

# Ein Epidemiemodell zur Simulation von West-Nil-Virus Ausbrüchen

Rubel F

Department für Naturwissenschaften, Veterinärmedizinische Universität Wien, Österreich  
franz.rubel@vu-wien.ac.at

## Einleitung

Das West-Nil-Virus [1] zählt zu den Flaviviren und wird durch Mückenstiche übertragen. Seit dem ersten Auftreten des West-Nil-Virus (WNV) in den USA im Jahr 1999 und damit verbundenem gehäuftem WNV-Erkrankungen beim Menschen mit Grippe-ähnlichem Verlauf hat die Forschung an diesem Arbovirus (*arthropod borne virus*) besondere Bedeutung erlangt. Jährlich sterben mehrere hundert Menschen in den USA am WNV, ein Impfstoff ist bisher nicht zugelassen. In Europa sind WNV-Epidemien aus Süd-Frankreich (betroffen hauptsächlich Pferde), Rumänien und Ungarn bekannt. Das Virus persistiert in einem natürlichen Übertragungszyklus zwischen Vektoren, das sind Stechmücken der Gattung *Culex pipiens*, in denen es zur Virusvermehrung kommt, und dem Wirtsreservoir. Bevorzugte Wirte sind Vögel, im besonderen Krähen. Säugetiere und Menschen sind Fehlwirte, in welchem sich das Virus nicht ausreichend vermehren kann. Bisher ist es noch nicht gelungen, die reale Ausbreitung des WNV durch Epidemiemodelle (*epidemic models*) zu beschreiben. Mit dem hier vorgestellten WNV-Modell sollte dies in absehbarer Zeit möglich sein.

## Methode

Unter Epidemiemodellen werden hier Kompartimentmodelle, sie klassifizieren Populationen im einfachsten Fall nach Suszeptiblen (S), Infizierten (I) und Genesenen (R), verstanden [2], [3]. Bisherige vorgestellte WNV-Modelle beschränken sich auf die Erstellung theoretischer Konzepte unter besonderer Berücksichtigung mathematischer Eigenschaften. Hier wird auf das WNV-Modell nach [4] aufgebaut. Es besteht aus 8 Kompartimenten, vier zur Beschreibung des Lebenszyklus der Moskitos (Vektoren) und vier zur Beschreibung des Gesundheitszustandes der Vögel (Wirte) mit gegenseitiger Infektion (*cross infection*) durch Mückenstiche. Damit das Modell auf reale Daten anwendbar ist, wurde es um die Beschreibung des saisonalen Zyklus erweitert. Zusätzlich wird die Übertragung auf Menschen berücksichtigt. Während alle bisherigen WNV-Modelle mit konstanten Raten arbeiten, wird dieses neue WNV-Modell von der Temperatur angetrieben. Damit ist es möglich den Jahresgang der Stechmückenpopulationen, im Speziellen die Zahl der Larven und Imagos, genauso zu simulieren, wie das dichteabhängige Wachstum der Vogelpopulation.

## Ergebnisse

Vorgestellt wird das theoretische Konzept eines neuen Epidemiemodells zur Beschreibung der WNV-Dynamik unter Berücksichtigung des saisonalen Zyklus sowie Ergebnisse einer ersten Anwendung. Besonders wird eingegangen auf die Ableitung des Differentialgleichungssystems zur Beschreibung der WNV Ausbreitung, dessen numerische Implementierung am Computer sowie die Ableitung temperaturabhängiger Raten wie der Geburten- Sterbe- und Stechraten der Mücken oder der Infektionsraten der Stechmücken, Vögel und Menschen. Weitere Ergebnisse betreffen die Verifikation mit Zeitreihen epidemiologischer Daten aus den USA und die Möglichkeit das Modell auf die Ausbreitung andere Arboviren wie dem Usutu-Virus (2001 erstmals in Mitteleuropa, Raum Wien, aufgetreten) oder dem St. Louis Enzephalitis-Virus anzuwenden.

## Diskussion

Angetrieben wird das WNV-Modell von Klimadaten, in einer ersten Version von der Temperatur. Die Einbeziehung zusätzlicher Klimadaten wie Niederschlag und Bodenfeuchte werden ebenso diskutiert wie das Risiko für den Ausbruch einer WNV-Epidemie in Mitteleuropa oder die Erweiterung des Modells um die Simulation von Kontrollstrategien.

## Literatur

- [1] Stock I. Das West-Nil-Virus: Ein ungewöhnliches Flavivirus mit zunehmender Bedeutung. *Chemotherapie J*; 13: 166-173.
- [2] Krämer A Reintjes R. *Infektionsepidemiologie*. Springer, Berlin, 183pp.
- [3] Rubel F. Prozessmodelle in der Veterinär-Epidemiologie. *Austrian Contributions to Veterinary Epidemiology 2005*; Vol. 1, DNW, 142pp. <http://acve.vu-wien.ac.at/>
- [4] Wonham MJ de-Camino-Beck T Lewis MA. An epidemiological model for West Nile virus: Invasion analysis and control applications. *Proc R Soc Lond B*; 271: 501-507.