

Zecken und ihre Pathogene im Klimawandel (ZePaK)

Ticks and their pathogens in climate change (ZePaK)

ZUSAMMENFASSUNG

Die in Deutschland üblicherweise vorkommenden Zecken stellen bereits eine Gefahr für die Gesundheit der Menschen dar. Dies gilt insbesondere für exponierte Personen, zum Beispiel durch häufige Aufenthalte im Freien. Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) und Borreliose sind hierbei die bekanntesten, aber nicht einzigen durch Zecken übertragenen Krankheiten. Vermutlich aufgrund der warmen Temperaturen und der Trockenheit der letzten Jahre hat sich die Zeckenfauna regional teils deutlich verändert. Einige Arten traten neu oder vermehrt auf, andere wurden in ihrer Anzahl beziehungsweise ihrer Aktivität sehr eingeschränkt. Ein genaues Bild des Vorkommens verschiedener Zeckenarten in Deutschland, ihrer Betriebsamkeit und der von ihnen übertragenen Krankheiten, ist nicht vorhanden. Um die neuesten Informationen über die Veränderungen innerhalb der Zeckenfauna zu erlangen, wurde ein Citizen Science-Projekt konzipiert, das das Sammeln von Zecken, Aufklärung und eine Präventionsverbesserung zum Ziel hat. Ergebnisse werden auf einer Webseite in Form eines deutschlandweiten Zecken-Atlas einer möglichst breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

ABSTRACT

Ticks, which have always been present in Germany, already pose a health risk. This applies in particular to exposed people, for example due to frequent stays outdoors. Tick-borne encephalitis and Lyme disease are the best-known tick-borne diseases, however not the only ones. Probably due to the warmer temperatures and the drought of the last years, the tick fauna has changed regionally, partly significantly. Some tick species appeared newly or their number and/or activity increased, other tick species were strongly restricted in their occurrence or activity. An exact picture of the occurrence of different tick species in Germany, their activity and the diseases they transmit is not available. In order to get the latest information about the changes within the tick fauna, a Citizen Science project was conceived, which aims at education, collection of ticks and disease-prevention improvement. Results of this project will be made available to the widest possible public on a web site in the form of a German-wide tick atlas.

HINTERGRUND

Die meisten Menschen haben intuitiv eine deutliche, mit Ekel verbundene Abneigung gegen Zecken. Der Zeckenstich selbst stellt dabei im Regelfall kaum ein gesundheitliches

Problem dar. Es geht jedoch von den potenziell durch Zecken übertragenen Krankheitserregern eine Gefahr aus. Die grundsätzlich impfpräventable Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) tritt jährlich 300 bis 600 Mal auf, während es bei Borreliose

PETER HAGEDORN¹,
GREGOR MATTERT¹,
SUSANNE GOTTWALD¹,
LUZIE VERBEEK²

¹ Robert Koch-Institut
² Bundesministerium
für Gesundheit



Hyalomma marginatum. Zecken dieser Gattung sind mit dem Krim-Kongo Hämorrhagischen Fieber assoziiert. Sie sind Vektor und Reservoir für das diese Krankheit hervorrufende Virus (CCHFV). Quelle: RKI.

mindestens 214.000 neue Fälle sind (Enkelmann et al. 2018). Noch nicht berücksichtigt sind dabei weitere Krankheiten, die in der Öffentlichkeit und zum Teil auch in der Ärzteschaft noch wenig Beachtung finden. Dazu gehören Rickettsiosen, Ehrlichiosen, Neoehrlichiosen, Tularämie, Q-Fieber, Babesiose und die Humane Granulozytäre Anaplasmose. Es ist zu erwarten, dass sich die Zeckenfauna mit dem Fortschreiten des Klimawandels weiter verändern wird. Hierdurch kann es quantitativ und qualitativ zu einer Veränderung der von Zecken übertragenen Krankheiten kommen. Die Entwicklung des Auftretens einzelner Pathogene ist schwer vorauszu- sehen. Nicht zuletzt besteht die Möglichkeit, dass sich nicht nur die Zeckenfauna, sondern auch die Übertragbarkeit der Pathogene verändert und man mit unerwartet wachsenden Inzidenzen unterschiedlicher Erkrankungen konfrontiert wird.

