

2. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi) zur Verbreitung des neuen Coronavirus (SARS-CoV-2)

Version vom 27.04.2020

In dieser Stellungnahme kommentieren wir die Entwicklung seit der bundesweiten Einführung kontaktreduzierender Maßnahmen, die kurz nach unserer ersten Stellungnahme vom 21.03.2020 erfolgt ist. Wir diskutieren die Auswirkungen dieser Maßnahmen, geben einen Ausblick auf die weitere mögliche Entwicklung der Pandemie in Deutschland und stellen mittels mathematischen Modellierungen mögliche Szenarien zum weiteren Verlauf dar, die vor allem auf den Bedarf an intensivmedizinischen Krankenhausbetten eingehen. Unsere Stellungnahme reflektiert den Wissensstand am 24.04.2020.

Ab Anfang März wurden in Deutschland zunächst Verbote von Großveranstaltungen ausgesprochen, dann die Schließungen von Kindertagesstätten, Schulen, Hochschulen und anderen Bildungseinrichtungen beschlossen, sowie Ausgangsbeschränkungen und die Schließungen von Gaststätten und nicht systemrelevanten Geschäften verordnet. Die Einleitung dieser Maßnahmen hatte das Ziel, Kontakte innerhalb der Bevölkerung zu verringern und damit die Übertragungsmöglichkeiten für das Virus zu minimieren. Aktuell wurden diese Maßnahmen bis zum 4. Mai verlängert. Seit Einleitung dieser Maßnahmen sinkt die Anzahl neuer Fälle pro Tag.

Methodischer Hinweis

Ziel unserer Stellungnahme ist es, Erkenntnisse aus Modellierungsstudien zu erklären und zu illustrieren. Die Illustrierung basiert auf einem einfachen SEIR Modell, das ursprünglich generisch für die Verbreitung respiratorischer Viren entwickelt wurde¹. Es wurde stellenweise erweitert, um spezifische Aspekte der aktuellen Pandemie abzubilden. Die genutzten Parameter des Modells basieren auf der gegenwärtig vorhandenen Evidenz zum SARS-CoV-2. Absolute Zahlen sind illustrativ als Darstellung von Größenordnungen und nicht als präzise Vorhersage zu verstehen – so bestätigt sich zum Beispiel die Grundaussage, dass beim unkontrollierten Verlauf der Epidemie die Kapazitäten des Gesundheitssystems um ein Vielfaches überschritten werden, auch wenn die zugrundeliegenden Annahmen eine breite Spannweite haben, und auch wenn die tatsächlich erreichten Zahlen von dieser Illustration nicht genau getroffen werden sollten.

Was wurde bisher erreicht?

Die verordneten kontaktreduzierenden Maßnahmen sind ein schwerer Eingriff in die Bürgerrechte. Ihr Nutzen und ihre Berechtigung müssen in Politik und Gesellschaft immer wieder diskutiert und neu bewertet werden. Dazu ist es zunächst nötig, den aktuell sichtbaren Effekt der in den letzten Wochen eingeleiteten Maßnahmen zu evaluieren. Wären keine Maßnahmen zur Kontrolle der Epidemie ergriffen worden, hätte man bei einem Verlauf mit einer effektiven Reproduktionszahl von 2,5 (eine infektiöse Person steckt im Schnitt 2,5 weitere Personen an) davon ausgehen müssen, dass schon im April/Mai weit über 50.000 Intensivbetten benötigt worden wären (**Abbildung 1**). Auch wenn andere in der Zwischenzeit publizierte Modellierungsansätze leicht abweichende Zahlen präsentieren, stimmen alle darin überein, dass ohne Einleitung von kontaktreduzierenden Maßnahmen eine deutliche Überlastung des Gesundheitssystems zu erwarten gewesen wäre.

In einem Modellierungsszenario, in dem die Effekte von kontaktreduzierenden Maßnahmen berücksichtigt wurden, ergab sich für Mitte April eine deutlich niedrigere Zahl: ein geschätzter deutschlandweiter Bedarf an 2.000 bis 5.000 Intensivbetten für an COVID-19 erkrankte Personen (**Abbildung 1b**). Das DIVI-Register berichtete am 23.04.2020 die Zahl von 2.761 belegten Betten², was mit den Vorhersagen der Modellierung übereinstimmt.

