

Wann wissen wir, ob die Maßnahmen gegen Corona etwas gebracht haben?

Tobias Hartl<sup>1</sup>, Klaus Wälde<sup>2</sup> und Enzo Weber<sup>3</sup>

23. März 2020

Seit Samstag dem 14. März finden keine Bundesligaspiele mehr statt, fast alle anderen Sportveranstaltungen einschließlich des Amateurbereichs wurden abgesagt, seit Montag den 16. März sind Schulen und Kindergärten geschlossen. In Universitäten wurden Prüfungen abgesagt. Ziel dieser Maßnahmen, die einem Bund-Länder Beschluss vom 13. März folgten, ist es, die Anzahl der sozialen Kontakte und damit der Infektionen und Neuerkrankungen an SARS-CoV-2 zu reduzieren. Gleiches gilt für weitere darauffolgende Maßnahmen wie Schließungen in Bereichen wie Gastronomie, Handel und Unterhaltung sowie Ausgangsbeschränkungen.

Allgemeiner Tenor öffentlicher Aussagen von Virologen, Politikern und in vielen Medienbeiträgen war es, man müsse nun einige Zeit abwarten, um zu sehen, ob die Maßnahmen greifen. Was bedeutet „einige Zeit“ und was bedeutet, dass die „Maßnahmen greifen“? Intuitiv ist die Antwort klar: Man möchte sehen, dass die Zuwachsraten der Anzahl der Erkrankten zurückgehen. Wie sieht man also, dass Wachstumsraten zurückgegangen sind? Reicht ein Rückgang von 3 Prozentpunkten über einen Zeitraum von 3 Tagen? Oder benötigt man einen Rückgang um 10 Prozentpunkte über einen Zeitraum von 2 Wochen, dass man sicher sagen kann, die Maßnahmen waren erfolgreich?

Um diese Fragen zu beantworten, braucht es etwas Zeit, nicht jedoch wegen der Komplexität der Fragen, sondern weil Effekte in den Daten verzögert auftreten und man genug Beobachtungen benötigt. Wenn die Maßnahmen tatsächlich dazu geführt haben, dass die Anzahl der Infektionen ab dem 14. März und in den folgenden Tagen zurückgegangen ist, dann könnte man erwarten, dass aufgrund der üblichen Inkubationszeit, die um ca. 5 Tage streut (Linton et al., J. Clin. Med. 2020, 9, 538; doi:10.3390/jcm9020538, Lauer et al., Ann Intern Med. 2020 Mar 10. doi: 10.7326/M20-0504), des Verstreichens von Zeit zwischen dem Wahrnehmen von Symptomen und dem Gang zum Arzt (1-2 Tage), möglicher Dauer für einen Test bis schließlich der Meldedauer zum Robert Koch Institut (1 Tag) mindestens 7-8 Tage ins Land gehen, bis erste Effekte sichtbar sein könnten. Man könnte also hoffen, dass man ab dem 22. März und in den folgenden Tagen niedrigere Zuwachsraten der Anzahl der gemeldeten Erkrankten feststellt – was vermutlich auf die Maßnahmen zurückzuführen wäre.

Sofern die Wachstumsraten am Wochenende sich tatsächlich als niedriger herausstellen sollten, wäre dies schon ein Zeichen, dass die Maßnahmen greifen, oder wären wir noch unsicher bezüglich der Effekte der Maßnahmen?

Um diese Frage beantworten zu können brauchen wir – noch etwas Geduld, leider. Wir haben ein übliches statistisches Modell verwendet, mit dem wir die Entwicklung der Anzahl der gemeldeten Erkrankten nach Robert Koch Institut zwischen 24. Februar und 21. März gut erklären können. Wir haben dann angenommen, es hätte tatsächlich am 21. März einen Bruch gegeben und die Wachstumsraten sind erheblich abgesunken (auf 75 oder 50 Prozent des vorherigen Niveaus). Damit

---

<sup>1</sup> Universität Regensburg und Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. tobias.hartl@ur.de

<sup>2</sup> Johannes Gutenberg-Universität Mainz. waelde@uni-mainz.de

<sup>3</sup> Universität Regensburg und Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. enzo.weber@ur.de

können wir fragen, wie lange es dauert, bis man mit ausreichender statistischer Sicherheit sagen kann, dass die Maßnahmen gegriffen haben.

