

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) ~ 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. Sie verbreiten sich 35% schneller als der Wildtyp, die Virulenz ist nicht erhöht (Quelle: RKI-Bericht 17.2.2021).
3. Die Impfmaßnahmen werden pro Altersgruppe im jeweiligen Impfzeitslot mit nahezu konstanter Impfrate pro Tag kontinuierlich durchgeführt (Annahme im Modell: konservative Impfstrategie 230.000/Tag und bei der ambitionierten 350.000/Tag).
4. Es wird angenommen, dass die Impfung zu 100% vor einem schweren, intensivpflichtigen Krankheitsverlauf schützt.
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. 21.4.2021

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:

- I. Altersgruppe über 80 Jahre bis 31.03.2021, Altersgruppe 60-79 zwischen 01.04.2021 - 30.06.2021, Altersgruppe 35-59 zwischen 15.5. und 15.8.
- II. Altersgruppe über 80 Jahre bis 31.03.2021, Altersgruppe 60-79 zwischen 01.04.2021 - 30.06.2021, Altersgruppe 35-59 ebenfalls vom 1.4.2021 bis 30.6.2021

Abbildung 1: Impfstrategie für Ü35 bis 15.8.2021 mit $R=1$ für den wt

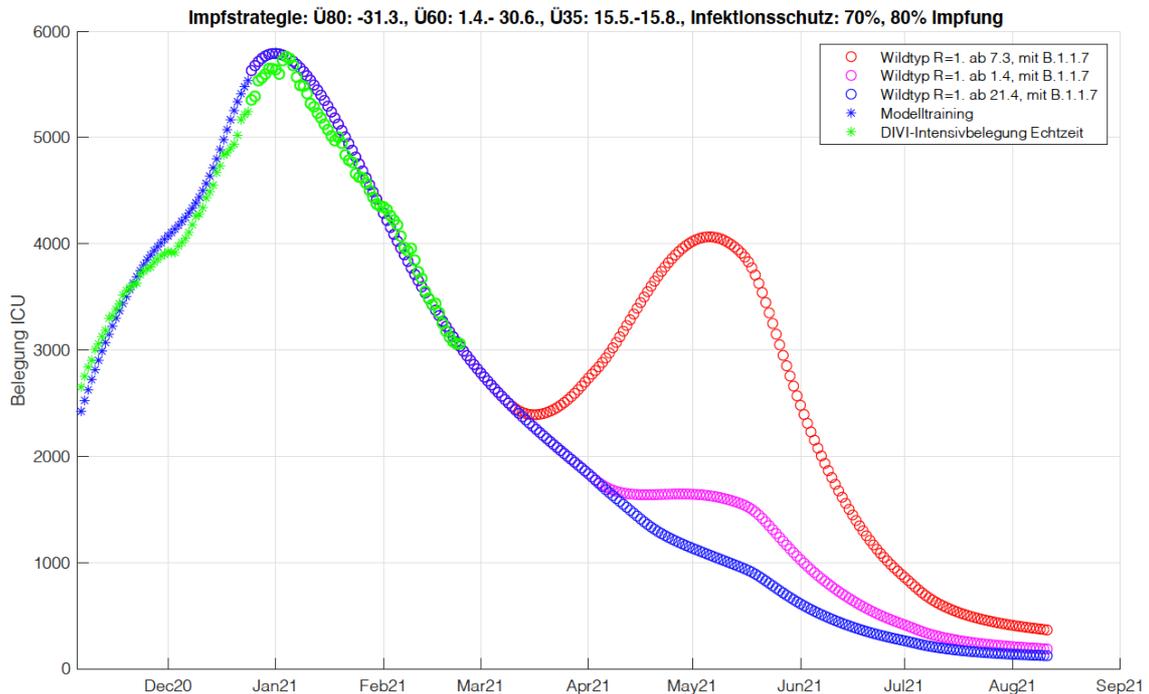


Abbildung 1: Intensivbettenbelegung bei Kontrolle des R -Wertes für den Wildtyp um 1 ($=1.35$ für B 1.1.7) in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Lockerung mit Erreichen des R -Wertes von 1 für den WT.

