

Theoretische Epidemiologie

Mathematische Modelle für die Lehre

Franz Rubel

Tagung der Fachgruppe
Epidemiologie und Dokumentation
6.-8. September 2000, VUW

Institut für Medizinische Physik und Biostatistik, Veterinärmedizinische Universität, Veterinärplatz 1, A- 1210 Wien, franz.rubel@vu-wien.ac.at

Motivation

Die Anwendung mathematischer Modelle in der Veterinär-Epidemiologie gewinnt mit der allgemeinen Verfügbarkeit von Computern an Bedeutung. Computersimulationen helfen bei der Entwicklung von Kontrollstrategien zur Vermeidung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten. In der Veterinärmedizinischen Ausbildung ist es hilfreich, daß alle Rechenbeispiele so konzipiert sind, daß sie ohne Kenntnisse einer Programmiersprache mit Tabellenkalkulationen wie *Microsoft EXCEL* gelöst werden können.

Lehrinhalt

- Fachbegriffe
 - Medizinische und epidemiologische Fachbegriffe
 - Mathematische und computerbezogene Fachbegriffe
- Erstellung von Modellen
 - Klassifizierung epidemiologischer Modelle
 - Der Prozeß der Modellentwicklung
 - Zufallszahlen zur Erzeugung stochastischer Modellkomponenten
- Dynamische Modelle in der Veterinär-Epidemiologie
 - Modelle für Infektionskrankheiten
 - Matrizen Modelle
 - Allgemeine Formulierung des Modells einer Markov-Kette
 - Das SIR Modell einer Markov-Kette
 - Ein Multi-Agens Mastitis Modell**
 - Ein Multi-Agens Mastitis Modell mit dyn. Übergangsmatrix
 - Chain-Binomial Modelle
 - Das klassische Reed-Frost Modell
 - Ein Reed-Frost Modell mit Durchimpfungsraten
 - Sensitivitätsanalyse des stochastischen Reed-Frost Modells
 - Statistische Auswertung der Ergebnisse stochast. Modelle
 - Weitere Veterinärmedizinische Anwendungen
 - Differentialgleichungsmodelle
 - Grundlagen
 - Ein klassisches Lotka-Volterra Tollwut Modell**
 - Sensitivitätsanalyse des deterministischen Rabies-Modells
 - Ein komplexeres Tollwut-Modell
- Räumliche Simulationsmodelle in der Veterinär-Epidemiologie
 - Beobachtungen räumlicher Prozesse
 - Die Phocine Distemper Virus (PDV) Epidemie
 - Die Tollwutepidemie in der Schweiz
 - Zelluläre Automaten
 - Grundlagen
 - Ein 1-dimensionales räumliches Tollwutmodell

Literatur

- Graat, E. A. M., and K. Frankena, 1997: Introduction to Theoretical Epidemiology. In: Nordhuizen J., et al. (Eds.): Application of Quantitative Methods in Veterinary Epidemiology, Wageningen Pers, Wageningen, 247-269.
- Rubel, F., 2000: Prozeßmodelle in der Veterinär-Epidemiologie, Contribution to the ACTION Austrian-Hungarian Foundation Project, 1999-2000. Institut für Medizinische Physik und Biostatistik, VUW, Wien, 83pp.

Ein Multi-Agens Mastitis Modell

Für eine gegebene Übergangsmatrix wird die Anzahl der Milchkühe in den einzelnen Zuständen (nicht infiziert, infiziert mit *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus spp.* oder *Staphylococcus* sowie Culled) für die nächsten 5 Jahre prognostiziert.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7	Beispiel: Anwendung des Markov-Ketten Modells zur Berechnung der Multi-Agens Mastitis Übertragung in Milchkuhbeständen							
8	Übergangsmatrix							
9		nicht	infiziert	infiziert	infiziert	infiziert	Culled	Total
10		infiziert	S. a.	S. s.	St.	andere		
11								
12	nicht infiziert	0.52	0.03	0.02	0.12	0.02	0.29	1.00
13	infiziert S. a.	0.70	0.01	0.00	0.00	0.00	0.29	1.00
14	infiziert S. s.	0.70	0.00	0.01	0.00	0.00	0.29	1.00
15	infiziert St.	0.10	0.00	0.00	0.40	0.00	0.50	1.00
16	infiziert andere	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	1.00
17	Culled	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
18								
19								
20								
21	Berechnung							
22								
23	Zeit (Jahre)	nicht	infiziert	infiziert	infiziert	infiziert	Culled	Total
24		infiziert	S. a.	S. s.	St.	andere		
25								
26	0	803	52	52	79	14	0	1000
27	1	508	25	17	128	16	307	1000
28	2	477	25	16	149	16	317	1000
29	3	468	24	16	155	16	321	1000
30	4	465	24	16	157	16	323	1000
31	5	464	24	16	157	16	323	1000
32								

Ein klassisches Lotka-Volterra Tollwut Modell

Beschreibt die dynamischen Eigenschaften der Tollwut-Ausbreitung beim Rotfuchs, basierend auf den folgenden Gleichungen:

$$dN/dt = N r (1 - N/K) - C R N$$

$$dR/dt = - R \alpha + C R N$$

t ... Zeit

N ... Anzahl der gesunden Füchse

R ... Anzahl der tollwütigen Füchse

C ... Kontaktrate, die zur Übertragung des Rabies Virus führt

K ... Aufnahmefähigkeit des Lebensraumes

r, α ... saisonale Reproduktionsraten

