

Stechmücken erforschen – Das Citizen Science-Projekt „Mückenatlas“

D. Walther, O. Müller und H. Kampen

Engagierte Schülerinnen und Schüler können helfen, wissenschaftlich verwertbare Daten zu erheben. Das Projekt „Mückenatlas“ ist ein Beispiel für ein klassisches Citizen Science-Projekt, das auch in der Schule etabliert werden kann.

Stichworte: Stechmücken, Verbreitung von Mückenarten, Biodiversität, Neozoen, Viren, Citizen Science

1 Einleitung

Aufgrund der jahrzehntelangen Vernachlässigung der Stechmücken-Forschung in Deutschland nach der Ausrottung der Malaria in der Mitte des 20. Jahrhunderts fehlen heute grundlegende Daten zum räumlichen und zeitlichen Auftreten, aber auch zur Biologie und Ökologie der einheimischen Stechmücken-Arten in der Kulturlandschaft. Da viele Arten nicht nur Lästlinge, sondern auch Überträger von Krankheitserregern sein können, sind gerade angesichts der weiter zunehmenden Globalisierung, die auch den interkontinentalen Transport von Pathogenen fördert, aktuelle Daten zur Stechmücken-Fauna notwendig. Doch nicht nur Krankheitserreger werden weltweit verschleppt, sondern auch Stechmücken. So tauchten in Europa in den letzten Jahren vermehrt

exotische Arten auf, die z. T. als effiziente Vektoren gelten [1, 2].

Um das Übertragungsrisiko von Krankheitserregern durch Stechmücken in Deutschland besser bewerten zu können, wurden das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) und das Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, das Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), 2011 vom Robert-Koch-Institut und vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft mit der Durchführung eines Monitoring-Programms beauftragt. Im Rahmen dieses Programms sollten an über 120 Standorten in Deutschland Stechmücken mit Hilfe von speziellen Fallen gefangen werden. Um die Kartierung der Stechmücken bei vernachlässigbaren Mehrkosten noch effizienter zu gestalten, entwickelten die beteiligten Wissenschaftler ein Konzept für ein passives Monitoring durch Bürgerbeteiligung: der ‚Mückenatlas‘ wurde ins Leben gerufen.

Mit dem vorliegenden Beitrag soll das Projekt Mückenatlas vorgestellt werden. Schülerinnen und Schüler können sich aktiv an der Datenerfassung im Rahmen eines wissenschaftlichen Projektes be-

teiligen. In unseren Materialien werden Stechmücken in anderen Kontexten präsentiert.

2 Das Citizen-Science-Projekt „Mückenatlas“

Bei dem Projekt Mückenatlas (Logo Material 2 Abb. 1) werden Bürgerinnen und Bürger aufgefordert, Stechmücken in ihrem persönlichen Umfeld, d. h. in der Wohnung, im Garten beim Grillabend, beim Spaziergang etc., zu fangen und möglichst unverseht zur wissenschaftlichen Bearbeitung einzuschicken. Der Fang sollte mit einem verschließbaren Gefäß geschehen, welches zum Abtöten der Mücke am besten über Nacht tiefgekühlt werden sollte, sodass das Tier keinen Schaden nimmt und eine morphologische Artidentifizierung möglich ist. Die Mücke sollte dann zur Verschickung vorsichtig in ein bruchsaferes kleines Gefäß überführt werden. Das genaue Prozedere wird auf der Homepage des Mückenatlas (www.mueckenatlas.de) erklärt. Dort kann auch das notwendige Begleitformular heruntergeladen werden, auf dem die näheren Um-

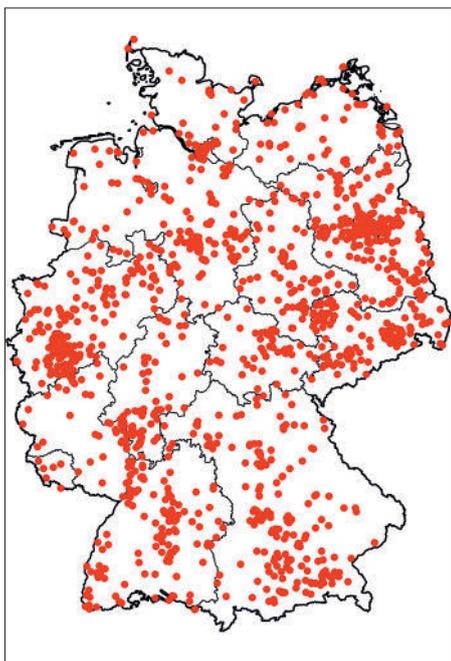


Abb. 1: Fundortkarte 2013

Grafik: Mückenatlas, Doreen Walther/Helge Kampen

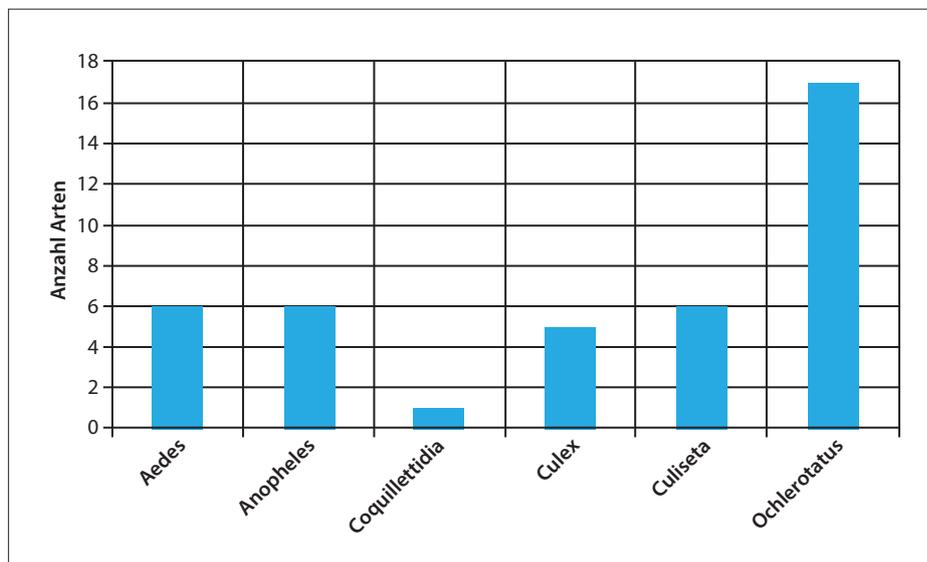


Abb. 2: Verteilung der eingeschickten Arten auf die Gattungen

Grafik: Doreen Walther/Helge Kampen



Abb. 3: *Aedes japonicus*-Weibchen Foto: Doreen Walther



Abb. 4: Altireifendeponie

Foto: Doreen Walther

stände des Fangs (Örtlichkeit, Tageszeit, Wetterlage etc.) abgefragt werden.

