

## Modellierung von verschiedenen Szenarien nach dem 26. April

### Working paper der Expertengruppe “Data and Modeling” der NCS-TF in Antwort auf Email von Lukas Bruhin (10.4.2020 um 20:51)

Lead Authors: Christian Althaus und Sebastian Bonhoeffer

### Zusammenfassung

- Detaillierte Prognosen zu den Auswirkungen einer Lockerung unterschiedlicher Kontrollmassnahmen sind derzeit nicht möglich, da die genaue Wirksamkeit der einzelnen Massnahmen noch nicht bekannt ist.
- Falls bei einer Lockerung der Massnahmen die effektive Reproduktionszahl über 1 steigt, würde man den Anstieg der hospitalisierten und intensiv-medizinisch betreuten (ICU) Fälle sowie der täglichen erwarteten Todesfälle mit einer Verzögerung von 3 bis 4 Wochen erkennen.
- Um die Auswirkungen einer Lockerung der Massnahmen so schnell wie möglich bestimmen zu können benötigen wir ein ‘real-time monitoring’ und zentrale Datenerfassung, da derzeit auch die bestätigten Fälle mit Verzögerung aufdatiert werden und die Anzahl positiver und negativer Tests pro Kanton nicht zeitnah zur Verfügung steht (siehe **Working paper “NCS-TF Proposals for a Transition Strategy”**, eingereicht beim KSBC am 11.4.2020).
- Den Effekt von Contact Tracing mit anschliessender Quarantäne kann derzeit noch nicht genau quantitativ abgeschätzt werden, ist aber nach unserer Einschätzung sowohl epidemiologisch wie auch ökonomisch eine besonders effektive Massnahme, da mit jedem detektierten Fall viele weitere Transmissionen verhindert werden können.

### Aktuelle Modellierungen

Die Analyse von Infektionsausbrüchen mit Hilfe von statistischen Methoden und mathematischen Modellen kann detaillierte Rückschlüsse über den Verlauf einer Epidemie erlauben. Aufgrund von Analysen der COVID-19-Epidemie in China erkannte man beispielsweise das Potential einer Pandemie, und konnte die erwartete Ausbreitung in verschiedenen Ländern gut vorhersagen.<sup>1</sup>

Die Expertengruppe “Data and Modeling” der NCS-TF vereinigt unter anderem eine breite Expertise unterschiedlicher Modellierungsmethoden welche Echtzeit-Analysen, retrospektive Abschätzungen der Effekte von einzelnen Massnahmen, und Vorhersagen zur epidemiologischen Entwicklung auf nationaler und kantonaler Ebene ermöglichen.

---

<sup>1</sup> Riou Julien, Althaus Christian L.. Pattern of early human-to-human transmission of Wuhan 2019 novel coronavirus (2019-nCoV), December 2019 to January 2020. Euro Surveill. 2020;25(4):pii=2000058. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.4.2000058>

Die Echtzeit-Analysen erlauben nun auch Rückschlüsse über den derzeitigen Verlauf der Epidemie in der Schweiz. So konnte im Modell Althaus (Universität Bern)<sup>2</sup> gezeigt werden, dass die Basis-Reproduktionszahl<sup>3</sup> vor der Einführung von starken Kontrollmassnahmen bei 2.7 (95% Konfidenzintervall, KI: 2.4-3.1) lag. Mit der Einführung der starken Kontrollmassnahmen ab 17. März konnte die effektive Reproduktionszahl<sup>4</sup> auf 0.6 (95% KI: 0.4-0.9), also unter die kritische Schwelle von 1 gedrückt werden. Weitere Modelle (Lemaitre, EPFL<sup>5</sup>; Stadler, ETH Zürich<sup>6</sup>; Imperial College, London<sup>7</sup>) kommen zu sehr ähnlichen Resultaten.

