

MODUS-COVID Bericht vom 09.08.2022

Revision Infektionsschutzgesetz; Impfstoffe für den Herbst

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Kai Nagel, Verkehrssystemplanung und Verkehrstelematik ("VSP"),
TU Berlin, nagel@vsp.tu-berlin.de

Arbeitsgruppen Prof. Dr. Christof Schütte, PD Dr. Tim Conrad, Zuse-Inst. Berlin ("ZIB")
<https://covid-sim.info/>

1 Zusammenfassung

In diesem Bericht befassen wir uns mit zwei aktuellen politische Entwicklungen, nämlich zum einen mit den Überlegungen zur Überarbeitung des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) und zum anderen mit der Bestellung zweier verschiedener Impfstoffe für den Herbst. Wir berechnen Maßnahmenwirkungen vor dem Hintergrund einer neuen hypothetischen Immunfluchtvariante, welche im Herbst erstmalig auftreten könnte. Unsere Simulationen zeigen, dass die im IfSG genannten Maßnahmen knapp ausreichen könnten, um den R-Wert dieser hypothetischen neuen Variante auf einen Wert unter 1 zu drücken. Abhängig von der Krankheitsschwere der neuen Variante und dem Grad der Einhaltung der Maßnahmen durch die Bevölkerung könnte dies insgesamt ausreichen oder auch nicht, um die Krankenhäuser nicht stärker zu belasten als während der Omikron-Welle Anfang 2022.

Bzgl. der beiden neuen Impfstoffe bestätigen die Simulationen, dass es von den Eigenschaften einer neuen Virusvariante abhängt, welcher Impfstoff vorteilhafter ist. Generell hilft allerdings *jede* Impfung im Herbst/Winter, um insbesondere bei den vulnerablen/älteren Bevölkerungsgruppen die Krankenhausbelastung zu reduzieren.

2 Aktuelle Situation aus der Sicht unserer Modelle

Derzeit sinken die Inzidenzen von Woche zu Woche. Dies ist laut unserem Modell neben dem Sommer und dem aufgebauten Immunschutz durch Impfungen und durchgemachte Infektionen in der Bevölkerung auch auf die Ferien zurückzuführen. Die Ferien reduzieren laut unserem Modell die Virusausbreitung deutlich, weil viele Infektionen im Bildungs- und Arbeitsbereich wegfallen. Die Inzidenzen sind jedoch weiterhin auf einem hohen Niveau; die Dunkelziffer beträgt laut unserem Modell ein Vielfaches der gemeldeten Zahlen. Weiterhin erwartet unser Modell für Köln und damit für NRW ein erneutes Ansteigen der Inzidenzen nach den Schulsommerferien. Die Ursachen dafür sind Infektionsimport aus den Urlauben, ein wieder zunehmendes Infektionsgeschehen an den Schulen nach dem Ende der Schulferien, eine wieder höhere Anzahl von Infektionen an den Arbeitsplätzen nach dem Ende der Ferienzeit, sowie die Verlagerung von Aktivitäten in Innenräume wegen sinkender Temperaturen. Bleibt es bei den aktuellen Virusvarianten, so werden jedoch laut Modell die Inzidenzen und die Zahl der Krankenhauseinweisungen deutlich unterhalb des Niveaus der Omikronwellen zu Jahresbeginn bleiben.

3 Mögliche Entwicklungen in den nächsten Monaten

Es ist zum jetzigen Zeitpunkt offensichtlich noch nicht klar, wie sich die Pandemie in den nächsten Monaten entwickeln wird, da dies maßgeblich von der Evolution des Virus abhängt. Wir haben, wie bereits in vergangenen Berichten¹, drei mögliche Szenarien betrachtet:

¹ Da wir unser Modell fortlaufend verbessern und gegen neue Datenquellen kalibrieren, zeigen wir die Szenarien erneut.

- 1) "Eher günstiges" Szenario: Es bleibt bei den aktuellen Varianten.
- 2) "Mittleres" Szenario: Es gibt eine Immunfluchtvariante mit der gleichen Krankheitsschwere wie Omikron BA.5².
- 3) "Eher ungünstiges" Szenario: Wie Szenario 2, aber mit erhöhter Krankheitsschwere.

