

MODUS-COVID Bericht vom 24.07.2020

Sebastian Alexander Müller¹, William Charlton¹, Natasa Djurdjevac Conrad², Ricardo Ewert¹, Christian Rakow¹, Tilmann Schlenther¹, Frank Schlosser³, Dirk Brockmann³, Tim Conrad², Kai Nagel¹, Christof Schütte²

¹Verkehrssystemplanung und Verkehrstelematik ("VSP"), TU Berlin,

nagel@vsp.tu-berlin.de

²Zuse-Institut Berlin ("ZIB")

³Research on Complex Systems ("ROCS"), Robert-Koch-Institut & HU Berlin

Available online via TU Berlin repository: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-10417>

Date of this version: 24-july-2020

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> .

Website: <https://covid-sim.info>

Bericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) vom 24.07.2020

Zusammenfassung

Die derzeitige Situation ist u.E. vor allem deshalb stabil, weil die Kontaktnachverfolgung gut funktioniert und sie durch weitere Maßnahmen (15% weiterhin im Homeoffice, Schließung der Universitäten, Masken im ÖV und beim Einkaufen, vorsichtiges Verhalten, Maßnahmen im Arbeitsschutz, keine Großveranstaltungen) unterstützt wird.

Unser Modell besagt, dass zum Herbst wg. Schulöffnungen, Rückkehr von Veranstaltungen in Innenräume, sowie zunehmend weniger vorsichtigem Verhalten der Druck auf die Kontaktnachverfolgung ansteigen wird.

Wegen der Volatilität der Situation empfehlen wir die Definition von Maßnahmenpaketen, die zur Anwendung kommen können, wenn die Infektionszahlen wieder ansteigen sollten. Wir machen konkrete Vorschläge und geben deren Beiträge an.

Falls ein solcher Anstieg der Infektionszahlen nicht gebremst werden kann, wird es zu einer Überforderung der Kontaktnachverfolgung kommen. Dann wäre eine (hoffentlich nur lokal begrenzte) Rückkehr zum restriktiven Regime vom Frühjahr 2020 nötig, bis die Zahlen wieder niedrig sind. Die Alternative wäre eine Akzeptanz dauerhafter sehr viel höherer Infektionszahlen wie z.B. in den USA.

Langfassung

Allgemeine Situation

Unsere Interpretation der Situation, gestützt auf unsere Simulationsresultate, ist wie folgt (bezogen auf Berlin, aber vermutlich gültig für Deutschland):

1. Bekanntlich ist die Reinfektionszahl R eine entscheidende Größe: Ist sie kleiner als 1, so streben die Infektionszahlen gegen Null; ist sie größer als 1, so steigen die Infektionszahlen exponentiell an.
2. Die Basis-Reinfektionszahl für COVID-19 liegt ungefähr bei 3.
3. Um den 7. März herum gab es Veränderungen, die R auf 2 abgesenkt haben. Dies finden nicht nur wir (vgl. Müller et al. 2020), sondern auch Dehning et al. (2020). Als Mechanismen kommen z.B. in Frage: größere Vorsicht/mehr Abstand im zwischenmenschlichen Umgang (das sog. "Social distancing"); Verbesserte Hygiene; Absage von Großveranstaltungen.
4. Insbesondere vom 15. bis zum 21.3. hat die Bevölkerung ihre aushäusigen Aktivitäten deutlich reduziert, insgesamt auf knapp 50%.¹
5. Seit dem 21.3. ist die Teilnahme an aushäusigen Aktivitäten langsam wieder angestiegen, und ist jetzt wieder in der Nähe des normalen Niveaus; auch die Schulen wurden schlussendlich wieder geöffnet. Der Grund, warum die Infektionszahlen dennoch nicht wieder hochgehen, ist u.E. folgender:
 - a. Erfolgreiche Kontaktnachverfolgung reduziert R um 30-40%, also von 2 auf ca. 1,3.
 - b. Masken beim Einkaufen und im öffentlichen Verkehr reduzieren R um weitere 4%.
 - c. Aus unseren Daten lässt sich ableiten, dass ca. 15% Arbeitsaktivitäten weiterhin im Homeoffice stattfinden, was bzgl. R ca. 6% ausmacht. Punkte b und c zusammen reduzieren R als von ca. 1,3 auf 1,2.
 - d. Maßnahmen im Arbeitsschutz dürften R weiter reduzieren, ohne dass wir das quantifizieren können, so dass ein Wert unter 1 knapp erreicht wird.

