

Szenarien für den Verlauf der SARS-CoV-2-Pandemie im Winter 2022/23 - Ergebnisse eines Workshops des Modellierungsnetzes für schwere Infektionskrankheiten (Modellierungsnetz)

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Workshops des Modellierungsnetzes für schwere Infektionskrankheiten (Modellierungsnetz) wurden drei mögliche Szenarien für den weiteren Verlauf der SARS-CoV-2-Pandemie im Herbst/Winter 2022/2023 simuliert. In Szenario 1 wird angenommen, dass in diesem Zeitraum keine neue Virusvariante auftritt. In diesem Fall ergeben die Simulationen, dass im Verlauf des Winters eine Infektionswelle zu erwarten ist, die wahrscheinlich zu keiner übermäßigen Belastung der Krankenhäuser führt. Allerdings könnte es wegen vieler Infektionen zu einer Verschärfung des Personalmangels in kritischen Infrastrukturen kommen. In Szenario 2 wird angenommen, dass sich eine neue Virusvariante durchsetzt, die zwar den bisherigen Immunschutz teilweise umgeht, aber nicht zu mehr schweren Verläufen führt. Dies würde voraussichtlich in einer Belastung des Gesundheitssystems resultieren, die in der Größenordnung der bisherigen Spitzenwerte während der BA.1/2-Welle liegt. In Szenario 3 wird ebenfalls angenommen, dass sich eine neue Virusvariante durchsetzt. Im Gegensatz zum zweiten Szenario führt diese neue Variante zusätzlich zu schwereren Verläufen (ähnlich zur Delta-Variante). In diesem Fall könnten die bisher erreichten Spitzenwerte der Krankenhausbelastung in der Pandemie deutlich überschritten werden. Würde eine Impfkampagne im Oktober beginnen, zeigen die Simulationen, dass sich vor allem in Szenario 2 und 3 relevant die Anzahl derer Menschen reduziert, die mit einer SARS-CoV-2-Infektion im Krankenhaus behandelt werden müssten. Insbesondere im dritten Szenario ist es jedoch möglich, dass Impfstrategieänderungen alleine nicht ausreichend sind, um unterhalb der bisherigen Spitzenwerte bei Krankenhausbelegungen zu bleiben. Konkrete Aussagen zur erwarteten Gefährdung und möglichen Gegenmaßnahmen sind erst dann möglich, wenn sich eine neue Virusvariante tatsächlich durchsetzt.

(1) Hintergrund

Nach dem beobachteten Rückgang der Omikron BA.5 Welle im Sommer steigen aktuell die Fallzahlen wieder. Damit stellt sich die Frage nach dem weiteren Verlauf der Pandemie.

In den beiden vergangenen Jahren war in den Herbst-/Wintermonaten bei SARS-CoV-2 stets ein erhöhtes Infektionsgeschehen zu beobachten. Damit verbunden war eine erhöhte Krankheitslast durch schwere Verläufe, Hospitalisierungen und Sterbefälle. Zeitweise konnte eine Eindämmung des Infektionsgeschehens nur durch entschiedene Maßnahmen, wie etwa Kontaktbeschränkungen, erfolgen.

Inzwischen wurden umfangreiche Impfkampagnen gegen SARS-CoV-2 durchgeführt. Zudem wurde fast die Hälfte der Bevölkerung (laut Erhebungen aus dem Sommer 2022 zwischen 35-50%¹) mindestens einmal nachweislich infiziert. Dadurch weist ein Großteil der Bevölkerung Antikörper gegen das S-Antigen auf, die entweder auf eine stattgefundene Infektion oder eine Impfung hindeuten. Zusätzlich stehen für Personen mit einem erhöhten Risiko für einen schweren Verlauf nach SARS-CoV-2-Infektion auch Medikamente zur Vorbeugung gegen schwere Krankheitsverläufe zur Verfügung.