Wieso kann man nicht einfach auf die Wachstumsraten am 21. und 22. März schauen und sieht dann, ob sie gesunken sind oder nicht? Selbst wenn die gemessenen Wachstumsraten an dem einen oder anderen Tag niedriger liegen sollten als zuvor, muss das kein systematischer, also andauernder Effekt sein. Einzelne Werte können auch stark durch Zufallseinflüsse bestimmt sein: gutes Wetter mit vielen Gruppentreffen im Freien, kurzfristig verfügbare Testkapazitäten oder Ferientermine sind nur einige davon. Beispielsweise sind vom 6. bis 10. März, also rund 10 Tage nach der Mitte der Faschingsferien mit vielen Österreich- und Italienurlaubern, deutlich erhöhte Werte bei den gemessenen Infektionen sichtbar.

Die Antwort ist, dass wir mindestens fünf Tage *nach* dem 22. März warten müssen, bis wir gesichert Aussagen treffen können. Wir werden gesichert also voraussichtlich ab dem 27. März wissen, ob die Maßnahmen, die von Bund und Ländern am 13. März getroffen wurden, tatsächlich erfolgreich waren.

Schon jetzt lässt sich aber statistisch gesichert sagen, dass sich die Wachstumsraten in der vergangenen Woche bereits abgeflacht haben, und zwar von 27 Prozent auf 21 Prozent pro Tag. Hier könnten erste Auswirkungen von Verhaltensänderungen am Arbeitsplatz oder Einschränkungen bei Veranstaltungen sichtbar werden.

Im Folgenden stellen wir unser statistisches Modell mit dem Test auf einen Strukturbruch vor. Im darauffolgenden Abschnitt wird dieses Modell auf die Fallzahlen des Robert Koch Instituts angewendet.

In einem einfachen Modell unterstellen wir, dass die logarithmierten Infektionszahlen mit einem linearen Trend wachsen

$$y_t = \mu_0 + \mu_1 D(t \geq t^*) + \gamma_0 t + u_t$$

wobei  $y_t$  die Infektionszahlen enthält,  $\mu_0$  eine Konstante ist,  $\gamma_0$  den Trend bestimmt, und  $u_t$  ein Residuum ist, für welches wir Normalverteilung unterstellen.  $\mu_1$  erlaubt für eine Verschiebung des Achsenabschnitts am 1. März über den Dummy  $D(t \geq t^*)$ , womit wir Verschiebung der Infektionszahlen ab dem 1. März modellieren (vgl. Abbildung 1).<sup>4</sup>

Dieses Modell liefert bereits eine sehr gute Beschreibung der Daten, wie Abbildung 1 zeigt. Zusätzliche zeitreihenökonomische Variablen wie verzögerte Werte oder ein quadratischer Zeittrend stellten sich für die bisherige Datenreihe nicht als relevant heraus. Man kann den Prozess der Virusausbreitung sicherlich detaillierter modellieren. Ob die grundsätzliche Unsicherheit dadurch wesentlich zu verringern ist, erscheint aber sehr fraglich.

Für die vorliegenden Infektionsdaten des Robert-Koch-Instituts schätzen wir oben genanntes Modell mittels Kleinst-Quadrate-Methode. Wir schätzen eine Konstante  $\hat{\mu}_0 = 2.49$ , die sich ab dem 1. März durch den Shift auf  $\hat{\mu}_0 + \hat{\mu}_1 = 3.24$  erhöht. Für den Trend schätzen wir  $\hat{\gamma}_0 = 0.25$ . Der geschätzte Standardfehler der Residuen beträgt 0.15. Gleichzeitig finden wir mittels Jarque-Bera-Test keine Evidenz für eine Verletzung der Normalverteilungsannahme für die Residuen.

Wir verwenden die Schätzergebnisse, um hypothetische künftige Daten zu simulieren, wobei wir für diese ein reduziertes Trendwachstum unterstellen. In Szenario 1 reduziert sich das Wachstum um 25 Prozent, während wir im zweiten Szenario einen Wachstumsrückgang um 50 Prozent unterstellen. Anschließend untersuchen wir, wie viele simulierte Beobachtungen wir benötigen, um den Strukturbruch des Trends mittels Signifikanztest finden zu können.