Dies hat folgende Konsequenzen:

1. Damit die Kontaktnachverfolgung erfolgreich sein kann, müssen die Infektionszahlen niedrig sein. Die Zahl von 50 Neuinfektionen / 100.000 Einwohner / 7 Tage ist ein Indikator; hilfreicher wären Statistiken, wie viele Tage nach Symptombeginn die Gesundheitsämter für wie viele und welchen Anteil Kontaktpersonen häusliche Quarantäne angeordnet hat.
2. Sobald die Kontaktnachverfolgung nicht mehr nachkommt, springt R von knapp unter 1 auf 1,4, und das exponentielle Wachstum startet erneut. Wenn man das resultierende Infektionswachstum dann wieder durch (eventuell lokale) Lockdowns in den Griff bekommen will, muss man wieder in die Nähe der Maßnahmen von Ende März.²

Selbst eine Kontaktnachverfolgung mit (im Modell möglichen) unendlichen Kapazitäten leistet einen zwar deutlichen, aber dennoch nur begrenzten Beitrag zur Reduktion von R . Bezogen auf den kommenden Winter sagt unser Modell voraus, dass die Kontaktnachverfolgung in Berlin selbst bei

¹ Dies ist, verglichen mit deutlich härteren Maßnahmen in anderen Ländern (vgl. Fig. 1) immer noch eher wenig, es war aber ausreichend. Ein Grund dafür könnte sein, dass ein breites "Ausdünnen" bei *allen* Aktivitätentypen größere Wirkung hat als z.B. Arbeitsaktivitäten unbeschränkt zu lassen und dafür für alle anderen Aktivitäten eine sehr weitgehende Ausgangssperre einzuführen.

² In diesem Sinne sind in den USA die Infektionszahlen inzwischen vermutlich so hoch, dass eine Kontaktnachverfolgung nicht mehr möglich ist. Andererseits ist auch ein ausreichend harter Lockdown dort vermutlich nicht mehr durchführbar, weil er relativ lange aufrechterhalten werden müsste, bis die Infektionszahlen ausreichend weit heruntergegangen sind.

unendlichen Kapazitäten ab Herbst nicht mehr ausreichen wird – zu groß wird dann der zusätzliche Druck durch Schulöffnungen, Verlagerung von Freizeitaktivitäten in Innenräume, sowie abnehmender Vorsicht.

Sinnvoll wäre es u.E., Pläne zu entwickeln, wie auf eine mögliche Zunahme der Infektionszahlen reagiert werden sollte. Folgende Maßnahmen scheinen uns plausibel (ohne Priorisierung):

Maßnahme		Reduktion von R um ca. ...
1	Rückkehr zu einer "Ausdünnung" des Erziehungsbetriebs (Schichtbetrieb, Unterricht nur jeden zweiten Tag, etc.)	5%
2	Deutliche Erhöhung der Detektions- und/oder Befolgungsrate bei der Kontaktnachverfolgung/häuslicher Quarantäne ³	7%
3	Ersatz von Stoffmasken/OP-Masken durch FFP2-Masken beim Einkaufen und im öffentlichen Verkehr	3%
4	Nochmals deutlich verbesserter Arbeitsschutz (Einzelbüros, FFP2-Masken in allen Bereichen, die von mehr als einer Person genutzt werden)	10%
5	Die Corona-Warn-App leistet bei den bisherigen Nutzungszahlen leider keinen sehr deutlichen Beitrag: Wenn 10% der Bevölkerung die App dauerhaft nutzen, so werden damit nur $10\% \times 10\% = 1\%$ der Kontakte identifiziert; dies ist wenig verglichen mit den 50%, die wir bei der manuellen Kontaktnachverfolgung annehmen. Eine Verdreifachung der Nutzungszahlen der App (auf 30%) würde immerhin zu einer Verneunfachung der Wirkung führen und damit knapp 10% der Kontakte identifizieren.	< 1% bei derzeitigen Nutzungszahlen
6	Eine App-gestützte Kontaktnachverfolgung, so wie wir sie in China und Südkorea vermuten, hätte erhebliche Wirkung, haben wir aber wg. der bekannten Probleme im Datenschutz nicht weiter analysiert.	nicht berechnet

Table 1: Mögliche Maßnahmen, die einen Lockdown hoffentlich vermeiden helfen, sowie ihren jeweiligen Beitrag zur Reduktion von R.

