

# Verbreitung von Vektoren-Tieren

## und Ausbreitung von bestehenden und neuen Infektionskrankheiten

*Das 20. und 21. Jahrhundert sind geprägt von gewaltigem Bevölkerungswachstum, beschleunigter technischer Entwicklung und gesteigertem Konsum von Energieträgern sowie Industriegütern. Damit einhergehend kommt es zu Umweltverschmutzung, Klimawandel und Zerstörung von Habitaten, akzelerierter Mobilität von Menschen, Tieren und Waren. Als Konsequenz kommt es zu einer veränderten Verteilung wie auch Verhaltensänderungen von Vektoren, verändertem Kontakt zwischen Mensch und Vektoren, und beschleunigten Verbreitung von vektorbürtigen Infektionskrankheiten. Dieser Artikel soll eine Übersicht geben über den aktuellen Kenntnisstand zu klimabezogenen Aspekten in Bezug auf Vektoren und vektorbürtigen Infektionskrankheiten.*

### Industrie, Klimawandel und Tropenmedizin

Mit der Entwicklung der industriellen Revolution im 18. und 19. Jahrhundert wurden neben beschleunigter Güterproduktion auch grundlegende Voraussetzungen für klimazonenüberschreitende Mobilität geschaffen. Die technischen Errungenschaften erforderten Primärmaterial- als auch Energieressourcen, deren Förderung und Zurverfügungstellung wiederum durch die Industrialisierung in diesem Ausmaß erst möglich wurde. Dabei wurden auch zusehends Gegenden in anderen Kontinenten außerhalb Europas als Ressourcenlieferanten erkannt. Arbeitskraftintensiv waren hierbei Plantagen, die wichtige industriell genutzte Primärstoffe erzeugten, wie zum Beispiel Kautschukplantagen in Liberia. Die Regionen des globalen Südens wurden damit zum gefragten Aktivum, nebst der indigenen Bevölkerung als Arbeitskraft [1]. Frühzeitig hatte diese Entwicklung auch eine medizinische Herausforderung zu erkennen gegeben. Es wurden eine Reihe bis dato wenig oder unbekannter Krankheitsentitäten beschrieben und beforscht. Entsprechend wurden in fast allen Kolonialstaaten Europas Fachinstitute für Tropenkrankheiten gegründet, die ihre Gründungsjahre in der Hochzeit der Kolonialära haben, so zum Beispiel in London im Jahre 1899, Hamburg 1900 oder Amsterdam 1910.

Die beiden Weltkriege und die unmittelbare Zeit danach führten schließlich zu einer Entkolonialisierung der afrikanischen Staaten. Gleichzeitig steigerte sich jedoch der Ressourcenbedarf mit der technologischen Entwicklung weiter. Der globale Energieverbrauch lag um 1900 noch bei etwa 12.000 Tera-Watt-Stunden und erreichte einhundert Jahre später die 120.000 TWh-Marke [2].

Agrarnutzung von großen Landoberflächen führte zu einer Verdrängung von Wäldern, aber auch zu einem gesteigerten Risiko für Erosionen, Überflutungen und Dürren. Gleichzeitig kam es zu einem gesteigerten Eintrag an Schadstoffen in die Umwelt, zum Beispiel im Rahmen von Goldabbau oder Nutzung von Pestiziden in der Landwirtschaft. Die Verschiebungen in der Effizienzsteigerung in der Landwirtschaft führten zu Landflucht und stetig zunehmender Urbanisierung [3].

Im globalen Rahmen kam es insbesondere nach den beiden Weltkriegen zu einer exponentiell zunehmenden Reisetätigkeit. Der Reiseverkehr nahm von etwa 25 Millionen internationalen Reisen im Jahr 1950 auf 1,4 Milliarden im Jahr 2018 zu. Wichtige Reismotive sind die Wirtschaft aber auch der globale Tourismus [4].

### Klima

Das Erdklima ist natürlichen periodischen Rhythmen unterworfen, so zum Beispiel im Rahmen von Sonnenzyklen oder eiszeitlichen Zyklen. Die Temperaturentwicklung der Erdoberflächentemperatur der vergangenen hundert Jahre weicht jedoch von dem zu erwartenden Verlauf ab, im Sinne einer nicht-natürlichen Überwärmung, die in diesem Zeitraum bereits auf 0,85 °C beziffert wird. Es bleibt dabei aber nicht nur bei einer Temperaturveränderung, die thermischen Veränderungen führen auch zu Veränderungen von globalen Luftströmen und Niederschlägen [5].

Wichtig ist hierbei jedoch anzuerkennen, dass der reine Klimawandel mit Erderwärmung nur eine Variable unter vielen ist. So spielen ebenso der



Mückenlarven-Surveillance in Ghana

Eintrag von Schadstoffen in die Natur, die Fauna und Floraveränderungen oder die Veränderung der Bodenbeschaffenheit große Rollen. Der Klimawandel kann jedoch als hinweisend auf die übrigen Elemente in der Kaskade im Ressourcenverbrauch angesehen werden.