In der folgenden Abbildung 1 zeigen wir, wie sich die genannten Szenarien laut unserem Modell auf die Infektions- und Krankenhausinzidenzen auswirken, wenn *keine* Maßnahmen³ ergriffen werden. Sowohl in Szenario 2 als auch in Szenario 3 wird die neue Variante Anfang November eingeführt. Hier sind natürlich auch andere Zeitpunkte möglich, was die jeweilige Welle entsprechend nach vorne oder hinten verschieben würde.

Es ist deutlich zu erkennen, dass Szenarien 2 und 3 laut Modell zu einer erhöhten Winterwelle führen. Die Krankenhausinzidenzen liegen selbst im "mittleren" Szenario 2 im Maximum um einen Faktor 4 höher, als das Maximum der BA.1-/BA.2-Wellen Anfang 2022. Dies würde das Gesundheitssystem also erheblich belasten und ggf. überlasten. In Abschnitt 4 zeigen wir, wie diese Belastung durch Maßnahmen bzw. Impfkampagnen reduziert werden kann.⁴

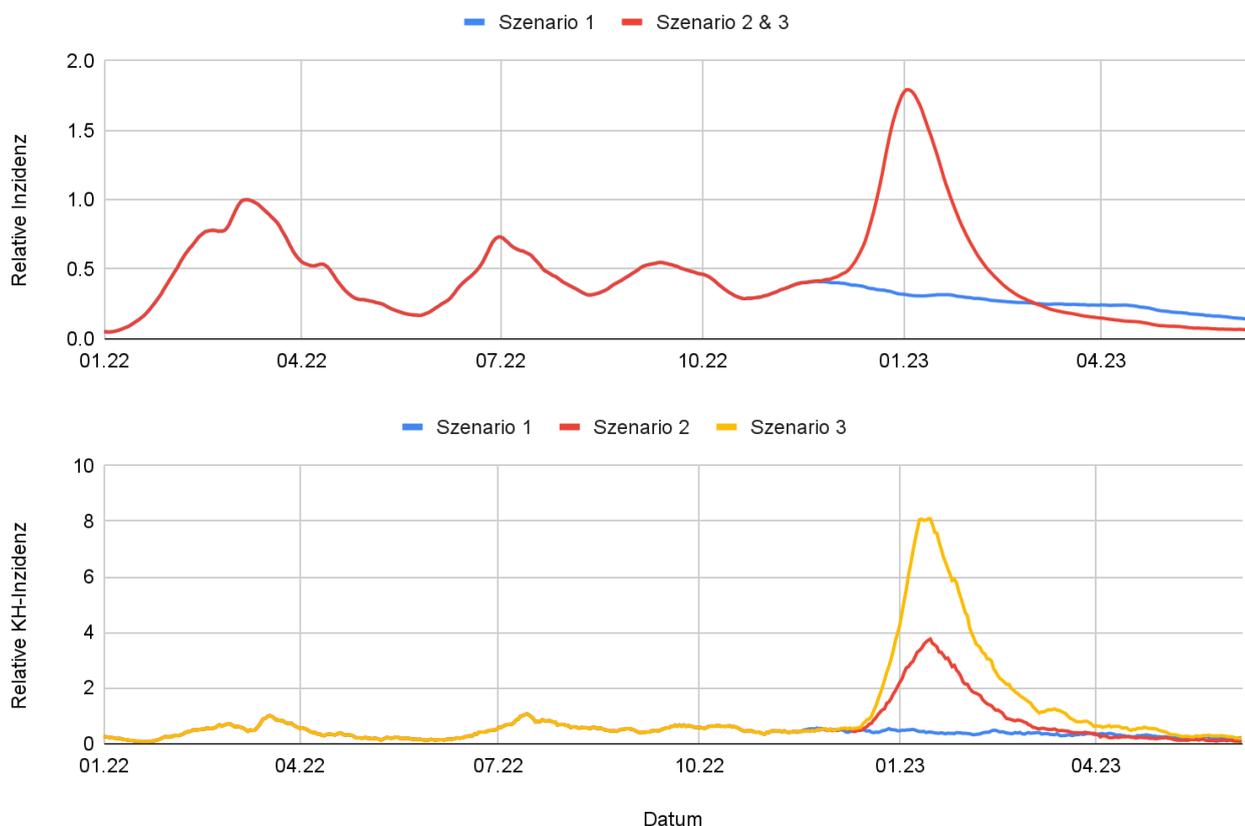


Abbildung 1: Oben: Neuinfektionen. Unten: Hospitalisierungsinzidenz. Beide Plots zeigen Inzidenzen relativ zum Maximum der Omikron-Infektionswellen Anfang 2022 (vgl. <https://covid-sim.info/cologne/2022-08-06/1-vax>).

