

Nichtlineare Dynamik / Epidemiologie

LV-Nr: 32334535 (SS2015), 3 ECTS

Mittwochs: 10:15-11:45 (EW 733)

www.tu-berlin.de/?nonlin_dyn_ss15 (Direktzugang: 157992)

Masterstudengang: (i) Wahlbereich

(ii) Kombination mit TPVI zum Wahlpflichtmodul

(grundlagenorientiert): 12 ECTS

z.B. Nichtlineare Dynamik & Kontrolle (SS15)

VL: Di/Do. 8-10 (EW 203)

UE: Mi 12-14 (EW 731)

S.a. Seminar der AG Schöll Noise effects in complex systems

Di: 12-14 (EW 731)

Themen / Inhaltsübersicht:

1. Einführung/Wiederholung "Dynamische Systeme" und "network science"
2. Metapopulationsbasierte Modelle der Krankheitsausbreitung
3. Agentenbasierte Modelle der Krankheitsausbreitung
4. Adaptive Netzwerke
5. Kontrolle und Eindämmung von Krankheitsausbreitungen
6. Verschiedene Studien aus der aktuellen Forschung

Literatur: • Matt J. Keeling : "Modeling infectious diseases
in humans & animals"

Princeton University Press (2008)

• Weitere Literatur zu Grundlagen "nichtlineare Dynamik"
siehe Internetseite

• Publikationen bei BCoV

• Frage: ausgerottete Krankheiten?

- Pocken (letzte Erkrankung: 1975/77, ausgerottet: 1980)
- Rinderpest (ausgerottet: 2011)
- Pest-Virus Ziegen & Schafe (ausgerottet: 2030?)

1. Einführung

Grundbegriffe:

Prävalenz: # Erkrankter zu einem Zeitpunkt (point prevalence)
(auch als Periodenprävalenz über einen Zeitraum)

Inzidenz: # der neu Erkrankten

Inzidenzrate:
$$\frac{\text{Inzidenz}}{\text{Zeitraum} \cdot \text{Populationsgröße}}$$

z. B. Neurokrankungen pro Jahr pro 10^6 Einwohner

REVIEW

EPIDEMIOLOGY

Modeling infectious disease dynamics in the complex landscape of global health

Science 347,
4333 (2015)

Hans Heesterbeek,^{1*†} Roy M. Anderson,² Viggo Andreasen,³ Shweta Bansal,⁴
Daniela De Angelis,⁵ Chris Dye,⁶ Ken T. D. Eames,⁷ W. John Edmunds,⁷
Simon D. W. Frost,⁸ Sebastian Funk,⁴ T. Deirdre Hollingsworth,^{9,10} Thomas House,¹¹
Valerie Isham,¹² Petra Klepac,⁸ Justin Lessler,¹³ James O. Lloyd-Smith,¹⁴
C. Jessica E. Metcalf,¹⁵ Denis Mollison,¹⁶ Lorenzo Pellis,¹¹ Juliet R. C. Pulliam,^{17,18}
Mick G. Roberts,¹⁹ Cecile Viboud,¹⁸ Isaac Newton Institute IDD Collaboration^{†§}

