

12. Mai 2021

Regionale Öffnungsstrategien für Deutschland

Forscher:innen des HZI und DLR modellieren Effekte von regional differenzierten Lockdowns und systematischer Testung von Pendler:innen

Innerhalb des vergangenen Jahres haben Expert:innen verschiedener Fachrichtungen eine Vielzahl unterschiedlicher Ansätze zur Kontrolle der SARS-CoV-2-Ausbreitung vorgeschlagen. Einen wichtigen Beitrag leisten dabei auch Expert:innen aus den Bereichen Mathematik und Informatik mit Erfahrungen in numerischer Simulation. Ein wesentlicher Bestandteil vieler erfolgreicher Eindämmungsmaßnahmen ist eine differenzierte und explizite Zonenunterscheidungsstrategie. Während solche Konzepte in dünn besiedelten Ländern oder in Ländern mit klarer regionaler Trennung einfach umzusetzen sind, stellt die dicht besiedelte, hoch mobile und stark vernetzte Situation in Deutschland, der EU und ähnlichen Regionen eine Herausforderung dar. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI) untersuchen daher mit einem von ihnen entwickelten Softwarepaket ein Zonenmodell, welches Maßnahmen für den Umgang mit Pendler:innen, die Strenge von Lockdowns und den Zeitversatz bei der Implementierung der Maßnahmen berücksichtigt. Ihre Ergebnisse veröffentlichten sie kürzlich auf dem Preprint-Server *medRxiv*. Die Entwicklung des Tools wird durch Mittel des DLR und des HZI gefördert.

Die NoCovid-Strategie im Prüfstand der numerischen Simulation

Ein proaktiver Ansatz zur Bekämpfung von SARS-CoV-2 in Deutschland und Europa wurde mit der „NoCovid“-Öffnungsstrategie vorgeschlagen (<https://nocovid-europe.eu/>). Ziel dieser Strategie ist eine sichere und nachhaltige Normalisierung des sozialen Lebens und eine Wiedereröffnung der Volkswirtschaft. Dabei werden regionale Lockdowns so lange in roten Zonen umgesetzt, bis die Inzidenz unter 10 Fällen pro Woche pro 100.000 Einwohner liegt und der Ursprung jeder Neuinfektion nachvollziehbar ist (grüne Zonen). Auch werden diese lokalen Maßnahmen schnell wieder eingeführt, wenn die Infektionstätigkeit zunimmt. Dieser Ansatz wurde bereits in Australien erfolgreich umgesetzt. Er basiert auf der Beobachtung, dass sich das Virus heterogen ausbreitet. Es gibt oft Regionen mit sehr geringer Inzidenz, in denen das Infektionsgeschehen unter Kontrolle ist, während andere Regionen stark betroffen sind. Bei benachbarten Regionen kann insbesondere der tägliche Pendlerverkehr schnell zu einer steigenden Infektionsaktivität führen.

Bisher wurde die Machbarkeit und Effektivität der Strategie in Bezug auf Pendlertests und die Intensität der lokalen Lockdowns noch nicht numerisch untersucht. Zusammen mit dem HZI erforscht das DLR die Quantifizierung der notwendigen Testfrequenz, der erforderlichen Stärke der lokalen Lockdowns und den Zeitrahmen, der für die Umsetzung der Intervention zur Verfügung steht, um die Ausbreitung des Virus in benachbarte Regionen zu verhindern. Für die Untersuchung wird die Menge der deutschen Landkreise zufällig mit grünen (Inzidenz < 10) und roten Zonen (Inzidenz > 75) initialisiert. In den Szenarien sind zwischen zwei und 20 Prozent der Landkreise als rote Zonen definiert. In den grünen Zonen sind alle Einrichtungen geöffnet, und es werden lediglich Schutzmaßnahmen wie Social Distancing und Gesichtsmasken berücksichtigt. Grüne Zonen werden als „rot“ klassifiziert, wenn ihre Inzidenz zwölf übersteigt, und in diesem Fall wird ein lokaler Lockdown für 30 Tage verhängt. Die Inzidenz von zwölf ist bei der Simulation leicht erhöht gewählt (statt Inzidenz von zehn), um einen möglichen Meldeverzug mit einzuberechnen. Da politische Entscheidungen Zeit benötigen, wird bei der Umsetzung der Maßnahmen ebenfalls eine gewisse Verzögerung in Kauf genommen. Pendlertests werden für alle Pendler:innen durchgeführt, die aus roten Zonen kommen. Positiv getestete Personen werden isoliert und daran gehindert, vor der Genesung zu reisen oder zu pendeln. Hierbei wird unter anderem betrachtet, dass durch das verstärkte Angebot von Selbst- und Antigentests eine hohe Testfrequenz zu erreichen ist. Dabei berücksichtigt die Modellierung ebenso, dass aufgrund geringerer Verlässlichkeit der Selbst- und Antigentests einige erkrankte Pendler:innen weiterhin unbemerkt bleiben und mit oder ohne Symptome zur Verbreitung der Krankheit beitragen.