4 Wirkungen des neuen Infektionsschutzgesetzes

Das Bundesgesundheitsministerium und das Bundesjustizministerium haben in Zusammenarbeit zur Vorbereitung auf den Herbst Anpassungen am Infektionsschutzgesetz (IfSG) vorgeschlagen (BMG 2022b). Es ist vorgesehen, dass die Bundesländer innerhalb eines gewissen

² In vorherigen Berichten hat sich das mittlere Szenario auf die Krankheitsschwere von BA.1 bezogen.

³ Die Basis-Szenarien enthalten weder die Anpassungen des Infektionsschutzgesetzes (siehe Abschnitt 4) noch eine Impfkampagne im Herbst (siehe Abschnitt 5).

⁴ Nicht betrachtet haben wir den möglichen Effekt antiviraler Medikamente, wie z.B. Paxlovid, welche bei rechtzeitiger Einnahme die Wahrscheinlichkeit einer Krankenhauseinweisung reduzieren können.

Handlungsspielraums an die aktuelle Pandemiesituation angepasste Maßnahmen ergreifen können.

Wir haben anhand unseres Modells untersucht, wie die Maßnahmen aus dem angepassten IfSG wirken. Generell lässt sich sagen: wenn es bei den aktuellen Virusvarianten bleibt, rechnen wir basierend auf unserem Modell im kommenden Winter nicht mit einer Überlastung des Gesundheitssystems. Aus diesem Grund konzentrieren wir uns im Folgenden auf die Szenarien 2 und 3 (siehe Abschnitt 3, "Mögliche Entwicklungen in den nächsten Monaten").

Beschreibung der Maßnahmen

Wir haben folgende Maßnahmen untersucht (die Zeilennummern beziehen sich auf Tabelle 1):

- **Impfkampagnen:** Wie in den vorangegangenen Berichten gehen wir von einer Impfkampagne aus, welche in sehr kurzer Zeit zu Beginn der sich aufbauenden Welle hinein durchgeführt wird.⁵
 - Zeile 1: 50% aller geboosterten Personen⁶ bekommen nochmals den vorhandenen Impfstoff.
 - Zeile 2: 50% aller geboosterten Personen bekommen den BA.5-Update-Impfstoff.⁷
- **Bereich Arbeit:**
 - Zeile 3: 50% der Arbeitsaktivitäten finden im Homeoffice statt.
 - Zeile 4: Bei Arbeitsaktivitäten wird eine medizinische Maske getragen.⁸ Man beachte, dass dies strikter ist als bisherige Arbeitsschutzverordnungen, laut welchen dies ab 10qm pro Person – und damit wohl in den meisten Fällen – nicht vorgeschrieben war.
- **Bereich Freizeit:** Die folgenden Maßnahmen beziehen sich auf "öffentliche" Freizeitaktivitäten (z.B. Restaurantbesuche), die ca. 50% der gesamten Freizeitaktivitäten ausmachen. "Private" Freizeitaktivitäten (Besuche bei Familie und Freund:innen) werden hier nicht betrachtet, da das IfSG keine Maßnahmen dafür vorsieht.
 - Zeile 5: Bei öffentlichen Freizeitaktivitäten wird eine FFP2-Maske getragen.⁹
- **Bereich Erledigungen:** In diesen Bereich fallen beispielsweise Arzt- oder Friseurbesuche.
 - Zeile 6: Hier wurde die Einführung einer FFP2-Maskenpflicht untersucht.¹⁰
- **Bereich Bildung:**
 - Zeile 7 (Maßnahmenbündel): Schüler:innen, Auszubildende und Studierende unterziehen sich 3x pro Woche einem Schnelltest.¹¹ Weiterhin nehmen wir an, dass alle 45 (statt 90) Minuten gelüftet wird und für Jahrgänge ab der 5. Klasse eine Maskenpflicht in Innenräumen und auch am Platz angeordnet wird.¹² Eine Hälfte trägt OP-Masken, die andere Hälfte FFP2-Masken. An den Universitäten und Hochschulen werden nur FFP2-Masken getragen.

