

# MODUS-COVID Bericht vom 05.06.2020

Sebastian Alexander Müller<sup>1</sup>, William Charlton<sup>1</sup>, Natasa Djurdjevac Conrad<sup>2</sup>, Ricardo Ewert<sup>1</sup>, Christian Rakow<sup>1</sup>, Tilmann Schlenther<sup>1</sup>, Frank Schlosser<sup>3</sup>, Dirk Brockmann<sup>3</sup>, Tim Conrad<sup>2</sup>, Kai Nagel<sup>1</sup>, Christof Schütte<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Verkehrssystemplanung und Verkehrstelematik (“VSP”), TU Berlin,

[nagel@vsp.tu-berlin.de](mailto:nagel@vsp.tu-berlin.de)

<sup>2</sup>Zuse-Institut Berlin (“ZIB”)

<sup>3</sup>Research on Complex Systems (“ROCS”), Robert-Koch-Institut & HU Berlin

Available online via TU Berlin repository: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-10152>

Date of this version: 05-june-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://matsim-vsp.github.io/covid-sim/>

## **Bericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) vom 05.06.2020:**

### Zusammenfassung

Wir betrachten die Interaktion zweier Maßnahmen: Kontaktverfolgung und Schulöffnungen. Wir beobachten in den Simulationen bei niedrigen Infektionszahlen eine instabile Situation, die leicht außer Kontrolle geraten kann. In unseren Simulationen bewirken vollständige Öffnungen der Schulen ab nach den Sommerferien eine erhebliche Zunahme des Infektionsgeschehens; eine zusätzliche kurzfristige Öffnung vom 8. bis 24.6. hätte hingegen eine relativ geringe zusätzliche Infektionswirkung.

Um das Infektionsgeschehen unter Kontrolle zu halten, ist es in unseren Simulationen unabdingbar, dass die Kapazitäten der Kontaktverfolgung unter allen Umständen ausreichen müssen. Flexibles Personal, wie es ja auch jetzt schon bereitgestellt wird, muss unter allen Umständen in genügender Anzahl vorhanden und ggf. räumlich dort alloziert werden, wo es benötigt wird. Unter diesen Umständen scheint der “manuelle” Ansatz der Gesundheitsämter ausreichend; eine App, falls breit verwendet, würde vielleicht Kosten sparen, scheint aber nicht zwingend notwendig.

Wenn dies gewährleistet werden kann, dann scheint eine Öffnung der Schulen laut unseren Simulationen machbar. Der Druck auf die Gesamtsituation würde allerdings sicher verkleinert, wenn dies doch nur “teilweise” erfolgen würde, also z.B. Schichtbetrieb, teilweise elektronischer Unterricht, und/oder deutlich weniger Personen pro Raum. Abstandsregeln, häufiges Lüften, etc. gehören ohnehin zu unseren Grundannahmen.

# Bericht

## Vorbemerkung

Wir versuchen, das zunehmende Wissen über SARS-2 in die Simulationen aufzunehmen. Als Konsequenz enthalten die Simulationen immer mehr Details, und deren Auflistung würde das Format dieses Textes sprengen. Wir versuchen, weitere Details unter <https://matsim-vsp.github.io/covid-sim/> anzugeben. Ansonsten bitte ggf. nachfragen.

## Allgemeine Situation

Die Infektionszahlen sind über die vergangenen Wochen bekanntlich und erfreulicherweise immer weiter gesunken. Wir haben schon mehrfach gesagt, dass wir simulationstechnisch damit in einem Bereich sind, in dem Vorhersagen schwierig werden, weil schon eine kleine Anzahl "explosiver" Fallketten eine gänzlich andere Dynamik erzeugen kann. Wir zeigen dies in Abb. 7 anhand zweier Simulationen, die bis auf die gezogenen Zufallszahlen identisch sind; sie zeigen zwei mögliche Realisierungen derselben Dynamik. Man sieht z.B. deutlich unterschiedliche Infektionszahlen zum Ende der Simulation. So ergeben sich in dem Beispiel in Abb. 7 in der letzten Dezemberwoche einmal 50 - 70 tägliche Neuinfektionen, während bei der Verwendung einer anderen Zufallszahl bereits im Oktober ein exponentielles Wachstum einsetzt, welches bis zum Ende des Jahres zu über 350 täglichen Neuinfektionen führt.

Ein allgemeines Muster aller unserer Simulationen ist derzeit aber, dass die Infektionszahlen sich zunächst auf niedrigem Niveau einpendeln. Die meisten unserer Simulationen beziehen sich wie bisher auch schon auf die Region Berlin, simuliert mit 5 Millionen Einwohnern. Wir gehen in unseren Simulationen davon aus, dass jeden Tag eine neue Infektion eingeschleppt wird. Diese steckt mal mehr, mal weniger weitere Personen an, bis die Kontaktverfolgung durch die Gesundheitsämter, die wir mitsimulieren, erfolgt und entsprechende häusliche Quarantänemaßnahmen eingeleitet werden.

