

## **Simulation der Intensivbettenauslastung für COVID-19 in Abhängigkeit von der Infektionsdynamik und dem zu erwartenden Impfeffekt (Das DIVI-Prognosemodell)**

Prof. Dr. Andreas Schuppert, RWTH Aachen/ Universitätsklinikum Aachen, Institut für Computational Biomedicine  
Prof. Dr. Steffen Weber-Carstens, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Medizinisch-Wissenschaftlicher Leiter DIVI Intensivregister  
Prof. Dr. Christian Karagiannidis, Kliniken der Stadt Köln/ Universität Witten/ Herdecke, Medizinisch-Wissenschaftlicher Leiter DIVI Intensivregister

Durch das Auftreten neuer Virusmutanten wie B.1.1.7, B.1.351 mit deutlich erhöhter Übertragbarkeit im Vergleich zum Wildtyp SARS-CoV-2 wird die momentane Infektionsrate selbst bei Beibehaltung der aktuellen Lockdown-Beschränkungen wahrscheinlich zu einem effektiven R-Wert größer 1 führen. Damit ist eine exponentiell steigende Infektionsdynamik verbunden und in der Folge eine erneute starke Belastung der Intensivbettenbelegung mit COVID-19 Erkrankten zu erwarten. Ein dauerhaft erhöhter R-Wert  $>1$  sollte daher auf Grund der hohen Infektionsbelastung möglichst vermieden werden.

In der vorliegenden Analyse diskutieren wir, wie sich die Intensivbettenbelegung in Abhängigkeit des R-Wertes und der Impfstrategie entwickelt. Wir simulieren die Konsequenzen für die Belegung der Intensivbetten durch COVID-19 als Folge einer Kombination aus Impfung und Lockerungen, die zu einem R-Wert für den Wildtyp von 1 oder 1,2 führen (entsprechend einem R-Wert für die Mutanten von 1.35 respektive 1.55). Die Simulationen werden mit Hilfe des deutschlandweiten Intensivbetten-Belastungsmodells für den Wildtyp Sars-CoV2 und die Mutante B.1.1.7 (<https://link.springer.com/article/10.1007/s00063-021-00791-7>) durchgeführt. Weitere Mutanten können integriert werden, sobald aussagekräftige Daten vorliegen.

### **Annahmen: Die Simulationen basieren auf den folgenden Annahmen:**

1. Der aktuelle Lockdown (R-Wert bezüglich Wildtyp (wt)  $\sim 0.85$ ) wird fortgesetzt bis zu einem Exit-Zeitpunkt. Im Modell wird zu Grunde gelegt, dass ab einem dieser Zeitpunkte ein konstanter R-Wert für den Wildtyp erreicht wird.
2. Die neue Mutante B.1.1.7 trat in der letzten Januarwoche deutschlandweit in 22% aller Infektionen auf, aktuell weiter steigend bis auf 50%. Sie verbreiten sich 35% schneller als der Wildtyp, die Virulenz ist nicht erhöht (Quelle: RKI-Bericht 17.2.2021).
3. Die Geschwindigkeit der Impfung unter Ausnutzung aller Maßnahmen, insbesondere unter Einbeziehung der niedergelassenen Haus- und Fachärzte wurde vom Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung (Zi) in einem pessimistischen (bis zu 3.85 Mio. Impfdosen pro Woche) und einem optimistischen Szenario (bis zu 8 Mio. Impfdosen pro Woche) berechnet. Hier geht neben dem Verteilungsweg auch die zunehmende Bereitstellung der Impfdosen in die Berechnung ein.
4. Es wird angenommen, dass die Impfung zu 100% vor einem schweren, intensivpflichtigen Krankheitsverlauf schützt, und dass etwa 2 Wochen nach Erstimpfung bereits ein sehr schwerer Verlauf verhindert werden kann.
5. Es wird angenommen, dass durch die Impfung ein Infektionsschutz von 70% gegenüber Nicht-geimpften besteht.

6. Daten zum saisonalen Ausbreitungsverhalten der Mutante B.1.1.7 liegen noch nicht vor und sind daher im Modell bisher nicht berücksichtigt. Sobald Daten vorliegen, wird diesbezüglich ein Update durchgeführt werden.