Auf die Angabe von Resultaten bzgl. möglicher (Schnell-)Teststrategien verzichten wir (außer als Teil des Maßnahmenpakets Schule). Grund ist, dass die aktuelle Datenlage bzgl. deren Sensitivität bei prä- oder asymptomatischem Verlauf zu unübersichtlich ist, sodass wir unsere

⁵ Der Übertragungsschutz der bisherigen Impfungen gegen COVID-19 wirkt nur wenige Monate. Wenn die Impfung im Verhältnis zu einer Infektionswelle zu früh stattfindet, kann dieser Übertragungsschutz zum Zeitpunkt der Welle folglich schon weitgehend abgebaut sein. Es ist dennoch vermutlich sinnvoll, vulnerable Personengruppen, also z.B. ab einem bestimmten Alter, prophylaktisch auch unabhängig von einer konkreten Welle zu impfen.

⁶ Die "50% aller geboosterten" ergeben sich aus Daten in Israel. Vorläufige Befragungen in Deutschland deuten auf eine eher höhere Impfbereitschaft hin.

⁷ Details bzgl. der angenommenen Wirksamkeit der Impfstoffe weiter unten in Abschnitt 5 "Unterschiedliche Impfstoffe".

⁸ Wir modellieren dies mit 90%iger Befolgungsrate.

⁹ Wir modellieren dies mit 90%iger Befolgungsrate.

¹⁰ Wir modellieren dies mit 90%iger Befolgungsrate.

¹¹ In Kindergarten und Grundschule werden statt Schnelltests 2x pro Woche PCR-Tests durchgeführt.

¹² Wir modellieren dies mit 90%iger Befolgungsrate.

diesbezüglichen Simulationsresultate derzeit nicht für belastbar halten. Bezogen auf eine mögliche zukünftige Mutation wäre die Aussagekraft noch geringer.

Simulationsresultate

Die Wirkungen der Maßnahmen aus dem IfSG sind in Tabelle 1 dargestellt. Wir zeigen zum einen, wie die Maßnahmen auf den R-Wert wirken und zum anderen die Reduktion der maximalen Inzidenz und Krankenhausinzidenz. Laut unserem Modell würde der R-Wert mit neuer Immunfluchtvariante bei ca. 1,4 liegen, wenn keine der genannten Maßnahmen eingeführt und entsprechend befolgt wird. Um den R-Wert auf einen Wert unter 1 zu drücken, wäre also insgesamt eine Reduktion um ca. 30% erforderlich. Im "ungünstigen Szenario" (siehe Szenario 3 in Abschnitt 3) ist eine Reduktion der Krankenhausinzidenz um ca. 85% erforderlich, um unterhalb des Niveaus der BA.1-/BA.2-Wellen aus dem Frühjahr 2022 zu bleiben.

Auf Basis der in Tabelle 1 dargestellten Simulationsergebnisse können wir folgende Beobachtungen ableiten:

- Die mit Abstand am besten wirksame Maßnahme ist die Impfkampagne (Zeile 1 bzw. 2), insbesondere, falls ein Impfstoff zur Verfügung steht, welcher immunologisch relativ eng mit der neu auftretenden Variante verwandt ist (mehr dazu in Abschnitt 5 "Unterschiedliche Impfstoffe", weiter unten).
- Masken im Freizeitbereich sind ebenfalls wirksam (Zeile 5). Es ist allerdings unklar, wie das in Bezug auf die Gastronomie umgesetzt werden soll. Ein Verzicht auf das Tragen von Masken ausgerechnet in Räumen mit hoher Personendichte reduziert die Wirkung der Maßnahme auf jeden Fall erheblich, selbst wenn dies nur für die Dauer des Verzehrs geschieht.
- Im Bereich Arbeit wirkt breit wahrgenommenes Homeoffice (Zeile 3) weiterhin am besten. Selbst eine Maskenpflicht an *jedem* Arbeitsplatz (Zeile 4, also anders als in der Vergangenheit (BMAS 2021) auch in Mehrpersonbüros mit 10qm oder mehr pro Person) erreicht keine ähnliche Wirkung. Der Grund für die schlechte Wirksamkeit einer Maskenpflicht im Bereich Arbeit ist die aus dem bisherigen politischen Diskussionsverlauf hergeleitete Modellannahme, dass nur OP-Masken verwendet werden.
- Eine Kombination von Maßnahmen, die alle Bereiche einschließt (Zeile 8 bzw. 9), kann laut unserem Modell den R-Wert um ca. 34% bzw. 38% senken und würde somit, insbesondere mit dem BA.5 Update Impfstoff, knapp ausreichen, um den R-Wert auf einen Wert unter 1 zu drücken. Es sei allerdings nochmals darauf hingewiesen, dass einige Annahmen hierfür, wie 50%ige Homeoffice-Quote oder durchgehendes Maskentragen auch in Restaurants etc., eher optimistisch sind.