Im Labor werden die Mücken nach morphologischen Kriterien bestimmt. Sollte das wegen zu großer Ähnlichkeit zwischen nahverwandten Arten oder aufgrund von Beschädigungen nicht möglich sein, wird die Mücke über ihre DNA-Sequenz genetisch identifiziert, indem ein Bein entsprechend aufgearbeitet wird. Die restliche Mücke geht als genadeltes Objekt in eine Referenzsammlung über, die DNA in eine DNA-Referenzbank.

Auf Wunsch kann der Einsender seinen Namen oder ein Pseudonym mit Fundort in die interaktive Fundortkarte auf der Homepage des Mückenatlas eintragen lassen (Abb. 1). Das Identifizierungsergebnis bekommt er, zusammen mit einigen biologischen Informationen über „seine“ Mücke, schriftlich mitgeteilt. Dieses und die Details zum Mückenfang werden in die deutsche Stechmücken-Datenbank Culbase eingegeben, die als Grundlage für weitere wissenschaftliche Studien zur deutschen Stechmücken-Fauna und für Risikobewertungen dient.

3 Ergebnisse aus dem Mückenatlas der Jahre 2011 bis 2015

Die öffentliche Beteiligung am Projekt Mückenatlas hat von Beginn an alle Erwartungen übertroffen. Allein 2012 gingen 2.012, im Jahr darauf sogar 2.446 Einsendungen ein. In den beiden Folgejahren 2014 und 2015, die durch lange niederschlagsfreie Perioden gekennzeichnet waren und damit die Ausbildung von umfangreichen Stechmücken-Populationsdichten verhinderten, gingen 1.626 bzw. 1.217 Einsendungen ein. Von allen Einsendungen enthielten jeweils fast 80% Stechmücken. Die bisher insgesamt über den Mückenatlas erfassten fast 30.000 Stechmücken konnten 41 Spezies aus sechs Gattungen (*Anopheles*, *Aedes*, *Co-*

quilletidia, *Culex*, *Culiseta*, *Ochlerotatus*) zugeordnet werden (Abb. 2). Den größten Teil der Einsendungen stellte die Gemeine Hausmücke, *Culex pipiens* dar. Aber auch andere weit verbreitete Arten, wie *Culex torrentium*, *Culiseta annulata*, *Aedes vexans* oder *Aedes sticticus*, waren häufig vertreten.

Vielleicht ebenso interessant waren Funde seltener Arten, die z.T. neu in Deutschland sind oder schon Jahrzehnte hier nicht mehr nachgewiesen wurden. Hierzu zählen die invasive Art *Culiseta longiareolata* sowie *Culiseta glaphyroptera* und *Culiseta ochroptera* [3].

Besonders erkenntnisreich aber waren Nachweise der Asiatischen Buschmücke *Aedes japonicus* (Abb. 3), von der bereits bekannt war, dass sie sich im südlichen Baden-Württemberg angesiedelt hatte [4]. Die 2012 an den Mückenatlas adressierten Exemplare stammten aus Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen, 2015 ein-

geschickte Individuen aus Oberbayern. Zeitnahe Ortsbegehungen und nachfolgende gründliche regionale Inspektionen zeigten, dass auch im südlichen Nordrhein-Westfalen im nördlichen Rheinland-Pfalz, im südlichen Niedersachsen, im nordöstlichen Nordrhein-Westfalen und im südöstlichen Bayern Populationen dieser exotischen Stechmücken-Art bereits etabliert waren [5, 6, 7].

Wie *Aedes japonicus* nach Europa und Deutschland kam, ist nach wie vor ungeklärt. In der jüngeren Vergangenheit wurde jedoch eine vermehrte interkontinentale Verschleppung tropischer Stechmückenarten beobachtet, zu denen *Aedes japonicus*, aber auch die Asiatische Tigermücke *Aedes albopictus*, gehören. Zweifelsfrei sind der internationale Handel mit Gebrauchtreifen und dem Glücksbambus Hauptverschleppungswege der Mücken (Abb. 4, 5).



Abb. 5: Glücksbambus



Foto: Helge Kampen

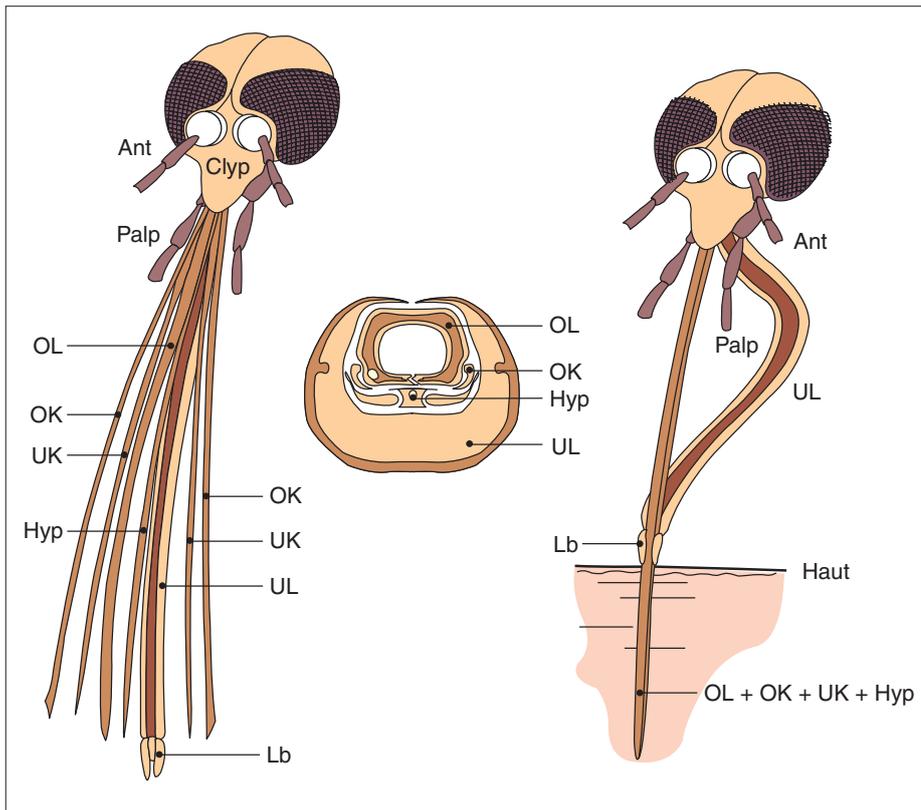


Abb. 6: Mundwerkzeuge einer Stechmücke. (OL: Oberlippe, UL: Unterlippe, OK: Oberkiefer, UK: Unterkiefer, Hyp: Hypopharynx, Lb: Labellum, Ant: Antenne, Palp: Palpus (Taster), Clyp: Clypeus (verändert nach: Peus 1942 [9])

In Fallenfängen zeigten sich in Deutschland von 2011 an in den Sommermonaten wahrscheinlich aus Südeuropa durch den Tourismus eingetragene Exemplare von *Aedes albopictus*. 2014 und 2015 wurde diese Art auch über den Mückenatlas aus mehreren Bundesländern (Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen, Thüringen) eingeschickt. Die tropischen Arten sind deshalb von besonderem Interesse, weil sie als kompetente Überträger von viralen Krankheitserregern gelten.