**Im Modell eingeführte Variablen:**

**Exit-Zeitpunkt** vom momentanen Lockdown ( $R=0.85$  für den wt):

- i. 7.3.2021
- ii. 1.4.2021
- iii. 15.4.2021

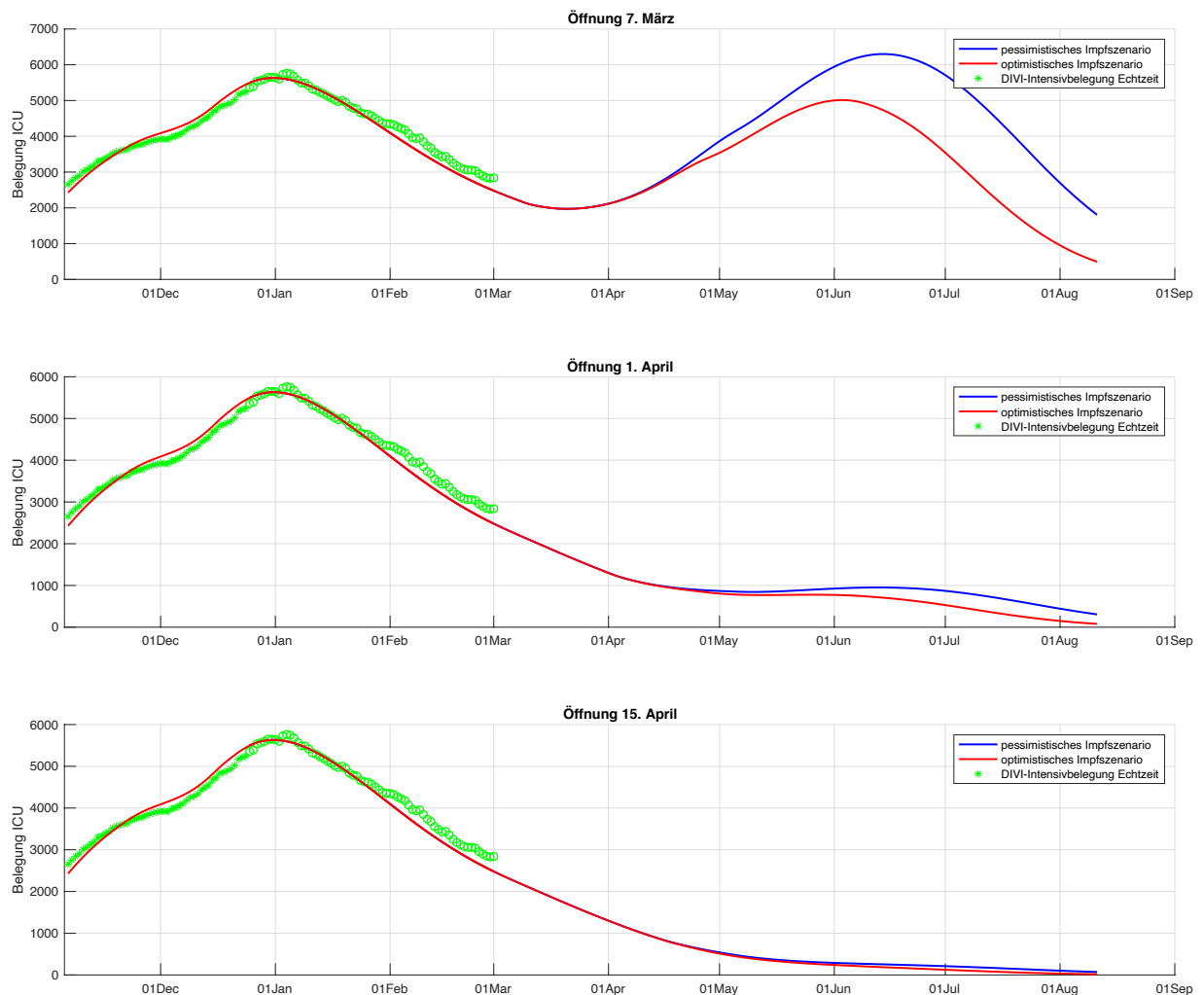
**R-Wert Kontrolle des Wildtyps nach Lockerung:**

- i. R-Wert = 1 (entspricht R Wert von 1.35 für B1.1.7 Mutante)
- ii. R-Wert = 1.2 (entspricht R Wert von 1.55 für B1.1.7 Mutante)

**Impfstrategien berechnet und zur Verfügung gestellt vom Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung (Zi) am 02.03.2021:**