AUSGANGSLAGE

Der Gemeine Holzbock (*Ixodes ricinus*) stellt derzeit die vorherrschende Zeckenart in Deutschland dar. Die Zecke zeigt in allen Stadien eine geringe Wirtsspezifität. Der Gemeine Holzbock ist ein idealer Vektor und ideales Reservoir zahlreicher durch Zecken übertragener Krankheiten. Trotz Bemühungen, wie zum Beispiel Impfprogrammen gegen FSME, stellen die vom Gemeinen Holzbock übertragenen Krankheiten eine immer größere Gefahr für die Gesundheit dar und spielen eine zunehmend größere Rolle im Gesundheitssystem. Einerseits sind nicht alle durch *Ixodes ricinus* übertragenen Krankheiten umfassend erforscht und bekannt und werden deswegen unter Umständen vernachlässigt. Andererseits ergibt sich schlicht durch die große Anzahl von Zeckenstichen sowie die Anzahl infizierter Zecken ein Problem.

Zusätzlich ist die Zusammenarbeit mit den Patienten und Patientinnen, auch wegen ungenauer Informationen im Internet, mitunter herausfordernd. Darüber hinaus können Zecken zu weiteren behandlungsbedürftigen Erkrankungen führen (z. B. Rickettsiosen), die in Deutschland noch wenig bekannt sind und gegebenenfalls übersehen, nicht oder sogar falsch behandelt werden.

Es ist zu erwarten, dass sich sowohl die Zeckenfauna als auch die durch Zecken übertragenen Erkrankungen im Rahmen des Klimawandels verändern. Dementsprechend sollten die vorhandenen Präventionsmaßnahmen angepasst werden. Im Vordergrund sollten dabei die Interaktionen zwischen Umwelt, Mensch und Tier stehen. Bisher wird die Zeckenproblematik jedoch nicht ausreichend in einem One Health-Ansatz betrachtet.

VERÄNDERTE ZECKENFAUNA

In den letzten Jahren wurden in Deutschland neu vorkommende Zeckenarten wie Auwaldzecken (*Dermacentor reticulatus*), Reliktzecken (*Haemaphysalis concinna*), Braune Hundezecken (*Rhipicephalus sanguineus*) und Zecken der Gattung Hyalomma beobachtet (PETNEY et al. 2012; Chitimia-Dobler et al. 2019; Hagedorn 2019; Hagedorn 2013). Speziell Reliktzecken und Zecken der Gattung Hyalomma sind Vektoren und Reservoir für gefährlicher Krankheiten. Die Reliktzecke gilt in ihrem Hauptverbreitungsgebiet in Asien als Reservoir und Vektor des Severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS) (Tian et al. 2017). Zecken der Gattung Hyalomma übertragen das Krim-Kongo Hämorrhagische Fieber (Kautman et al. 2016). Auwaldzecken übertragen das Omsk-Hämorrhagische Fieber (Groß 2009; Földvári et al. 2016; Jones et al. 2019). In Deutschland wurden diese Pathogene bisher noch nicht in Zecken nachgewiesen und es gab bisher keine autochthonen Fälle, bei denen die Ansteckung in Deutschland stattgefunden hat.

Diese in Deutschland neu vorkommenden Zeckenarten zeigen unterschiedliche und vom Holzbock abweichende ökologische Bedürfnisse und Verhaltensweisen. Während der heimische Holzbock Mindesttemperaturen von 7 bis 10° Celsius benötigt, ist die Auwaldzecke vor allem in der kühleren Zeit aktiv. Die Gefahr, von einer Zecke gestochen zu werden, beschränkt sich damit nicht mehr nur auf Frühling und Sommer, sondern Zeckenstiche treten auch im Winter auf.