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse für ein bestimmtes Szenario mit ca. 18 Prozent roten Zonen nach 30 Tagen Simulation mit 16 verschiedenen Strategien dargestellt. Diese Strategien beinhalten die Stärke des Lockdowns ($L+$ stärker als L), die Anzahl der Tests pro Woche ($T0$: keine Tests, $T1$: ein Test, $T2$: zwei Tests, $T5$: fünf Tests) und den Zeitverzug für die Implementierung der Maßnahmen ($DW1$: eine Woche, $DW3$: drei Wochen). Ein strenger Lockdown $L+$ in den roten Zonen führt erwartungsgemäß zu einem geringeren Überschlag in die grünen Zonen als der weniger strenge Lockdown L . Die Bilder verdeutlichen auch, wie reduzierte Testfrequenzen bei gleicher Lockdownstrenge zu leicht schlechteren Resultaten in der Viruseindämmung führen, während reduzierte Testfrequenzen in Kombination mit reduzierter Lockdownstrenge schnell zu einer außer Kontrolle geratenen Dynamik führen.

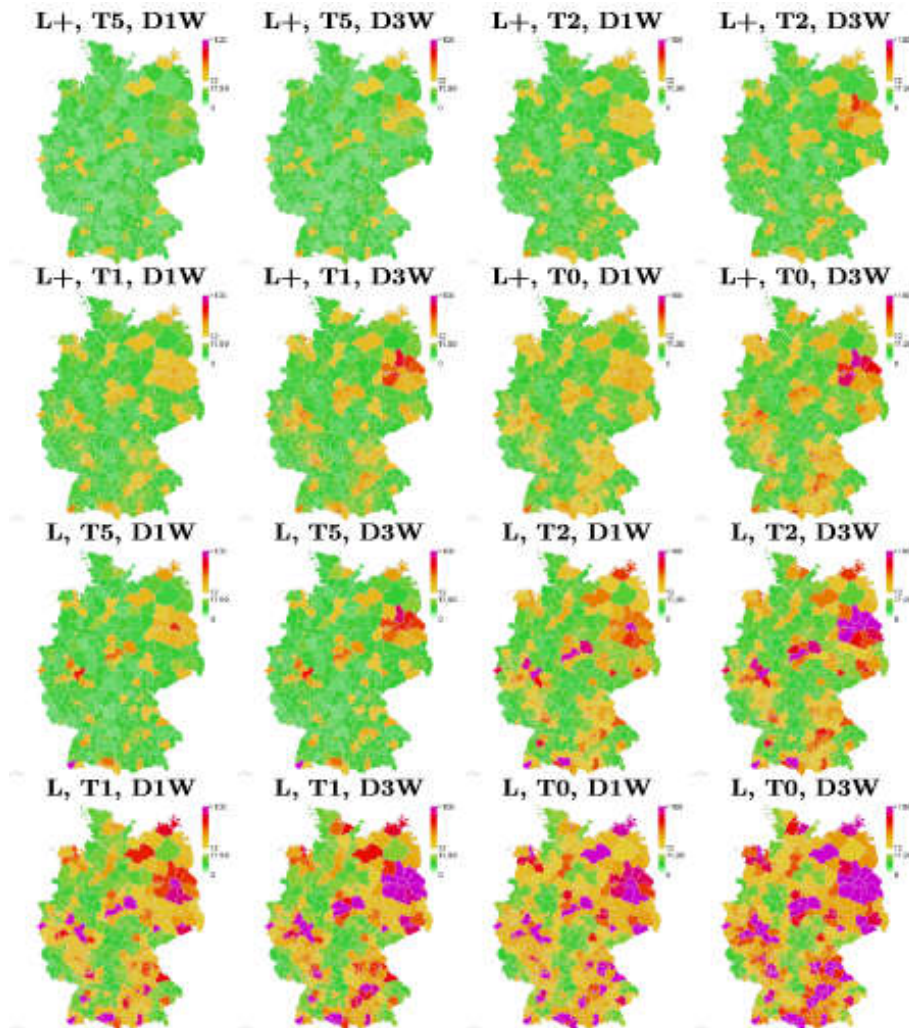


Abbildung 1: Simulation der Ausbreitung des Coronavirus für ein Beispielszenario mit 18 Prozent roten Zonen und den 16 untersuchten Strategien. Jede Karte zeigt den mittleren Verlauf nach 30 Tagen Simulation abhängig von der gewählten Strategie