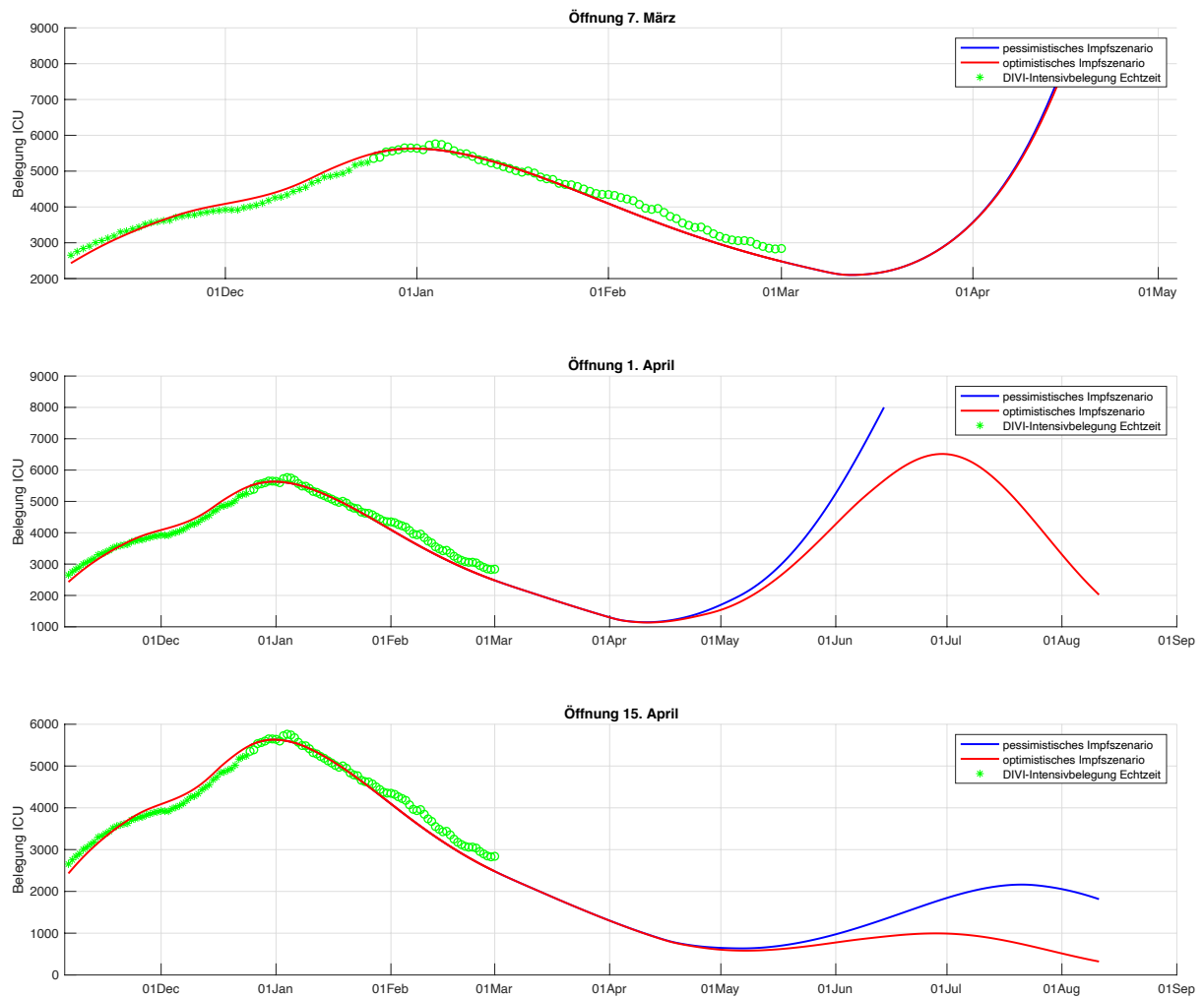
- I. Pessimistisches Szenario
- II. Optimistisches Szenario

**Abbildung 1:** Pessimistische und optimistische Impfstrategie mit einem  $R=1$  für den Wildtyp ab Zeitpunkt der Lockerung/Öffnung