4 Stechmücken als Vektoren für virale Krankheitserreger

Begattete Mückenweibchen benötigen eine Blutmahlzeit von Wirbeltieren, um die Eientwicklung erfolgreich abzuschließen zu können. Beim Stechvorgang dringt der Stechrüssel in den Kapillarbereich der Oberhaut des Wirtes ein. Der Rüssel der Stechmücken ist stammesgeschichtlich aus dem Labrum, den Maxillen, den Mandibeln und dem Schlundrohr hervorgegangen (Abb. 6 und Material 3). Die umgebildeten Mundglied-

maßen bilden unter anderem zwei feine Kanäle zur Abgabe des Speichels und zur Nahrungsaufnahme. Speichelabgabe und Nahrungsaufnahme können bei Stechmücken im Gegensatz zu Zecken, die nur eine Nahrungsrinne haben (Abb. 7), gleichzeitig stattfinden. Der Speichel enthält hochaktive Biomoleküle, die unter anderem blutgerinnungshemmende, anästhesierende und gefäßerweiternde Funktionen haben, ohne die eine Blutaufnahme nicht möglich wäre.

Viren werden von blutsaugenden Gliederfüßern, wie den Stechmücken, stets durch die Speichelflüssigkeit übertragen. Die Übertragungswege der meisten Viren ähneln sich: Wenn Stechmücken Blut von einem virämischen Wirbeltier saugen, gelangt das Virus zunächst zusammen mit dem Blut in den Mückendarm. Die weitere Entwicklung des Virus in der Mücke bis hin zur Übertragung ist von der sogenannten Vektorkompetenz der Mücke abhängig. Diese bezeichnet eine genetisch fixierte „Fähigkeit“ der Mücke, einen Erreger aufzunehmen, ihm geeignete Entwicklungsbedingungen im Körper zu bieten und ihn schließlich wieder übertragen zu können. Die Vektorkompetenz ist mindestens art-spezifisch, kann aber auch zwischen verschiedenen Populationen oder Stämmen derselben Spezies variieren. Sie ist für jeden Erreger und auch unterschiedliche Erregerstämme definiert und in manchen Fällen durch die Temperatur modifizierbar. Sie beruht auf der zufälligen oder im Laufe der Evolution entstandenen biochemischen und physiologischen Anpassung von Überträger und Erreger.

Nach der Entwicklung im Darm muss der Erreger in die Speicheldrüse des Überträgers gelangen (Abb. 8).

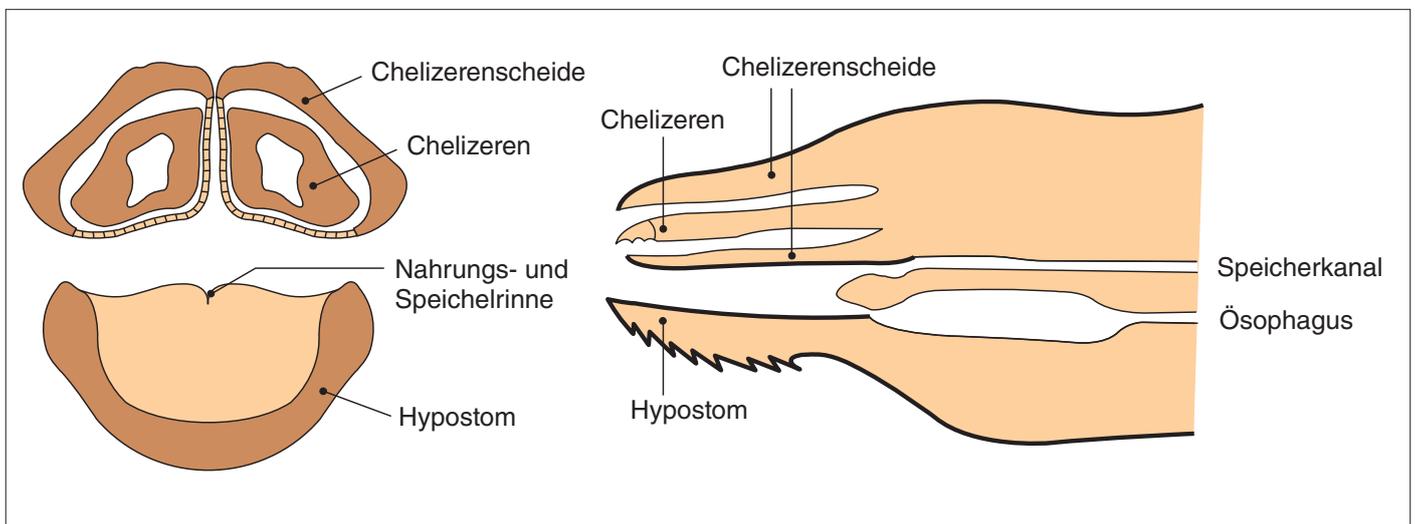


Abb. 7: Quer- und Längsschnitt durch die Mundwerkzeuge einer Schildzecke (verändert nach: Piekarski 1954 [10])

