres Ausbreiten dieser Arten zu verhindern.

2 Methode

2.1 Fangmethode

2.1.1 Untersuchungszeitraum

Im Untersuchungsjahr 2021 wurden die Fallen erstmals am 05.05.2021 aufgestellt und am 27.10.2021 wieder abgebaut. Während der Fangsaison wurden die Fallen in wöchentlichen Abständen (mittwochs) kontrolliert. Es fanden somit 1 Aufbau- und 25 Fangereignisse statt.

2.1.2 BG-Sentinel Fallen

Es wurden eine BG-Sentinel Fallen (Abb. 1) aufgestellt, die adulte Stechmücken mittels CO₂ (aus einer angeschlossenen Gasflasche, 0,5kg CO₂/Tag) und mithilfe eines Duftstoffes (BG-Lure⁴; nach 3 Monaten erneuert) anlockt. Eine Falle wurde im kleinen Innenhof des ehemaligen Medical Centers aufgestellt (BG 1) und befand sich in unmittelbarer Nähe zum Vorfeld (ca. 70m). Die zweite BG-Falle (BG 15) wurde nahe der 2. Feuerwache aufgestellt (Abb. 2).

⁴ Enthält eine Kombination von Substanzen, die auch auf der menschlichen Haut vorkommen (Milchsäure, Capronsäure und Ammoniak) und soll im Besonderen asiatische Tigermücken anlocken.