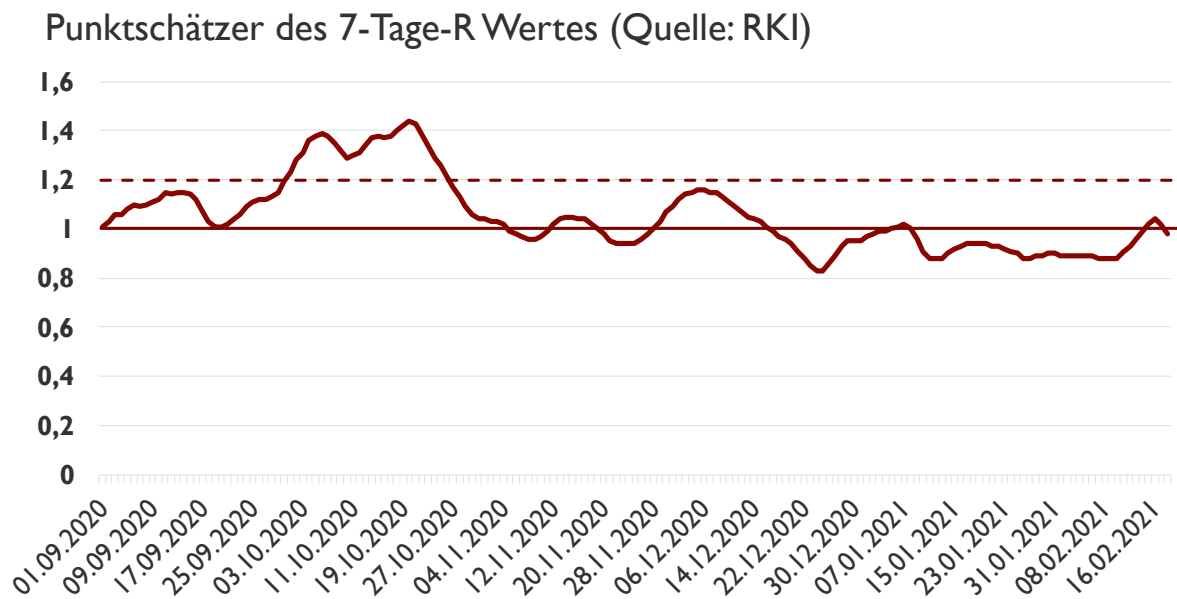
**Abbildung 1:** Intensivbettenbelegung bei Kontrolle des  $R$ -Wertes für den Wildtyp um 1 ( $=1.35$  für  $B 1.1.7$ ) in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Lockerung/Öffnung mit Erreichen des  $R$ -Wertes von 1 für den WT.

**Abbildung 2:** Pessimistische und optimistische Impfstrategie mit einem  $R=1.2$  für den Wildtyp ab Zeitpunkt der Lockerung/Öffnung



**Abbildung 2:** Intensivbettenbelegung bei Kontrolle des  $R$ -Wertes für den Wildtyp um 1.2 ( $=1.55$  für  $B$  1.1.7) in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Lockerung/Öffnung mit Erreichen des  $R$ -Wertes von 1.2 für den WT.

**Abbildung 3:** Verlauf des 7-Tage R-Wertes für den Wildtyp vom 1.9.2020-16.02.2021



## Zusammenfassung

Die Simulationen zeigen:

- Eine Wiedereröffnung bereits am 7. März mit einem Anstieg des R-Wertes über 1 für den Wildtyp führt zu einer dritten Welle in der Intensivmedizin und einer erneuten Spitzenbelastung mit >6000 COVID Patienten
- Eine leichte Öffnung bis zu einem R-Wert von 1 für den Wildtyp erscheint ab Anfang April für beide Impfszenarien unkritisch
- Die optimistische Impfstrategie zeigt deutlich Vorteile gegenüber der pessimistischen Impfstrategie. Sie erlaubt eine stärkere Öffnung bis zu einem R-Werte von 1.2 für den Wildtyp (=1.55 für B 1.1.7) ab Mitte April ohne eine erneute Spitzenbelastung für die Intensivmedizin

**Anmerkung:** eine Intensivbettenbelastung einer einzelnen Krankheit mit 6000 zeitgleichen Patienten ist eine historische Höchstmarke, die die bisherige aus der Influenzasaison 2018 um das Doppelte überschreitet.

## CAVEAT:

Es muss darauf hingewiesen werden, dass in den schlimmen Szenarien eine dritte Welle mit sehr hohen Infektionsraten sehr deutlich über 30000 /Tag zu erwarten ist. Durch die vorab durchgeführten Impfungen der vulnerabelsten Kohorten wird sich das Infektionsgeschehen primär auf die Bevölkerung zwischen 35 und 60 Jahren sowie der U35 Alterskohorte fokussieren, bei denen das Risiko schwerer Erkrankungsverläufe sehr klein ist. Daher sind deutlich weniger schwere Erkrankungsfolgen sowie Todesfälle relativ zum Infektionsgeschehen als in der zweiten Welle zu erwarten, jedoch in

jüngeren Kohorten. **Der Bericht betrachtet nicht die Folgen einer dritten, sehr hohen Infektionswelle mit leichten und mittleren Krankheitsverläufen, besonders im Hinblick auf Spätfolgen.**

**Die weiter bestehenden RISIKEN im Sinne einer Unterschätzung der Belastung sind:**

- Auftreten von Mutanten mit deutlich erhöhter Virulenz
- Auftreten von Mutanten mit deutlich über 35% Ausbreitungsvorteil gegenüber WT
- Auftreten von Mutanten mit mangelhafter Schutzwirkung der Impfstoffe zumindest gegen schwere Krankheitsverläufe
- Mangelnde Impfbereitschaft

*-Das Modell wird in Abhängigkeit von der weiteren Entwicklung kurzfristig upgedated-*