



Mit Regelungstechnik zu optimierten Corona-Maßnahmen

Ein Algorithmus der Universität Stuttgart ermittelt, wann Kontaktbeschränkungen in welchem Maß notwendig sind.

Um die Rate der Neuinfektionen bei der Covid-19 Epidemie klein zu halten und gleichzeitig die Negativ-Folgen auf das gesellschaftliche und wirtschaftliche Leben zu begrenzen, sollten Schutzmaßnahmen adaptiv an die jeweiligen Fallzahlen angepasst werden. Doch welche Verbote sind nötig, welche Lockerungen möglich? Dies ist aufgrund der unsicheren und dynamischen Datenlage sowie der Komplexität des Infektionsgeschehens und der Maßnahmen schwer abzuschätzen. Forschende der Universität Stuttgart haben nun ein Rechenmodell entwickelt, mit dem sich adaptive Maßnahmen bei Unsicherheit deutlich zuverlässiger bestimmen lassen.

In einem gerade veröffentlichten Aufsatz analysieren Forschende um Prof. Frank Allgöwer, Leiter des Instituts für Systemtheorie und Regelungstechnik der Universität Stuttgart, Wissenschaftler im Forschungsverbund Cyber Valley sowie stellvertretender Direktor und Sprecher des Exzellenzclusters EXC 2075 „Daten-Integrierte Simulationswissenschaft“, die Covid-19 Epidemie in Deutschland unter der Anwendung von regelungstechnischen Methoden. Die Gruppe entwickelt Strategien, die Auskunft darüber geben, wann Kontaktbeschränkungen in welchem Maße notwendig sind.

Bei den Berechnungen setzte das Team an den jüngst beschlossenen schrittweisen Lockerungen der infektionsschützenden Maßnahmen unter bestimmten Voraussetzungen an. Diese drücken sich in ihrem Modell durch erhöhte Infektionsraten aus. Als Alternative berechnen die Forschenden den optimalen Verlauf für den Fall von Lockerungen beziehungsweise Verschärfungen der Maßnahmen. Das Problem dabei:

Hochschulkommunikation

**Leiter Hochschulkommunikation
und Pressesprecher**
Dr. Hans-Herwig Geyer

Kontakt
T 0711 685-82555

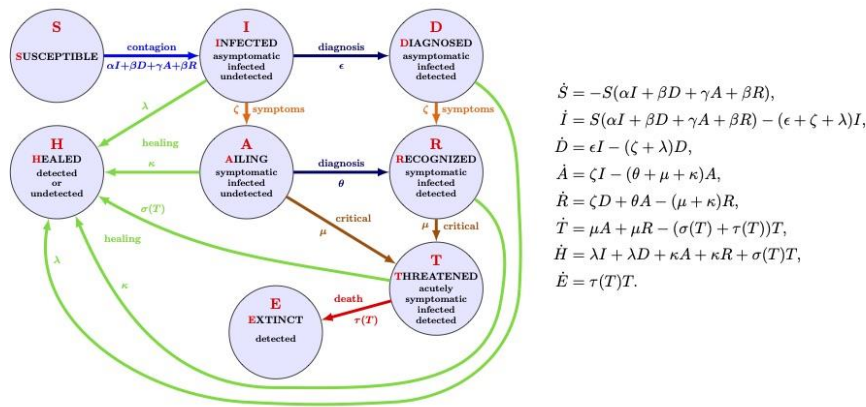
Ansprechpartnerin
Andrea Mayer-Grenu

Kontakt
T 0711 685-82176
F 0711 685-82291
hkom@uni-stuttgart.de
www.uni-stuttgart.de



Modelle sind grundsätzlich ungenau und daher für langfristige Vorhersagen wenig geeignet. Daher ist es von größter Wichtigkeit, dass jede Strategie zur Eindämmung des Virus kontinuierlich auf der Basis aktueller Fallzahlen angepasst wird. Man benötigt also Methoden, um trotz großer Unsicherheiten adaptiv die optimale Einflussnahme bestimmen zu können oder - wissenschaftlich gesprochen - eine robuste Feedback Strategie.

Um dieses Problem zu lösen, setzen Allgöwer und sein Team auf das Prinzip der so genannten modellprädiktiven Regelung, wie es beispielsweise auch beim Autonomen Fahren zur Anwendung kommt. Hierbei wird aus einer Vielzahl an Daten und Strategien die beste Strategie für die Zukunft berechnet, dann aber nur für einige wenige Tage angewendet. Anschließend wird dieser Rechenprozess mit aktualisierten Parametern erneut durchgeführt und wieder die optimale Strategie ermittelt. Es entsteht also ein kontinuierlicher Rechenprozess, bei dem die ursprüngliche Strategie ständig angepasst wird und auch mehrere Vorhersagemodelle berücksichtigt werden können.



$$\begin{aligned} \dot{S} &= -S(\alpha I + \beta D + \gamma A + \beta R), \\ \dot{I} &= S(\alpha I + \beta D + \gamma A + \beta R) - (\epsilon + \zeta + \lambda)I, \\ \dot{D} &= \epsilon I - (\zeta + \lambda)D, \\ \dot{A} &= \zeta I - (\theta + \mu + \kappa)A, \\ \dot{R} &= \zeta D + \theta A - (\mu + \kappa)R, \\ \dot{T} &= \mu A + \mu R - (\sigma(T) + \tau(T))T, \\ \dot{H} &= \lambda I + \lambda D + \kappa A + \kappa R + \sigma(T)T, \\ \dot{E} &= \tau(T)T. \end{aligned}$$

Das mathematische Modell, das die Forschenden zur Prädiktion und Simulation nutzen, basiert auf acht Variablen, die den Verlauf der COVID-19 Epidemie in Deutschland beschreiben sollen (inspiriert von Giordano et al., 2020).

Weniger Todesfälle auch ohne strengere Maßnahmen

Durch das in der Strategie implementierte Feedback, das heißt der Adaption der Maßnahmen an die aktuellen Fallzahlen, kann die



Ausbreitung des Virus auch dann gut kontrolliert werden, wenn das Modell nicht exakt ist. Erste Ergebnisse zeigen, dass eine solche Regelung unter Unsicherheiten deutlich bessere Ergebnisse liefert als konventionelle Strategien. Zudem kann sie verhindern, dass zeitweise wieder eine Verschärfung der Maßnahmen aufgrund stark steigender Fallzahlen notwendig wird. „Mit der resultierenden optimierten Strategie lässt sich die Zahl künftiger Todesfälle durch Covid-19 halbieren, obwohl insgesamt keine strengeren Maßnahmen notwendig sind und auch keine erhöhten Kosten für die Öffentlichkeit und die Wirtschaft entstehen“, so die Hoffnung von Forschungsleiter Frank Allgöwer.

Originalpublikation:

Johannes Köhler, Lukas Schwenkel, Anne Koch, Julian Berberich, Patricia Pauli, Frank Allgöwer: "Robust and optimal predictive control of the COVID-19 outbreak", Preprint: <https://arxiv.org/abs/2005.03580>

Fachlicher Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer, Universität Stuttgart, Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik, Tel.: +49 (0)711/685-67733, -67734
E-mail frank.allgower@ist.uni-stuttgart.de