Es ist daher aktuell von einem relativ hohen Schutz in der Bevölkerung gegen einen schweren Verlauf einer SARS-CoV-2 Infektion auszugehen. Allerdings kann das Auftreten einer neuen Virusvariante weiterhin eine Herausforderung darstellen. Dies war bereits im Verlauf des Jahres 2022 zu beobachten, als verschiedene Subvarianten der Omikron-Variante mehrere Infektionswellen auslösten.

Um die verschiedenen möglichen Entwicklungen des Pandemiegeschehens für die kommenden Monate besser einschätzen zu können, sind Simulationsstudien ein etabliertes Werkzeug. Im Rahmen eines gemeinsamen Workshops des Modellierungsnetzes für schwere Infektionskrankheiten² wurden drei solcher Szenarien entwickelt. Auf Basis dieser Szenarien haben sieben Modellierungsgruppen im September 2022 mögliche Pandemieverläufe für den Herbst/Winter 2022/2023 simuliert. Die Ergebnisse, mögliche Auswirkungen und Schlussfolgerungen werden im Folgenden vorgestellt.

(2) Die Szenarien

Für die Simulationen wurden drei mögliche Szenarien definiert. Diesbezüglich muss allerdings betont werden, dass für keines dieser Szenarien die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens bekannt oder ableitbar ist.

Szenario 1: Es setzt sich keine neue SARS-CoV-2 Variante durch: In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass sich während der kommenden Monate keine neue veränderte Virusvariante in Deutschland verbreitet. Es bleibt also beim Vorherrschen der aktuellen Omikron-Varianten BA.4 und 5, die die Sommerwelle in Deutschland verursachten.

¹ Lange, B, Jäger, V, Rücker, V, Hassenstein, M, Harries, M, Berner, R, Blaschke-Steinbrecher, S, Brandhorst, G, Budde, K, Fenzlaff, M, Rosenkranz, D, Schattschneider, M, Schäfer, C, Streeck, H, Winter, T, Nauck, M, Petersmann, A, Töpfer, N, Heuschmann, P, & Karch, A. (2022). Interimsanalyse des IMMUNEBRIDGE-Projektes zur Kommunikation von vorläufigen Ergebnissen an die Modellierungskonsortien der BMBF-geförderten Modellierungsplattform (1.0) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6968574>

² Das Modellierungsnetz wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Der Workshop war für alle interessierten Modellierungsgruppen offen, d.h. es haben auch Gruppen teilgenommen, die nicht im Rahmen der oben genannten BMBF-Maßnahme gefördert werden.

Szenario 2: Es setzt sich eine neue Virusvariante mit Umgehung des Immunschutzes gegen Ansteckung bei gleichbleibendem Risiko für schwerere Verläufe durch: Es wird davon ausgegangen, dass diese neue Variante den bisher erworbenen Immunschutz in der Bevölkerung teilweise umgehen kann. Solche Veränderungen neuer Varianten wurden bereits während des Infektionsgeschehens durch die unterschiedlichen Omikron-Subvarianten beobachtet, müssen also als möglich angesehen werden. Neuinfektionen durch die neue Variante in diesem Szenario sind also im Vergleich zu den aktuellen BA.4 und 5 Varianten wahrscheinlicher, führen aber nicht zu einem schwereren Krankheitsverlauf.

Szenario 3: Es setzt sich eine neue Virusvariante mit Umgehung des Immunschutzes gegen Ansteckung und mit höherem Risiko für schwere Verläufe durch: Für diesen Fall wird davon ausgegangen, dass sich in Deutschland eine Variante durchsetzt, die nicht nur den bestehenden Immunschutz umgehen kann, sondern auch zu einem höheren Risiko für schwere Verläufe führt. Konkret wird angenommen, dass ein Krankenhausaufenthalt nach einer Infektion mit der neuen Virusvariante 2-3 Mal so wahrscheinlich wird, wie in den beiden anderen Szenarien. SARS-CoV-2 Varianten, die mit einer höheren Krankheitsschwere einhergehen, sind während der Pandemie bereits aufgetreten und liegen damit ebenfalls im Bereich des Möglichen.