In der hier vorgestellten Modellierung wurde davon ausgegangen, dass die effektive Reproduktionszahl nach dem 15.03. (**Abbildung 1**, Zeitpunkt 0, Beginn unserer Betrachtung) schon reduziert war. Die Übertragung von COVID-19 findet sowohl in der präsymptomatischen (d. h. vor dem Auftreten von Symptomen) als auch in der symptomatischen Phase statt. Eine Reduktion der Übertragung während der symptomatischen Phase kann bereits allein durch erhöhte Aufmerksamkeit und Selbstisolierung potenziell infizierter Personen erreicht werden. Aufgrund der breit verfügbaren Informationen Mitte März kann man annehmen, dass dieser Mechanismus wirksam war. (Wir nehmen an, dass zu diesem Zeitpunkt die effektive Reproduktionszahl bereits auf etwa 2,0 reduziert wurde).

Die Übertragung in der präsymptomatischen Phase kann jedoch nur durch Maßnahmen allgemeiner Kontaktreduktion in der Bevölkerung oder eine sehr frühe Isolation von potenziell infizierten Personen (z. B. im Rahmen einer Kontaktnachverfolgung Infizierter) erfolgen. Wir haben daher angenommen, dass die Maßnahmen der allgemeinen Kontaktreduktion zu einer weiteren Reduktion der effektiven Reproduktionszahl auf 0,9 geführt haben. In unserer Darstellung ändert sich diese Zahl 7 Tage nach Beginn der Simulation, damit folgt die Entwicklung der Patientenzahlen auf Intensivstationen der dunkelblauen Kurve in **Abbildung 1b**. Gleichzeitig kann man abschätzen, wie sich die Situation entwickelt hätte, wenn man noch eine oder mehrere Wochen mit der Einführung der Kontaktreduktionsmaßnahmen gewartet hätte.

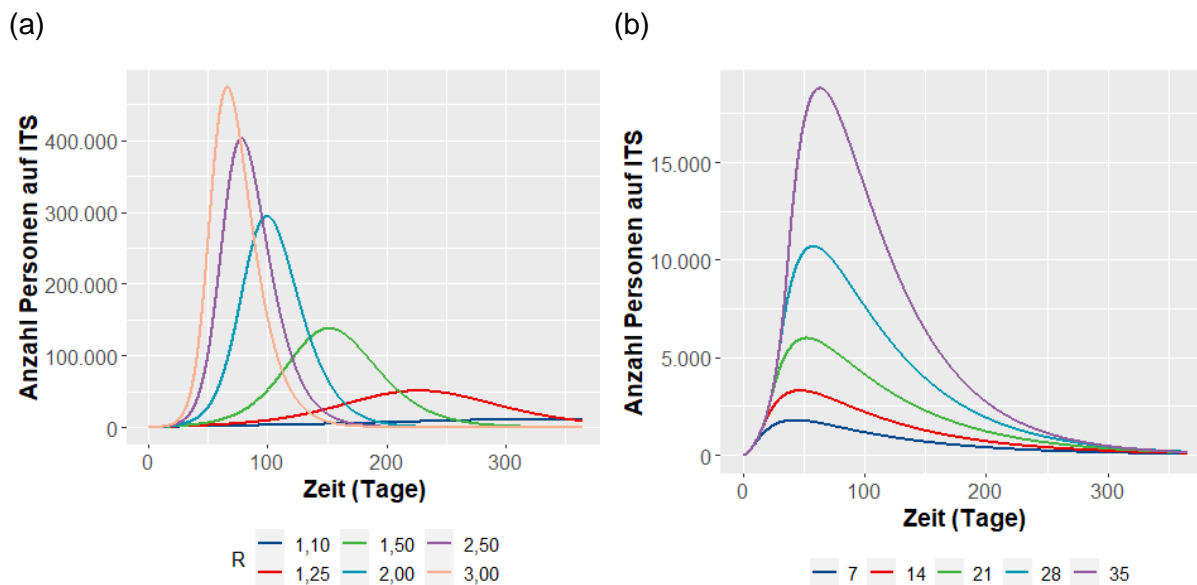


Abbildung 1: Anzahl Personen, die Intensivtherapie benötigen. a) Zeitlicher Verlauf für unterschiedliche Reproduktionszahlen und b) Zeitlicher Verlauf, wenn zu unterschiedlichen Zeitpunkten Maßnahmen ergriffen werden, um die effektive Reproduktionszahl unter 1 zu senken (Reproduktionszahl (R) zum Start auf $R=2$, dann nach 7, 14, 21, 28 oder 35 Tagen weitere Reduktion auf $R=0,9$). Auf der horizontalen Achse ist die Zeit angegeben und auf der vertikalen Achse die Anzahl an Personen, die zu einem Zeitpunkt auf einer Intensivstation (ITS) behandelt werden müssen.