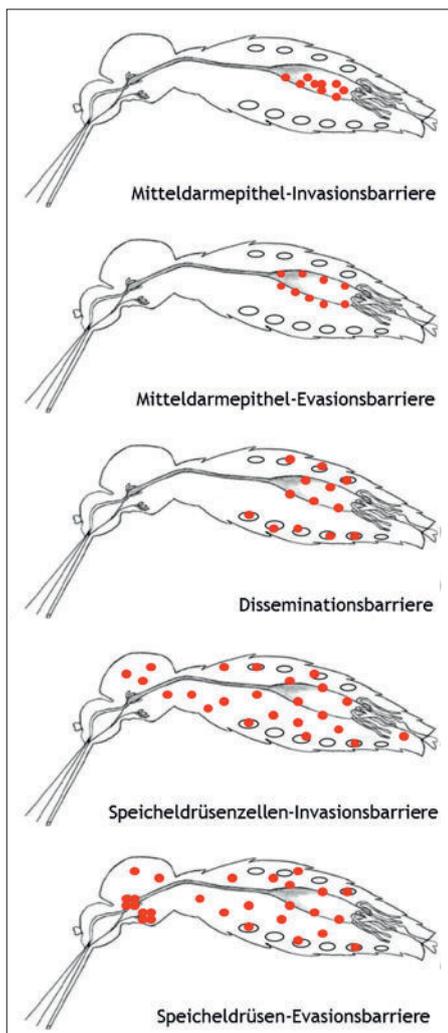


Abb. 8: Weg eines Virus durch die Stechmücke mit möglichen Entwicklungsbarrieren

Graphik: Helge Kampen

Da alle biologischen Funktionen eines Virus von der Zellmaschinerie des Wirtsorganismus abhängig sind und es sich entsprechend nur intrazellulär vermehren kann, führt der Weg des Virus nur über verschiedene Zellpassagen in das Zielorgan. Zunächst muss es das Darmepithel passieren. Hierzu muss es von der Zelle aufgenommen werden, sich darin vermehren und in die Leibeshöhle entlassen werden. Die Aufnahme des Virus geschieht, indem virale Oberflächenmoleküle mit Rezeptoren auf der Wirtszelle reagieren. Sind die passenden Oberflächenmoleküle auf dem Virus und der Wirtszelle vorhanden, wird das Virus aufgenommen und kann die Wirtszelle dazu veranlassen, dass eine Virusvermehrung stattfindet. Auch die Entlassung von Tochterviren in die Leibeshöhle ist nur möglich, wenn Virus und Wirtszelle zueinander passen, das heißt, wenn das Virus in der Lage ist, die Wirtszelle entsprechend zu manipulieren. Man spricht von Darmepithelinvasions- und -evasionsbarrieren.

Schafft das Virus den Weg in die Leibeshöhle, trifft es hier auf das Immunsystem der Mücke, das eine Disseminationsbarriere (lat. *disseminare*, aussäen, streuen) darstellen kann. Gliedertiere haben zwar kein adaptives Immunsystem wie die Wirbeltiere, aber ein hocheffizientes angeborenes Immunsystem, das aus einem zellulären und einem humoralen Anteil besteht und Fremdkörper eliminieren kann. Ist das Virus entsprechend „maskiert“, wird es nicht, oder jedenfalls nicht in ausreichendem Maße, vom Immunsystem der Stechmücke erkannt und kann sich über die Leibeshöhlenflüssigkeit in deren Körper ausbreiten. Auch hier kann es, nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip in Zellen einzudringen und Organe zu befallen, wobei es wieder auf Invasions- und Evasionsbarrieren trifft, da die Oberflächenmoleküle der Organe andere sein können als die der Darmepithelzellen. Für eine erfolgreiche Übertragung muss das Virus die Speicheldrüsenzellen invadieren, sich darin noch einmal vermehren, mit der Speichelflüssigkeit wieder aus den Zellen austreten und in die Speicheldrüsenkanäle gelangen. Auch hier können Barrieren vorhanden sein (Speicheldrüseninvasions- und -evasionsbarriere). Ausnahmsweise gelingt es Viren, Ovarzellen zu befallen und über die Eier (transovariell) auf die nächste Mückengeneration übertragen zu werden. Die aus solchen Larven entstehenden Mückenweibchen sind schon infektiös bevor sie überhaupt Blut gesaugt haben.

Während einigermaßen gute Kenntnisse über tropische Mückenarten existieren, die in ihrer Heimat bereits als Überträger von Krankheitserregern in Erscheinung getreten sind, ist das Wissen über die einheimischen Arten sehr spärlich. Unter anderem gibt es keine Daten dazu, ob einheimische Mücken eingeschleppte tropische Krankheitserreger übertragen könnten.

Die Asiatische Tigermücke, deren ursprüngliches Hauptverbreitungsgebiet im asiatisch-pazifischen Raum liegt, breitet sich gegenwärtig in Europa als invasives Neozoon aus. Sie gilt als effizienter Überträger von mehr als 20 verschiedenen Viren und bedarf daher hinsichtlich der möglichen Ausbreitung in Europa einer genauen Beobachtung.

Zu den von der Asiatischen Tigermücke übertragenen Arboviren (Akronym für engl. *arthropod-borne virus(es)*) zählen unter anderem das Dengue-, Gelbfieber-, West-Nil- und Chikungunya-Virus sowie der Virusreger der Japanischen Enzephalitis.

5 Fazit

Der Mückenatlas hat sich als exzellentes Instrument zum passiven Stechmücken-Monitoring in Europa erwiesen [8]. Für seinen Erfolg ist nicht zuletzt eine intensive Öffentlichkeits- und Medienarbeit verantwortlich. Regelmäßig werden Pressemitteilungen herausgegeben, Zeitungs-, Radio- und Fernseh-Interviews gegeben, Beiträge in Zeitschriften veröffentlicht, Vorträge gehalten und Faltblätter in Umlauf gebracht. Die Bürger fühlen sich angesprochen und wissenschaftlich gut beraten und betreut. Sie erkennen das hohe Engagement auf Seiten der Wissenschaftler im Dienste der Öffentlichkeit und sind nur allzu gerne bereit, aktiv an der Forschung teilzunehmen.

6 Didaktische und methodische Anmerkungen

Für den Einsatz im Unterricht ergeben sich vielfältige Möglichkeiten. In der Sekundarstufe I kann der Entwicklungszyklus von Mücken thematisiert werden. Eine einfache Mücken-zucht (Material 1) gibt Aufschluss über die Entwicklung von der Larve über das Puppenstadium hin zum Vollinsekt. Diskutieren kann der Lehrer auch die Besiedlung von unterschiedlichen Bruthabitaten (Pfützen, Flussauen, Moore, Sümpfe etc. und künstliche Wasseransammlungen) durch Mücken. Steht genügend Zeit zur Verfügung, kann der Entwicklungszyklus von holometabolen (z. B. Stechmücken) im Vergleich zur hemimetabolen Insekten diskutiert werden. Hier kann insbesondere auf die Einteilung von Gliedertieren eingegangen werden.

Das grundlegende Verständnis der Nahrungsaufnahme von Stechmücken stellt den Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler unmittelbar her: Jeder ist schon von Mücken gestochen worden. Die wenigsten Menschen lassen allerdings den Stich freiwillig über sich ergehen und beobachten die Mücke bei der Blutmahlzeit. Im Material 3 werden die Mundwerkzeuge und die Ernährung der Mücken thematisiert. Schon in der Sekundarstufe I können Schülerinnen und Schüler aktiv am Mückenmonitoring teilnehmen. Sie erkennen dabei, wie wissenschaftliche Datenerhebung funktioniert und erfahren, wie sie selbst Teil eines wissenschaftlichen Projekts werden. Der Vorschlag im Material 2 kann mit einer Projektarbeit, z. B. Mückenfang im Freiland, oder mit einer Hausaufgabe verbunden werden. Das Thema ist auch dazu geeignet, biologische Grundlagenforschung mit modernen aktuellen Erfordernissen zu erläutern.

Gesammelte Mückenproben können leider nicht mittels Bestimmungsbüchern selbst identifiziert, sondern müssen eingeschickt werden. Das Projekt Mückenatlas gibt zeitnah Antwort zu den Bestimmungen und Informationen zur Biologie der jeweiligen Arten, die dann im Detail noch im Internet recherchiert werden können. Das Material 3 kann für alle Altersstufen ab Klasse 5 verwendet werden.