Die Kontaktverfolgung arbeitet dabei in unseren Simulationen zunächst mit beschränkter Kapazität. Wir sind hier für Berlin von einer Kapazität der Gesundheitsämter von 30 neuen Fällen pro Tag<sup>1</sup> ausgegangen.<sup>2</sup> In den Simulationen gibt es immer einen Punkt, an dem zufällig eine höhere Anzahl von Fällen gibt. Da hier die Kapazitäten nun nicht mehr ausreichen, alle Kontaktpersonen in häusliche Quarantäne zu schicken, beginnt an dieser Stelle die exponentielle Dynamik erneut.

---

<sup>1</sup> Wir können leider nicht beurteilen, ob das realistisch ist. Die rezente Ifo-Helmholtz-Studie ist von maximal 300 neuen Fällen pro Tag deutschlandweit ausgegangen; Skalierung auf Berlin ergibt approximativ diese 30 neuen Fälle pro Tag. Die anderswo genannten "50 neue Fälle pro Woche pro 100.000 Einwohner" ergeben bezogen auf unser Szenario knapp 360 neue Fälle pro Tag, also deutlich mehr.

<sup>2</sup> Weitere Annahmen: Alle Haushaltsmitglieder gehen in Quarantäne; Kontakte beim Einkaufen und im öffentlichen Verkehr werden nicht verfolgt; bei allen anderen Aktivitäten werden nur Kontakte von mehr als 15 min Dauer verfolgt; 75% dieser Kontakte werden ermittelt und gehen in häusliche Quarantäne; Kontakte werden rückwirkend über 14 Tage ermittelt; das Gesundheitsamt benötigt zwei Tage ab Erkrankungsbeginn, um die Kontaktpersonen zu benachrichtigen.

# Konsequenzen von Schulöffnungen bei beschränkten Kapazitäten der Kontaktverfolgung

Die Abb. 1 bis 3 zeigt zunächst die Konsequenzen von Schulöffnungen bei beschränkter Kapazität für Kontaktverfolgung:

- Abb. 1: Bildungseinrichtungen einschl. Kindergärten auch nach den Sommerferien weiterhin im eingeschränkten Betrieb. Die Infektionszahlen bleiben zunächst niedrig, steigen aber selbst hier an irgendeiner Stelle zufällig so weit an, dass die Kapazitäten der Kontaktverfolgung nicht mehr ausreichen, und der problematische exponentielle Wachstumspfad wieder beginnt..
- Abb. 2: Vollständige Wiedereröffnung der Bildungseinrichtungen zum 10.8., und Abb. 3: *zusätzliche* vollständige Öffnung vom 8. bis 24.6. Man sieht, dass die Kapazitäten der Kontaktverfolgung quasi sofort überrannt werden, und eine exponentielle Dynamik einsetzt.

## Konsequenzen von Schulöffnungen bei unbeschränkten Kapazitäten der Kontaktverfolgung

Wenn wir ohne nochmalige harte Beschränkungen auskommen wollen, ist es also von zentraler Bedeutung, dass die Kontaktverfolgung unter allen Umständen ausreicht. Abbildungen 4 bis 6 zeigen die selbe Dynamik mit unbeschränkter Kapazität in der Kontaktverfolgung. Man sieht, dass die Ausbrüche nicht mehr stattfinden. Es sind deutlich höhere Kapazitäten der Kontaktverfolgung als die genannten 30 pro Tag nötig. Am Unterschied zwischen Abb. 5 und Abb. 6 sieht man auch, wie sich sehr unterschiedliche Dynamiken bei nahezu gleichen Rahmenbedingungen entwickeln können: Bei Abb. 6 gehen die Neuinfektionen zunächst auf über 50 Fälle pro Tag, dann sinken sie zunächst wieder, um dann auf über 100 Fälle pro Tag anzusteigen. Den Verlauf nach Jahresende haben wir hier leider nicht simuliert, es ist aber zu vermuten, dass auch dieser Ausbruch eingehegt werden wird.

Eine App würde diesen “unbeschränkten Kapazitäten” natürlich eher nahe kommen als eine manuelle Kontaktverfolgung. Andererseits scheint die manuelle Kontaktverfolgung machbar. Selbst bei “unbeschränkten” Kapazitäten müssen laut unseren Simulation in Berlin nie mehr als 100 Fälle simultan bearbeitet werden. Und als Rückfallebene steht ja immer noch der konventionelle “Lockdown” zur Verfügung, auch wenn dieser sicher unerwünscht wäre.

## München

Wir haben die Simulationen auch für München laufen gelassen (siehe Abbildungen 8 und 9). Das Bild ist nicht deutlich anders: Bei beschränkten Kapazitäten der Kontaktverfolgung erfolgt irgendwann (und nicht vorhersagbar) ein Ausbruch aus dem Korridor niedriger Neuinfektionszahlen; bei unbeschränkten Kapazitäten ergibt sich ein deutlich besser beherrschbares Infektionsgeschehen.

## Weitere Informationen und Runs ...

... unter <https://matsim-vsp.github.io/covid-sim/2020-06-05/> .