Epidemiologie : epi : auf/über

demos : Volk

logos : Lehre/Wort

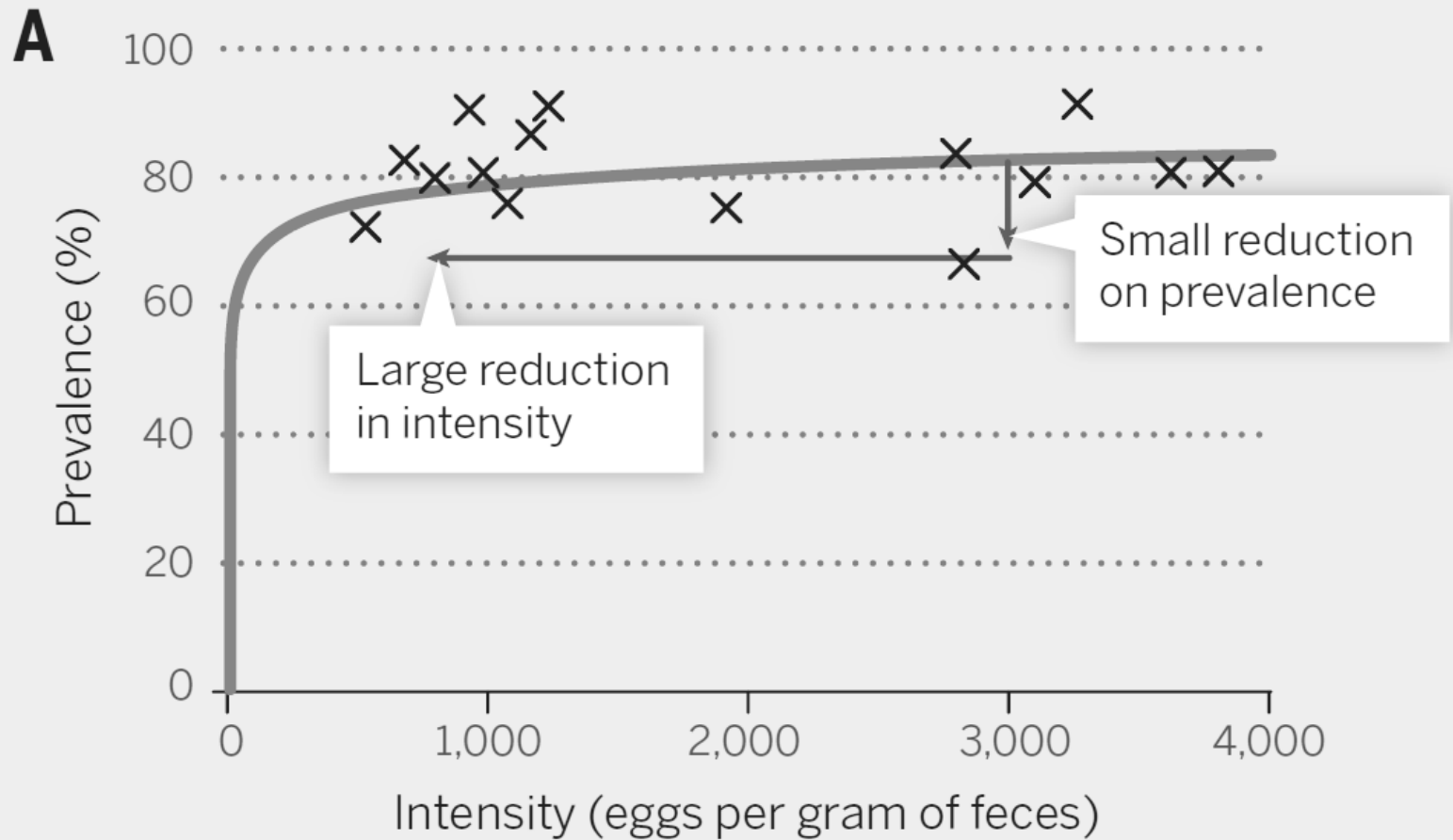
Endemie : normales, übliches Auftreten einer Krankheit