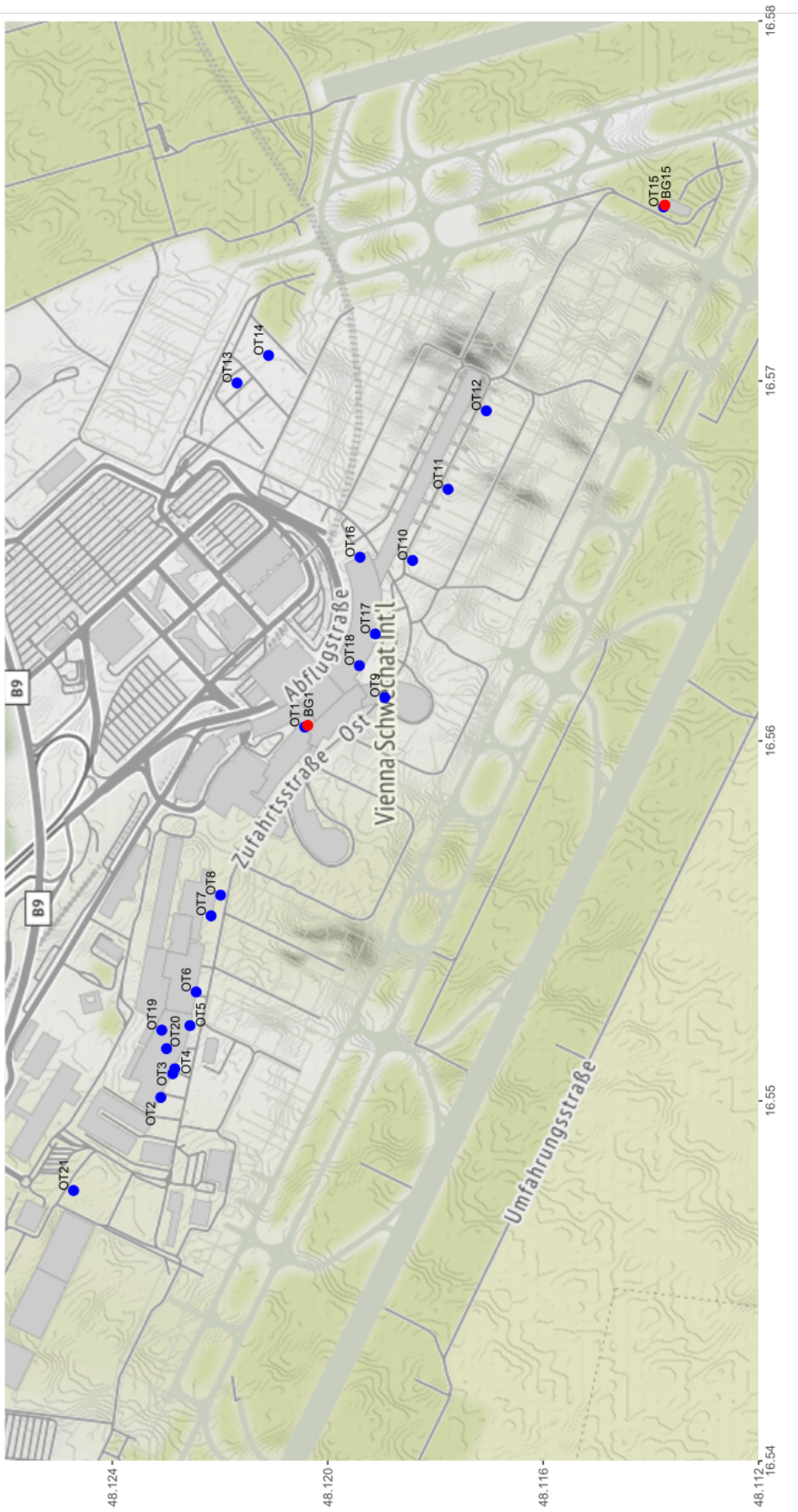


Abb. 2. Position der BG-Sentinel Fallen (BG) sowie der Ovitrap (OT) am Flughafen Wien-Schwechat im Jahr 2021. Quelle Hintergrundkarte: Stamen Design, unter CC BY 3.0. und OpenStreetMap, unter ODbL.

2.1.3 Ovitrap

Die Ovitrap („Eigelegefallen“) stellen künstliche Brutplätze dar und sollen Weibchen containerbrütender Arten der Gattung *Aedes* dazu anregen, in diese ihre Eier abzulegen. Ovitrap bestehen aus einem Becher (hier wurden schwarze 0,4l Plastik-Becher verwendet) und einem Holzstäbchen (Holzmundspatel). Die Becher werden mit Wasser gefüllt, wodurch sich das Stäbchen ebenfalls mit Flüssigkeit ansaugt und so ein feuchtes Substrat darstellt, auf dem die Weibchen containerbrütender Arten der Gattung *Aedes* ihre Eier ablegen können. Durch die wöchentlichen Kontrollen sowie die Erneuerung des Wassers und Stäbchen wird sichergestellt, dass in den Bechern keine Stechmücken schlüpfen können (Entwicklungszeiten Eier: 3-7 Tage, Entwicklungszeiten Larven: 9-14 Tage: DELATTE et al., 2009).



Abb. 3. Ovitrap (Eigelegefalle). Foto: K. Bakran-Lebl

Insgesamt wurden 21 Ovitrap (Abb. 3) an regengeschützten Stellen montiert: 4 Ovitrap an kleinen Grünflächen, 11 beim Fracht- und Passagierbereich entlang des Flugfelds, und 5 im Innenbereich des Cargo Center (Ankunft) und des Passagiergepäck-Ankunftbereichs sowie eine Falle in der Waschbox der Feuerwehr (die letzte erst ab 18.08.2021, nach mehreren Meldungen, dass dort gehäuft Stechmücken vorkommen).

2.2 Analyse der Proben

2.2.1 Adulttiere

Die Adulttiere aus den BG-Fallen wurden mit einem Stereomikroskop unter Zuhilfenahme der Bestimmungsschlüsseln von BECKER et al. (2020) und GUNAY et

al. (2018) anhand morphologischer Merkmale bestimmt. Weibchen wurden (soweit weitgehend unversehrt) auf das Artniveau bzw. den Art-Komplex bestimmt, Männchen nur auf die Gattungsebene. Gegebenenfalls wurde bei einzelnen Individuen zusätzlich noch eine genetische Artbestimmung durchgeführt (Methode siehe 2.2.2).