### Klimasensitive Vektoren

Es gibt eine Reihe klimasensitiver Krankheitsentitäten, wie zum Beispiel Allergien, Herz-Kreislaufschädigungen oder Effekte direkter Hitzeeinwirkung. Im Rahmen dieses Artikels soll der Fokus auf den Einflüssen des Klimas auf vektorbürtige (also durch Gliederfüßer übertragene) Erkrankungen mit humanpathogener Relevanz liegen. Das Klima hat hierbei direkte Einflüsse, wie zum Beispiel die Geschwindigkeit der ontogenetischen Entwicklung des Vektors oder des zu übertragenden Krankheitserregers. Höhere Umgebungstemperaturen führen dabei zu einer schnelleren Entwicklung von Erregern in den Vektoren im Sinne einer beschleunigten extrinsischen Inkubationszeit. Höhere Luftfeuchtigkeit und Niederschlagsmengen

begünstigen die Eiablage und verlängern die Lebensdauer von beispielsweise Stechmücken. Als indirekte Einflüsse sind die Verbreitung und die Dichte der Vektoren zu nennen, aber auch beispielsweise gesteigerte Exposition von Menschen durch Eindringen in Habitate. Dabei kommt es nicht nur zu einer weiteren Verbreitung von Vektoren per continuitatem, sondern über den globalen Güterverkehr teils sprunghaft. Ein Beispiel ist die Einführung von *Aedes albopictus* Mücken aus China in die Niederlande zu nennen, und zwar durch Containerverschiffung von Bambuspflänzchen, die dann von Holland aus als Zimmerpflanzen den europäischen Markt erreichen. Diese Stechmückenspezies ist ein wichtiger Überträger von verschiedenen Flaviviren [6].

## Vektoren und übertragene Infektionskrankheiten: eine repräsentative Auswahl

### *Ixodes ricinus* und die Frühsommer-Meningoenzephalitis

Zecken können Überträger einer Vielzahl von Infektionskrankheiten sein, so zum Beispiel der Flavivirus-Infektion Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) der Borreliose oder verschiedener Rickettsiosen. Herausgegriffen sei der in Mitteleuropa relevante Vertreter *Ixodes ricinus* zusammen mit der FSME als Krankheitsentität. Der Lebenszyklus von *Ixodes ricinus* umfasst in der Regel bis zu drei Jahre. Die Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen ist dabei komplex und multiform. Der Wechsel der Lebensstadien vom Ei über die Larve und Nymphe hin zur adulten Zecke hängt von Blutmahlzeiten an Wirten ab, die sich wiederum zwischen den Lebensphasen unterscheiden. Besonders die Larven sind von kleinen Nagern als Wirt abhängig, diese wiederum sind unterschiedlich zahlreich verfügbar je nachdem, welche Futtermengen vorliegen, was wiederum von den klimatischen Bedingungen für die Flora abhängt. Daneben sind die Überlebenschancen der verschiedenen Stadien in den Wintermonaten nicht nur von Umgebungstemperaturen abhängig, sondern auch von Schneelagen, die temperaturmoderierend wirken können. Die FSME hat einen Manifestationsindex von nur 30 Prozent und von den Manifestationen erreichen etwa 10 Prozent ein schweres, meningoenzephalitisches Stadium. Die Fallsterblichkeit wird mit 0,5 bis 2 Prozent angegeben [7]. Die Prävalenz erfasster humaner FSME-Fälle hat sich jedoch im europäischen Raum in den vergangenen 30 Jahren vervierfacht. Das Robert-Koch-Institut (RKI) hat im Jahr 2020 insgesamt 706 Fälle erfasst [8].

### Culicidae und das West-Nil-Fieber

Vögel sind das Reservoir für das West-Nil-Fieber-Virus (WNV). Die Erkrankung kann über *Culex*-Mücken auf den Menschen übertragen werden.

Etwa 80 Prozent der Infektionen sind asymptomatisch, und nur weniger als ein Prozent erleidet eine Meningoenzephalitis. Dann liegt die Fallsterblichkeit jedoch bei ca. zehn Prozent [9]. Die Prävalenz von WNV-Infektionen ist über die vergangenen Jahre in Europa angestiegen, Infektionen werden mittlerweile jährlich aus Mittelmeer- und Schwarzmeer-Anrainerstaaten sowie aus dem Balkan gemeldet.

