

Globale Erwärmung und durch Stechmücken übertragene Infektionskrankheiten im Großraum Wien

Franz Rubel, Katharina Brugger und Cornelia Rath

Institut für Öffentliches Veterinärwesen, Veterinärmedizinische Universität, Veterinärplatz 1, 1210 Wien

Zusammenfassung

Am Beispiel von aktuell in Österreich auftretende Arboviren (Blauzungen-, West Nil und Usutu Virus) wird der Einfluss der globalen Erwärmung auf die Verbreitung von vektor-getragenen Infektionskrankheiten diskutiert. Eine 200-jährige Temperaturreihe zeigt die Erwärmung in Wien und wird verwendet um ein Epidemiemodell anzutreiben. Wichtigstes Ergebnis ist die Prognose der Basisreproduktionszahl R_0 des Usutu Virus zur Quantifizierung des Klimaeinflusses.

Summary

Recently emerging arboviruses (bluetongue, West Nile and Usutu virus) in Austria are used as examples to discuss the influence of global warming on the transmission of vector-borne infectious diseases. A 200-year temperature time-series for Vienna demonstrates the global warming and serves as forcing for an epidemic model. Main results comprise the prediction of the basic reproduction number R_0 of the Usutu virus to quantify climate effects.

1. Einleitung

Die aktuelle Klimaänderung begünstigt die Inzidenz und Intensität von vektor-getragenen Infektionskrankheiten. In Österreich sind in den letzten Jahren mehrere Epidemien in den veterinärmedizinischen Fokus gerückt. Dazu zählt das Amselsterben im Großraum Wien des Jahres 2003, verursacht durch das Usutu Virus (CHVALA et al., 2007), das Blauzungenvirus, das 2008 von Westen her Österreich erreichte (PURSE et al., 2008) und wirtschaftliche Schäden in Klauentierbeständen verursacht, oder das West Nil Virus, das ebenfalls seit 2008 im Osten Österreichs beobachtet wurde (NOWOTNY, 2009) und eine Gefahr für Vögel, Pferde und Menschen darstellt. Diese Viren zirkulieren in einem natürlichen Übertragungszyklus zwischen den Stechmücken (Vektoren) und der Wirtspopulation, das sind Vögel (Usutu und West Nil Virus) oder Wiederkäuer (Blauzungenvirus). Das Klima beeinflusst die Ausbreitung dieser durch Stechmücken übertragenen Viren hauptsächlich über die Biologie, das Auftreten und die Verteilung der Vektoren sowie über die Reproduktionsrate der Viren in den Vektoren (i.a. beschrieben durch die extrinsische Inkubationszeit). Die angesprochenen Viren sind hauptsächlich in den Tropen und Subtropen beheimatet und konnten ihre Verbreitungsgebiete zufolge der globalen Erwärmung nach Norden hin ausweiten.