2.2.2 *Aedes*-Eier

Die Holzstäbchen aus den Ovitrapns wurden mit einem Stereomikroskop auf das Vorhandensein von *Aedes*-Eiern untersucht. Die Eier (einschließlich der bereits geschlüpften) wurden gezählt, und es wurde eine vorläufige morphologische Artbestimmung der Eier anhand ihrer Oberflächenstruktur vorgenommen. Die Eier wurden in Eppendorf-Röhrchen (1,5 ml) gefüllt und bis zur genetischen Analyse bei -80°C gelagert.

Die genetische Artbestimmung der Eier (sowie ggf. Adulttiere) wurde an der Vetmeduni Wien, Institut für Parasitologie durchgeführt. Nach Homogenisierung der Eier wurde die DNA isoliert. Zur Identifizierung der Insektenarten wurde eine Barcodierung innerhalb des mitochondrialen Cytochromoxidase-Untereinheit I (mt COI)-Gens unter Verwendung der Primer LepF1 und LepR1 durchgeführt [28]. Die PCR-Produkte wurden bei LGC Genomics GmbH, Deutschland, sequenziert. Die resultierenden Sequenzen anschließend mit den in den Datenbanken BOLD Systems (www.boldsystems.org) und GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank) verfügbaren Sequenzen verglichen.

3 Ergebnisse

3.1 Ovitrapns

Im Jahr 2021 wurden erstmals am Flughafen Wien-Schwechat Eier der Asiatischen Tigermücke (*Ae. albopictus*) nachgewiesen (Tabelle 1). Die zwei Funde stammen aus Fallen beim Air Cargo Center, der Erstmachweis war Ende Juni, der zweite Fund fand Anfang September statt.

Tabelle 1. Eier der Gattung Aedes in den Ovitaps in den Untersuchungsjahren 2018 – 2021.

Zeitraum	Falle	Standort	Art	Anz. Eier
2020				
22.7. - 29.7.2020	OT 1	ehem. Medical Center	<i>Ae. japonicus</i>	6
2021				
9.6. - 16.6.2021	OT 6	Air Cargo Center, Tor 28	<i>Ae. japonicus</i>	76
28.7. - 5.8. 2021	OT 5	Air Cargo Center, Tor 26	<i>Ae. albopictus</i>	2
8.9. - 15.9.2021	OT 19	Air Cargo Center, Tor 26	<i>Ae. albopictus</i>	10

Des weiteren wurde Anfang Juli, ebenfalls bei einer Falle beim Air Cargo Center, einmalig Eier der Japanische Buschmücke (*Ae. japonicus*) nachgewiesen.

3.2 Adulttiere

Im Jahr 2021 wurden insgesamt 1880 Stechmücken gefangen, wobei 11 verschiedene Arten aus 5 Gattungen nachgewiesen werden konnten (Tabelle 2).

In der Falle im Innenhof des ehemaligen Medical Centers (BG 1) wurden 1473 Individuen (1348 Weibchen, 125 Männchen) gefangen. Dies ist deutlich weniger als im Vergleich zum Vorjahr (2020: 4527 Individuen). Bei den Weibchen waren an dieser Position die häufigsten Arten mit 81,2% *Cx. pipiens/torrentium* (1095 Individuen), gefolgt von *Ae. vexans* mit 8,0% (108 Individuen) und *Ae. hungaricus* mit 7,6% (103 Individuen).