# Abbildungen

## Kontaktverfolgung mit beschränkter Kapazität (Berlin)

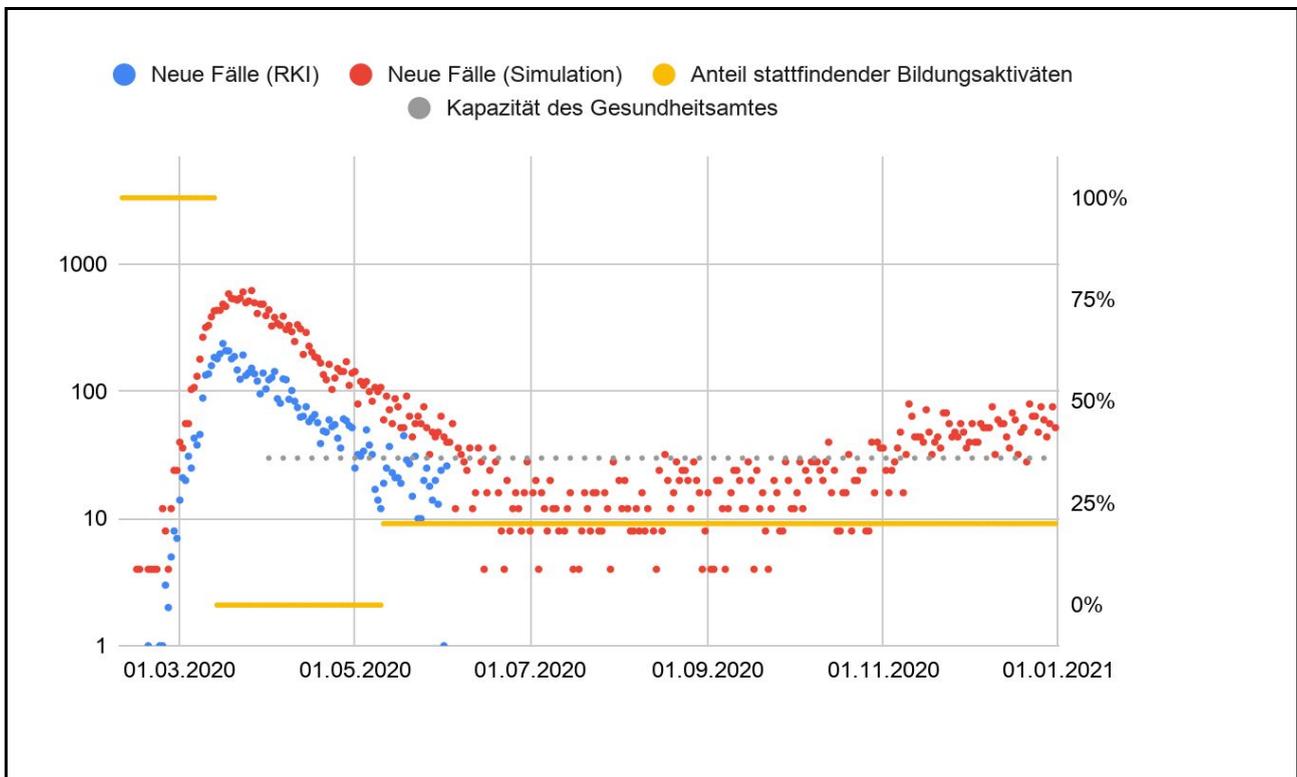


Abb. 1: Bildungseinrichtungen/Kindergärten bleiben im eingeschränkten Betrieb. Beschränkte Kapazität der Kontaktverfolgung.