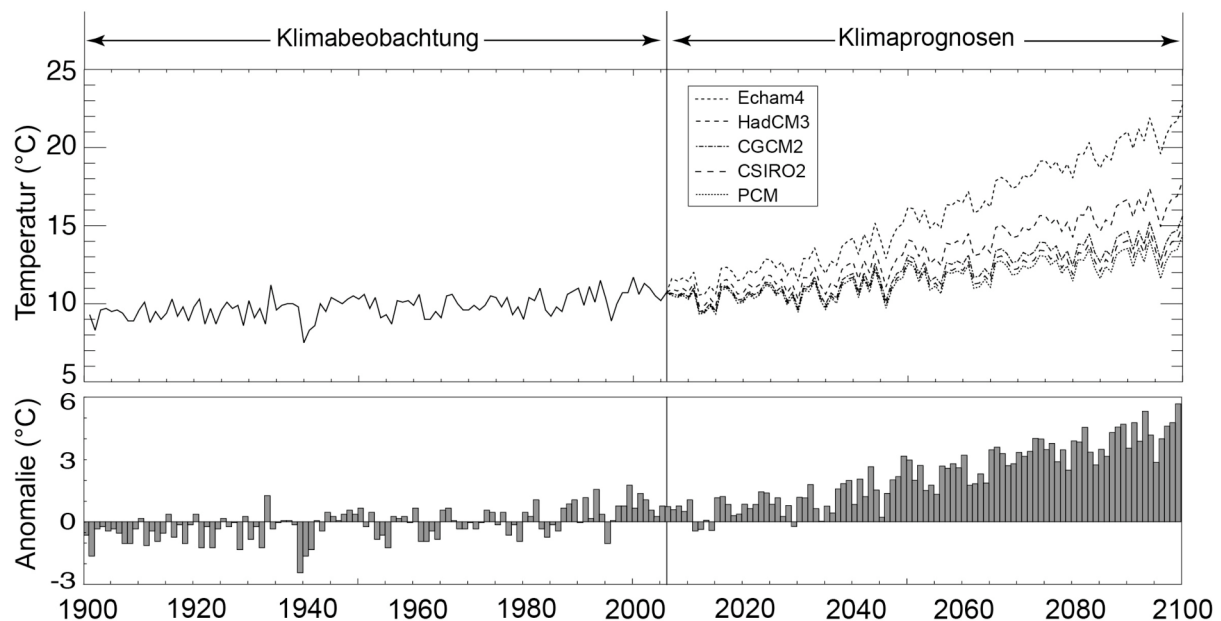


Abb. 1: Zeitreihe der Jahresmitteltemperatur in Wien. Periode 1901-2006: Beobachtet an der ZAMG; Periode 2007-2100: Prognostiziert mit dem deutschen Klimamodell Echam4, dem britischen HadCM3, dem kanadischen CGCM2, dem australischen CSIRO2 und dem amerikanischen PCM (oben). Abweichung der beobachteten Temperatur und der prognostizierten Mediantemperatur von der Mitteltemperatur der 30-jährigen Referenzperiode 1961-1990 (unten).

Der Trend zu wärmeren Temperaturen in Wien kann der 200-jährige Temperaturreihe in Abb. 1 entnommen werden. Die Temperaturen von 1901-2006 wurden vom österreichischen Wetterdienst, der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), gemessen. Für die Periode 2007-2100 sind Prognosen von 5 führenden Klimarechenzentren dargestellt. Die Prognosen folgen dem *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) Szenarium A1FI, das im Vergleich zu anderen Szenarien eine hohe Temperaturzunahme ermöglicht. Aus der Streuung der Prognosen kann die Unsicherheit abgeschätzt werden, die naturgemäß mit längerem Prognosezeitraum zunimmt. Für Wien prognostizieren die 5 Klimamodelle eine Erwärmung zwischen 2°C und 10°C (Median 6°C) bis zum Jahr 2100.

2. Objektive Abschätzung des Klimaeinflusses

Während qualitative Beschreibungen der Zusammenhänge zwischen einer möglichen Klimaänderung und der Verbreitung von moskito-getragenen Infektionskrankheiten hinlänglich bekannt sind, ist die Quantifizierung derselben aktuelles Forschungsziel der Epidemiologie. Neben dem Verständnis der zugrunde liegenden Prozesse der Krankheitsausbreitung ist es ein übergeordnetes Ziel Prognosen erstellen zu können. Kurzfristprognosen (Frühwarnsysteme) erlauben die Risikoabschätzung im Vorfeld oder im Zuge einer laufenden Epidemie und tragen zur effizienten Seuchenbekämpfung bei (WHO, 2004). Langfristprognosen erlauben das potentielle Risiko für die nächsten Jahrzehnte abzuschätzen (BRUGGER und RUBEL, 2009).

Zur Quantifizierung werden epidemiologische Modelle entwickelt. Man unterscheidet zwischen beschreibenden und erklärenden Modelle. Ein beschreibendes Modell zur Invasion der Blauzungenkrankheit von Nordafrika nach Südeuropa wurde von PURSE et al. (2004) präsentiert. Es ist eines der besten Beispiele wie die Klimaerwärmung sich direkt auf eine moskito-getragene Krankheit auswirkt. Vektoren für die Blauzungenkrankheit sind die ca. 2 mm großen Gnitzen (Gattung *Culicoides*), die auch in Wien vorkommen (Abb.2).