Für die Sekundarstufe II eignet sich das Thema als Kontext für die Behandlung der Bedeutung von Biodiversität in verschiedenen Landschaftsstrukturen (z. B. unterschiedliche Biotop als Lebensraum für Mücken und die Rolle von Mücken im Nahrungsnetz von aquatischen und limnischen Ökosystemen).

Am Beispiel der Ausbreitungsgeschichte der Asiatischen Tigermücke kann die Neozoenproblematik im Rahmen des Ökologiekurses aufgegriffen werden. Das Material 4 thematisiert den Entwicklungszyklus des Dengue-Virus. Zur Bearbeitung werden grundlegende molekulargenetische Kenntnisse und die Virenbiologie vorausgesetzt. Indem die Schülerinnen und Schüler an die Thematik herangeführt werden oder diverse Zeitungsausschnitte heraussuchen bzw. gestellt bekommen, kann die Problematik konkretisiert werden. Besonders wertvoll ist die Bearbeitung unter Berücksichtigung aktueller Fälle und Ausbrüche von Infektionskrankheiten in Europa. Zusätzlich kann die Lehrkraft auch die Besonderheiten verschiedener Krankheiten vermitteln: Malaria (Plasmodien) und Dengue, Chikungunya oder Zika (Viren). Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass blutsaugende Mücken Pathogene auf den Menschen übertragen können. ■

Literatur

[1] Medlock, J.M., Hansford, K.M., Versteirt, V., Cull, B., Kampen, H., Fontenille, D., Hendrickx, G., Zeller, H., Van Bortel, W. & Schaffner, F. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. *Bull Entomol Res* (2015), 637–663.
 [2] Schaffner, F.; Medlock, J.M. & Van Bortel, W.: Public health significance of invasive mosquitoes in Europe. *Clin Microbiol Infect* (2013), 685–692.
 [3] Kampen, H.; Kronefeld, M.; Zielke, D. & Werner, D.: Three rarely encountered and one new *Culiseta* species (Diptera, Culicidae) in Germany. *J Eur Mosq Control Assoc* (2013), 36–39.
 [4] Becker, N.; Huber, K.; Pluskota, B. & Kaiser, A.: *Ochlerotatus japonicus japonicus* – a newly established neozoon in Germany and a revised list of the German mosquito fauna. *Eur Mosq Bull* (2011), 88–102.

Einige Anmerkungen zur Teilnahme am Projekt Mückenatlas:

Um die Mückenart bestimmen zu können, sind intakte Exemplare notwendig. Zerquetschte oder fragmentierte Exemplare sind unbrauchbar, da sie nicht mehr morphologisch identifizierbar sind. Daher sollten für den Fang und Transport der Tiere kleine Gefäße aus Glas, Kunststoff etc., wie sie auf der Homepage des Projektes abgebildet sind, verwendet werden. Pro Gefäß bitte nur so viele Mücken fangen, dass sie nicht gequetscht werden, da sonst beim Transport wichtige Bestimmungsmerkmale, wie Schuppen und Borsten an bestimmten Körperstellen, verloren gehen können. Insgesamt können so viele Mücken gefangen werden, wie es der Motivation der Klasse/Gruppe und dem Mückenaufkommen entspricht.

Setzt sich eine Mücke irgendwo ab, z. B. an der Wand oder auf dem Arm, wird das Gefäß übergestülpt, Deckel drauf und fertig. Der nächste Schritt ist das Abtöten der gefangenen Mücken. Dazu wird das Gefäß mit den Mücken bis zum nächsten Tag ins Gefrierfach gestellt. Anschließend muss die Beute nur noch an das ZALF gelangen. Hierfür bitte zunächst das Einsendeformular herunterladen (www.mueckenatlas.de), die benötigten Informationen eintragen und alles zusammen mit dem Fang in einem Umschlag oder kleinen Päckchen versenden. Bitte darauf achten, dass ein unversehrter Transport gewährleistet ist.

Senden Sie Ihre Stechmücken an:

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V.
Mückenatlas
 Eberswalder Straße , Müncheberg

Unser Projektbudget lässt leider keine Kostenerstattung zu. Als Gegenleistung bieten wir Ihnen jedoch Unterstützung in der Auswertung an und teilen Ihnen das Identifizierungsergebnis der Mückenart mit (dazu auf dem Kontaktformular bitte unbedingt eine E-Mail-Adresse angeben). Bitte schicken Sie uns keine offensichtlich zu anderen Gliedertiergruppen gehörende Tiere, wie Wespen, Fliegen, Käfer, Spinnen etc. Wir beschäftigen uns im Rahmen dieses Projektes ausschließlich mit Stechmücken und können die Bestimmung weiterer Insekten/Gliedertiere aus zeitlichen und personellen Gründen nicht leisten. Wir sehen uns ggf. veranlasst, solche Einsendungen unbeantwortet zu verwerfen. Auch Anfragen zu insektenkundlichen Beratungen müssen wir zurückweisen.

Wir möchten mit unserem Mückenatlas keinesfalls zum sinnlosen Töten von Insekten aufrufen. Auch Insekten sind wertvolle und schützenswerte Tiere. Für unsere Forschung, die ja letztlich auch das Ziel hat, die Übertragung von Krankheitserregern durch Stechmücken zu vermeiden, ist jedoch die Sammlung und Tötung der Mücken wichtig und unvermeidlich. Sie können uns bei der Mückensammlung unterstützen, damit wir möglichst viele Sammlungspunkte und Daten für eine optimale Auswertung erhalten. In diesem Sinne wünschen wir Ihnen viel Einfallsreichtum, Enthusiasmus und Erfolg bei der Mückenjagd.

[5] Kampen, H.; Zielke, D. & Werner, D.: A new focus of *Aedes japonicus japonicus* (Theobald 1901) (Diptera, Culicidae) distribution in western Germany: rapid spread or a further introduction event? *Parasit Vectors* (2012), 284.

[6] Werner, D. & Kampen, H.: The further spread of *Aedes japonicus japonicus* (Diptera, Culicidae) towards northern Germany. *Parasitol Res* (2013), 3665–3668.

[7] Zielke, D.; Werner, D. u. Kampen, H.: Newly discovered population of *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae) in Upper Bavaria, Germany, and Salzburg, Austria, is closely related to the Austrian/Slovenian bush mosquito population. *Parasit Vectors* (2015), 163.