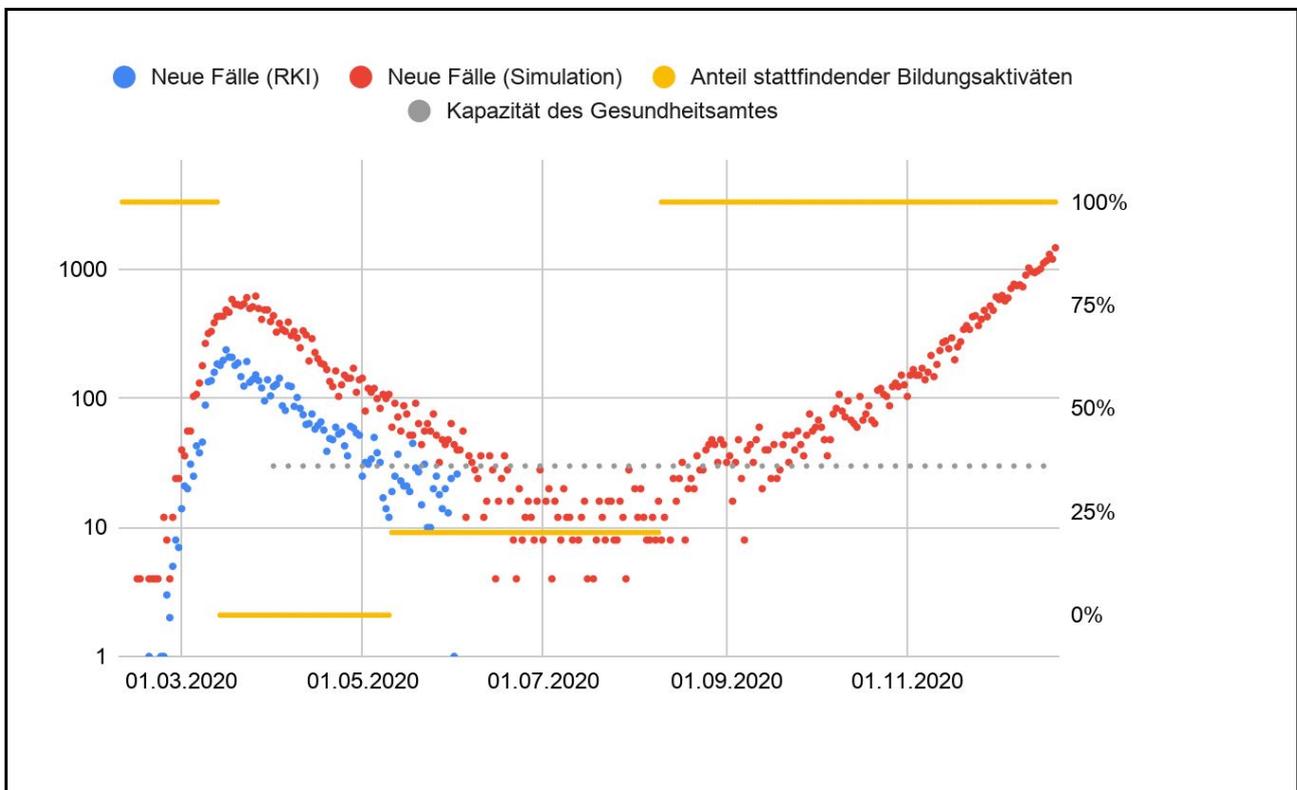


Abb. 2: Bildungseinrichtungen/Kindergärten im Normalbetrieb ab 10.8. Beschränkte Kapazität der Kontaktverfolgung.

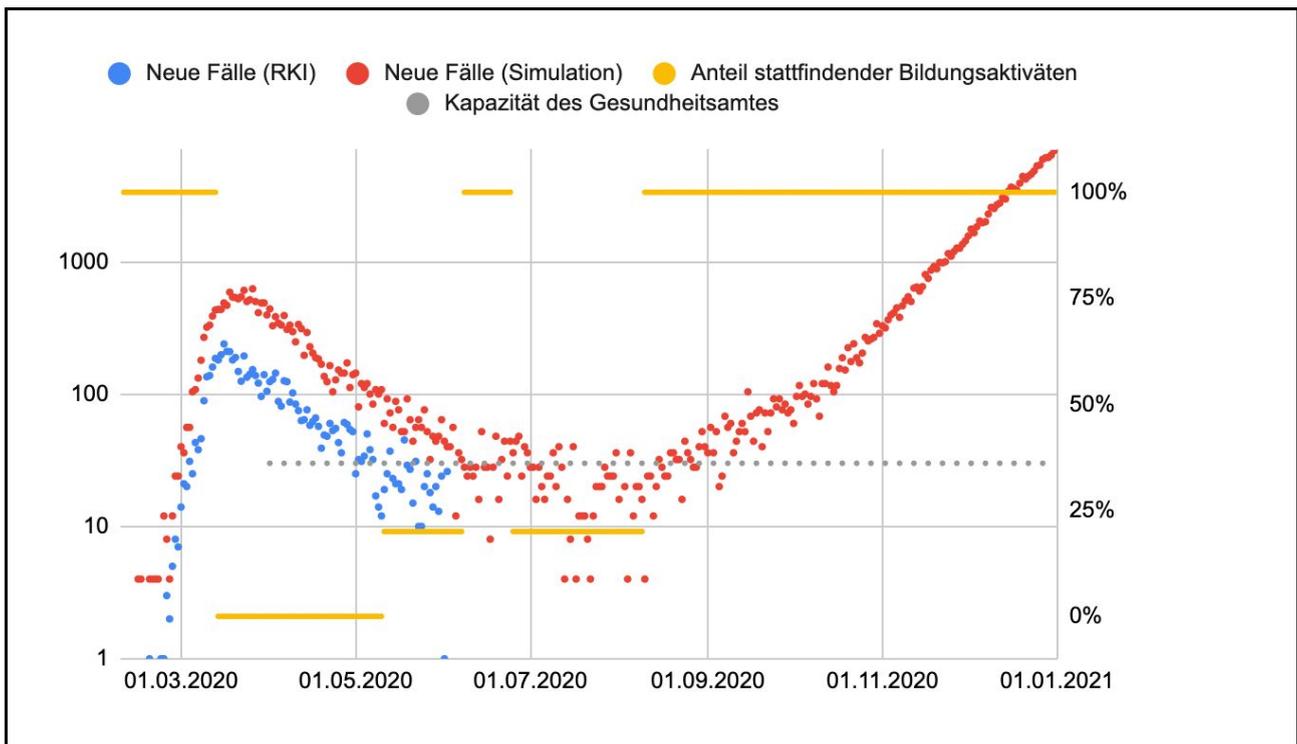


Abb. 3: Bildungseinrichtungen/Kindergärten im Normalbetrieb 8.6. bis 24.6 sowie ab 10.8. Beschränkte Kapazität der Kontaktverfolgung.