Wie im März wird es wieder so sein, dass man nach jeder Maßnahme erst nach etwa 2-3 Wochen die tatsächlichen Effekte beurteilen kann. Es wäre daher u.E. sinnvoll, sich im Vorfeld zu überlegen, welche Pakete von Maßnahmen in welcher Reihenfolge eingesetzt werden soll, damit man (dies wäre unsere Meinung) ohne nochmalige vollständige Schließung der Schulen auskommt. Solange die Kontaktnachverfolgung (noch) verzögerungsfrei arbeitet, sollte eine Kombination obiger Maßnahmen, die R insgesamt um 20% absenkt, ausreichen. Sobald die Kontaktnachverfolgung wegen Überlastung verzögert reagiert, muss zu deutlich drastischeren Maßnahmen gegriffen werden.

³ Im Modell rechnen wir, dass die Kombination aus "Kontakt gefunden" und "Kontakt geht tatsächlich in häusliche Quarantäne" 50% beträgt; diese kombinierte Wahrscheinlichkeit müsste auf 75% erhöht werden. Weiterhin werden bei uns im Modell Kontakte beim Einkaufen und im öffentlichen Verkehr gar nicht nachverfolgt; insbesondere hier könnte z.B. die App einen Beitrag leisten (siehe später).

Simulationsresultate und weitere Erläuterungen zu diesem Thema befinden sich unter: <https://covid-sim.info/2020-07-22/> .

Natürlich sind wir vor positiven und negativen Überraschungen nicht sicher; z.B. könnte es sein, dass es bis dahin eine Impfung gibt; oder dass Teilimmunitäten in der Bevölkerung auf eine Art verteilt sind, dass auch diese einen Beitrag zur Reduktion von R leisten.

Technische Verbesserung: Konkreter Einbau von Wochenenden

Bisher haben wir, um trotz der Zeitknappheit Resultate zu liefern, mit einem Modell gerechnet, welches für alle Wochentage die gleichen Aktivitätenketten angenommen hat. Seit dem letzten Bericht haben wir auf ein Modell umgestellt, welches für Samstage und Sonntage mit speziell dafür berechneten Aktivitätenketten arbeitet. Die Unterschiede sind eher technischer Natur, waren aber Voraussetzung für die Untersuchung der Rückverlagerung von Aktivitäten in die Innenräume (nächster Abschnitt), da an Wochenenden der Anteil von Freizeitaktivitäten höher ist.

Konsequenzen der saisonbedingten Verlagerung von Freizeitaktivitäten in Innenräume

Im Sommer finden bekanntlich mehr Aktivitäten draußen statt als im Winter. Wir haben daraus ein Modell abgeschätzt, bei dem bis Mitte Oktober 80% der aushäusigen Freizeitaktivitäten (hauptsächlich soziale Aktivitäten, Spaziergehen und Sport) draußen stattfindet, gefolgt von einer graduellen Reduktion auf 10% bis Mitte Januar, gefolgt von einem graduellen Wiederanstieg auf 80% ab Mitte April. Weiterhin gehen wir von einer zehnfach reduzierten Ansteckungswahrscheinlichkeit draußen gegenüber drinnen aus (vgl. Nishiura (2020)).

Die Verlagerung der Freizeitaktivitäten in Innenräume führt laut unseren Rechnungen zu einer **Erhöhung von R um 15-20%** (im Januar). Ob in diesem Winter die Verlagerung in Innenräume wg. Covid schwächer ausfallen wird, können wir leider nicht vorhersagen; in Verbindung mit einem milden Winter würde es den Effekt vermutlich abschwächen.