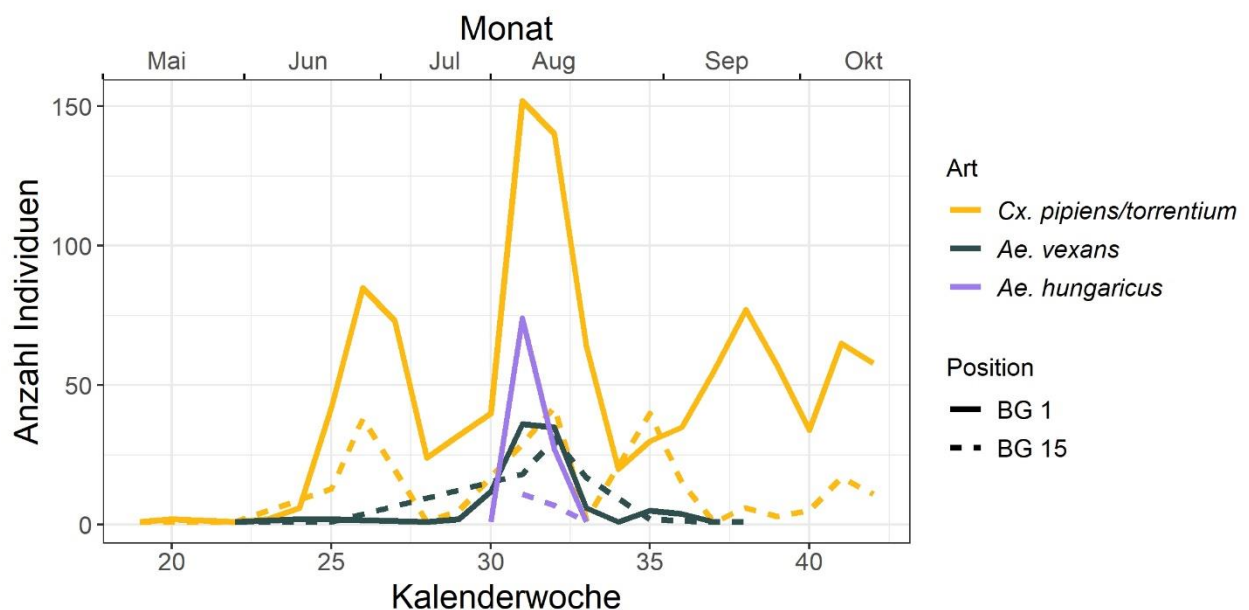


Abb. 4. Saisonaler Verlauf der häufigsten drei Stechmückenarten in den BG-Sentinel Fallen (BG 1 – ehemaliges Medical Center, BG 15 – 2. Feuerwache.) im Jahr 2021.

Tabelle 2. Anzahl der gefangenen Stechmücken in den BG-Sentinel Fallen an den 2 Standorten BG 1 (Innenhof ehem. Medical Center) und BG 15 (2. Feuerwache) in den Untersuchungsjahren 2018 – 2021.

	2018	2019		2020		2021	
	BG 1	BG 1	BG 15	BG 1	BG 15	BG 1	BG 15
Weibchen							
<i>An. clavinger</i>	0	2	0	0	0	0	0
<i>An. hyrcanus</i>	0	1	0	0	0	1	0
<i>An. maculipennis</i> Komplex	7	2	3	0	0	0	0
<i>An. plumbeus</i>	0	0	0	2	1	1	0
<i>An. sp.</i>	0	2	0	1	0	0	0
<i>Ae. caspius</i>	2	7	0	0	5	0	4
<i>Ae. cinereus/geminus</i>	0	9	0	1	0	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	0	2	0	0	0	0	0
<i>Ae. hungaricus</i>	0	0	0	0	0	103	19
<i>Ae. japonicus</i>	1	0	1	4	0	0	1
<i>Ae. pulcritarsis</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Ae. sticticus</i>	2	79	0	2	0	25	0
<i>Ae. vexans</i>	38	414	0	93	124	108	73
<i>Ae. sp.</i>	4	45	0	11	3	8	8
<i>Cx. hortensis</i>	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cx. modestus</i>	10	4	1	2	2	3	0
<i>Cx. pipiens/torrentium</i>	1635	1792	204	3980	387	1095	231
<i>Cx. territans</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. sp.</i>	41	41	9	1	25	2	18
<i>Cs. annulata</i>	2	13	0	0	1	1	0
<i>Cs. longiareolata</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cs. sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2
<i>Cq. richiardii</i>	3	3	0	0	0	1	0
<i>Ur. unguiculata</i>	0	1	0	0	0	0	0
Undef.	2	0	0	0	0	0	0
Summe Weibchen	1749	2418	218	4098	548	1348	356
Männchen							
<i>An. sp.</i>	1	1	0	0	0	0	0
<i>Ae. sp.</i>	27	50	0	4	4	7	22
<i>Cx. sp.</i>	292	300	23	425	12	118	24
<i>Cs. sp.</i>	1	9	0	0	0	0	0
Undef.	2	0	0	0	0	0	0
Summe Männchen	323	360	23	429	16	125	46
Undef.	0	3	1	0	0	0	5