## Wirksamkeit einzelner Massnahmen

Der genaue Beitrag der einzelnen Massnahmen (Veranstaltungsverbot, Social Distancing, Schulschliessungen, etc.) zur Reduktion der Reproduktionszahl bleibt jedoch unklar. Eine Abschätzung des Effekts einzelner Teilmassnahmen anhand der Verlaufskurven wurde für andere Länder in einer Studie des Imperial College<sup>8</sup> vorgenommen, birgt aber die Schwierigkeit, dass die Teilmassnahmen meist zeitlich überlappend eingeführt wurden, und das Social Distancing eher kontinuierlich als abrupt in der Bevölkerung umgesetzt wurde. Die quantitative Vorhersage des Effekts des Beendens solcher Teilmassnahmen ist derzeit nicht möglich, da wir nicht über ausreichend parametrisierte und validierte Modelle verfügen, die zum Beispiel Schulen, Geschäfte, und allgemein die Kontaktstruktur der Bevölkerung akkurat abbilden.<sup>9</sup>

Der Effekt der Öffnung der Schulen ist schwer quantitativ einzuschätzen, wird aber vermutlich prioritär eine der ersten Massnahmen sein, die nach dem 26 April eingeführt werden. Die Rolle von Kindern bezüglich Suszeptibilität und Transmission ist noch nicht genügend geklärt. Die Modellierung zeigt aber klar, dass der Effekt der Öffnung der Schulen erst mit einer größeren Verzögerung zu beobachten sein wird, da er sich erst bemerkbar macht wenn sich die Übertragung der Infektion von Kindern in der erwachsenen Bevölkerung beobachtet wird.

---

<sup>2</sup> <https://ispmbern.github.io/covid-19/swiss-epidemic-model/>

<sup>3</sup> Die Basis-Reproduktionszahl ( $R_0$ ) gibt an, wie viele Personen eine infizierte Person zu Beginn eines Ausbruchs im Durchschnitt ansteckt. Ist  $R_0 > 1$ , besteht das Risiko eine Ausbreitung der Infektionskrankheit.

<sup>4</sup> Die effektive Reproduktionszahl ( $R_e$ ) gibt an, wie viele Personen eine infizierte Person während des Verlaufs einer Epidemie im Durchschnitt ansteckt. Kann dieser Wert durch Kontrollmassnahmen unter 1 gedrückt werden, kommt es zu einem Rückgang von neuen Infektionen.

<sup>5</sup> <https://jcblemaitre.github.io>

<sup>6</sup> <https://bsse.ethz.ch/cevo/research/sars-cov-2/real-time-monitoring-in-switzerland.html>

<sup>7</sup> <https://imperialcollegelondon.github.io/covid19estimates/#/details/Switzerland>

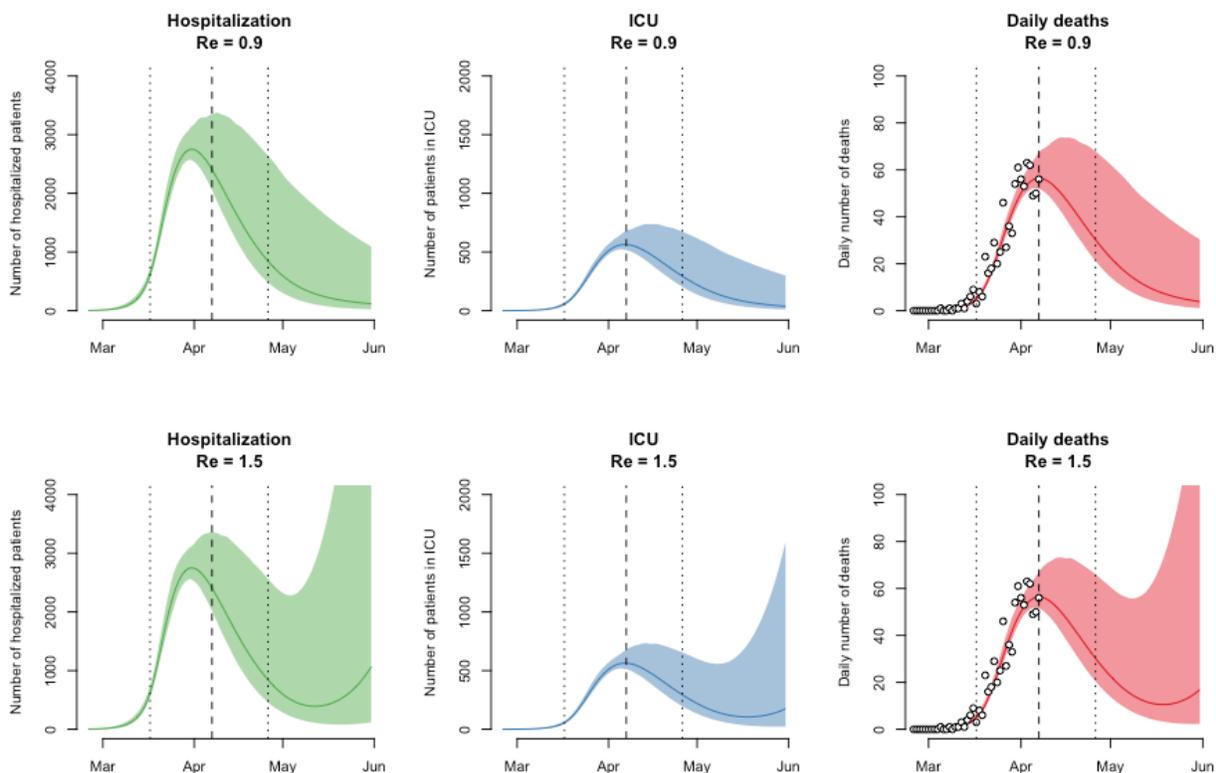
<sup>8</sup> <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-03-30-COVID19-Report-13.pdf>