Bzgl. der Krankenhaus-Inzidenzen ist zu beobachten, dass hier die Impfungen relativ gesehen nochmals stärker wirken als die anderen Maßnahmen. Die Gründe dafür sind, dass wir bei den Impfungen in den älteren Jahrgängen höhere Impfquoten annehmen, *und* dass die Impfungen bei den älteren Jahrgängen mehr schwere Verläufe verhindern als bei den jüngeren Jahrgängen. Dies bestätigt nochmals die Wichtigkeit der Impfkampagne für den Herbst/Winter.

Bereich	Zeile	Maßnahme	Reduktion R-Wert	Reduktion max. Inzidenz	Reduktion max. KH-Inzidenz
Impfung	1	Bisheriger Impfstoff	8%	30%	25%
	2	BA.5 Update	12%	40%	65%
Arbeit	3	Homeoffice	4%	10%	5%
	4	Maske	2%	5%	< 5%
Freizeit	5	Maske	8%	20%	15%
Erledigungen	6	Maske	2%	10%	5%

Bildung	7	Maske + Testen + Lüften	4%	10%	< 5%
alle	8	1, 3, 5, 6 und 7	34%	75%	75%
	9	2, 3, 5, 6 und 7	38%	80%	80%

Tabelle 1: Wirksamkeit unterschiedlicher Maßnahmen bezogen auf den R-Wert, die Inzidenz und die Krankenhausinzidenz. Für eine Absenkung des R-Wertes unter 1 ist eine Reduktion um ca. 30% notwendig. Im "ungünstigen" Szenario 3 müssten die Krankenhausinzidenzen laut Modell um ca. 85% reduziert werden, um das Niveau der Omikronwellen Anfang 2022 nicht zu überschreiten. Im "mittleren" Szenario 2 liegt die nötige Reduktion bei ca. 70% (vgl. <https://covid-sim.info/cologne/2022-08-04/9b-leis-dec>).

Zusammenfassung und Einordnung

Im besten Fall reicht die Kombination der genannten Maßnahmen "gerade so" aus, um die Welle in dem simulierten Szenario zu brechen, also ihren R-Wert unter 1 zu senken. Dies ist auch nur dann der Fall, wenn sehr optimistische bzw. teilweise unrealistisch optimistische Annahmen über die Durchführung mancher Maßnahmen getroffen werden, z.B. 50% Homeoffice-Quote, gleichzeitig *durchgängiges* Maskentragen auch in Restaurants etc. Dies ist dennoch nicht notwendigerweise ein Problem, aus folgenden Gründen:

- Die im Modell angenommene Immunflucht, eine Abnahme des Neutralisierungstiters um einen Faktor 6, ist eher groß. Der Sprung von Delta auf BA.1 war ähnlich groß, aber der Sprung von BA.1/BA.2 auf BA.4/BA.5 war deutlich kleiner. Eine kleinere Immunflucht würde sowohl die bisher aufgebaute Immunität als auch die Impfungen relativ gesehen wirksamer werden lassen.
- Insbesondere wenn es gelingt, die älteren Jahrgänge breit zu impfen, ist im "mittleren" Szenario 2 die resultierende Krankenhausbelastung nicht höher als während der Omikron-Welle im Frühjahr 2022.

Falls allerdings eine neue Variante mit einer deutlich größeren Krankheitsschwere einhergehen sollte, dann könnte das Brechen der Welle nötig werden, um eine Überlastung des Gesundheitssystems abzuwenden. In diesem Fall könnten Maßnahmen nötig werden, welche über diejenigen in Tabelle 1 hinausgehen.

5 Unterschiedliche Impfstoffe

Das BMG hat laut einer Rede des Bundesgesundheitsministers Lauterbach (BMG 2022a; DIE ZEIT 2022) zwei unterschiedliche Impfstoffe bestellt. Unserem Verständnis nach ist einer davon gegen Omikron BA.1/BA.2 optimiert, und einer gegen Omikron BA.5.