### Kontaktverfolgung mit unbeschränkter Kapazität (Berlin)

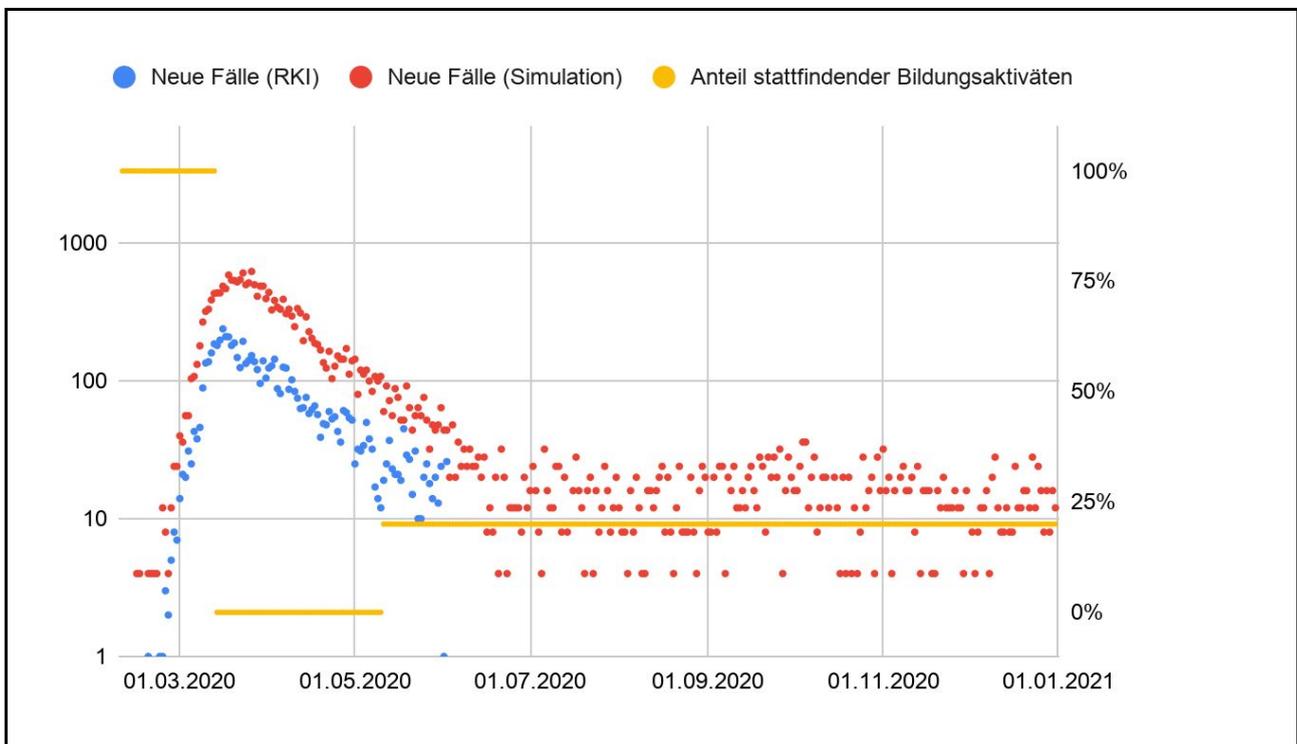


Abb. 4: Bildungseinrichtungen/Kindergärten bleiben im eingeschränkten Betrieb. Unbeschränkte Kapazität der Kontaktverfolgung.