Epidemie : mehr als üblich, aber regional und zeitlich begrenzt

Pandemie: Länder-/kontinentübergreifender Ausbruch

Nichtlineare Dynamik: unerwartete Effekte

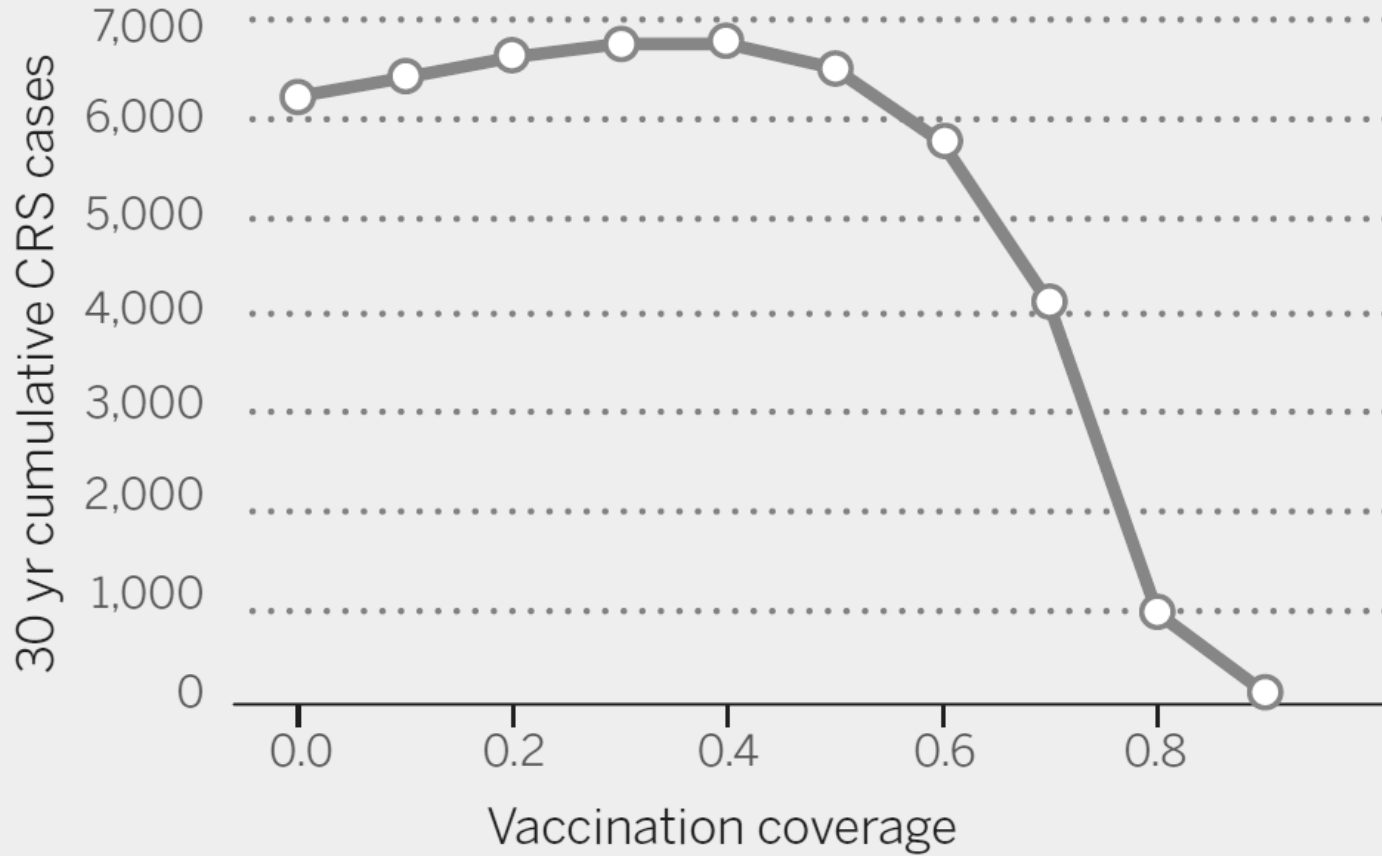
(Kleine Änderung \Rightarrow große Wirkung, Verstärkungseffekte ...)



