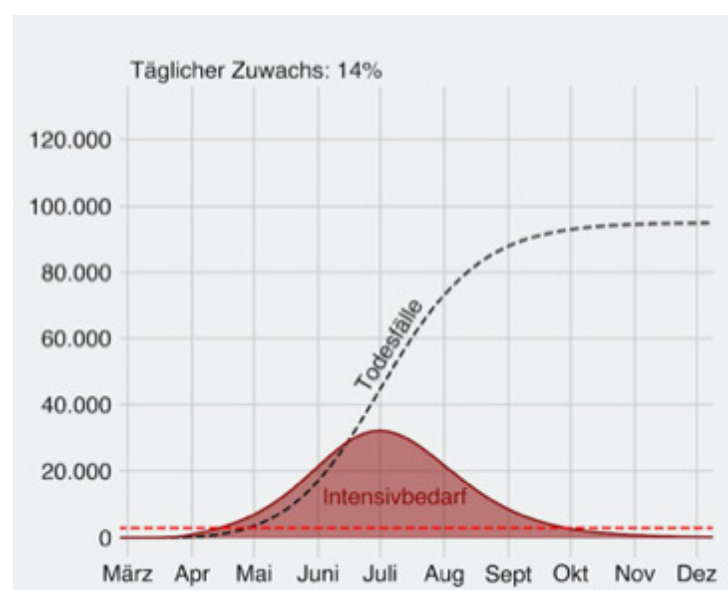


## Über Modelle, Prognosen und die Realität von Covid-19

### Warum Modellrechnungen keine Glaskugel sind und der in der Öffentlichkeit bisher weitgehend unbekannt Faktor $R_0$ zum Krisenmanager wurde.

JOACHIM HERMISSON, MAGNUS NORDBORG, MATHIAS BEIGLBÖCK, PHILIPP GROHS,  
WALTER SCHACHERMAYER – 29.04.2020



Österreich hat – mit Glück und Verstand – die erste Phase der Corona-Epidemie gut gemeistert, was der internationale Vergleich zeigt. In den ersten Wochen hat dabei das Virus den Zeitplan diktiert. Erst in den letzten Tagen, bei sinkenden Fallzahlen, war es möglich, die Situation mit besserer Datenlage zu reflektieren. Dazu gehörte in den Medien die Frage, auf welcher Grundlage die Entscheidungen der Regierung getroffen wurden.

In Gremien und Kommissionen sind viele Stimmen und Positionen zu Wort gekommen. Eine dieser Stimmen war dabei von uns, einer Gruppe von Mathematikern der Universität Wien sowie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Bei der Darstellung unserer Zusammenfassung zur Pandemie-Entwicklung kam es auch zu Missverständnissen, die wir im Sinne transparenter Diskussion aufklären wollen.

Am 25. März wurden zwei der Autoren (Mathias Beiglböck und Walter Schachermayer) zu einer Sitzung des Bundeskanzleramts eingeladen, um die rasante Entwicklung aus mathematischer Sicht zu beleuchten. Zu diesem Zeitpunkt war die bei weitem wichtigste Entscheidung der Pandemie-Bekämpfung, der rasche „Lockdown“ am 16. März, bereits vollzogen, die Auswirkungen waren jedoch noch nicht klar. Weitere Entscheidungen (wie die

Maskenpflicht) standen an.

Für eine Sitzung am 29. März wurden wir gebeten, einen Überblick über die Entwicklung der Situation zu geben. Durch die Beiziehung des Bio-Mathematikers Joachim Hermisson, des AI- (Artificial Intelligence) -Spezialisten Philipp Grohs und des Populationsgenetikers Magnus Nordborg erweiterten wir unser Team.

In drei 24-Stunden-Schichten haben wir den letzten Stand der internationalen Covid-19-Diskussion zusammengefasst und die wesentlichen Szenarien auf Basis eines auf Österreich adaptierten epidemiologischen Modells (auf Grundlage der SEIR Modelle von Harvard und Uni Basel) dargestellt. Das Papier, das lediglich zur Unterstützung des Vortrags und nicht zur Veröffentlichung gedacht war, findet sich weiterhin unter **diesem Link**. Unser Literatur-Überblick wird von uns weiterhin **ständig aktualisiert**.

Eine zentrale Bedeutung in der Beurteilung der Pandemie-Entwicklung kommt der „Reproduktionszahl“  $R_0$  zu. Das ist die Anzahl der Personen, die eine infizierte Person ihrerseits im Durchschnitt wieder ansteckt. Je nach Entwicklung dieser Zahl können mathematische Modellrechnungen erstellt werden, wie sich Covid-19 weiter ausbreitet.

Diese Modellrechnungen sind keineswegs definitive Prognosen, sondern sie können qualitative Szenarien aufzeigen, um Entscheidungen über weitere Maßnahmen zu unterstützen (in diesem Sinne empfiehlt sich auch die lesenswerte **Stellungnahme der deutschen Helmholtz-Gemeinschaft**). Wörtlich heißt es in unserer Zusammenfassung: Wie jedes mathematische Modell kann es nur Aussagen in der Form von „WENN..., DANN...“ treffen. Mit anderen Worten: Solche Modelle sind keine Glaskugel, sondern ermöglichen Abwägungen.

Ein dabei von uns durchgerechnetes Szenario ist beispielsweise: WENN sich die Epidemie völlig ohne Maßnahmen und ohne Änderung des Verhaltens entwickeln würde, DANN wäre in Österreich ein Zusammenbruch des Gesundheitssystems und zehntausende Tote schon nach wenigen Monaten zu erwarten. In der Praxis wäre dies kaum realistisch: Spätestens im Angesicht der Katastrophe wäre eine Regierung gezwungen, die Notbremse zu ziehen.