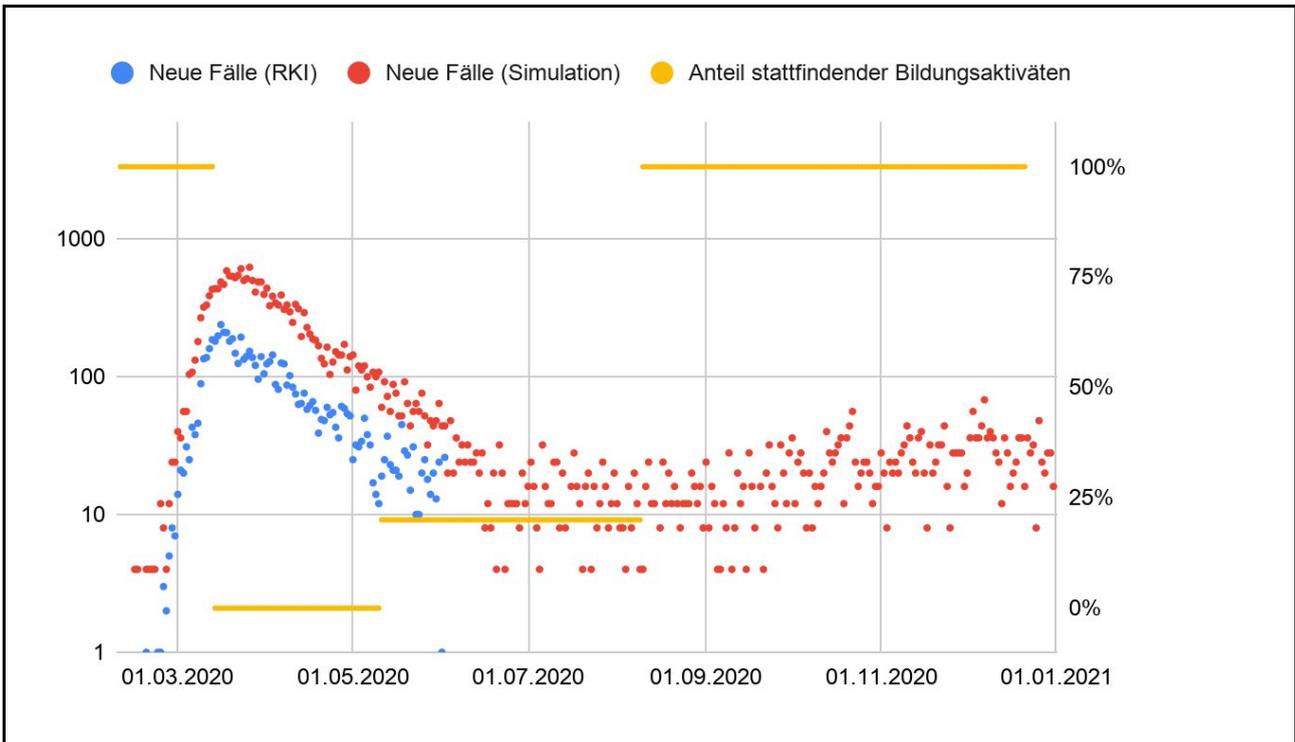


Abb. 5: Bildungseinrichtungen/Kindergärten im Normalbetrieb ab 10.8. Unbeschränkte Kapazität der Kontaktverfolgung.

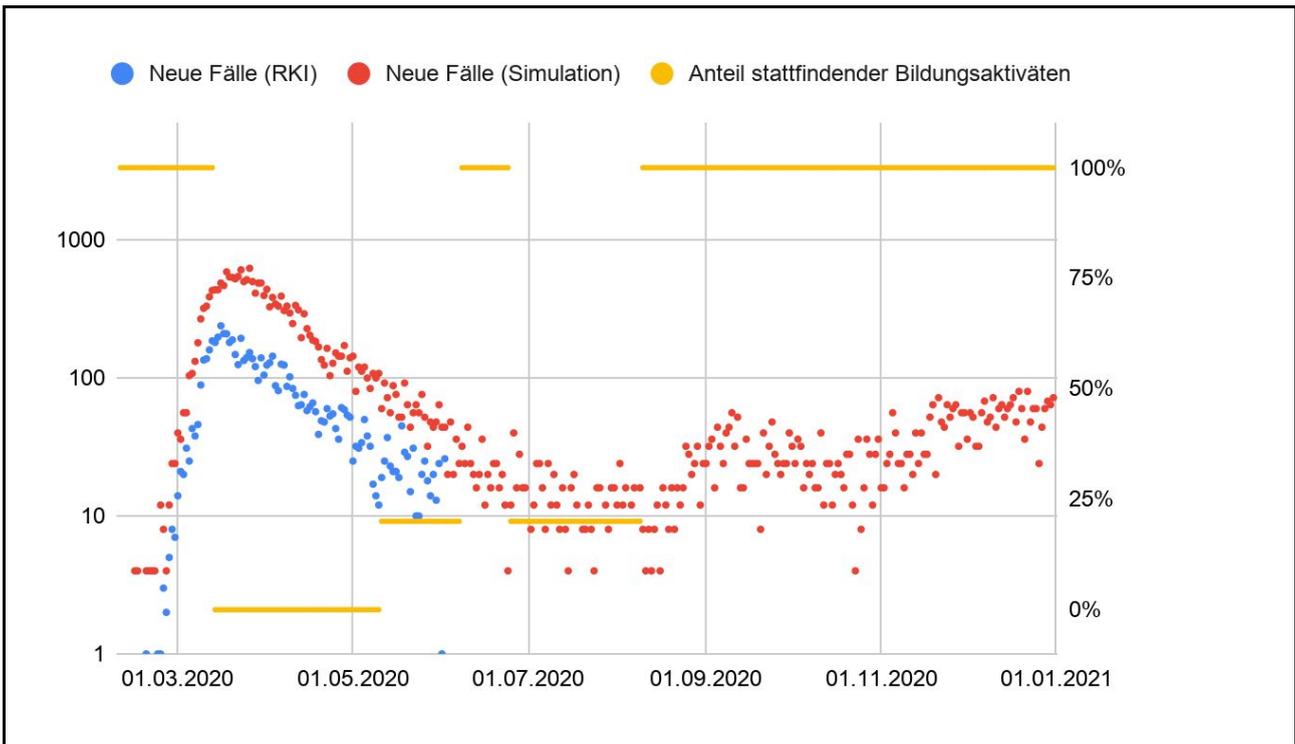


Abb. 6: Bildungseinrichtungen/Kindergärten im Normalbetrieb 8.6. bis 24.6 sowie ab 10.8. Unbeschränkte Kapazität der Kontaktverfolgung.