[8] Kampen, H.; Medlock, J.; Vaux, A.; Koenaardt, C.J.M.; Arnold, J.H.; van Vliet, A.J.H.; Bartumeus, F.; Oltra, A.; Sousa, C.A.; Chouin, S. & Werner, D.: Approaches to passive mosquito surveillance in the EU. *Parasit Vectors* (2015), 9.
 [9] Peus, F.: Die Fiebermücken des Mittelmeergebietes. Verlag Dr. Paul Schöps, Leipzig, 1942

[10] Piekarski, G.: Lehrbuch der Parasitologie – Unter Besonderer Berücksichtigung der Parasiten des Menschen. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1954)

Anschriften der Verfasser

Dr. Doreen Walther
 Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
 Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg
doreen.walther@zalf.de

Dr. Ole Müller
 Fachbereich Biologie
 Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasium
 Friedrich-Ebert-Straße 52, 15234 Frankfurt (Oder)
o.mueller@gauss-gymnasium.de

Priv.-Doz. Dr. Helge Kampen
 Friedrich-Loeffler-Institut
 Bundesforschungsanstalt für Tiergesundheit
 Südufer 10, 17493 Greifswald – Insel Riems
helge.kampen@fli.de

Wie sich die Gemeine Hausmücke entwickelt

Die Stechmücke *Culex pipiens* (Gemeine Hausmücke) benötigt für ihre erfolgreiche Entwicklung nicht nur eine Blutmahlzeit, sondern auch Wasser. Die Weibchen überwintern mit ihren befruchteten Eiern an geschützten Stellen (z. B. in Kellern oder in Baumhöhlen). Im Frühjahr suchen sie Wasseransammlungen wie etwa große Wasserpfützen oder Regentonnen auf. Bei der Eiablage verkleben die Weibchen 200 bis 300 Eier zu einem „Schiffchen“, das auf die Wasseroberfläche abgelegt wird. Aus den Eiern schlüpfen kleine Larven. Da die Chitinhaut nicht mitwächst, müssen sich die Larven viermal häuten, bis sie in das Puppenstadium übergehen. Als Larve und Puppe halten sich die Tiere überwiegend an der Wasseroberfläche auf, über die sie mit Atemröhren Luftsauerstoff atmen. Bei Gefahr schwimmen sie blitzschnell in die Tiefe. Nach etwa 2–3 Wochen (je nach Außentemperatur) schlüpfen aus den Puppen die fertigen Insekten (Abb. 1).

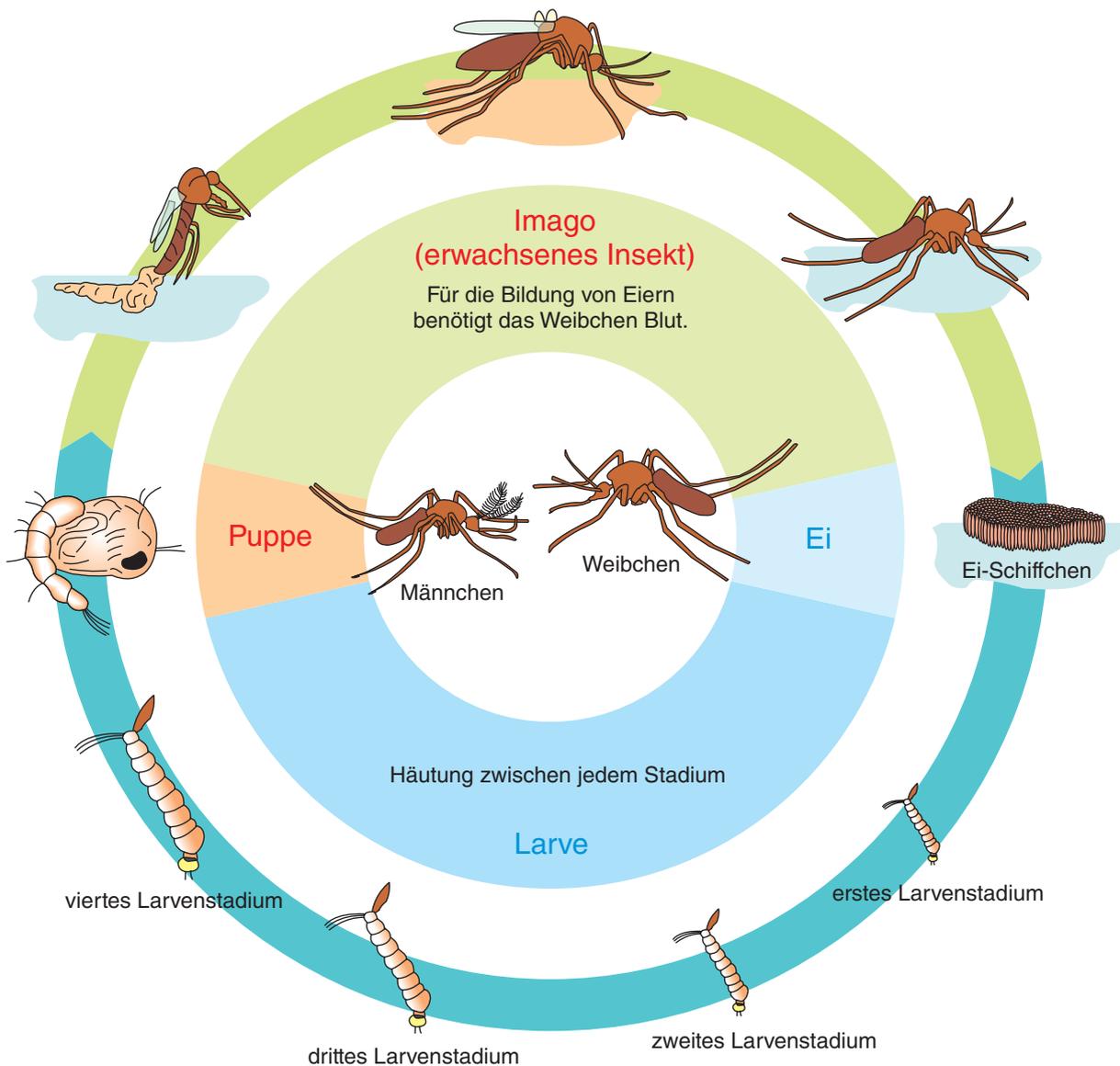


Abb.: Entwicklungskreislauf einer Stechmücke

Aufgaben:

Mit einem kleinen Aquarium lässt sich die Mückenentwicklung in der Schule oder daheim einfach beobachten. Folge einfach der Anleitung.

1. Fange im Sommer mit einem Aquariennescher in einer offenen Regentonne einige Mückenlarven (10–20 Tiere).
2. Befülle ein kleines Miniaquarium oder ein Einkochglas mit dem Wasser aus der Regentonne und setze die Larven ein.
3. Tausche täglich einen Teil des Wassers mit frischem Wasser aus der Regentonne aus. Gib acht, dass beim Austausch keine Larven verloren gehen oder dazu kommen.
4. Beobachte und beschreibe die Bewegungen der Larven und Puppen.
5. Zähle täglich die Tiere und protokolliere anhand von Abb. 1 den Stand ihrer Entwicklung.
6. Wenn du nicht möchtest, dass die schlüpfenden Mücken in das Zimmer ausschwärmen, bedecke die Öffnung des Aquariums mit einem Tuch.

