

Mathematisches Modellieren der Ausbreitung und Eindämmung von Epidemien

Motivation

Was ist eine Epidemie? Eine Epidemie oder Seuche ist ein zeitlich und örtlich begrenztes, vermehrtes Auftreten von Krankheitsfällen einer gemeinsamen Ursache innerhalb einer Population. Überschreiten die Erkrankungsfälle einen gewissen Wert, wird in der Epidemiologie von einer Epidemie gesprochen. Eine Pandemie entspricht einer länder- und kontinentübergreifenden Ausbreitung. In der Veterinärmedizin wird von Epizootie bzw. Panzootie gesprochen.

Das Auftreten einer Epidemie/Epizootie ist dabei keine Seltenheit. Bekannte Beispiele sind die Vogelgrippe, Masern, Grippe (Influenza), Pest, Ebola oder das aktuelle SARS-CoV-2 Virus. Die Behandlungskosten eines Masern-Patienten belaufen sich durchschnittlich auf 520 € (WHO, 2009) und für etwa ein Promille der Erkrankten kommt es zu lebensbedrohlichen Komplikationen. Eine Impfung gegen Masern kostet lediglich 30 €. An der Grippe starben im Jahre 2012/13 mehr als 20.000 Menschen (RKI) und 2015 entstand durch die Grippewelle ein wirtschaftlicher Schaden von 2,2 Milliarden € (RWI). Auch in der Tierwelt sorgen Epizootien für große wirtschaftliche Schäden. In der aktuellen Corona-Pandemie sind bisher mehr als 3,7 Millionen bestätigte Fälle bekannt, durch die Symptomfreien oder Nicht-getesteten wird die Dunkelziffer deutlich höher sein. Allein in Deutschland starben rund 91.000 Menschen an dem Virus (RKI, Juni 2021) und die Wirtschaft verzeichnet einen Schaden von mehr als 250 Milliarden € (IW, März 2021). In anderen Ländern sind die Schäden deutlich höher.

Es ist im Sinne der Gesellschaft, solche Infektionskrankheiten möglichst schnell zu erkennen und sie einzudämmen, um die Zahl der Leidenden und die Schäden klein und handhabbar zu halten. Der zeitliche Verlauf der Ausbreitung sowie eine Einschätzung der Wirksamkeit von Kontrollmaßnahmen einer Epidemie lassen sich sehr gut modellieren.

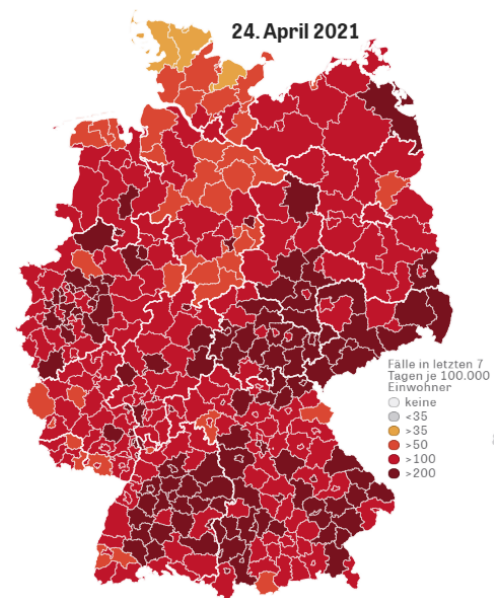


Abb. 1: Coronakarte (ZEIT, 2021)

Das Projekt

Für wen: 11. Klasse oder höher

⇒ für Interessierte oder Klassen/ Kurse

⇒ ggf. Beschränkung der Teilnehmerzahlen durch Coronaauflagen

Wo: X-Lab Göttingen

Wann: 37./38. KW (Mitte September) 2021

Montag bis Samstag, vor- oder nachmittags möglich

Wie lange: 3 Doppelstunden (270 Minuten + Pausen) als Blockveranstaltung

Zur Modellierung wird das SIR-Modell von Kermack und McKendrick verwendet, welches die Grundlage moderner, epidemiologischer Arbeit darstellt. Im X-LAB Kurs werden die Teilnehmenden an das SIR-Modell herangeführt und können anschließend eigenständig Untersuchungen durchführen. Im Projekt soll neben dem allgemeinen zeitlichen Verlauf der Epidemie auch die Eindämmung durch Hygienemaßnahmen und durch Impfungen betrachtet werden. Die Teilnehmenden sollen dabei der Frage nachgehen: „Wie kann eine Infektionskrankheit am effizientesten eingedämmt werden?“. Ihre Ergebnisse bieten dann Grundlage für eine Diskussion. Besonders zentral in diesem Projekt ist der Einsatz des Computers. Die Teilnehmenden arbeiten auf der quantitativen Ebene und sollen erfahren, wie groß der Einfluss bei Änderungen im System ist. Die Verwendung des Computers erlaubt es den Teilnehmenden, selbständig entdeckende Untersuchungen in vielen verschiedenen Szenarien durchzuführen. Die Teilnehmenden werden befähigt, die Programme zu kontrollieren, und können dann eigene Hypothesen überprüfen und selbstständig das Problem lösen. Die einfachen Programme in der Programmiersprache Python können als Grundlage für weitere Arbeiten an der Schule zur Verfügung gestellt werden.

Lernziele

Die Teilnehmenden...

- erklären mit Hilfe des SIR-Modells die zeitliche Entwicklung einer Epidemie
- erläutern den Einfluss von Kontrollstrategien auf den zeitlichen Verlauf von Epidemien
- vergleichen verschiedene Kontrollmaßnahmen hinsichtlich ihrer Effizienz
- reflektieren die Effizienz der Kontrollstrategien
- arbeiten angeleitet mit Modellen und reflektieren diese
- lösen ein Problem mathematisch
- gehen mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik um

Kontakt Daten

Viola Schössow

Masterstudentin an der Fakultät für Physik Göttingen

E-Mail: viola.schoessow@stud.uni-goettingen.de

Betreuung der Masterarbeit:

Prof. Dr. Annette Zippelius

Tel.: 0551- 39 7678

E-Mail: annette@theorie.physik.uni-goettingen.de

Prof. Dr. Reiner Kree

Tel.: 0551- 39 29565

E-Mail: kree@theorie.physik.uni-goettingen.de

XLAB

Göttinger Experimentallabor für junge Leute

Justus-von-Liebig-Weg 8, 37077 Göttingen

Tel.: 0551- 39 28840

Fax.: 0551- 39 28843

Email: xlabs@xlab-goettingen.de

<http://www.xlab-goettingen.de>