In der Falle bei der zweiten Feuerwache (BG 15) wurden 407 Individuen (356 Weibchen, 46 Männchen, 5 undef.) gefangen. Diese Anzahl ist etwas kleiner als im Vorjahr (2020: 564 Individuen). Bei den Weibchen waren an dieser Position die häufigsten Arten mit 64,9% *Cx. pipiens/torrentium* (231 Individuen), gefolgt von *Ae. vexans* mit 20,5% (73 Individuen) und *Ae. hungaricus* mit 5,3% (19 Individuen).

Die meisten Stechmücken wurden in der ersten August-Hälfte (Kalenderwochen 31 und 32) gefangen (Abb. 4). In diesem Zeitraum hatten alle drei der häufigsten Stechmückenarten in 2021 (*Cx. pipiens/torrentium*, *Ae. vexans* und *Ae. hungaricus*) ihre höchsten Fangraten. Bei *Cx. pipiens/torrentium* zeigten sich noch 2 weitere Peaks: einer Ende Juni und ein weiterer Mitte September, wobei 2021 bis Saisonende hoch hohe Fangzahlen bei dieser Art erreicht wurden.

4 Diskussion

Im Untersuchungsjahr 2021 wurden am Flughafen Wien-Schwechat erstmals Eier der Asiatischen Tigermücken nachgewiesen. Die beiden Nachweise lagen sieben Wochen auseinander, was deutlich über der mittleren Lebenserwartung von weiblichen Asiatischen Tigermücken liegt (2-3 Wochen; NUR AIDA et al., 2008; CUI et al., 2021). Auch wenn die Fundorte nahe beieinander liegen, ist davon auszugehen, dass die Eigelege von unterschiedlichen Weibchen stammen. Vermutlich konnten sich hier (kurzzeitig) Tigermücken vermehren; jedoch kann auch ein zweites Eintragungsereignis nicht ausgeschlossen werden. Der Fundort bei den Cargo-Hallen lässt eine Einschleppung über den Flugverkehr vermuten. Obwohl die Einschleppung exotischer Stechmücken über den Luftverkehr ein seltenes Ereignis zu sein scheint, wurden in den letzten Jahren wiederholt Einschleppungen gemeldet (SCHOLTE et al., 2014; IBAÑEZ-JUSTICIA et al., 2017; IBAÑEZ-JUSTICIA, 2020). Es ist jedoch zu beachten, dass Asiatische Tigermücken seit 2020 in Niederösterreich (Bezirk Mistelbach) und seit 2021 in Wien vorkommen, und somit auch aus diesen Gebieten auf das Flughafengelände gebracht werden konnten (BAKRAN-LEBL 2021).

Die zweite exotische Stechmückenart die gefunden wurde, die Japanische Buchmücke (*Ae. japonicus*), konnte 2021, wie schon in den Vorjahren, vereinzelt nachgewiesen werden. Die Japanische Buschmücken jedoch ist inzwischen in Österreich weit verbreitet und die gefundenen Exemplare stammen sehr wahrscheinlich aus lokalen Populationen (SEIDEL et al., 2016; BAKRAN-LEBL et al., 2021).

Generell war die Artenzusammensetzung der untersuchten Stechmückenpopulation am Flughafen ähnlich den Populationen im nahegelegenen städtischen Gebieten von Wien (LEBL et al., 2015). Die Stechmückenpopulation am Flughafen Wien-Schwechat bestand größtenteils aus Exemplaren der Gemeinen Hausmücke (*Cx. pipiens/torrentium*), die in stark bebauten Gebieten wie Flughäfen oder anderen städtischen Umgebungen in Mitteleuropa und Nordamerika weit verbreitet ist (PECORARO et al., 2007; TRAWINSKI and MACKAY, 2010; KRÜGER et al., 2014; LEBL et al., 2015; IBAÑEZ-JUSTICIA et al., 2017). Eine genauere Untersuchung der beprobten Individuen im Jahr 2019 zeigte, dass sie zu *Cx. pipiens* f. *pipiens* gehörten (BAKRAN-LEBL et al., 2021), die die vorherrschende Variante dieses Artenkomplexes in Ostösterreich zu sein scheint (ZITTRA et al., 2016). *Culex pipiens/torrentium* sind kompetente Vektoren mehrerer Arboviren, wie z.B dem West-Nil-Virus und Usutu-Virus (TURELL, 2012).