Abbildung 2: Impfstrategie für Ü35 bis 30.6.2021 mit $R=1$ für den wt

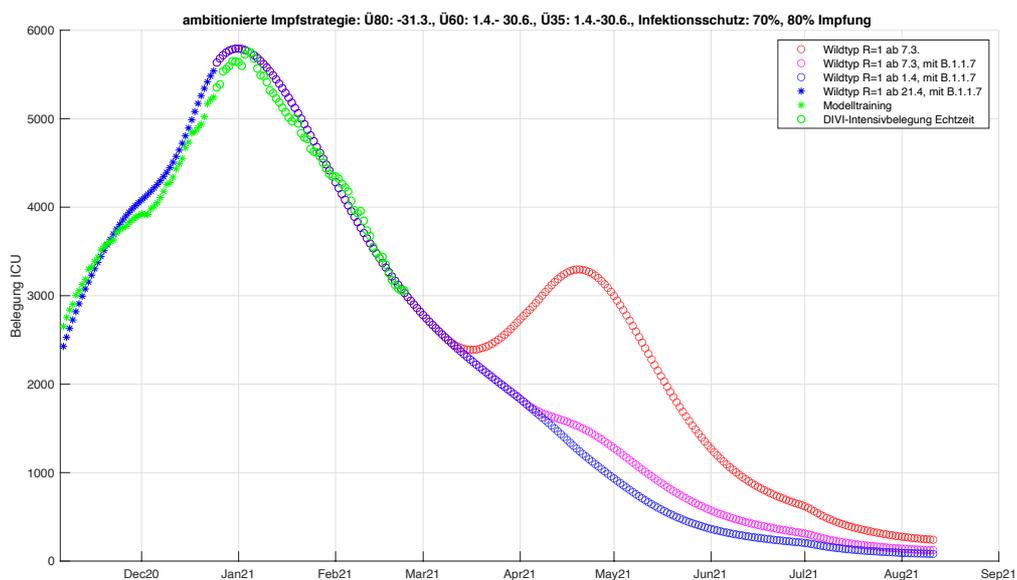


Abbildung 2: Intensivbettenbelegung bei Kontrolle des R -Wertes für den Wildtyp um 1 ($=1.35$ für B 1.1.7) in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Lockerung mit Erreichen des R -Wertes von 1 für den WT.

Abbildung 3: Impfstrategie für Ü35 bis 15.08.2021 mit $R=1.2$ für den wt

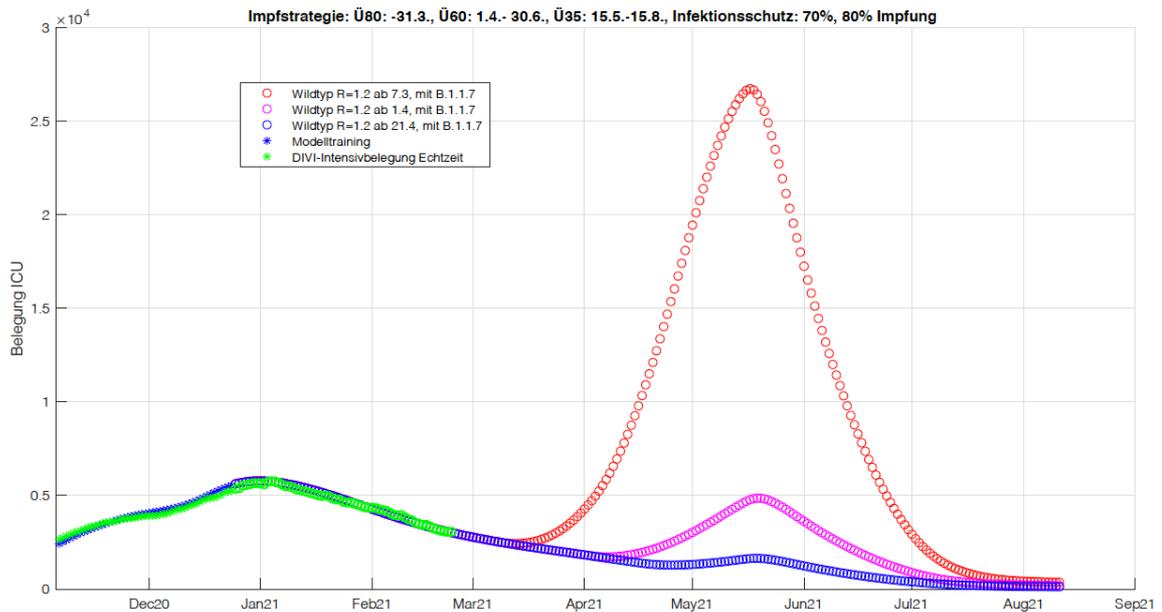


Abbildung 3: Intensivbettenbelegung bei Kontrolle des R -Wertes für den Wildtyp um 1.2 ($=1.55$ für B 1.1.7) in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Lockerung mit Erreichen des R -Wertes von 1.2 für den WT.

