

**NUR EINEN TAG!  
EINE EFFEKTIVE ERGÄNZENDE MASSNAHME ZUR  
EINDÄMMUNG VON COVID 19**

MATTHIAS KRECK<sup>†</sup>, ERHARD SCHOLZ<sup>‡</sup>

**Eine geringe Verkürzung der Zeit zwischen Symptombeginn und Beginn  
der Quarantäne hat drastische Auswirkungen**

Es ist offensichtlich und bedarf keiner wissenschaftliche Begründung, dass ein Mittel zur Eindämmung einer Epidemie darin besteht, dass man Infizierte so schnell wie möglich in Quarantäne schickt. Aber es ist nicht klar, wie effektiv diese Maßnahme ist. Wir haben ein mathematisches Modell zur Ausbreitung von Epidemien vorgeschlagen, das wir *SEPAR<sub>d</sub>*-Modell nennen, in dem die durchschnittliche Zeit, bis zu der ein Infizierter in Quarantäne geschickt wird, ein zentraler Parameter ist ([https://www.hcm.uni-bonn.de/fileadmin/kreck/SEPAR-model\\_Arxiv\\_version.pdf](https://www.hcm.uni-bonn.de/fileadmin/kreck/SEPAR-model_Arxiv_version.pdf)). Dieses Modell ist zur Analyse von Covid 19 besonders geeignet. Wir haben die Güte dieses Modells dadurch geprüft, dass wir es dazu verwendet haben, für zahlreiche Länder die Modellparameter entweder aus den empirischen Daten abzulesen oder mit Hilfe von zugänglichen Informationen zu schätzen. Dabei hat sich herausgestellt, dass das Modell die Entwicklung der Epidemie sehr gut auf einen Punkt bringt. Deshalb gibt es gute Gründe, in dem Modell ein gutes Hilfsmittel zur Analyse der Ausbreitung einer Epidemie zu sehen.

Insbesondere erlaubt es, eine quantitative Analyse des Einflusses einer Verkürzung der Zeit zwischen Auftreten von Symptomen und Beginn der Quarantäne vorzunehmen. Wir haben deshalb folgendes Szenario durchgespielt. Wir vergleichen die Entwicklung in Deutschland seit Beginn der Pandemie bis Anfang Januar 2021 mit einer Alternative, bei der es im Laufe des Mai 2020 durch geeignete Maßnahmen gelingt, diese Zeit schrittweise um 15 % zu verkürzen. Dass eine Absenkung erreicht wird, ist ohne jedes Modell klar. Wir waren sehr überrascht, wie drastisch diese Absenkung ist. Bilder sagen hier mehr als Worte. In den folgenden Graphiken werden die tägliche Zahl der Neuinfizierten (genauer ein gleitendes 7-Tagesmittel, um die

---

*Date:* January 18, 2021.

<sup>†</sup>Mathematisches Institut der Universität Bonn and Mathematisches Institut der Universität Frankfurt, Germany, [kreck@math.uni-bonn.de](mailto:kreck@math.uni-bonn.de)

<sup>‡</sup>University of Wuppertal, Faculty of Math./Natural Sciences, and Interdisciplinary Centre for History and Philosophy of Science, [scholz@math.uni-wuppertal.de](mailto:scholz@math.uni-wuppertal.de)

wöchentlichen Schwankungen auszugleichen) und die entsprechende Zahl unter Annahme einer 15 %-igen Reduktion ab Juni 2020 dargestellt, sowie das gleiche für die Zahl derer, die in Quarantäne bzw. im Krankenhaus sind, von denen ein gewisser Prozentsatz auf der Intensivstation liegt.