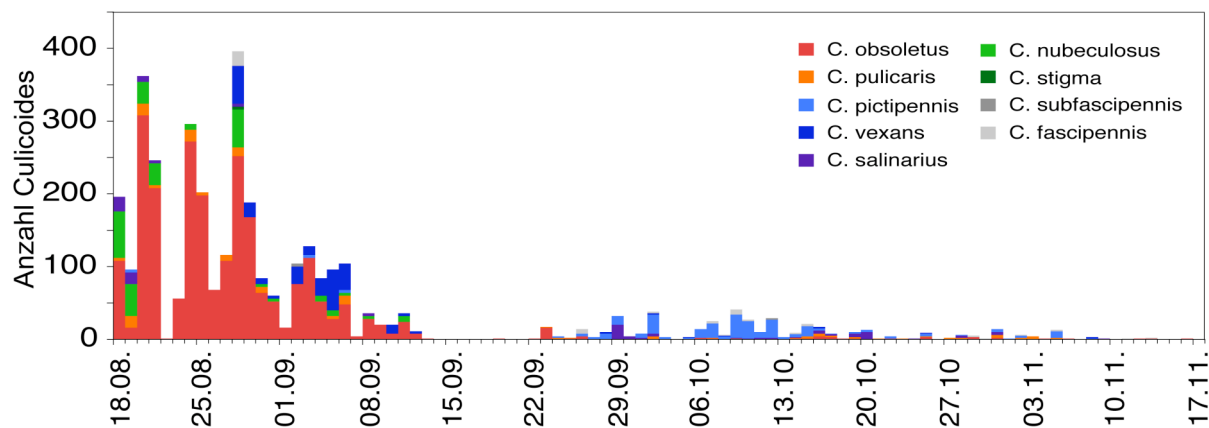


Abb. 2: Zeitreihe an der Veterinärmedizinischen Universität Wien (VUW) gesammelten Culicoides Arten, die als Vektoren für das Blauzungenvirus in Frage kommen (Periode: 18. August – 17. November 2008). Während im August noch Individuen der *C. obsoletus* Gruppe dominierten, wurden im Oktober hauptsächlich *C. pictipennis* gefangen. Zwischen Dezember 2008 und März 2009 wurden im Freiland keine Gnitten mehr beobachtet, hingegen wurden im Rinderstall der VUW auch im März 2009 ca. 5-6 Gnitten/Tag mit einer Lichtfalle gefangen (ohne Darstellung).

PURSE et al. (2004) untersuchten statistische Zusammenhänge zwischen dem Auftreten verschiedener Culicoides-Arten und dem Blauzungenvirus mit Klimaparametern wie der mittleren Jahrestemperatur, der Amplitude der Jahrestemperatur und dem Sommerniederschlag. Darauf aufbauend können sie das Verbreitungsgebiete der Culicoides-Vektoren und in Folge die Verbreitung der Blauzungenerkrankung abschätzen.

Im Gegensatz dazu bilden erklärende Modelle den ganzen Lebenszyklus von Vektor, Wirt und Parasit ab. Es sind dynamische, mathematische Modelle, die im Wesentlichen temperaturabhängige Geburten-, Mortalitäts- und Virus-Reproduktionsraten verwenden. EL ADLOUNI et al. (2007) stellten ein solches Modell basierend auf Gradtagen vor. Sie wandten es auf die Ausbreitung des West Nil Virus in Kanada an. RUBEL et al. (2008) entwickelten ebenfalls ein erklärendes Modell zur Dynamik des Usutu Virus in Wien. Dieses Modell wird direkt mit den in Abb. 1 dargestellten Temperaturdaten angetrieben. Die Vektoren für das West Nil und das Usutu Virus sind u.a. Moskitos wie die nördliche Hausmücke (*Culex pipiens*), die in Wien als Gelse bezeichnet wird.

3. Ergebnisse

Während die Quantifizierung der klimaabhängigen Ausbreitung der Blauzungenerkrankung durch ein erklärendes Epidemiemodell in Entwicklung ist – erste Beobachtungen zu den Vektoren wurden in Abb. 2 präsentiert, haben BRUGGER und RUBEL (2009) ein erklärendes Modell zur Ausbreitung des West Nil Virus und des eng verwandten Usutu Virus vorgestellt. Das wichtigste Ergebnis ist Abschätzung der mittleren jährlichen Basisreproduktionszahlen R_0 des Usutu Virus (Abb. 3). Steigt die Basisreproduktionszahl über 1, dann kann sich das Virus in der Vogelpopulation frei ausbreiten. Sinkt die Basisreproduktionszahl unter 1, dann stirbt das Virus aus. Aus der 200-jährigen Zeitreihe von R_0 kann man ableiten, dass es vor der Epidemie 2003 zu keinem größeren, möglicherweise unentdeckten, Ausbruch kommen konnte. Das Massensterben von Amseln 2003 in Wien war also tatsächlich der erste Usutu Virus Ausbruch in Österreich. Blickt man in die Zukunft, dann ist es sehr wahrscheinlich, dass das Virus ab 2040 in Österreich endemisch wird.