Annahmen: Präinfektiöse Zeit: 3 Tage, Infektiöse Zeit: 7 Tage, Proportion intensivpflichtige Patienten von allen Infektiösen: 2 %, Liegedauer Intensivstation: 15 Tage, Bevölkerungsgröße: 80.000.000, Anzahl suszeptibler Personen bei Start: 79.950.000, Anzahl Exponierte bei Start: 40.000, Anzahl infektiöse Personen bei Start: 10.000, Anzahl immune Personen bei Start: 0, Anzahl intensivpflichtige Patienten bei Start: 0. Die Zeitachse startet Mitte März.

Was würde bei kompletter Rücknahme aller Maßnahmen passieren?

Hätte man Mitte April (32 Tage ab 15.03.) alle eingeleiteten Maßnahmen sofort komplett zurückgenommen ohne andere Maßnahmen einzuführen (wie z. B. die intensivierte Testung mit besserer Nachverfolgung potentieller Kontakte), würde die Epidemie wieder an Geschwindigkeit aufnehmen, die effektive Reproduktionszahl und die Anzahl neu infizierter Personen würde ansteigen. Durch eine ungehinderte Ansteckung – bei einem weiterhin niedrigen Anteil immuner Personen (<5 %) in der Bevölkerung – würde schnell erneut ein exponentielles Wachstum eintreten und Ende Mai würden wieder deutschlandweit geschätzt 7.000 Betten auf den Intensivstationen zur Behandlung schwerer COVID-19 Verläufe benötigt werden (**Abbildung 2**). Eine vollständige Aufhebung der Maßnahmen kann also in kürzester Zeit dazu führen, dass die Kapazität der Krankenhäuser überschritten wird, obwohl diese mittlerweile stark ausgebaut wurde.

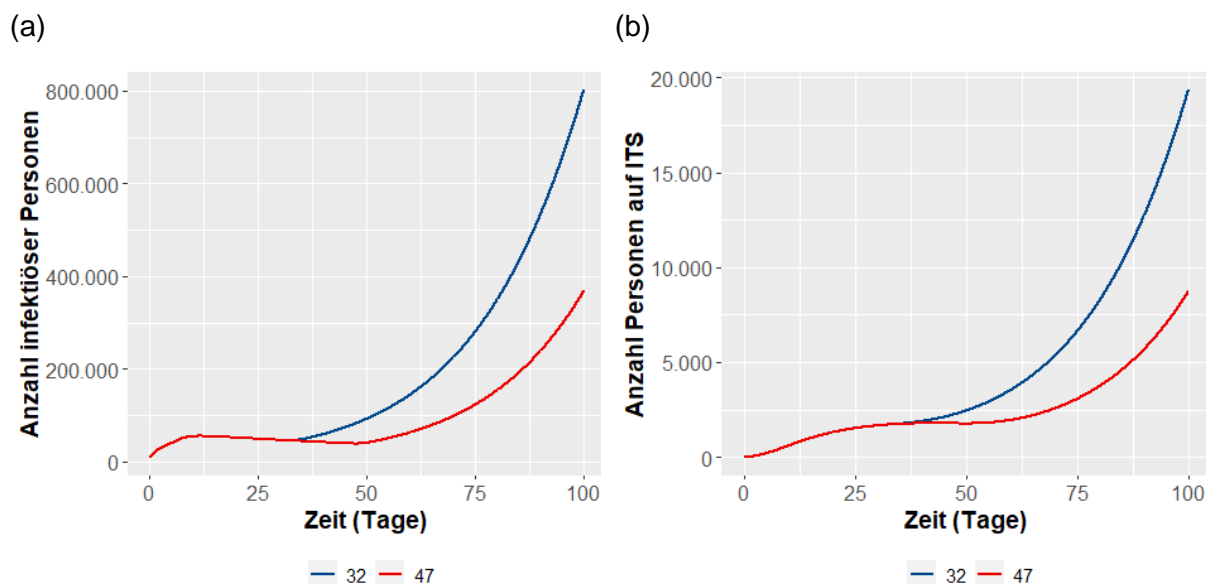


Abbildung 2: Weiterer Verlauf der Epidemie, wenn nach 7 Tagen Maßnahmen ergriffen werden, um die Reproduktionszahl von $R=2$ auf $R=0,9$ zu senken und diese Maßnahmen zu verschiedenen Zeitpunkten (nach 32 Tagen und nach 47 Tagen) gelockert werden ohne andere einzuführen ($R=1,5$). 2a) zeigt die Anzahl infektöser Patienten und 2b) die Anzahl von Personen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt auf einer Intensivstation (IST) behandelt werden müssen. (Annahmen wie Abbildung 1.)