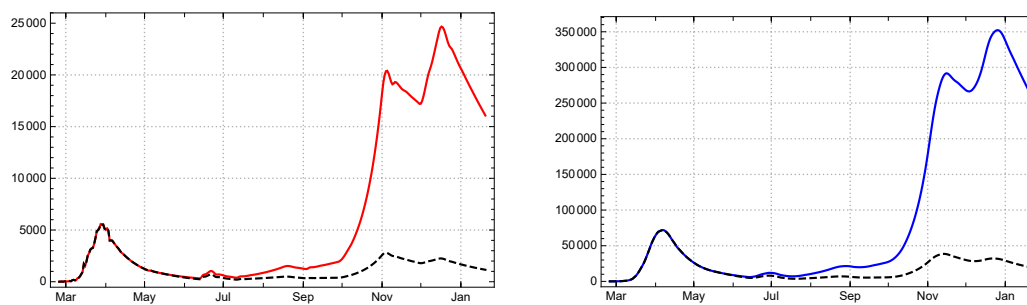


FIGURE 1. Links: Rot, von der Statistik erfasste tägliche Neuinfektionen (7-Tages Mittelwerte). Rechts: Blau, aktuell als erkrankt Gezählte in Deutschland. Durchgezogene Linien (rot, blau): Modellwerte für den realen Verlauf bei 7 Tagen bis zur Quarantäne. Gestrichelt (schwarz): Modellwerte bei (fiktiver) Herabsetzung im Juni 2020 von 7 auf 6 Tage.

Man sieht, dass der 7 Tage Mittelwert der Anzahl der täglich neu Infizierten, der Anfang November einen Höhepunkt von etwas über 20.000 erreicht, bei Einhalten einer solchen den Beginn der Quarantäne beschleunigenden Maßnahme auf einen Wert von etwa 2800 gefallen wäre. Und für den bis jetzt absoluten Höchstwert von knapp 25.000 Mitte Dezember wäre – noch erstaunlicher – der Höchstwert noch etwas niedriger, nämlich etwa 2300. Dies hätte, wie die rechte Graphik zeigt, entsprechende Folgen für die jeweilige Gesamtzahl der an einem Tag Infizierten, die unmittelbaren Einfluss auf die Zahl der Covid 19 Patienten hat, die auf der Intensivstation behandelt werden müssen.

Der Effekt ist so drastisch, dass man sich fragt, wieso eine vergleichsweise geringe Absenkung um 15 % so stark wirken kann. Man könnte ähnliche Effekte erzielen, wenn man die Maßnahmen, die – und das muss betont werden – die Basis sind, auf der die Absenkung der Zeit bis zur Quarantäne noch als zusätzliche Dämpfung ihre Wirkung entfaltet, um einen ähnlichen Prozentsatz zusätzlich absenken würde. Aber, wie die Diskussion zeigt, ist eine zusätzliche Einschränkung von Kontakten nur noch schwer vermittelbar und hat schwerwiegende Nebenwirkungen (z.B. Stichwort Schulen, Stichwort psychische Belastung). Der große Vorteil von Maßnahmen zur Absenkung der Zeit bis zur Quarantäne ist, dass sie jeweils nur einen kleinen Teil der Bevölkerung und jeweils nur für eine kurze Zeit trifft. Damit könnte diese Maßnahme auf Dauer eingehalten werden. Und diese Dauer ist der entscheidende

Grund, warum die Maßnahme so stark wirkt: Der Effekt akkumuliert sich und wird immer stärker. Das sieht man sehr schön, wenn man die beiden Peaks Anfang November und Mitte Dezember vergleicht, wo der abgesenkte Peak im September deutlich höher als Mitte Dezember ist, obwohl der Dezember Peak viel höher als der Novemberpeak ist.

### **Dunkelziffern werden berücksichtigt**

Dabei sei darauf hingewiesen, dass das Modell auch die Dunkelziffer von nicht registrierten Infizierten erfasst. Dies ist bei der Aussage über den Einfluss von Quarantänemaßnahmen besonders wichtig ist, weil man die nicht registrierten Menschen ja nicht in Quarantäne schicken kann. Wir verwenden eine virologische Studie zur Schätzung dieses Peaks, Abweichungen sind natürlich möglich und würden zu einem etwas anderen Verlauf der Absenkung führen, aber der grundsätzliche Effekt wäre ähnlich. Für Details verweisen wir auf unsere Arbeit.