(3) Die Modelle

An der Modellierung der Szenarien beteiligten sich folgende Gruppen: MODUS-COVID³, SoSAD⁴, IMISE-SECIR⁵, HZI_AgeExtendedSEIR^{6,7,8}, EpideMSE⁹, ComMod¹⁰, MOCOS SaxoCov¹¹. Die Modelle beruhen auf teilweise sehr verschiedenen Ansätzen und bilden das Infektionsgeschehen unterschiedlich detailliert ab. Es ist deshalb sinnvoll, die Ergebnisse zu vergleichen und gegenüberzustellen, um zu einer robusteren Lagebewertung zu gelangen. Die Verwendung verschiedener Modelle erlaubt zudem die Analyse der Unsicherheiten im Gesamtkontext der verschiedenen Modellprognosen.

³ Müller SA, Balmer M, Charlton W, Ewert R, Neumann A, et al. (2021) Predicting the effects of COVID-19 related interventions in urban settings by combining activity-based modelling, agent-based simulation, and mobile phone data. PLOS ONE 16(10): e0259037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259037>

⁴ SoSAD Modell der Universität Trier, siehe <https://www.uni-trier.de/universitaet/fachbereiche-faecher/fachbereich-iv/faecher/informatikwissenschaften/professuren/wirtschaftsinformatik-1/forschung/projekte/sosad>

⁵ Kheifetz, Y.; Kirsten, H.; Scholz, M. On the Parametrization of Epidemiologic Models—Lessons from Modelling COVID-19 Epidemic. *Viruses* 2022, 14, 1468. <https://doi.org/10.3390/v14071468>

⁶ I. Rodiah, P. Vanella, A. Kuhlmann, V. K. Jaeger, M. Harries, G. Krause, W. Bock, B. Lange; Age-specific Contribution of Contacts to Transmission of SARS-CoV-2 in Germany; doi: <https://doi.org/10.1101/2021.12.13.21267716>

⁷ <https://covid19forecasthub.eu/reports.html>

⁸ Heinsohn T*, Lange B*, Vanella P, Rodiah I, Glöckner S, Joachim A, Becker D, Brändle T, Dhein S, Ehehalt S, Fries M, Galante-Gottschalk A, Jehnichen S, Kolkman S, Kossow A, Hellmich M, Dötsch J, Krause G; Infection and transmission risks in schools and contribution to the COVID-19 pandemic in Germany – a retrospective observational study using nation-wide and regional health and education agency notification data; medRxiv 2022.01.18.22269200; doi: <https://doi.org/10.1101/2022.01.18.22269200>

⁹ Siehe: <https://www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/opt/mitarbeiter/neele-leithaeuser.html> bzw. https://www.itwm.fraunhofer.de/de/presse-publikationen/presseinformationen/2021/2021-06-22_Dritte_Welle_Starker-Effekt-von-Schnelltests-an-Schulen.html

¹⁰ ComMod ist ähnlich zu dem Modell in: Dönges P, Wagner J, Contreras S, Iftekhar EN, Bauer S, Mohr SB, Dehning J, Calero Valdez A, Kretzschmar M, Mäs M, Nagel K and Priesemann V (2022) Interplay Between Risk Perception, Behavior, and COVID-19 Spread. *Front. Phys.* 10:842180; https://www.itwm.fraunhofer.de/de/presse-publikationen/presseinformationen/2021/2021-06-22_Dritte_Welle_Starker-Effekt-von-Schnelltests-an-Schulen.html

¹¹ MOCOS SaxoCov ist eine für Sachsen angepasste Version des MOCOS-Modells (<https://mocos.pl/de/index.html>). Regelmäßige Updates zu den Simulationsergebnissen für Sachsen finden sich in den IMISE SaxoCov Bulletins (<https://www.imise.uni-leipzig.de/>).

(4) Die Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der sieben verschiedenen Modelle für die einzelnen Szenarien zusammengefasst. Es zeigt sich, dass alle Modelle ähnliche Prognosen zu den jeweiligen Szenarien liefern. Im Detail existieren aber auch Unterschiede, die kurz erläutert werden.