Aedes vexans ist ein typischer Bewohner von Auwäldern, wo diese Art in temporären Gewässern brütet (BECKER et al., 2020). Nach Hochwasserereignissen kann es häufig zu Massenaufreten dieser Art kommen. *Aedes vexans* ist jedoch auch häufig im Stadtgebiet von Wien zu finden (LEBL et al., 2015). Im Jahr 2021 gab es Mitte Juli schwere Überschwemmungen in großen Teilen Österreich, wodurch sich diese Art stark vermehren konnte, und auch am Flughafen zu hohen Fangzahlen Anfang/Mitte August führte. Diese Stechmückenart sticht zwar gerne auch Menschen, ist hauptsächlich für die Übertragung von Krankheiten bei Wildtieren (Tahyna-Virus, Usutu-Virus) von Bedeutung (ASPÖCK and KUNZ, 1966; WEISSENBÖCK et al., 2007).

Aedes hungaricus ist ebenfalls ein Bewohner von Auwäldern, allerdings ist über diese Stechmückenart relativ wenig bekannt (BECKER et al., 2020). Diese Art wurde am Flughafen Wien-Schwechat erstmals 2021 nachgewiesen, und in diesem Jahr gleich als dritthäufigste Art. Auch hier hatte das Hochwasserereignis Mitte Juli zu idealen Brutbedingungen für diese Art geführt. Auch in den March-Thaya-Auen gab es 2021 eine ungewöhnlich große Anzahl an Fängen von *Ae. hungaricus* (Hans Jerrentrup, pers. Kommunikation).

5 Ausblick und Empfehlungen

Der ersten Funde Asiatischen Tigermücken am Flughafen Wien-Schwechat bestätigen die Notwendigkeit von Stechmücken-Monitoring-Programmen an internationalen Flughäfen. Hierbei sollen nicht nur importierte exotische Stechmücken rasch

aufgespürt werden, es gilt auch zu verhindern, dass diese vom Flughafengelände in andere Länder exportiert werden. Um eine Vermehrung von Tigermücken am Flughafen Wien-Schwechat zu unterbinden, wäre es wichtig die Cargo-Halle, besonders nahe den Fundorten, auf Stellen mit stehendem Wasser hin zu überprüfen (z.B. Abwasserrinnen) und wenn möglich diese potentiellen Brutstätten zu entfernen. Sinnvoll wäre auch, die Mitarbeiter in diesem Bereich zu informieren und diese zu bitten, mögliche Funde von Tigermücken zu melden. Für den Fall, dass es zukünftig zu einem vermehrten Auftreten von Asiatischen Tigermücken am Flughafengelände kommen sollte, wäre die Erstellung eines Aktionsplanes sinnvoll, indem Bekämpfungsmaßnahmen zum Schutz der Mitarbeiter und Passagiere festgelegt werden. Durch die präventive Erstellung eines solchen Aktionsplanes können Maßnahmen gegen die Weiterverbreitung von Tigermücken rascher umgesetzt werden, wodurch sich deren Erfolgchance erhöht.

Wie auch schon in den vorhergegangenen Jahren, wurde am Ende der Saison noch relativ hohe Anzahl an Stechmücken in den Adultfallen gefangen. Eine Ausweitung des Untersuchungszeitraumes um 1-2 Wochen am Ende der Saison wäre daher sinnvoll.