### **Einen Tag kann man einsparen!**

Was eine Reduktion um 15 % bedeutet, hängt davon ab, wie lange es derzeit braucht, bis jemand nach dem Auftreten von Symptomen in Quarantäne oder ins Krankenhaus geschickt wird. Wir sind davon ausgegangen, dass es zur Zeit durchschnittlich 4-5 Tage dauert. Der in unserem Modell auftretende Parameter ist diese Zeit plus die Zeit zwischen Beginn der Infektivität und dem Auftreten von Symptomen, welche nach virologischen Studien im Durchschnitt 2-3 Tage sein soll. Das bedeutet, dass bei 4-5 Tagen zwischen Auftreten von Symptomen und Beginn der Quarantäne oder Krankenhausaufenthalt in etwa 1 Tage eingespart werden müsste. Wenn die Zeit in Wirklichkeit kürzer ist, so benötigt man sogar etwas weniger als einen Tag Einsparung.

Die Frage, ob und wie man diesen einen Tag einsparen kann (oder besser noch mehr), können wir nicht mit Sicherheit beantworten. Es ist aber hilfreich, sich den Verlauf einer Infektion in einem Szenario vorzustellen. Wenn jemand infiziert wird, so gibt es zunächst ein paar Tage, an denen die Person nicht infektiös ist und keine Symptome hat, in der Literatur wird dies im Durchschnitt mit 2 Tagen angegeben. Danach beginnt von 0 an stark ansteigend die infektiöse Phase, die ihren Höhepunkt mit dem Auftreten der Symptome oder kurz davor erreicht, was laut Studien nach 2-3 weiteren Tagen erfolgt. Das sind die ersten 2 1/2 Tage von den angenommenen 7 Tagen. Da die Symptome erst schwach ausgeprägt sind, werden die meisten noch 2-3 Tage warten, bis sie sich an einen Arzt wenden oder die 116117 anrufen, wir sind also beim 5.Tag. Nun wird vielleicht ein Schnelltest gemacht, der positiv ausfällt. Das reicht aber nicht als Grundlage für eine Entscheidung, also wird ein PCR Test gemacht, wozu ein Termin ausgemacht werden muss. Das Ergebnis kommt einen Tag später, also am 6. Tag. Nun meldet sich das Gesundheitsamt und ordnet freiwillige

Quarantäne an. Die Person ist darauf nicht vorbereitet und braucht noch einen Tag, bis sie schließlich zu Hause bleibt. Inzwischen hat sie andere Familienmitglieder und ein paar Freunde angesteckt.....

Natürlich ist das nur eine Möglichkeit, aber so ähnlich könnte es in vielen Fällen verlaufen. Es gibt für uns andere Gründe, warum wir von 7 Tagen ausgehen, die in unserer Arbeit erläutert werden, wo auch diskutiert wird, was bei anderen Annahmen passiert. Aber auch dann würde eine Maßnahme, die die Zeit bis zur Quarantäne runtersetzt, sehr effektiv sein.

Unserer Ansicht nach wäre es wert, die Maßnahme zur Kontakteinschränkung, die bisher jeweils beschlossen wurden (von denen keine einen direkten Bezug zur Verkürzung der Zeit bis zur Quarantäne hat), um effektive Maßnahmen zur Verkürzung dieser Zeit ergänzen. Wie bereits oben gesagt, kann diese Maßnahme Einschränkungen von Kontakten nicht ersetzen. Aber man kann sich fragen, ob in der Vergangenheit verhängte Maßnahmen zur Kontaktreduzierung, deren Effekt nur schwer nachzuweisen war, nicht aufgehoben werden können, wenn der Effekt einer Verkürzung der Zeit bis zur Quarantäne so stark wirken würde, dass er das unnötig macht.