Was würde bei einer Beibehaltung der aktuell implementierten Maßnahmen passieren?

Hierbei muss zunächst klargestellt werden, dass die Beibehaltung der Maßnahmen mit erheblichen Einschränkungen der Bürgerrechte und mit erheblichen sozialen, wirtschaftlichen und auch gesundheitlichen Belastungen für die Menschen und Unternehmen unseres Landes verbunden sind. Deshalb stellt das Szenario der langfristigen Beibehaltung der Maßnahmen keinen gangbaren Weg dar. Es muss vielmehr eine Situation geschaffen werden, in der die Zahl der neu infizierten Personen soweit reduziert wird, dass die Nachverfolgung dieser Fälle und ihrer Kontakte und anschließende Quarantäne durch die Gesundheitsbehörden möglich wird. Es wird geschätzt, dass die kontaktreduzierenden Maßnahmen in Deutschland zu einer effektiven Reproduktionszahl von aktuell knapp unter 1 geführt haben. Wenn die Reproduktionszahl nahe bei 1 liegt, sinkt die Anzahl der Infektösen pro Tag nur langsam (**Abbildung 3**) – wir gehen davon aus, dass nur ein Teil der infektösen Perso-

nen auch tatsächlich erkannt wird und in der Meldestatistik auftaucht, daher entsprechen diese Zahlen nicht den Meldedaten. Es ist offensichtlich, dass eine weitere Senkung der Reproduktionszahl zu einer schnelleren Reduktion neuer Fälle führt.

In Südkorea gibt es derzeit beispielsweise in einer Bevölkerung von 60 Millionen Einwohnern etwa 60 neue Erkrankungsfälle pro Tag, welche gut nachverfolgt werden können. Man kann aktuell nicht sicher davon ausgehen, dass die derzeit deutschlandweit etwa 2000 neuen Fälle pro Tag und ihre Kontakte im Rahmen der bisher etablierten Infektionskontrollmaßnahmen von Gesundheitsämtern schon überall ausreichend gut nachverfolgt werden können. Es scheint deshalb eine weitere Reduktion der Zahl der Neuinfizierten notwendig, um die Gesundheitsbehörden in die Lage zu versetzen, durch Nachverfolgung, Isolations- und Quarantänemaßnahmen die weitere Ausbreitung des Virus unter Kontrolle zu halten.

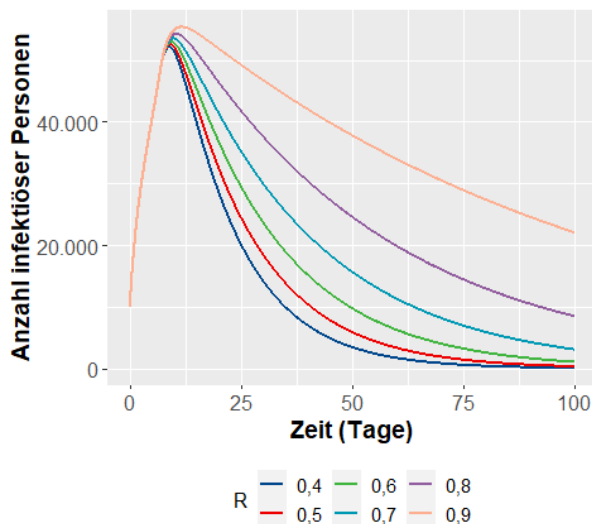


Abbildung 3: Anzahl an Personen, die zu einem Zeitpunkt infektiös sind unter der Annahme, dass die Reproduktionszahl die ersten 7 Tage 2 beträgt und dann in verschiedenen Szenarien auf Werte von 0.9 bis 0.4 sinkt. (Annahmen wie in Abbildung 1.)

Wie kann die Ausbreitung von SARS-CoV-2 kontrolliert werden?