Der Holzbock nutzt für das Auffinden der Wirte eine Hinterhalts-Strategie und wartet, bis er von seinen Wirten abgestreift wird. Auwald-, Relikt- und Hyalommazecken hingegen sind Laufzecken, die aktiv nach Wirten suchen und sich zu diesem Zweck mitunter schnell auf ihre Wirte zubewegen können. Deswegen müssen auch andere Verhaltensweisen im Hinblick auf die Prophylaxe gegen Zeckenstiche definiert werden.

Die Auwaldzecke breitet sich stark aus. Bei der aus der gleichen Gattung stammenden Winterzecke (*Dermacentor albipictus*) konnte man in Kanada beobachten, dass auch große Tiere wie beispielsweise Elche stark unter der Zeckenlast leiden. Durch den Blutverlust sterben bis zu 70 Prozent der Kälber, wodurch diese Elch-Art sogar in ihrem Bestand bedroht wird (Jones et al. 2019). Derartige wesentliche Veränderungen, die das ökologische Gleichgewicht stören können, sind durch eine Ausbreitung der Zecken auch in Deutschland nicht ausgeschlossen.

PROJEKT

Das ZePaK-Projekt (Zecken und ihre Pathogene im Klimawandel) baut auf verschiedenen Pfeilern auf. Ein wichtiger Teil ist die aktive Zeckensurveillance. Die Zeckenabundanz und -aktivität wurde in 14 Gebieten in Berlin und Brandenburg unter standardisierten Bedingungen bestimmt. Mittels eines Next Generation Sequencing (NGS)-Ansatzes wurden die gefundenen Zecken auf Pathogene (Bakterien und Viren) untersucht. Dabei stand in diesem Pilotprojekt noch nicht die

Inzidenz der einzelnen Pathogene im Vordergrund, sondern die Evaluation der Methode des Sammelns von Zecken zur Durchführung solcher Untersuchungen. Für eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Orte sind zum Beispiel ähnliche Wetterbedingungen anzustreben beziehungsweise müssen diese als Ursache von gegebenenfalls nur kurzfristigen Unterschieden – im Gegensatz zu klimatischen Veränderungen – mit in Erwägung gezogen werden.

Die Ergebnisse konnten unmittelbar in den deutschlandweiten Zecken-Atlas integriert werden, der laufend aktualisiert wird. Die Webseite hat das Ziel, einen Beitrag zur Transparenz über das Vorkommen von Zecken, zur Prävention von durch Zecken übertragbaren Infektionskrankheiten und zur Aufklärung zu leisten.

ZEPAK – ZECKEN-ATLAS VOM RKI

Die Webseite ist aber auch essenziell, um benötigtes Probenmaterial zu gewinnen. Die Bevölkerung wird in einem Citizen Science-Ansatz hierzu sensibilisiert und erhält die Möglichkeit, die Art der selbstgefundenen Zecke zu erfahren. Zusätzlich wird in priorisierten, das heißt bei medizinisch indizierten Fällen, untersucht, ob die Zecke mit Krankheitserregern infiziert gewesen sein kann. Diese Art von Beteiligung weckt ein weitgehendes Interesse an dem Thema und erforderliche Maßnahmen wie Impfungen (gegen FSME möglich) und Behandlungen werden verständlicher. Die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Patient und/oder Patientin verbessert sich. In dieser Plattform fließen die verschiedenen Daten zu Zecken und Krankheiten zusammen. Es werden nach Möglichkeit Vor-Ort-Fortbildungsveranstaltungen durchgeführt, um die Faszination für den Wald, das Verständnis für die Komplexität des Themas und möglichst praktische Tipps zum Umgang mit Zecken zu vermitteln.