Gleichermaßen zeigt Abbildung 2, wie schnell viele weitere Landkreise, bei denen das Infektionsgeschehen anfänglich unter Kontrolle war, in einen Lockdown gehen müssen, wenn in den roten Zonen wenig strenge Maßnahmen und nur geringe Testfrequenzen gewählt werden. Strikte Maßnahmen in Verbindung mit mindestens zweifach wöchentlicher bis täglicher Testung führen hingegen zu kaum zusätzlich betroffenen Landkreisen, und die anfänglich stark betroffenen Landkreise können nach Reduktion ihrer Infektionszahlen zeitnah wieder öffnen, ohne zuvor ihre Nachbarn infiziert zu haben.

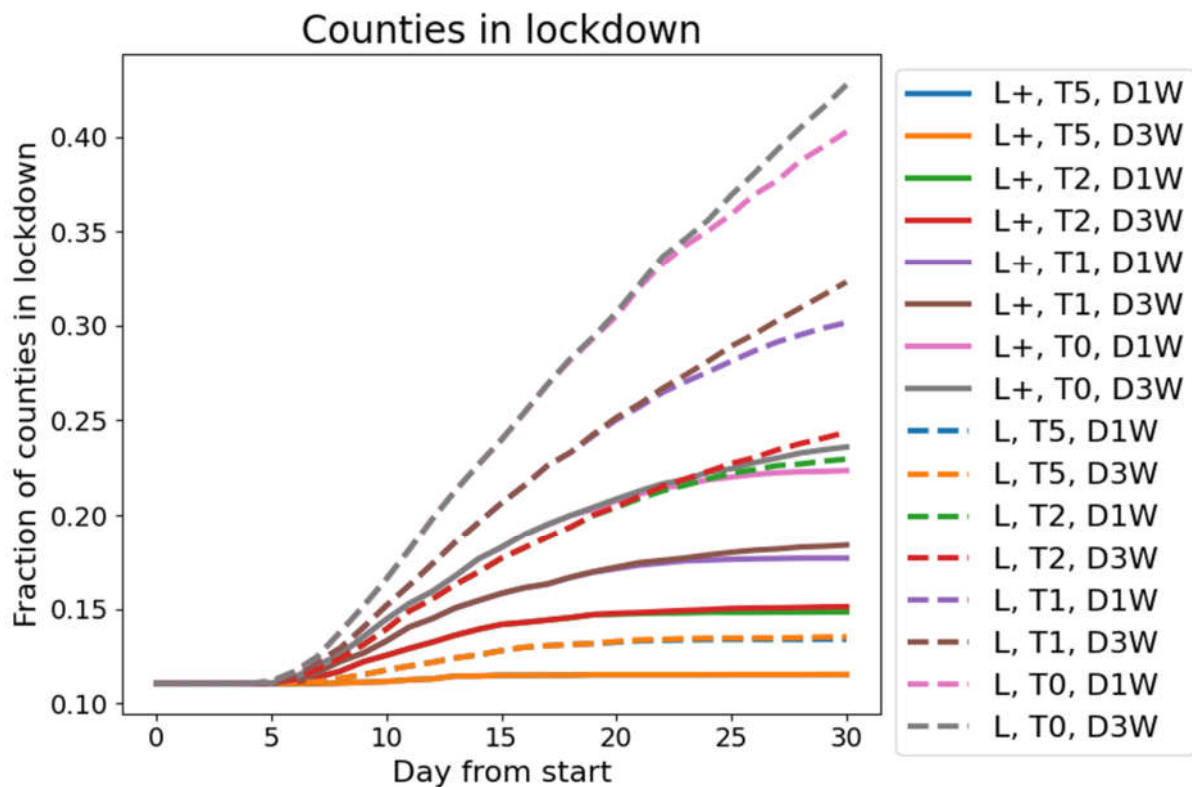


Abbildung 2: Prozentualer Anteil der Landkreise, die sich je nach gewählter Eindämmungs- und Öffnungsstrategie im Lockdown befinden. Die am wenigsten strengen Maßnahmen führen schnell zu einer Virusdynamik, welche außer Kontrolle ist.