Bsp. "Würmer"

Starke
Reduktion der
Eier

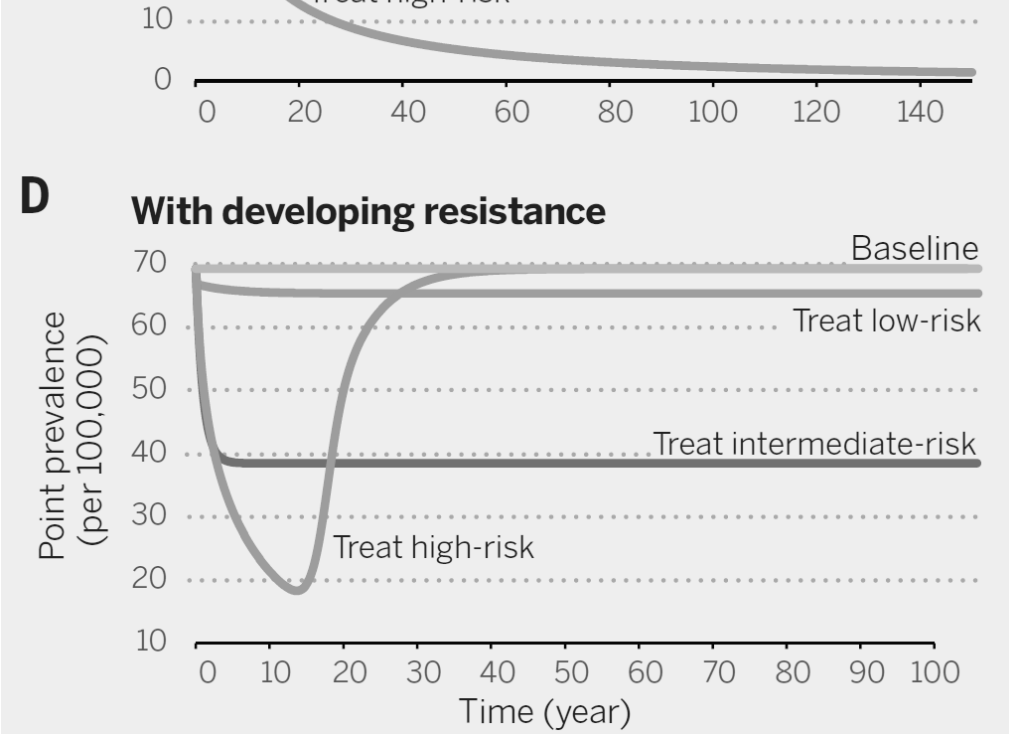
\neq Verringerung
der Prävalenz

B

CRS:
 Congenital
 Rubella
 Syndrome
 (Röteln)
 ggf. Verstärkung
 der Krankheit
 trotz Impfung

C

Gonorrhoe ("Tripper")
 mit/ohne Resistenz



Ausbildung einer Resistenz
(Dynamik des Erregers)
schneller als die
Gegenmaßnahmen

Ausblick auf Kapitel 5/6: Kontrolle, Eindämmung, Überwachung

Optimizing surveillance for livestock disease spreading through animal movements

Paolo Bajardi^{1,2}, Alain Barrat^{2,3}, Lara Savini⁴
and Vittoria Colizza^{5,6,7,*}

Video : vimeo.com/68881358

B10
SFB 910

Hövel:
Control of networks with time-varying topologies and applications to epidemiology

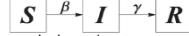


Goals and visions

- Characteristics/analysis of time-dependent networks
- Early detection of epidemics, identification of most influential nodes in spreading processes
- Epidemic spreading on generic and real-world networks
- Adaptation rules of the network to counteract epidemics

Compartmental model of disease spreading

Susceptible-Infected-Recovered (SIR)



Transmission rate: β
Recovery rate: γ

$$\frac{dS_t}{dt} = -\beta S_t \frac{I_t}{N_t} + f_{S_t}^{(in)} - f_{S_t}^{(out)}$$

$$\frac{dI_t}{dt} = \beta S_t \frac{I_t}{N_t} - \gamma I_t + f_{I_t}^{(in)} - f_{I_t}^{(out)}$$