## Einfluss der gezogenen Zufallszahlen auf die Simulationsergebnisse (Berlin)

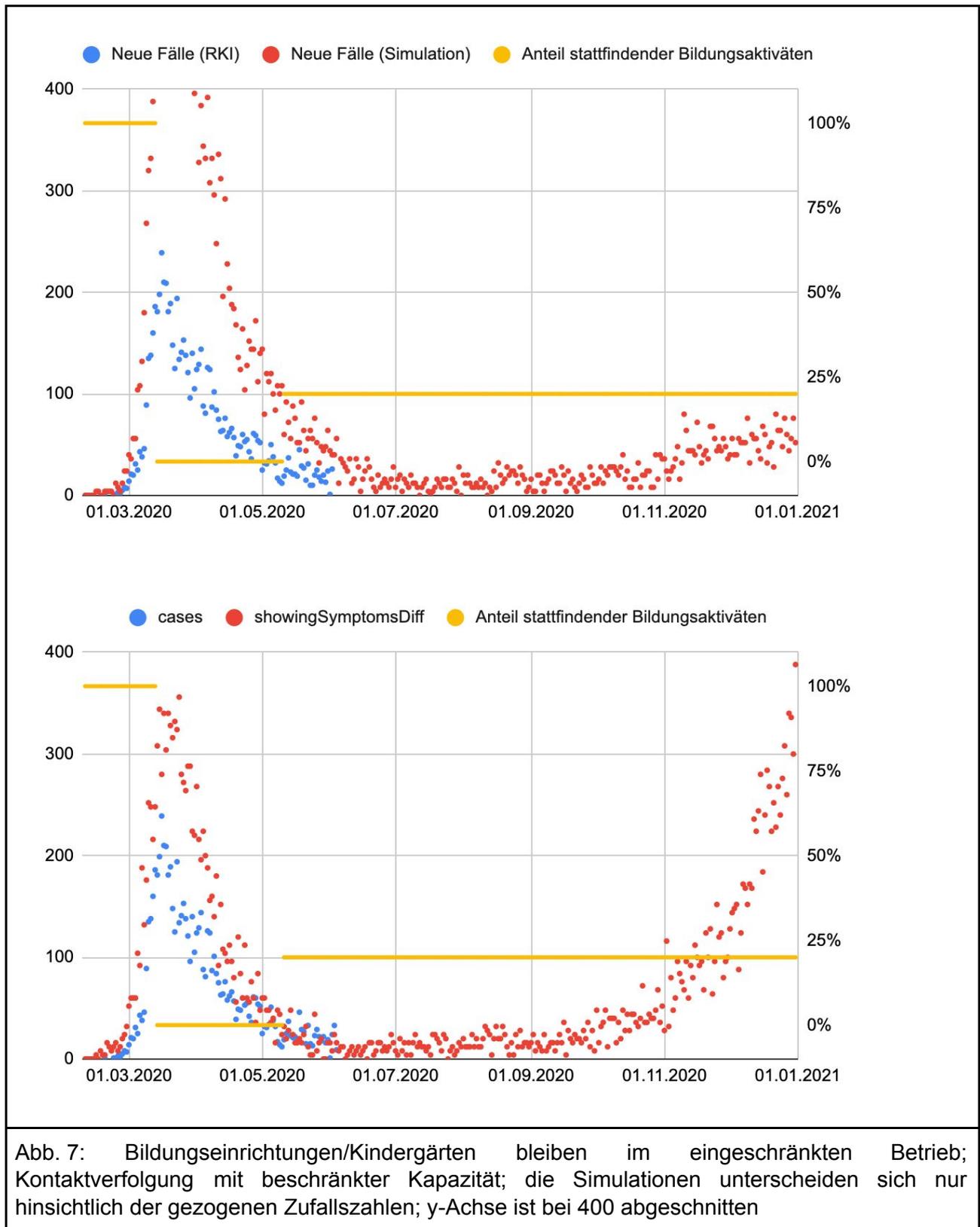


Abb. 7: Bildungseinrichtungen/Kindergärten bleiben im eingeschränkten Betrieb; Kontaktverfolgung mit beschränkter Kapazität; die Simulationen unterscheiden sich nur hinsichtlich der gezogenen Zufallszahlen; y-Achse ist bei 400 abgeschnitten