Abbildung 4: Impfstrategie für Ü35 bis 30.06.2021 mit $R=1.2$ für den wt

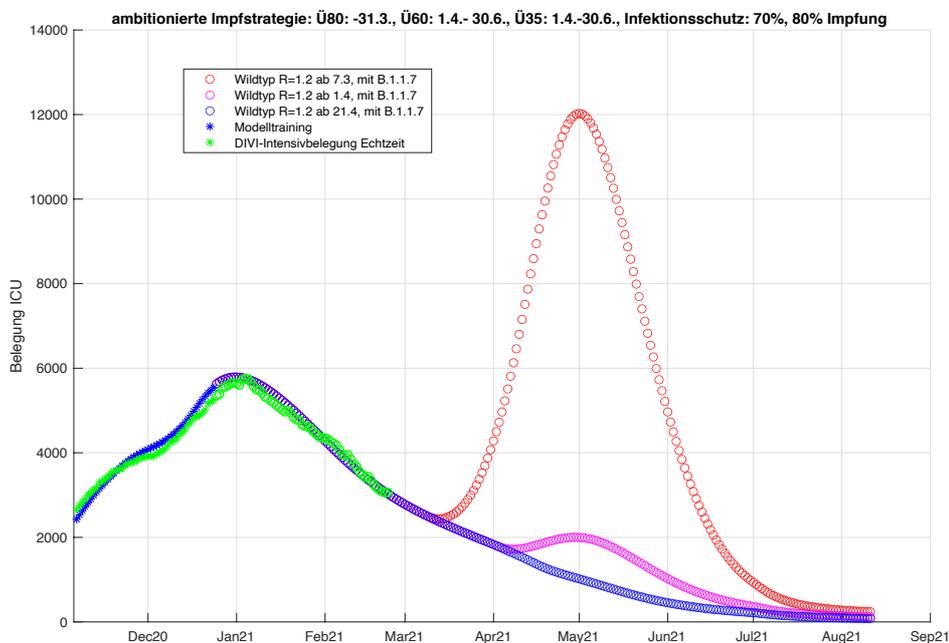


Abbildung 4: Intensivbettenbelegung bei Kontrolle des R -Wertes für den Wildtyp um 1.2 ($=1.55$ für B 1.1.7) in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Lockerung mit Erreichen des R -Wertes von 1.2 für den WT.

Abbildung 5: Impfstrategie für Ü35 bis 31.05.2021 mit $R=1.2$ für den wt (=10 Mio Impfdosen pro Woche)

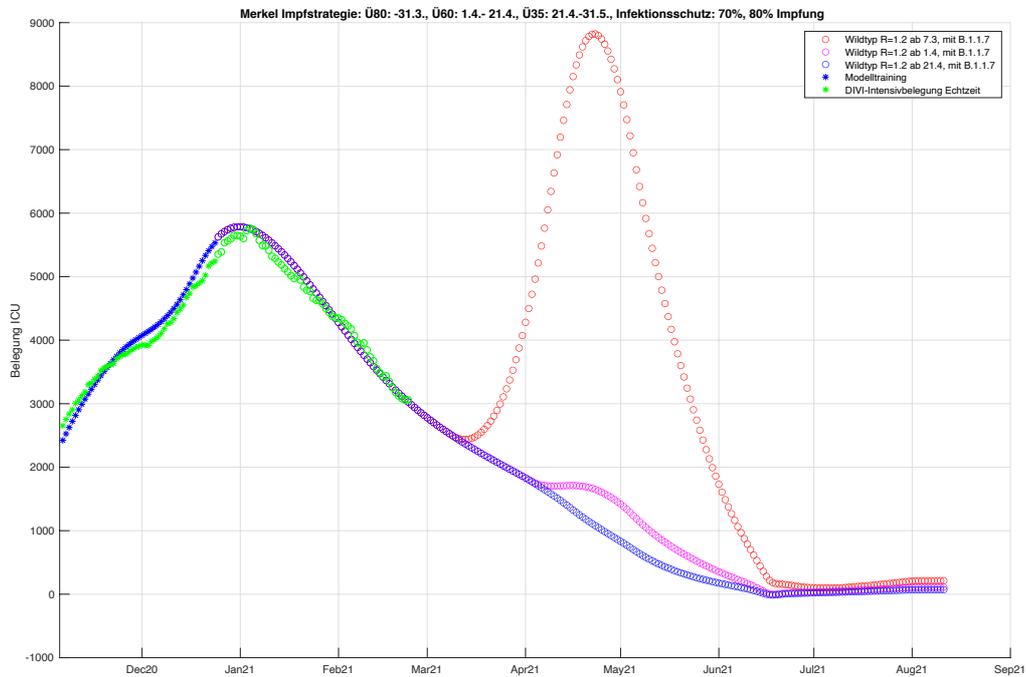


Abbildung 5: Intensivbettenbelegung bei Kontrolle des R-Wertes für den Wildtyp um 1.2 (=1.55 für B 1.1.7) in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Lockerung mit Erreichen des R-Wertes von 1.2 für den WT.

Zusammenfassung

Insgesamt zeigen die Simulationen, dass Lockerungsszenarien im März, die zu einem R-Wert von 1 für den Wildtyp (=1.35 für B1.1.7) führen in Kombination mit einer langsamen Impfstrategie zu einer erneuten Spitzenbelastung von etwa 4000 COVID-19 Patienten auf Intensivstationen führen könnten. Eine spätere Öffnung im April geht allenfalls mit einem nur geringen Anstieg der COVID-19 Patienten auf der Intensivstation einher. Steigt die Infektionsdynamik in Deutschland an auf einen R-Wert von 1.2 für den wt (=1.55 für B1.1.7) kommt es zu einer unkontrollierten Spitzenbelastung der Intensivstationen mit COVID-19 Patienten bei einer Lockerung im März. Eine Lockerung im April hingegen ist selbst unter diesen Bedingungen mit einer Spitzenbelastung maximal in der Höhe des bisherigen Spitzenwertes des Januars 2021 verbunden.

Eine Beschleunigung der Impfungen mit einer Impfung aller über 35-jährigen ist mit einer deutlich geringeren Belastung der Intensivstationen verbunden.

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 allen 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-