Wir stellen fest, dass für einen Rückgang um 25 Prozent etwa zehn Tage an Daten benötigt werden, um diesen auf einem gängigen Signifikanzniveau von 5 Prozent finden zu können. Für einen Rückgang um 50 Prozent werden etwa fünf Tage an zusätzlichen Daten benötigt.

Das Signifikanzniveau ist dabei die Wahrscheinlichkeit, dass man diese oder eine noch flachere Steigung misst, gegeben, dass sich die tatsächliche zugrundeliegende Steigung nicht geändert hat. Je geringer der Wert, desto geringer ist also das Risiko, fälschlicherweise einen Trendbruch festzustellen.

Ferner prüfen wir, ob es in der vergangenen Woche bereits eine Abflachung gab. Dafür lassen wir einen Trendbruch suchen, der die Likelihood des Modells maximiert.<sup>5</sup> Wir finden einen Trendbruch am 14. März, der das Wachstum der logarithmierten Reihe um etwa 22 Prozent reduziert (vgl. Abbildung 2). Der zugehörige Parameter ist signifikant mit einem Niveau von 0,02 Prozent.

---

<sup>4</sup> Die Entwicklung vom 6. bis 10. März dürfte wie oben erläutert stark von Rückkehrern aus dem Faschingsurlaub beeinflusst sein. Sowohl der ungewöhnliche Anstieg als auch die folgende Abflachung bzw. Normalisierung sind also auf einen vorübergehenden Sondereffekt zurückzuführen, weshalb es nicht sinnvoll ist, die Abflachung als Zeitpunkt einer dauerhaften Steigungsänderung anzunehmen.

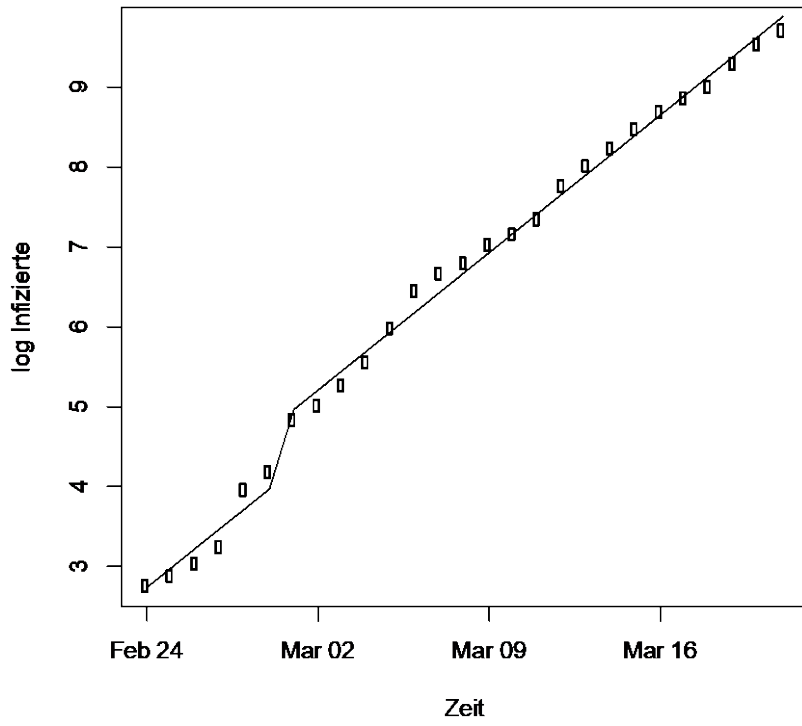
<sup>5</sup> Die von den Faschingsrückkehrern beeinflussten Beobachtungen zwischen 06.03.20 und 08.03.20 neutralisieren wir dabei mit Impulsdummies.

Entsprechend schätzen wir einen linearen Anstieg von 0.27<sup>6</sup> vor dem 14. März und von 0.21 ab dem 14. März. Das entspricht also einem täglichen Wachstum der Fallzahlen von 21 Prozent.

---

<sup>6</sup> Diese Wachstumsrate ist etwas höher als in Modell 1, weil hier nur die Werte vor der Abflachung am 14. März eingehen.

**Modell 1**



**Modell 2**