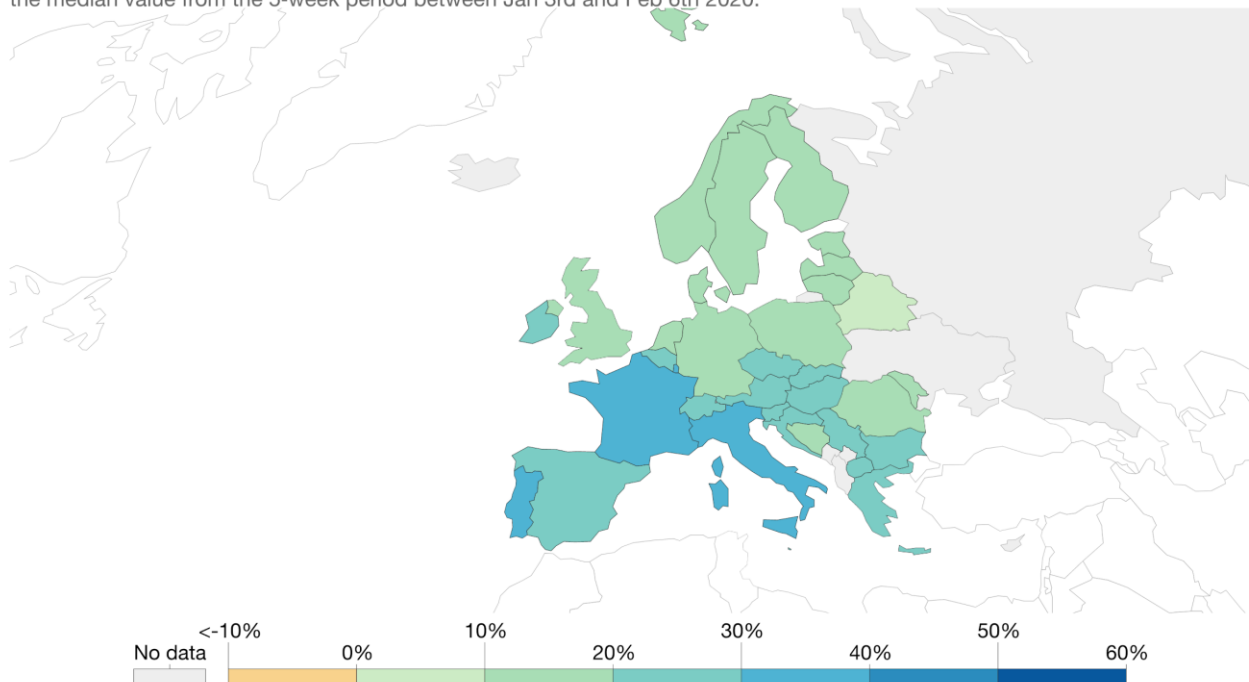
Zu beachten ist, dass unsere Rechnung keine sogenannte Saisonalität des Virus selbst enthält, also dass sich SARS-CoV-2 bei kalten Temperaturen möglicherweise anders verhält als bei warmen. Auch enthält unsere Rechnung keine im Winter möglicherweise höhere Grundbelastung des Immunsystems. Beides würde die Situation eher verschärfen.

Diese Erhöhung der Ansteckungen Verlagerungen von Freizeitaktivitäten in Innenräume ist in unseren obigen Aussagen bereits enthalten, bzw. kann in den Visualisierungen <https://covid-sim.info/2020-07-21/> ein- und ausgeschaltet werden.

Residential areas: How did the time spent at home change since the beginning of the pandemic?, Mar 24, 2020



Change in average duration spent in places of residence to a baseline day before the Coronavirus outbreak; a baseline day is the median value from the 5-week period between Jan 3rd and Feb 6th 2020.



Source: Google COVID-19 Community Mobility Trends (2020) – Latest data available as of 23rd July OurWorldInData.org/coronavirus • CC BY
 Note: It's not recommended to compare levels across countries; local differences in categories could be misleading.

Figure 1: Veränderung der Zeit, die zu Hause verbracht wurde, gegenüber normal. Man sieht, dass am 24. März z.B. in Frankreich oder Italien dieser Wert viel höher lag als in Deutschland, was deutlich stärkere Restriktionen impliziert.