Containment (dtsch: Eindämmung) bezeichnet eine Strategie, in der Erkrankungsfälle und deren potentiell infizierte Kontaktpersonen so effektiv identifiziert und isoliert werden können, dass sich die Epidemie nicht mehr in der Gesellschaft ausbreiten kann. Damit die Fallzahlen wieder in einen durch die Gesundheitsbehörden kontrollierbaren Bereich kommen, sollte der Rückgang der Fallzahlen beschleunigt werden. Dies kann man erreichen, indem eine intensivierete Nachverfolgungs-Strategie schon jetzt die Maßnahmen der allgemeinen Kontaktreduktion unterstützt und so möglichst viele der Übertragungsketten unterbrochen werden.

Eine besondere Herausforderung von SARS-CoV-2 besteht sowohl in der asymptomatischen Übertragung, das heißt, Infizierte haben keine Symptome, können aber andere anstecken, als auch in der präsymptomatischen Übertragung, das heißt Infizierte haben zunächst keine Symptome und können andere anstecken, bevor sie Symptome zeigen. Um die Epidemie unter Kontrolle zu bringen, ist daher eine wirkungsvolle und schnelle Nachverfolgung von Kontakten von Infizierten von entscheidender Bedeutung, um einen großen Teil dieser Personen zu identifizieren, bevor sie andere

infizieren. Die Strategie der Isolierung von Fällen und deren Kontakten muss proaktiv sein, wobei nach bisherigen Erkenntnissen die Containment-Strategie weiterhin durch gewisse Maßnahmen der allgemeinen Kontaktreduktion und Maßnahmen zur Verringerung der Übertragungswahrscheinlichkeit unterstützt werden muss.

Um möglichst viele präsymptomatische und asymptomatische Übertragungen im Rahmen des Containments vermeiden zu können, ist es notwendig, symptomatische Fälle sofort zu testen, aber auch besonderes Augenmerk auf die Entdeckung asymptomatischer Kontaktpersonen und deren Haushaltsmitglieder zu legen.

Unserer Auffassung nach sollte die Containment-Strategie bereits breit ausgerollt werden, während noch allgemeine kontaktreduzierende Maßnahmen gelten, um die lokalen Nachverfolgungskapazitäten zu erfassen und gegebenenfalls aufstocken zu können. Gleichzeitig sollten die Gesundheitsbehörden prüfen, wie diese Kapazitäten sowie die Test-Kapazitäten bei Bedarf schnell ausgebaut werden können. Aus den Nachverfolgungs- und Testkapazitäten ergibt sich die maximale Anzahl der täglichen Fälle, die nachverfolgt werden können, ohne die Zahl der Neuerkrankten ansteigen zu lassen. Diese Zahl kann regional stark variieren, je nach lokalen Gegebenheiten und Kapazität der jeweiligen Gesundheitsämter. Diese Zahl sollte auch bestimmen, ob in einer Region eine Lockerung von Maßnahmen möglich ist. Mobile Applikationen könnten die Effektivität der Containment-Strategie unterstützen. Wichtig dabei ist, dass eine Applikation auf epidemiologischen Erkenntnissen basiert (z. B. Anzeigen eines höheren Infektionsrisikos), dass sie die Datensouveränität der Person respektiert, dass ihre Wirkweise steuerbar und verifizierbar ist und dass sie die Public Health-Maßnahmen der Gesundheitsbehörden unterstützt.

Weitere epidemiologische Kompetenz

Die regionalen Unterschiede bei Verbreitung und Eindämmung der Epidemie erfordern eine Zusammenführung lokaler, regionaler und nationaler wissenschaftlicher Kompetenz und eine gute Koordination zwischen nationalen, regionalen und lokalen Gesundheitsbehörden. Gleichzeitig sollten begleitende seroepidemiologische und epidemiologische Studien in repräsentativen bzw. geografisch definierten Regionen durchgeführt werden, um epidemiologische Kenngrößen valide zu erheben und besser zu verstehen. Wichtige Akteure und Impulsgeber auf länderübergreifender Ebene sind selbstverständlich nach wie vor die nationalen und europäischen Institute (Robert-Koch-Institut und ECDC).

Pressekontakt und Rückfragen bitte über die Geschäftsstelle der DGEpi

Kontakt über www.DGEpi.de oder geschaeftsstelle@dgepi.de

Referenzen

¹ [Mikolajczyk R](#), Krumkamp R, Bornemann R, Ahmad A, Schwehm M, Duerr H-P. Influenza - insights from mathematical modelling. Dtsch Arztebl Int 2009;106(47):777-82.

² DIVI Intensivregister: <https://www.intensivregister.de/#/intensivregister>