## Simulationsergebnisse für München

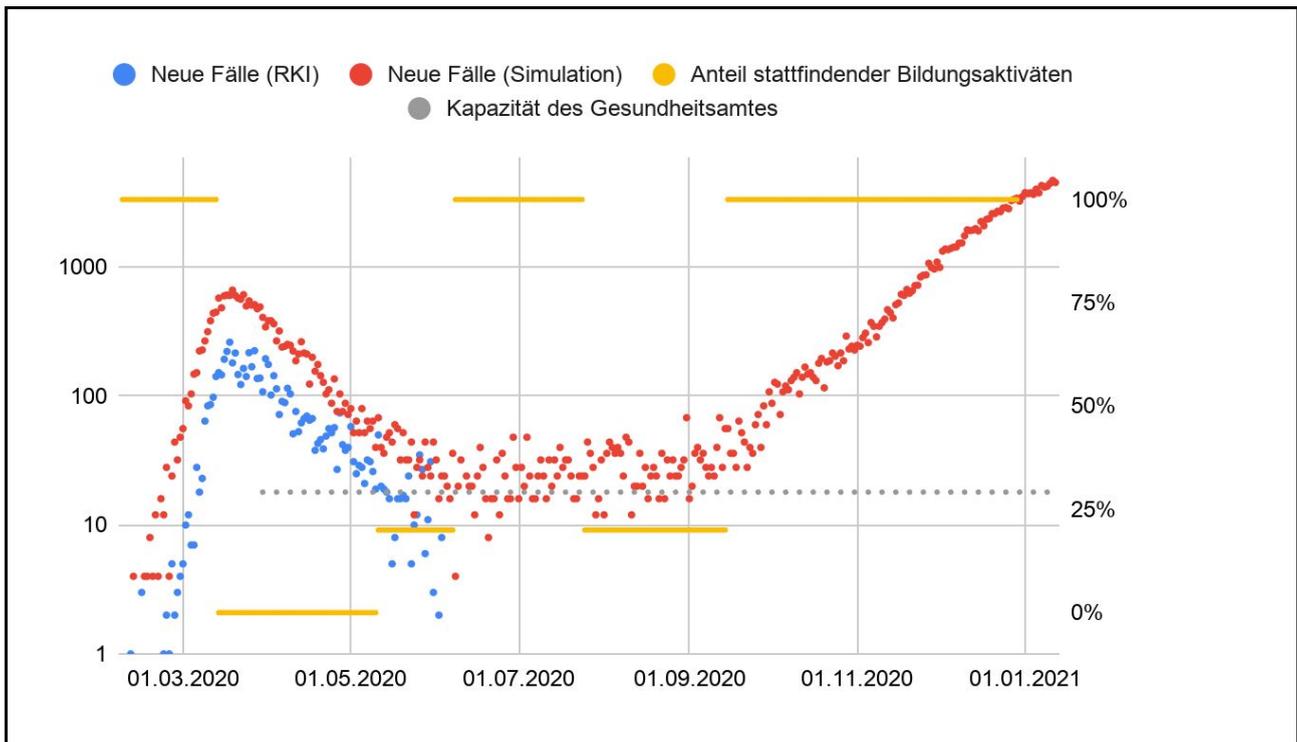


Abb. 8: Bildungseinrichtungen/Kindergärten im Normalbetrieb 8.6. bis 24.7 sowie ab 08.09.; Kontaktverfolgung mit beschränkter Kapazität.

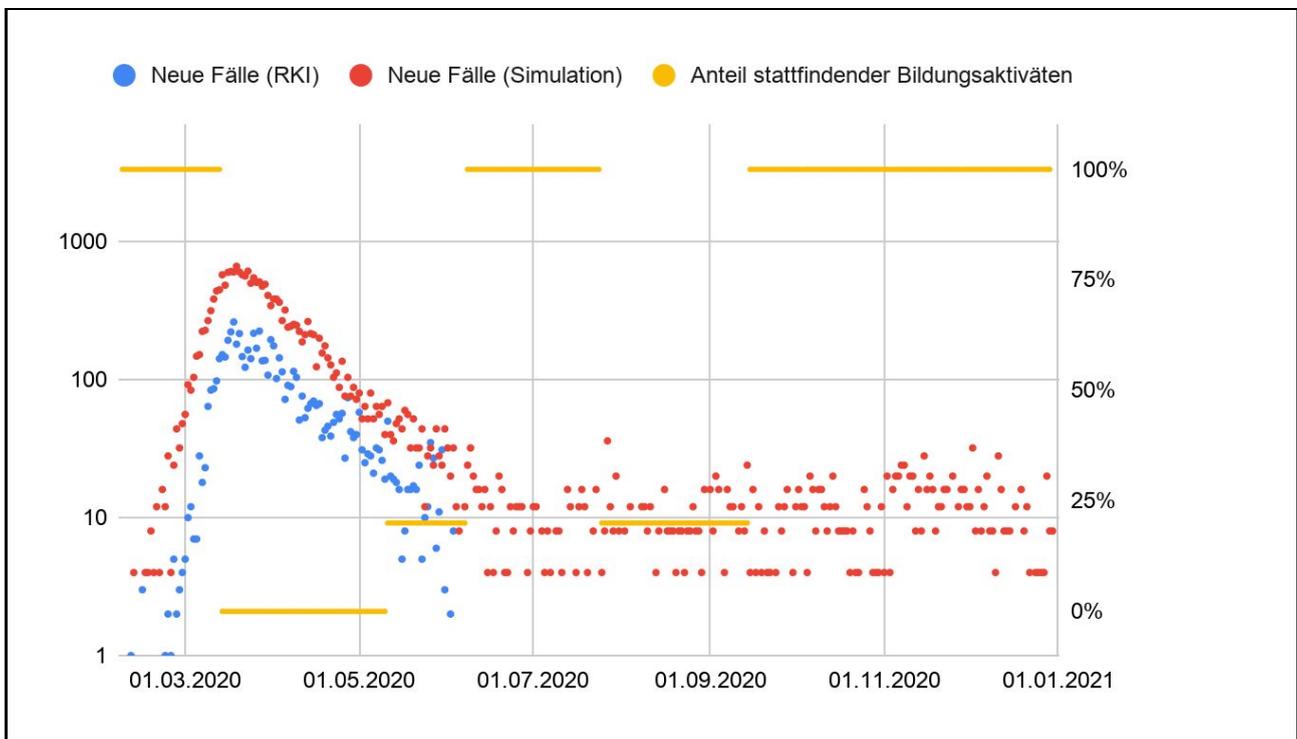


Abb. 9: Bildungseinrichtungen/Kindergärten im Normalbetrieb 8.6. bis 24.7. sowie ab 8.9.; Kontaktverfolgung mit unbeschränkter Kapazität.