In der Pandemie wurden viele Veranstaltungen als Online-Version abgehalten. Praktische Einschätzungen, zum Beispiel zum

Vorkommen von Zecken vor Ort, konnten dann nicht gegeben werden. Gleichzeitig wurden durch dieses Format mehr Interessierte erreicht. Hierzu gehörten zum Beispiel Fachpersonal aus den Bereichen Forsterei, Waldarbeiten, Ranger und Waldpädagogik. Neben einem Twitter-Aufruf und einem Fernsehauftritt führten diese Aufklärungsveranstaltungen zur Einsendung zahlreicher Zecken.

BISHERIGE ERGEBNISSE ZU ZECKEN

Durch das Citizen Science-Projekt wurden 2021 insgesamt 580 Zecken aus dem gesamten Bundesgebiet gesammelt. Darunter waren fünf Zeckenarten (Holzbock, Auwaldzecke, Braune Hundezecke, *Hyalomma marginatum* und Reliktzecke) vertreten, die teilweise in Gebieten gefunden wurden, in denen sie vorher noch nicht beschrieben wurden. Die aktive Zeckensurveillance in Berlin, Brandenburg und Nordrhein-Westfalen lieferte im selben Zeitraum 752 Zecken. Unter diesen Zecken waren vier Zeckenarten vertreten (Holzbock, Auwaldzecke, Braune Hundezecke und Reliktzecke).

Insgesamt 396 Gemeine Holzböcke, Auwald- und Reliktzecken wurden mittels Nanopore Sequencing auf Pathogene untersucht. Dabei wurde Erbsubstanz von fünf verschiedenen Pathogenen gefunden (TABELLE 1).

Die Proben wurden auch auf Viren untersucht, wobei kein Vorkommen des FSME-Virus (FSMEV) festgestellt werden konnte. Dieser Befund ist nicht verwunderlich, da FSMEV in Zecken, auch in Risikogebieten, nur im Promillebereich vorkommt. Bei einer Probengröße von n=396 wäre ein Virusfund ein Zufallsfund gewesen (Ott et al. 2020).

PATHOGEN	HOLZBOCK n=97	AUWALDZECKE n=298	GESAMTPROZENTSATZ
ANAPLASMA	1 (1,1%)	-	0,3 %
BORRELIA	2 (2,1%)	1(0,3 %)	0,8 %
COXIELLA	-	2(0,7 %)	0,5 %
FRANCISELLA	16 (16,5%)	172(57,7 %)	47,5 %
RICKETTSIA	18 (18,6%)	103(34,6 %)	30,6 %

TABELLE I

Zeckenarten und gefundene Pathogen DNA aus dem Jahr 2021.

AUSBLICK UND DISKUSSION

Die bisherige Arbeit hat gezeigt, dass die durch den Citizen Science-Ansatz erhaltenen Ergebnisse eine wertvolle Ergänzung zu den Daten aus bisher in Deutschland gefundenen Zeckenarten geben können. Vor allem seltene Zeckenarten werden mit diesem Ansatz erfasst und eine gezielte Nachuntersuchung der Gebiete kann die im Citizen Science-Ansatz enthaltenen Unsicherheiten, wie etwa die falsche Bestimmung der gefundenen Proben, ausräumen.

Die verschiedenen Labormethoden zur Untersuchung der Pathogene in den Zecken haben teilweise zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt. Diese könnten gegebenenfalls in Zukunft durch eine Kombination von Methoden verhindert werden (Kohl et al. 2021).

Zeckendichte und Pathogeninzidenzen lassen sich grundsätzlich effektiver mit dem klassischen Ansatz des Zeckensuchens mittels „Flagging“ bestimmen, da Zecken so standardisiert erfasst, transportiert und untersucht werden. Beim „Flagging“ wird über ein definiertes Stück Boden eine weiße Flagge gezogen. Zecken, die auf der Suche nach einem Wirt sind, bleiben an der Flagge haften und können anschließend mit einer Pinzette abgesammelt werden.