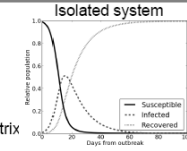
$$\frac{dR_t}{dt} = \gamma I_t + f_{R_t}^{(in)} - f_{R_t}^{(out)}$$

Coupling term → in and out fluxes:

$$f_{S_t}^{(in)} = \varepsilon \sum_{i=1}^n a_{pi}(t) S_i$$

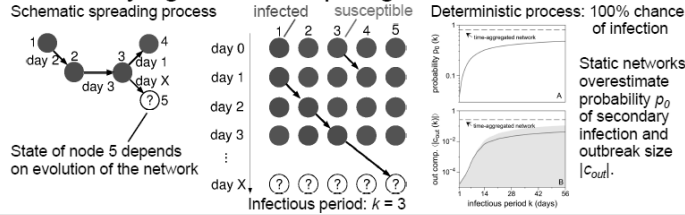
$$f_{S_t}^{(out)} = \varepsilon \sum_{i=1}^n a_{pi}(t) S_t$$

coupling strength (time-varying) adjacency matrix



I. Empirical networks, deterministic processes

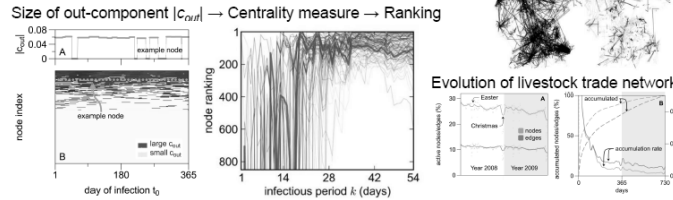
Time-varying network topologies



Network extraction and deterministic model

Data set: number of nodes > 100,000 (in 2 years) aggregated number of edges = 267.702 daily mean = 4929

Data source: *Herkunfts- und Informationssystem Tier* (HI-Tier)



Konschake, Lentz, Conraths, Hövel, and Selhorst, PLoS ONE 8, e55223 (2013).

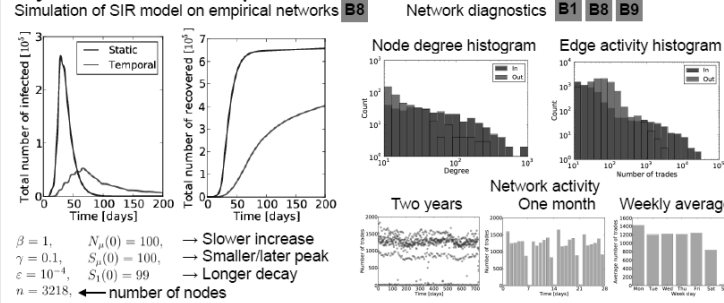
Experimental collaborations

Thomas Selhorst (Friedrich-Loeffler-Institut): data acquisition of livestock trade
Albert-László Barabási (Northeastern University): network science, controllability
Carlo Ratti (Massachusetts Institute of Technology): mobility networks, network analysis

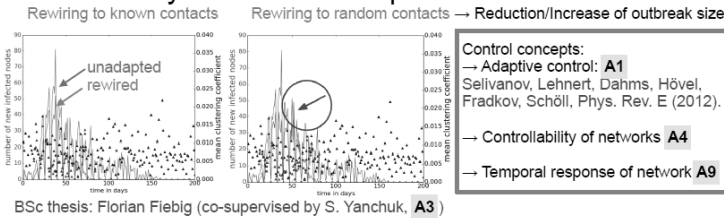


II. Numerical modeling of spreading diseases

Dynamics on temporal networks



Control of dynamics and adaptation rules



Role within Collaborative Research Center

Biological systems and contagion processes as applications of control of temporal networks extracted from empirical, real-world datasets.

Collaboration and overlap with projects of groups A and B:
adaptive control **A1**, spatio-temporal delay systems **A3**, observation and control of networks **A4**
time-varying coupling with hysteresis **A9**, analysis of complex networks **B1 B8 B9**