Gleichzeitig zeigt dieses Szenario, dass Sars-Cov2 fundamental anders verläuft als die saisonale Grippe, die wir weitgehend ohne Verhaltensänderungen überstehen und gegen deren Ausbreitung obendrein eine – nur gering genutzte – Schutzmöglichkeit durch Impfung besteht. Die Annahme, dass wir die Epidemie auch ohne Maßnahmen überstehen könnten, wäre also eine Illusion.

Selbst mit Maßnahmen ist es entscheidend, welcher Wert von  $R_0$  erreicht wird. In einem Szenario basierend auf der Modell-Annahme, dass die Reproduktionszahl  $R_0$  konstant einen Wert von 1,7 beträgt, ergibt sich ein täglicher Zuwachs positiv getesteter Personen von 14 Prozent (siehe Grafik oben). Dieser Anstieg wurde in Österreich in der Woche vom 21. bis 28.3. verzeichnet.

Unter der Annahme, dass der Wert von  $R_0$  weiterhin den Wert 1,7 hat, entsteht über den Zeitraum mehrerer Monate eine hochgerechnete Gesamtsterblichkeit von fast 100.000

Personen. Der Zweck dieser Modellrechnung war keine Prophezeiung, sondern aufzuzeigen, was theoretisch passieren könnte, wenn die Zahl  $R_0$  über Monate hinweg konstant deutlich über dem Wert von 1 bliebe.

Nach knapp zwei Monaten würde die Schwelle der verfügbaren Intensivbetten überschritten, nach zweieinhalb Monaten würden 10.000 und nach drei Monaten etwa 20.000 Menschen gestorben sein. Dabei wird grundsätzlich von einer Sterberate von 1 Prozent für Covid-19 ausgegangen, jedoch kommt es für all jene schweren Fälle, für die kein Intensivbett zur Verfügung steht, zu einer angenommenen Verdoppelung dieser Rate.

Leider gibt es Beispiele, wo die ersten drei Monate dieses Szenario tatsächlich Realität wurden: insbesondere die Lombardei und New York City, beide mit etwa gleich viel Einwohnern wie Österreich. In beiden Fällen kam es zu einer Überlastung des Gesundheitsbereichs und die Zahl der Covid-19-Toten im März und April liegt deutlich über 10.000. Inzwischen wurde auch hier der weitere Anstieg durch radikale Maßnahmen gebrochen.

Der Zweck der Modellrechnung und Grafik war also darzustellen, wie gefährlich das anfänglich in manchen Ländern ernsthaft diskutierte ungebremste Weiterlaufen der Epidemie wäre. Sie zeigt auch, dass die oft ins Spiel gebrachte Herden-Immunität selbst in diesem Szenario erst nach etwa einem halben Jahr zum Abklingen der Epidemie führen würde.

Um den Einfluss von  $R_0$  auch im positiven Sinn zu verdeutlichen, gehörte zu unseren Berechnungen auch ein Szenario für den Faktor  $R_0=0,9$ . (Zum Vergleich: Eine **Studie des Imperial College in London** vom 30. März gab für  $R_0$  in Österreich ein 50%-Konfidenzintervall von 0,8 bis 1,7 an.) Dabei erkennt man, dass sich die Zahl der Sterbefälle dramatisch reduziert und die Intensivkapazitäten nicht überschritten werden.

Der entscheidende Schwellenwert, der nicht dauerhaft überschritten werden darf, liegt bei  $R_0 = 1$ . Da jedoch in epidemiologischen Modellen wesentliche Parameter (wie die Ansteckungsrate oder die Todesrate pro Fall) nicht verlässlich bekannt sind, sind auch die Modellaussagen mit fundamentalen Unsicherheiten und Schwankungen behaftet. Darum muss die große Bandbreite an möglichen Verläufen auch in politischen Entscheidungen berücksichtigt werden. Das war das zentrale Anliegen unseres Debattenbeitrags.

Was wissen wir mehr, wenn wir heute zurückschauen? Wir sind um eine sehr wertvolle Erkenntnis reicher. Die Maßnahmen in Österreich waren insgesamt ausreichend, um die Reproduktionszahl  $R_0$  deutlich unter 1 zu drücken. In vielen Diskussionen bestand die Befürchtung, dass in einer westlichen Demokratie diese Eindämmung nicht so rasch bewerkstelligt werden könnte wie in autoritären Staaten – Österreich und einige andere Länder der EU zeigten, dass dies doch möglich ist. Das gibt jetzt die Möglichkeit, die nächsten Schritte sorgfältig zu planen.

Letzte Woche deuteten unsere Modelle auf  $R_0 = 0.65$  hin. Jedoch sind die Folgen der Lockerungen in den nächsten Wochen für die Modellprognosen heute fast immer noch genauso unsicher wie Ende März. In Deutschland schätzt das Robert Koch Institut aktuell

(Stand 28. April) den Wert der Reproduktionszahl  $R_0$  auf 1. Dort nähert man sich also wieder gefährlichem Terrain. Kanzlerin Angela Merkel, in ihrem Ursprungsberuf Physikerin, rechnet vor: „WENN diese Zahl nur auf 1,1 steigt, DANN sind wir im Oktober an der Grenze der Leistungsfähigkeit unseres Gesundheitssystems angelangt. Wenn sie auf 1,2 steigt, dann kommen wir im Juli an diese Grenze, und im Fall von 1,3 im Juni.“

*Über die Autoren:*

*Mathias Beiglböck, Philipp Grohs und Walter Schachermayer sind Professoren für Mathematik an der Universität Wien*

*Joachim Hermisson ist Professor für Mathematik und Biologie an der Universität Wien und Max Perutz Labs*

*Magnus Nordborg ist wissenschaftlicher Direktor des Gregor-Mendel-Instituts der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*