Ergebnisse für Szenario 1: Hier ergeben die meisten Simulationen eine neue, saisonal bedingte Infektionswelle für den kommenden Herbst/Winter. Dabei bleibt die Anzahl der Hospitalisierungen aller Voraussicht nach unter denen, die während der BA.1/2-Welle im Winter 2021/2022 beobachtet wurden. Nur in Simulationen, die in diesem Szenario von einer sehr hohen Auswirkung der Saisonalität in Verbindung mit relativ hoher Abschwächung der in der Bevölkerung bestehenden Immunität ausgehen, fällt dieses Szenario ungünstiger aus. Trotzdem muss beachtet werden, dass es bei einer insgesamt hohen Inzidenz zu relevanten Personalausfällen gerade im Gesundheitsbereich bzw. auch in anderen Bereichen der kritischen Infrastruktur kommen kann.

Ergebnisse für Szenario 2: Sollte sich eine neue SARS-CoV-2 Variante mit höherer Übertragbarkeit bzw. Umgehung des Immunschutzes gegen Ansteckung ausbreiten, würde ohne weitere Maßnahmen eine deutliche Winterwelle entstehen. Während dieser Welle könnte es zu ähnlichen Spitzenwerten bei Hospitalisierungen wie Anfang 2022 kommen. Das tatsächliche Ausmaß der Belastung des Gesundheitssystems hängt von den Eigenschaften des Virus und den ergriffenen Gegenmaßnahmen ab. Mit relevanten Personalausfällen ist in diesem Szenario zu rechnen.

Ergebnisse für Szenario 3: In diesem Szenario wird ebenfalls davon ausgegangen, dass eine neue SARS-CoV-2-Variante auftritt und sich durchsetzt. Die neue Variante besitzt - wie in Szenario 2 - eine höhere Übertragbarkeit, aber führt darüber hinaus auch noch zu einem höheren Risiko für schwere Verläufe. Für diesen Fall sagen alle Modelle voraus, dass der bisherige Spitzenwert der Hospitalisierungen von Anfang 2022 deutlich übertroffen werden würde, falls keine geeigneten Gegenmaßnahmen getroffen werden. Dabei ist auch hier wieder die tatsächliche Höhe der Welle abhängig von den Modellannahmen, den Eigenschaften der Virusvariante und der Art der Gegenmaßnahmen.

(5) Mögliche Interventionen in den Szenarien

Eine Impfkampagne würde in allen Szenarien die Anzahl der Hospitalisierungen um 10 bis 40% reduzieren. Dabei wird in den Modellen angenommen, dass die Kampagne im Oktober beginnt und die Wirksamkeit des Impfstoffes gegenüber der neuen Variante teilweise vorhanden ist. Die Reduktion wäre in Szenario 2 und 3 deutlich höher als im ersten Szenario. Weiterhin gibt es im Szenario 3 Simulationen, in denen alleinige Impfstrategien ohne weitere Instrumente - z.B. Kontaktreduktionsmaßnahmen oder Teststrategien - nicht ausreichen würden, um die Hospitalisierungen pro Woche unter die Spitzenwerte von Anfang 2022 zu reduzieren. Dabei muss nochmals betont werden, dass unklar ist, wie wahrscheinlich jedes dieser Szenarien ist.

(6) Fazit

Alle drei dargestellten Simulationsszenarien werden als prinzipiell möglich erachtet, jedoch können aktuell keine Wahrscheinlichkeiten für deren Auftreten angegeben werden. Die hier durchgeführten Modellierungen lassen aus unserer Sicht eine fortgeführte zeitnahe und regionale Überwachung der Infektionslage und ein Monitoring neuer SARS-CoV-2 Varianten als sinnvoll erscheinen. Zusätzlich sollten epidemiologische Daten der Infektionsausbreitung mit einbezogen werden. Durch diese Instrumente wird es möglich, rechtzeitig auf das Eintreten von neuen Situationen reagieren zu können. Dies könnte auch im Rahmen von Sentinelsystemen erfolgen. Weiterhin sollten aufgrund der möglichen hohen Dynamik des Infektionsgeschehens Mechanismen etabliert werden, die schnelle Entscheidungsfindungen und Strategieanpassungen z.B. bei Impfkampagnen und Maßnahmen der öffentlichen Gesundheit, ermöglichen.