### *Aedes albopictus* und Infektionen mit Chikungunya-Virus, Zika-Virus und Dengue-Virus

Die Erreger der Krankheiten Chikungunya-, Dengue- und Zika-Fieber gehören zwar nicht derselben Virusfamilie an, sind aber bezüglich Übertragung und Symptomatologie sehr ähnlich und sollen deshalb hier zusammengefasst werden. Der wichtigste Überträger ist die Stechmücke der Art *Aedes albopictus*, die Symptomatik ist unspezifisch mit Fieber, Hautausschlag und Kopf-, Muskel- oder Gelenkschmerzen. Besondere Aufmerksamkeit haben kongenitale Malformationen bei Zika-Virus-Infektionen bei Schwangeren hervorgerufen. Alle drei Entitäten haben in den vergangenen Jahren eine besondere epidemiologische Dynamik durchgemacht. So kam es in den Jahren 2007 bis 2016 zu einer Ausbruchswelle von Zika-Fieber, die im Pazifik begann und schließlich vor allem Lateinamerika erfasst hat. Das Chikungunya-Fieber wurde seit 2013 erstmalig in der Karibik und im Weiteren in Lateinamerika beschrieben. Alle drei Infektionserkrankungen konnten mittlerweile auch autochthone Übertragungen in Europa vorweisen [10].

### *Anopheles species* und die Malaria

Im 19. Jahrhundert war die Malaria noch in Mittel- bis nach Nordeuropa endemisch, so auch in Deutschland, hier vor allem noch im Rheingebiet. Vektoren sind verschiedene *Anopheles*-Arten, die unterschiedliche gute Überträgerkompetenz aufweisen. Vor allem durch Vektorkontrollmaßnahmen konnte die Malaria aus Europa eliminiert werden, so zum Beispiel durch Trockenlegung von Feuchtgebieten. Die Malaria spielt damit heutzutage in Europa vor allem als importierte Infektionserkrankung eine Rolle. So wurden im Jahr 2019 gemäß Angaben des RKI 999 Malariafälle nach Deutschland importiert [8]. Wichtige Risikogruppen sind dabei Individualtouristen, aber auch in Deutschland wohnhafte Personen, die aus Endemiegebieten stammen und dorthin zum Besuch von Familie und Freunden reisen. Dauerhaft in Endemiegebieten Lebende genießen eine Teilimmunität, die vor schwerer Krankheit schützt, die aber nach ein paar Jahren Abwesenheit auch wieder verloren geht.

### Phlebotomen und die Leishmaniose

Phlebotomen sind sehr kleine Mückenarten, die schwer zu sehen sind, aber sehr unangenehme Stichphänomene zeigen mit langbestehenden, stark juckenden Papeln. Daneben können sie ver-

schiedene Formen der Leishmaniose übertragen. Was vielen Reisenden in die europäischen Mittelmeer-Küstenregionen nicht bekannt ist, ist dass dort nicht selten die kutane Leishmaniose, hier ausgelöst durch *Leishmania infantum*, vorkommt. Diese manifestiert sich durch über Wochen bis Monate entwickelnde noduläre und schließlich ulzerierende Hautläsionen. Als relevantes Reservoir gilt der Hund. Die Phlebotomen werden zunehmend als invasive Spezies bis nördlich der Alpen und damit auch in Deutschland nachgewiesen [11]. Autochthone Übertragungen auch bei uns bleiben damit abzuwarten.

## Schlussfolgerungen

Das öffentliche Gesundheitswesen und alle im Gesundheitsdienst Tätigen sollten entsprechend vorbereitet sein, gehäuft auf Infektionskrankheiten zu treffen, die vor ein paar Jahrzehnten noch exotischen Charakter hatten. So ist die Diagnosestellung eines West-Nil-Fiebers in Italien nicht mehr infektiologischen Fachinstituten vorbehalten, sondern Teil des Repertoires der Allgemeinverteilung. Darüber hinaus müssen flächendeckende Surveillancemechanismen etabliert werden, die den Eintrag, die Etablierung und die Ausbreitung von Vektoren und vektorbürtigen Infektionskrankheiten abzubilden vermögen und so rechtzeitig eine Adaptierung der Versorgungsleistungen an die epidemiologische Situation ermöglichen (siehe Abbildung). Gleichzeitig müssen wir als Teil des Gesundheitssystems aber auch unseren Anteil an den Treibhausgasemissionen erkennen und entsprechend gegensteuern. Dieser Anteil wurde global durch die Lancet Commission auf 4,6 Prozent der Gesamtemissionen beziffert [12]. Der unbedachte Ressourcenverbrauch in der Medizin hat also nicht nur eine rein ökonomische Dimension, wir tragen mit den Handlungsentscheidungen auch eine ökologische Verantwortung. Dieses Element darf in Überlegungen zu medizinischen Handlungsanweisungen nicht mehr übergangen werden.

*Das Literaturverzeichnis kann im Internet unter [www.bayerisches-aerzteblatt.de](http://www.bayerisches-aerzteblatt.de) (Aktuelles Heft) abgerufen werden.*

## Autor

Privatdozent Dr. Günter Fröschl, MD,  
M. Sc. International Health

LMU Klinikum München – Innenstadt,  
Medizinische Klinik und Poliklinik IV,  
Abteilung für Infektions- und Tropenmedizin,  
Leopoldstr. 5, 80802 München