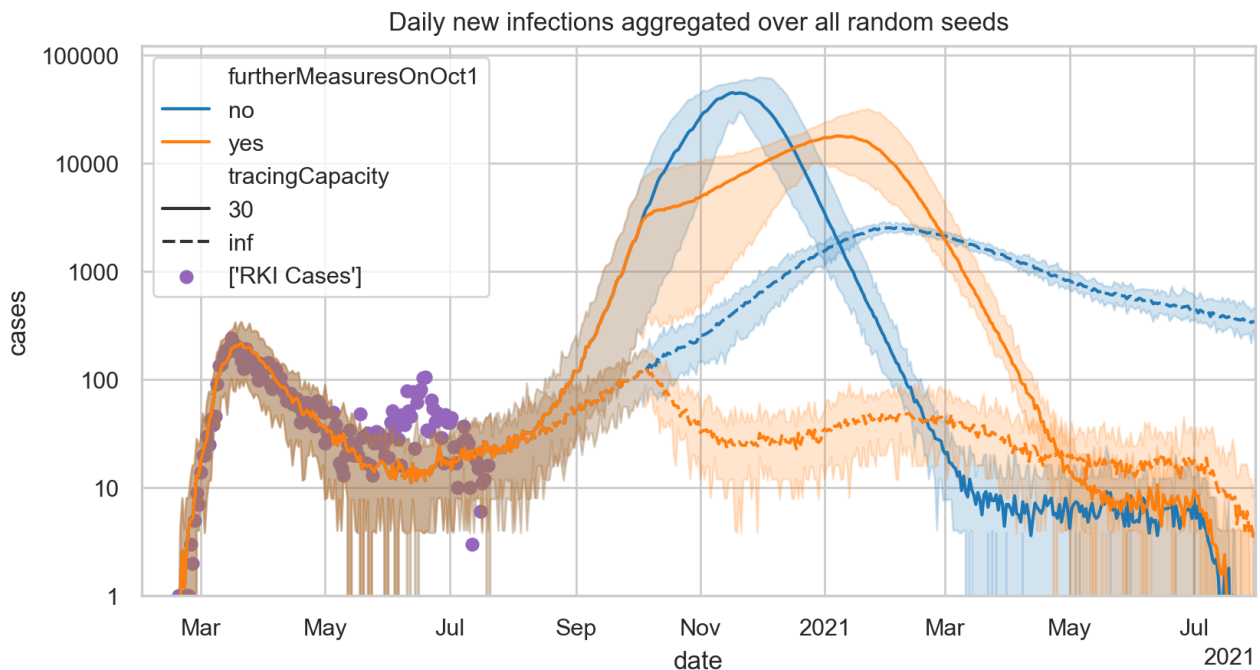


Figure 2: Tägliche Neuinfektionen. **Violette Punkte:** Fallzahlen des Robert-Koch-Institut. **Blau durchgezogen:** Unsere Vorhersage bei endlicher Kapazität der Kontaktnachverfolgung. **Blau gestrichelt:** Selbst eine unendliche Kapazität der Kontaktnachverfolgung könnte höhere Fallzahlen nicht vermeiden. **Orange durchgezogen:** Selbst ein Korb von Maßnahmen zum 1. Oktober (Maßnahmen 1 bis 4 laut obiger Liste in Table 1) könnte bei endlicher Kapazität der

Kontaktnachverfolgung den Anstieg der Infektionszahlen nicht mehr aufhalten. **Orange gestrichelt:** Zusätzliche Maßnahmen zum 1. Oktober zusammen mit sehr hohen Kapazitäten der Kontaktnachverfolgung können den Anstieg auffangen. – Gemittelt über 20 Simulationsdurchläufe; als Linie gezeichnet sind die Mittelwerte; die Schwankungsbreite entspricht den 5 Prozent und 95 Prozent Quantilen.

Referenzen

- Dehning, Jonas, Johannes Zierenberg, F. Paul Spitzner, Michael Wibral, Joao Pinheiro Neto, Michael Wilczek, and Viola Priesemann. 2020. "Inferring Change Points in the Spread of COVID-19 Reveals the Effectiveness of Interventions." *Science*, May. <https://doi.org/10.1126/science.abb9789>.
- Müller, Sebastian A., Michael Balmer, Billy Charlton, Ricardo Ewert, Andreas Neumann, Christian Rakow, Tilmann Schlenker, and Kai Nagel. 2020. "Using Mobile Phone Data for Epidemiological Simulations of Lockdowns: Government Interventions, Behavioral Changes, and Resulting Changes of Reinfections." <https://svn.vsp.tu-berlin.de/repos/public-svn/publications/vspwp/2020/20-22/MuellerEtcMobilityTracesAndCovidWithReductionsOfR.pdf>.
- Nishiura, Hiroshi, Hitoshi Oshitani, Tetsuro Kobayashi, Tomoya Saito, Tomimasa Sunagawa, Tamano Matsui, Takaji Wakita, MHLW COVID-19 Response Team, and Motoi Suzuki. 2020. "Closed Environments Facilitate Secondary Transmission of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)." *Epidemiology*. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>.