Im Rahmen des Modellierungsnetzes werden die bestehenden Modelle kontinuierlich weiterentwickelt, sodass im Falle des Auftretens einer neuen Virusvariante Vorhersagen zum weiteren Verlauf zeitnah getroffen werden können.

Kontakt:

Koordinierungsstelle "Modellierungsnetz"

c/o Arbeitsgruppe Gesundheitsökonomie/Versorgungsforschung

Medizinische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Magdeburger Str. 8

06614 Halle (Saale)

Email: imebi@uk-halle.de

Experten/-innen, die bei der Erstellung des Dokuments mitgewirkt haben (in alphabetischer Reihenfolge)

Name	Modell / Verbund	Affiliation	Assoziation zum Modellierungsnetz
Dr. Jan Ole Berndt	SoSAD / SEMSAI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
PD Dr. Tim Conrad	MODUS COVID / MODUS COVID	Zuse Institut Berlin, Math+	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Prof. Dr. Jan Hasenauer	INSIDe	Universität Bonn	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Prof. Dr. André Karch	OptimAgent, RESPINOW	Westfälische Wilhelms-Universität Münster	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Yuri Kheifetz	IMISE-SECIR / PRO-GNOSIS, OptimAgent	Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Universität Leipzig	Modell-Entwickler
Dr. Holger Kirsten	IMISE-SECIR / PRO-GNOSIS, OptimAgent	Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Universität Leipzig	Modell-Entwickler
Prof. Dr. Tyll Krueger	MOCOS SaxoCov / OptimAgent	Department for Informatics and Telecommunication, Wroclaw University of Science and Technology, Polen	Modell-Entwickler
Dr. Martin J. Kühn	INSIDe	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Jun.-Prof. Dr. Alexander Kuhlmann	Koordinierungsstelle, OptimAgent, RESPINOW	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Dr. med. Berit Lange, MSc	HZI_AgeExtended SEIR / RESPINOW (www.respinow.de)	Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Dr. Neele Leithäuser	EpidemSE / SEMSAI	Fraunhofer ITWM Kaiserslautern	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Prof. Dr. Markus Loeffler	MOCOS SaxoCov	Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Universität Leipzig	Modell-Entwickler

Prof. Dr. Rafael Mikolajczyk	OptimAgent, RESPINOW	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Dr. Jan Mohring	<i>EpidemSE</i> / SEMSAI	Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern	Modell-Entwickler
Sebastian Müller, MSc	<i>MODUS COVID</i> / <i>MODUS COVID</i>	Technische Universität Berlin	Modell-Entwickler
Prof. Dr. Kai Nagel	<i>MODUS COVID</i> / <i>MODUS COVID</i>	Technische Universität Berlin, Math+	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Dr. Viola Priesemann	RESPINOW, infoXpand	Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation & Georg-August-Universität, Göttingen	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Dr. Isti Rodiah	<i>HZI_AgeExtended SEIR</i> / RESPINOW (www.respinow.de)	Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung	Modell-Entwickler
Prof. Dr. Markus Scholz	<i>IMISE-SECIR</i> / PROGNOSIS, OptimAgent	Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Universität Leipzig	Steuerungsgremium Modellierungsnetz
Prof. Dr. Christof Schütte	<i>MODUS COVID</i> / <i>MODUS COVID</i>	Zuse Institut Berlin, Math+	Modell-Entwickler
Prof. Dr. Ingo J. Timm	SoSAD / SEMSAI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)	Projektverantwortlicher
Prof. Dr. André Calero Valdez	OptimAgent, infoXpand	Universität zu Lübeck	Steuerungsgremium Modellierungsnetz