6 Literatur

- ASPÖCK, H. and KUNZ, C. (1966): Isolierung des Tahyna-Virus aus Stechmücken in Österreich. Arch Gesamte Virusforsch **18**, 8–15.
- BAKRAN-LEBL, K., CAMP, J. V., KOLODZIEJEK, J., WEIDINGER, P., HUFNAGL, P., CABAL ROSEL, A., ZWICKELSTORFER, A., ALLERBERGER, F. and NOWOTNY, N. (2021): Diversity of West Nile and Usutu virus strains in mosquitoes at an international airport in Austria. Transbound Emerg Dis **14**.
- BAKRAN-LEBL, K., ZITTRA, C., HARL, J., SHAHI-BAROGH, B., GRÄTZL, A., EBMER, D., SCHAFFNER, F. and FUEHRER, H.P. (2021): Arrival of the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) in Vienna, Austria and initial monitoring activities. Transbound Emerg Dis **68**, 3145–3150.
- BAKRAN-LEBL, K., ZITTRA, C., WEISS, S., HODITS, B., ZECHMEISTER, T. and FUEHRER, H.P. (2021): Range expansion of the alien mosquito species *Aedes japonicus* (Theobald, 1901) (Diptera: Culicidae) from 2014 – 2019 in Burgenland, Austria. Entomol Austriaca **28**, 107–118.
- BECKER, N., GEIER, M., BALCZUN, C., BRADERSEN, U., HUBER, K., KIEL, E., KRÜGER, A., LÜHKEN, R., ORENDT, C., PLENGE-BÖNIG, A., ROSE, A., SCHAUB, G.A. and TANNICH, E. (2013): Repeated introduction of *Aedes albopictus* into Germany, July to October 2012. Parasitol Res **112**, 1787–1790.
- BECKER, N., PETRIĆ, D., ZGOMBA, M., BOASE, C., MADON, M.B., DAHL, C. and KAISER, A. (2020): Mosquitoes - Identification, Ecology and Control. 3rd ed.,. Springer, Cham, Switzerland. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-030-11623-1>
- BONIZZONI, M., GASPERI, G., CHEN, X. and JAMES, A.A. (2013): The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: Current knowledge and future perspectives. Trends Parasitol **29**, 460–468.
- CUI, G., ZHONG, S., ZHENG, T., LI, Z., ZHANG, X., LI, C., HEMMING-SCHROEDER, E., ZHOU, G. and