Der Mückenatlas – ein Citizen Science-Projekt

In Deutschland gibt es etwa 50 verschiedene Mückenarten aus 6 unterschiedlichen Mückengattungen. Woher weiß man das so genau? Die Mückenarten Deutschlands waren bisher wenig erforscht. Wissenschaftler um Frau Dr. Doreen Walther und Dr. Helge Kampen haben deshalb vor einigen Jahren ein einzigartiges Projekt ins Leben gerufen: die Erstellung eines Mückenatlas. Der Atlas soll die Verbreitung von Mückenarten in ganz Deutschland zeigen. Um einen solchen Atlas zu erstellen, sind normalerweise viele Fachleute erforderlich, die in der Natur viele Jahre lang Mücken in allen Teilen des Landes sammeln. Selbst wenn es so viele Mückenspezialisten gäbe, wäre ein solches Projekt sehr teuer. Um trotzdem möglichst viele Mücken in allen Landesteilen zu sammeln, laden die Wissenschaftler alle interessierten Bürger ein, an dem Projekt mitzuarbeiten. Wissenschaftliche Projekte, bei denen Bürger die wissenschaftlichen Daten sammeln, die dann von Wissenschaftlern ausgewertet werden können, nennt man Citizen-Science-Projekte (engl. *citizen*, Bürger, *science*, Wissenschaft).

Ihr könnt euch mit einfachen Mitteln an dem Projekt beteiligen. Ihr braucht lediglich den Anleitungen auf der Internetseite des Projektes folgen. Was habt Ihr davon? Ihr könnt euch aktiv in die Forschung einbringen und im Gegenzug Detailinformationen über die Artenvielfalt, Ökologie und Biologie der blutsaugenden Insekten erhalten. Eure Daten können im Atlas mit eurem Namen versehen werden und euch als Urheber des Datensatzes ausweisen. Ihr erreicht die Seite unter folgendem link oder über den abgebildeten QR-Code. Auf der Internetseite findet Ihr Anleitungen unter den Menüpunkten „Projekt“ > „So werden Sie Mückenjäger“ und „Einsendeformular herunterladen“.



Abb.: Logo des Projektes



Homepage: www.mueckenatlas.de

Anschrift:

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V.
 „Mückenatlas“
 Eberswalder Straße 84
 15374 Müncheberg

Wie „funktioniert“ ein Mückenstich?

Stechmücken müssen Blut saugen, damit sich die Eier im Körper des Weibchens entwickeln können. Eine solche Blutmahlzeit ist also die Voraussetzung für die Bildung von Nachkommen. Nur die Weibchen saugen Blut. Männliche Mücken ernähren sich von Nektar oder Pflanzensäften. Die Mückenweibchen haben spezialisierte Mundwerkzeuge, mit denen sie in die Haut ihrer Wirte eindringen können (Abb. 1). Als Wirte werden die Tiere bezeichnet, von denen sie das Blut saugen. Für den Wirt ist die Blut saugende Mücke ein Parasit.

Mücken werden durch ausgeatmetes Kohlenstoffdioxid, Körpergeruch und Körpertemperatur angelockt. Die Tiere stechen gern in gut durchblutete Hautareale, die sie vor dem Stich auf der Suche nach Blutgefäßen abtasten. Mit Hilfe der Mundwerkzeuge dringt die Mücke in die Haut des Wirtes ein (Abb. C). Mit dem Stich wird von der Mücke auch immer Speichel in die Einstichwunde gegeben. Der Speichel enthält verschiedene Proteine, die das Blut verdünnen und damit die Blutaufnahme für die Mücke erleichtern. Auf diese körperfremden Proteine reagiert unser Immunsystem an der Einstichstelle. Es setzt Histamin frei, das bei den meisten Menschen Schwellungen und Rötungen hervorruft. So entsteht ein juckender Mückenstich. Andere Stoffe des Mückenspeichels betäuben die Einstichwunde, sodass der Stich während der Blutmahlzeit der Mücke meist gar nicht bemerkt wird. Mit dem Speichel können Krankheitserreger wie Viren und mikroskopisch kleine Blutparasiten auf die Wirte übertragen werden. In den Tropen sind das unter anderem Erreger, die Malaria, Dengue-Fieber und Gelbfieber auslösen. In Deutschland übertragen Mücken bisher nur in seltenen Fällen solche Erreger.

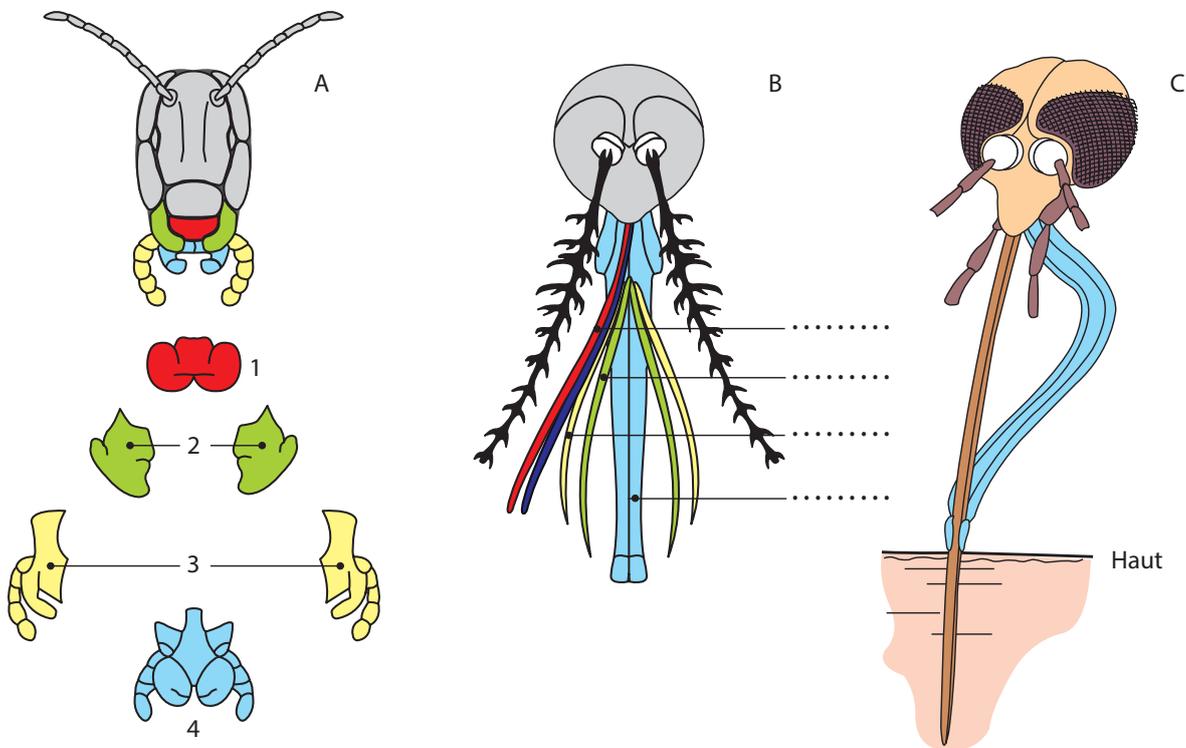


Abb.: Mundwerkzeuge. A) Heuschrecke (kauend-beißend), B) Stechmücke (stechend-saugend), C) Einstich in die Haut.