<sup>9</sup> Es gibt zwar sogenannte Individuen-basierte Modelle (z.B. von den Gruppen Abhari oder Axhausen ETH Zürich), die detaillierte Informationen über Mobilität und Gebäude berücksichtigen. Wir eruiieren momentan die Einsetzbarkeit solcher Modelle. Diese Modelle müssen aber noch bezüglich der Infektionsparameter und des veränderten Mobilitätsverhaltens parametrisiert werden und wir können daher zu diesem Zeitpunkt noch keine verlässliche Einschätzung geben wie und wann diese Modelle einsetzbar sind.

Die Auswirkungen einer Strategie für Contact Tracing und nachfolgender Quarantäne können noch nicht präzise abgeschätzt werden. Wir arbeiten aber bereits an einem Modell, welches die möglichen Effekte unterschiedlicher Szenarien einer Test-Isolate-Strategie abbildet. Wir erwarten aber, dass eine effektive Strategie von Test-Trace-Isolate-Quarantine eines der wirksamsten Mittel sein wird um den Effekten auf die Ausbreitung bei Lockerung der Massnahmen entgegenzuwirken.

## Modellierung von Szenarien nach dem 26. April

Zur Veranschaulichung der möglichen Auswirkungen einer Lockerung der Massnahmen nach dem 26. April simulieren wir zwei Szenarien (siehe Abbildung). Im ersten Szenario gehen wir davon aus, dass die effektive Reproduktionszahl trotz Lockerung der Massnahmen unter 1 bleiben wird ( $R_e = 0.9$ ). Das zweite Szenario veranschaulicht die Situation, in welcher eine Lockerung der Massnahmen die effektive Reproduktionszahl über 1 bringen wird ( $R_e = 1.5$ ). Man beachte, dass die Anzahl der hospitalisierten und intensiv-medizinisch betreuten (ICU) Fälle und der tägliche Todesfälle nach Lockerung der Massnahmen in beiden Szenarien zuerst fällt, und dann wie erwartet mit einer deutlichen Verzögerung von 3 bis 4 Wochen ansteigt, falls die effektive Reproduktionszahl größer als 1 ist.



**Abbildung:** Prognostizierte Anzahl der hospitalisierten und intensiv-medizinisch betreuten (ICU) Fälle und der täglichen erwarteten Todesfälle bis Ende Mai 2020. Obere Figuren:  $R_e = 0.9$  nach dem 26. April. Untere Figuren:  $R_e = 1.5$  nach dem 26. April. Die gepunkteten Linien entsprechen der Einführung (17. März) und Lockerung (26. April) der derzeitigen

Kontrollmassnahmen. Die gestrichelte Linie entspricht dem letzten Datenpunkt der einbezogen wurde (7. April).

## Zukünftige Modellierungen

Die Expertengruppe "Data and Modeling" der NCS-TF wird über die nächsten Wochen und Monate folgende Modellierungen verfolgen im Einklang mit dem im **Working paper "NCS-TF Proposals for a Transition Strategy"** beschriebenen Vorgehen:

- **Kontinuierliche Echtzeit-Analyse** der COVID-19-Epidemie auf kantonaler und gesamtschweizerischer Ebene
- **Abschätzung der Effekte der Lockerung einzelner Massnahmen.** Man beachte, aber dass eine verlässliche Einschätzung der individueller Effekte einzelner Massnahmen nur möglich ist, insofern diese sequenziell eingeführt werden.
- **Prognosen zur Einführung zusätzlicher Massnahmen**, wie z.B. klassischem oder digitalem Contact Tracing