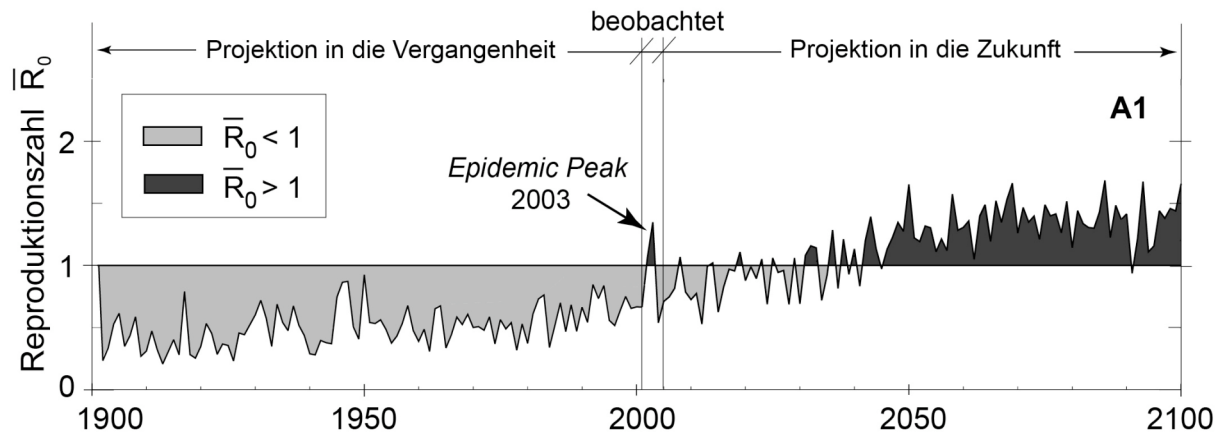


Abb. 3: Mittlere jährliche Basisreproduktionszahl R_0 des Usutu Virus in Wien berechnet für die Periode 1901-2100. Die Basisreproduktionszahl gibt die Anzahl der von einem primären Fall ausgehenden Sekundärfälle in einer vollständig empfänglichen Population an. Das zugrunde liegende Epidemiemodell verwendet als Eingangsdaten ausschließlich die in Abb. 1 dargestellte Temperatur und bildet u.a. die Dynamik der Stechmückenpopulation, der Virusreproduktion und des Immunitätsstatus der Vogelpopulation ab (BRUGGER und RUBEL, 2009).

4. Diskussion

Neben der globalen Erwärmung tragen auch andere Faktoren zur Verbreitung von vektor-getragenen Krankheiten in den mittleren Breiten bei. Beispiele sind die Intensivierung von Handelsbeziehungen mit südlichen Ländern oder veränderte Landnutzung und Tierhaltung.

Literatur

- BRUGGER, K., RUBEL, F. (2009): Simulation of climate-change scenarios to explain Usutu-virus dynamics in Austria. *Prev Vet Med* **88**, 24-31.
- CHVALA, S., BAKONYI, T., BUKOVSKY, C., MEISTER, T., BRUGGER, K., RUBEL, F., NOWOTNY, N., WEISSENBOCK, H. (2007): Monitoring of Usutu virus activity and spread by using dead bird surveillance in Austria, 2003–2005. *Vet Microbiol* **122**, 237–245.
- EL ADLOUNI, S., C. BEAULIEU, T. B. M. J. OUARDA, P. L. GOSSELIN, AND A. SAINT-HILAIRE (2007): Effects of climate on West Nile Virus transmission risk used for public health decision-making in Quebec. *Int J Health Geogr* **6**, doi:10.1186/1476-072X-6-40.
- NOWOTNY, N. (2009): Persönliche Mitteilung.
- PURSE, B. V., A. J. TATEM, S. CARACAPPA, D. J. ROGERS, P. S. MELLOR, M. BAYLIS, AND A. TORINA (2004): Modelling the distributions of *Culicoides* bluetongue virus vectors in Sicily in relation to satellite-derived climate variables. *Med Vet Entomol* **18**, 90-101.
- PURSE, B. V., H. E. BROWN, L. HARRUP, P. P. C. MERTENS, AND D. J. ROGERS (2008): Invasion of bluetongue and other orbivirus infections into Europe: the role of biological and climatic processes. *Rev sci tech Off int Epiz* **27**, 427-442.
- RUBEL, F., K. BRUGGER, M. HANTEL, S. CHVALA-MANNBERGER, T. BAKONYI, H. WEISSENBOCK, AND N. NOWOTNY (2008): Explaining Usutu virus dynamics in Austria: Model development and calibration. *Prev Vet Med* **85**, 166-186.
- WHO (2004): Using Climate to Predict Infectious Disease Outbreaks: A Review. *Communicable Diseases Surveillance and Response Protection of the Human Environment*, Geneva, 55pp.