- LI, Y. (2021): *Aedes albopictus* life table: environment, food, and age dependence survivorship and reproduction in a tropical area. *Parasites and Vectors* **14**, 1–14.
- DELATTE, H., GIMONNEAU, G., TRIBOIRE, A. and FONTENILLE, D. (2009): 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* **46**, 33–41.
- ECDC. (2012): Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. European Centre for Disease Prevention and Control, Stockholm, Sweden. doi:10.1186/1756-3305-6-209
- FLACIO, E., ENGELER, L., TONOLLA, M. and MÜLLER, P. (2016): Spread and establishment of *Aedes albopictus* in southern Switzerland between 2003 and 2014: an analysis of oviposition data and weather conditions. *Parasit Vectors* **9**, 304.
- GUNAY, F., PICARD, M. and ROBERT, V. (2018): MosKeyTool, an interactive identification key for mosquitoes of Euro-Mediterranean. Version 2.1. in English available at www.medilabsecure.com/moskeytool. Last update: 01/08/2018.
- IBAÑEZ-JUSTICIA, A. (2020): Pathways for introduction and dispersal of invasive *Aedes* mosquito species in Europe: a review. *J Eur Mosq Control Assoc* **38**, 1–10.
- IBAÑEZ-JUSTICIA, A., GLORIA-SORIA, A., HARTOG, W. DEN, DIK, M., JACOBS, F. and STROO, A. (2017): The first detected airline introductions of yellow fever mosquitoes (*Aedes aegypti*) to Europe, at Schiphol International airport, the Netherlands. *Parasites and Vectors* **10**, 603.
- KRÜGER, A., BÖRSTLER, J., BADUSCHE, M., LÜHKEN, R., GARMS, R. and TANNICH, E. (2014): Mosquitoes (Diptera: Culicidae) of metropolitan Hamburg, Germany. *Parasitol Res* **113**, 2907–2914.
- LEBL, K., ZITTRA, C., SILBERMAYR, K., OBWALLER, A., BERER, D., BRUGGER, K., WALTER, M., PINIOR, B., FUEHRER, H.-P.H.P. and RUBEL, F. (2015): Mosquitoes (Diptera: Culicidae) and their relevance as disease vectors in the city of Vienna, Austria. *Parasitol Res* **114**, 707–713.
- MEDLOCK, J., HANSFORD, K.M., SCHAFFNER, F., VERSTEIRT, V., HENDRICKX, G., ZELLER, H. and BORTEL, W. VAN. (2012): A review of the invasive mosquitoes in Europe: Ecology, public health risks, and control options. *Vector-Borne Zoonotic Dis* **12**, 435–447.
- NUR AIDA, H., ABU HASSAN, A., NURITA, A.T., CHE SALMAH, M.R. and NORASMAH, B. (2008): Population analysis of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) under uncontrolled laboratory conditions. *Trop Biomed* **25**, 117–125.
- PECORARO, H.L., DAY, H.L., REINEKE, R., STEVENS, N., WITHEY, J.C., MARZLUFF, J.M. and MESCHKE, J.S. (2007): Climatic and landscape correlates for potential West Nile virus mosquito vectors in the Seattle region. *J Vector Ecol* **32**, 22–28.
- SCHOLTE, E.-J., IBANEZ-JUSTICIA, A., STROO, A., ZEEUW, J. DE, HARTOG, W. DEN and REUSKEN, C.B.E.M. (2014): Mosquito collections on incoming intercontinental flights at Schiphol International airport, the Netherlands, 2010-2011. *J Eur Mosq Control Assoc* **32**, 17–21.
- SCHOLTE, E.-J. and SCHAFFNER, F. (2007): Waiting for the tiger - establishment and spread of *Aedes albopictus* mosquito in Europe. In: TAKKEN, W., KNOLS, B.G.J. (eds.): *Emerging pests and vector-borne diseases in Europe*. volume 1: Ecology and control of vector-borne diseases. Wageningen Academic, Wageningen, 241–260.
- SEIDEL, B., NOWOTNY, N., BAKONYI, T., ALLERBERGER, F. and SCHAFFNER, F. (2016): 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. *Parasites and Vectors* **9**, 356.
- TRAWINSKI, P.R. and MACKAY, D.S. (2010): Identification of environmental covariates of West Nile virus vector mosquito population abundance. *Vector-Borne Zoonotic Dis* **10**, 515–526.
- TURELL, M.J. (2012): Members of the *Culex pipiens* complex as vectors of viruses. *J Am Mosq Control Assoc* **28**, 123–126.
- WEISSENBOCK, H., CHAVALA-MANNBERGER, S., BAKONYI, T. and NOWOTNY, N. (2007): Emergence of Usutu virus in Central Europe: diagnosis, surveillance and epizootology. In: TAKKEN, W., KNOLS, B.G.J. (eds.): *Emerging pests and vector-borne diseases in Europe*. volume 1:

Ecology and control of vector-borne diseases. Wageningen Academic, Wageningen, 153–168.

WHO. (2016): Vector Surveillance and Control at Ports, Airports, and Ground Crossings. World Health Organization, Geneva.

ZITTRA, C., FLECHL, E., KOTHMAYER, M., VITECEK, S., ROSSITER, H., ZECHMEISTER, T. and FUEHRER, H.P. (2016): Ecological characterization and molecular differentiation of *Culex pipiens* complex taxa and *Culex torrentium* in eastern Austria. *Parasites and Vectors* **9**, 197.



GESUNDHEIT FÜR MENSCH,
TIER & PFLANZE

Dr. Karin Bakran-Lebl
Abteilung Vector Borne Diseases
KONTAKT AGES – Öffentliche Gesundheit

ADRESSE Währinger Straße 25a , 1096 Wien

TELEFON + 43 50 555-37234

MAIL Karin.Bakran-Lebl@ages.at

WEB www.ages.at

Eigentümer, Verleger und Herausgeber: AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191 | 1220 Wien © AGES, 1. Auflage, Feb. 2022