Dies gilt nicht für die Laufzecken. Für diese Zecken sind die Definition und Anwendung anderer Sammelmethode zu etablieren.

Unsere Arbeit im vom Bundesministerium für Gesundheit geförderten Projekt berührt Fragestellungen, die aus verschiedenen Arbeitsfeldern stammen und perspektivisch mit den Ergebnissen des Projektes beantwortet werden können.

Wir hoffen, dass zukünftig Kooperationen möglich werden, deren Resultate ebenfalls im bundesweiten Zecken-Atlas dargestellt werden können. ●

LITERATUR

Chitimia-Dobler L, Schaper S, Rieß R et al. (2019): Imported Hyalomma ticks in Germany in 2018. *Parasites & vectors* 12(1): 134. DOI: 10.1186/s13071-019-3380-4.

Enkelmann J, Böhmer M, Fingerle V et al. (2018): Incidence of notified Lyme borreliosis in Germany, 2013-2017. *Scientific reports* 8(1): 14976. DOI: 10.1038/s41598-018-33136-0.

Földvári G, Široký P, Szekeres S et al. (2016): Dermacentor reticulatus: a vector on the rise. *Parasites & vectors* 9(1): 314. DOI: 10.1186/s13071-016-1599-x.

Groß U (2009): *Kurzlehrbuch Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie [MEDI-LEARN-Gütesiegel]*. 2. Aufl. Thieme. Stuttgart.

Hagedorn P (2019): Fund von Zecken der Gattung Hyalomma in Deutschland. DOI: 10.25646/5893.

Hagedorn P (2013): Untersuchung von Zecken als Marker für die Gefährdung durch von ihnen übertragene Krankheiten. Unter Mitarbeit von Universitätsbibliothek der FU Berlin.

Jones H, Pekins P, Kantar L et al. (2019): Mortality assessment of moose (*Alces alces*) calves during successive years of winter tick (*Dermacentor albipictus*) epizootics in New Hampshire and Maine (USA). *Can. J. Zool.* 97(1): 22–30. DOI: 10.1139/cjz-2018-0140.

Kautman M, Tiar G, Papa A et al. (2016): AP92-like Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus in Hyalomma aegyptium Ticks, Algeria. *Emerging infectious diseases* 22(2): 354–356. DOI: 10.3201/eid2202.151528.

Kohl C, Brinkmann A, Radonić A et al. (2021): The virome of German bats: comparing virus discovery approaches. *Scientific reports* 11(1): 7430. DOI: 10.1038/s41598-021-86435-4.

Ott D, Ulrich K, Ginsbach P et al. (2020): Tick-borne encephalitis virus (TBEV) prevalence in field-collected ticks (*Ixodes ricinus*) and phylogenetic, structural and virulence analysis in a TBE high-risk endemic area in southwestern Germany. *Parasites & vectors* 13(1): 303. DOI: 10.1186/s13071-020-04146-7.

Petney TN, Pfäffle MP, Skuballa JD (2012): An annotated checklist of the ticks (Acari: Ixodida) of Germany. *Systematic and Applied Acarology* 17(2): 115–170. DOI: 10.11158/saa.17.2.2.

Tian H, Yu P, Chowell G et al. (2017): Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome Virus in Humans, Domesticated Animals, Ticks, and Mosquitoes, Shaanxi Province, China. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 96(6): 1346–1349. DOI: 10.4269/ajtmh.16-0333.

ZePaK – Zecken-Atlas vom RKI (2022): ZePaK – Zecken-Atlas vom RKI. Online verfügbar unter <http://www.zepak-rki.de/> (Zugriff am: 18.01.2022).

KONTAKT

Peter Hagedorn
Robert Koch-Institut
Zentrum für Biologische Gefahren &
Spezielle Pathogene
Seestraße 10
13353 Berlin
E-Mail: hagedornp@rki.de

[RKI]