Obwohl die Stärke der lokal auferlegten Maßnahmen die weitere Entwicklung eines lokalen Ausbruchs dominiert, zeigen die Simulationen, dass bei einem effektiven täglichen Testschema und einer schnellen Reaktion auf lokale Ausbrüche auch eine weniger strenge Reaktion bei der Eindämmung isolierter Ausbrüche effektiv sein kann. Bei weniger strengen Richtlinien zur Kontaktreduzierung im Lockdown-Szenario sagt das Modell voraus, dass insbesondere die Testhäufigkeit ein sehr relevanter Faktor bei der Eindämmung von Ausbrüchen ist. Jedoch handelt es sich bei den betrachteten Szenarien um solche mit allgemein niedriger Inzidenz und einer eher geringen Anzahl von lokalen Infektionsherden. Bei einer hohen Gesamtinzidenz sind zunächst strenge regionale Lockdowns das ultimative Instrument, um die Ausbreitung einzudämmen. Wenn jedoch nur einmal pro Woche oder gar nicht getestet wird, kann es auch bei einer allgemein niedrigen Inzidenz schnell wieder zu einem Aufflammen der Infektionsdynamik kommen.

„Eine Strategie wie NoCovid kann insbesondere in einem Szenario nützlich sein, in dem generalisierte, landesweite Maßnahmen die Inzidenz auf ein eher niedriges Gesamtniveau gebracht haben und eine restriktive Gesamtpolitik nicht mehr notwendig ist. In diesem Sinne kann sie als Perspektive für eine vorsichtige Wiederaufnahme der wirtschaftlichen und sozialen Aktivitäten gesehen werden“, sagt Dr. Sebastian Binder, Wissenschaftler in der HZI-Abteilung System-Immunologie. „Dies ist besonders wichtig, da es ein klares allgemeines Muster des

Wiederauftretens der Pandemie nach erfolgreicher Eindämmung und Aufhebung der restriktiven Politik gibt. Zum Beispiel blieb die Inzidenz in Deutschland nach dem ersten Ausbruch im März 2020 bis September auf sehr niedrigem Niveau, entwickelte sich aber durch mehrere lokale Ausbrüche, nach dem Ausbleiben einer substanziellen Intervention, zu einer landesweiten zweiten Welle von Infektionen.“ Die Ergebnisse von HZI und DLR deuten darauf hin, dass eine lokale Eindämmung von Ausbrüchen und die Aufrechterhaltung einer niedrigen Gesamtinzidenz auch in dicht besiedelten und stark vernetzten Gebieten möglich ist. Daraus ergibt sich eine vielversprechende Perspektive nach harten und wirtschaftlich schädlichen Eindämmungsmaßnahmen: Um die Situation auf einem stabilen Niveau zu halten, können moderate, lokal begrenzte Interventionen erfolgen, die nur einen kleinen Teil der Bevölkerung betreffen und eine praktikable Alternative zum Hin- und Herwechseln zwischen ungezielten restriktiven Maßnahmen und der vorzeitigen Aufhebung von Beschränkungen bieten.

Originalpublikation:

Martin J. Kühn, Daniel Abele, Sebastian Binder, Kathrin Rack, Margrit Klitz, Jan Kleinert, Jonas Gilg, Luca Spataro, Wadim Koslow, Martin Siggel, Michael Meyer-Hermann, Achim Basermann: Regional opening strategies with commuter testing and containment of new SARS-CoV-2 variants. *medRxiv* 2021, preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2021.04.23.21255995>

Weitere Informationen zur Software des DLR und HZI: <https://hpcvscorona.dlr.de/#/>

Zur Meldung des DLR: https://www.dlr.de/content/de/artikel/news/2021/01/20210121_high-performance-computing-corona.html;jsessionid=9E8E8EB3438B30E5A97987C7BAB8DE2E.delivery-replication2?nn=0cb29f2b-41da-48a5-aa41-05bfb73de2e4

Kontakt:

Michael Meyer-Hermann

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)
Abteilung System Immunologie
mmh@theoretical-biology.de

Dr. Sebastian Binder

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)
Abteilung System Immunologie
sb@theoretical-biology.de

Dr. Margrit Klitz

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Institut für Softwaretechnologie

High-Performance Computing

margrit.klitz@dlr.de

Dr. Martin Joachim Kühn

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Institut für Softwaretechnologie

High-Performance Computing

martin.kuehn@dlr.de