Aufgaben:

1. Beschrifte die Mundwerkzeuge eines kauend-beißenden Insekts, indem Du den Ziffern die richtigen Bestandteile zuordnest. Beschrifte anschließend die Bestandteile des Mückenrüssels mit den zugehörigen Ziffern.
2. Beschreibe den Ablauf einer Blutmahlzeit eines Stechmückenweibchens in Form eines Ablaufschemas. Nutze alle Informationen des Materials.
3. Recherchiere die Verbreitung und die Symptome der oben genannten Tropenkrankheiten.

Dengue-Fieber kennt hier keiner

Der 17jährige Philip dachte zunächst an eine harmlose Grippe, die er sich im langersehnten Familienurlaub auf Thailand eingefangen hatte: Er klagte über Kopf- und Gliederschmerzen, allgemeine Schwäche und Unwohlsein. Als dann das hohe Fieber kam, Schnupfen und Halsschmerzen ausblieben, schickte ihn die besorgte Mutter zum Arzt. Mit Blick auf das Urlaubsziel der Familie veranlasste der Hausarzt einen Schnelltest auf eine weit verbreitete Tropenkrankheit. Das Ergebnis des Antigen-Tests war eindeutig: Philip hatte sich mit Dengue-Viren (Lautschrift: denge, dengi) infiziert.

Das Dengue-Virus kommt heute in weiten Teilen der Tropen vor. Ursprünglich war es in Westafrika und in Südostasien verbreitet. Es verursacht beim Menschen das sogenannte Dengue-Fieber. Die Inkubationszeit beträgt 3 bis 14 Tage. Die meisten Menschen überstehen eine Infektion nach etwa einer Woche ohne bleibende Schäden. In einigen Fällen nimmt die Krankheit jedoch schwere Verlaufsformen an und die infizierten Menschen können daran sterben. Vom Dengue-Virus sind bisher vier verschiedenen Varianten bekannt, die alle den gleichen Übertragungsweg nutzen.

Das Virus gehört zu den Arboviren (durch Insekten übertragbare Viren). Es ist wie alle Viren relativ einfach gebaut (Abb. 1). Wie die Malaria Parasiten wird es durch Mücken übertragen, die Blut von bereits infizierten Menschen gesaugt haben (Abb. 2). Als die wichtigsten Überträger gelten heute die Gelbfiebersmücke (*Aedes aegypti*) und die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*).

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schätzt, dass weltweit derzeit etwa 400 Millionen Menschen jährlich mit dem Dengue-Virus infiziert werden. Damit hat das Dengue-Fieber in der Häufigkeit die weit verbreitete Malaria längst überholt.

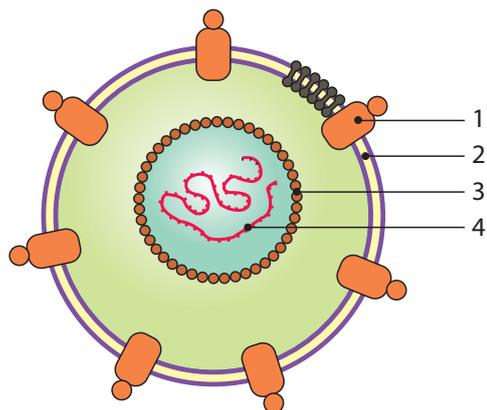


Abb. 1 Bau des Dengue-Virus

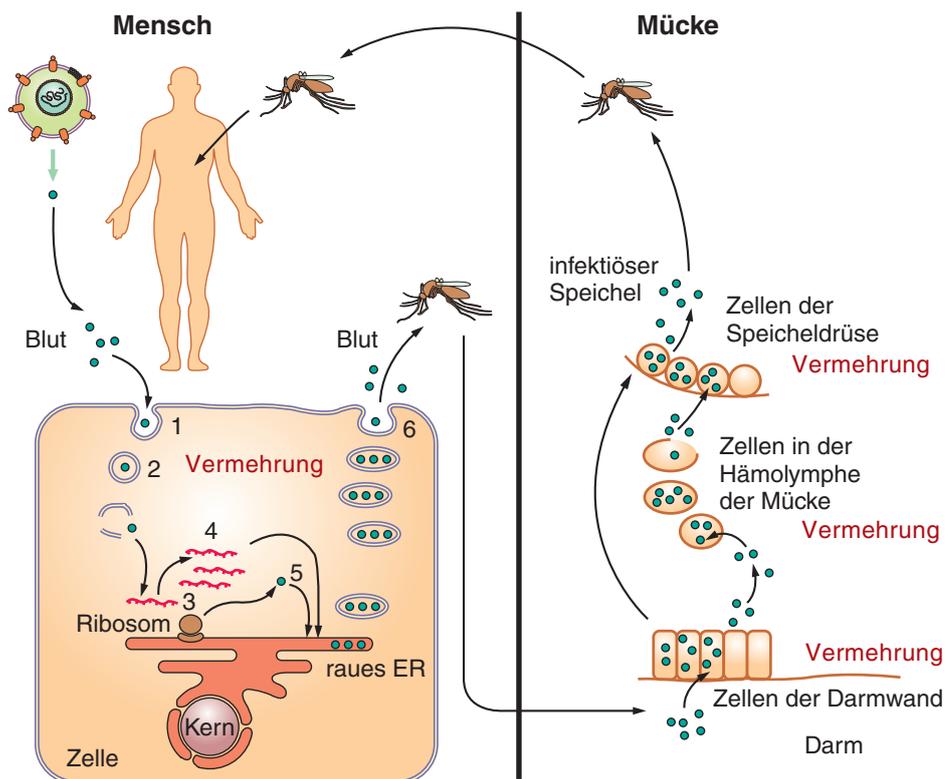


Abb. 2 Vermehrung und Übertragung des Dengue-Virus (stark vereinfacht)

Aufgaben:

1. Recherchieren Sie die aktuelle Verbreitung des Dengue-Virus. Nutzen Sie Seiten offizieller Organisationen und Institute für Tropenmedizin.
2. Beschriften Sie das in Abb. 1 dargestellte Dengue-Virus.
3. Beschreiben Sie den Entwicklungsprozess des Dengue-Virus in einer menschlichen Zelle (Abb. 2). Beziehen Sie in Ihre Beschreibung Ihre molekulargenetischen und zytologischen Kenntnisse der schematisch dargestellten Vorgänge 1 bis 6 ein.
4. Vergleichen Sie den Dengue-Zyklus (Abb. 2) mit dem Malaria-Zyklus.
5. Formulieren Sie unter Einbeziehung Ihrer Kenntnisse zum menschlichen Immunsystem eine Hypothese, warum ein in der Vergangenheit an Dengue-Fieber erkrankter Mensch erneut erkranken kann.