Dies ist deshalb relevant, weil zum jetzigen Zeitpunkt nicht vorhergesagt werden kann, von welcher vorherigen Variante die nächste Variante ausgehen wird. Ein Beispiel dafür sind die Omikron-Varianten, bei denen es sich nicht um eine Weiterentwicklung der Delta-Variante handelt, sondern wahrscheinlich um eine Abstammung von einer nahen Verwandten der Wildvariante (Kupferschmidt 2021).

Da für die Parameter einer solchen Entwicklung allerdings keine Anhaltspunkte bestehen, haben wir uns entschieden, einen einfacheren Fall zu untersuchen – nämlich zwei Omikron-Varianten, die entweder von BA.5 ausgehen ("Mutation A"), oder direkt von BA.2 ("Mutation B"), wie in der folgenden Abbildung gezeigt:

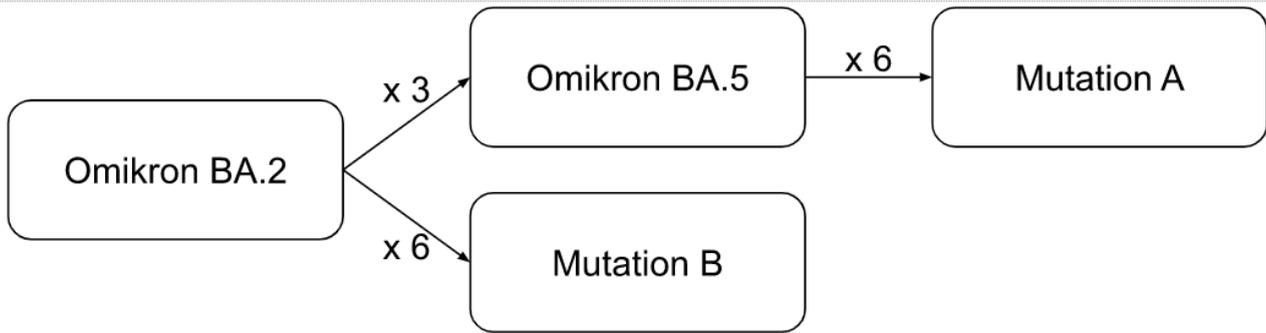


Abbildung 2: Visualisierung hypothetischer Variantenentwicklungen, so wie in den Simulationen für diesen Abschnitt verwendet. Siehe Fußnote 13 für eine Erläuterung zu den Faktoren.

Dabei gehen wir davon aus, dass die evolutionären “Abstände” der neuen Varianten von ihren jeweiligen Ausgangsvarianten eher groß sind.¹³ Dies führt zunächst zu den folgenden Kurven:



Abbildung 3: Modellierte relative Inzidenzen im Vergleich zur Omikron-Welle im Frühjahr 2022.

Die rote Kurve (“aktuelle Varianten”) entspricht Szenario 1 (“eher günstig”) aus Abschnitt 3. Die grüne Kurve (“Mutation A”) entspricht den Szenarien 2 und 3 oben, welche bzgl. der Inzidenzen identisch sind. “Mutation B”, also die Weiterentwicklung von BA.2 würde zu einer niedrigeren und späteren Welle führen. Offenbar führt hier die größere immunologische Nähe zum originalen Impfstoff zu einer stärkeren Dämpfung.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die Wirkung unterschiedlicher Impfstoffe, im oberen Teil gegen “Mutation A”, im unteren Teil unten gegen “Mutation B”.

¹³ Bei uns im Modell unterschieden sich Varianten zum einen bzgl. ihrer Basis-Übertragbarkeit (welche z.B. auch bei immunologisch naiven Personen zu unterschiedlichen Ansteckungswahrscheinlichkeiten führt), und zum anderen bzgl. ihrer Immunflucht. Die Immunflucht-Distanz ergibt sich im Prinzip aus Neutralisierungs-Titer-Messungen im Labor – eine Fluchtvariante benötigt um einen Faktor X mehr Antikörper im Blut, um noch bekämpft werden zu können. Für die Untersuchungen hier sind die Basis-Übertragbarkeitswerte aller vier Varianten (BA.2, BA.5, Mutation A, Mutation B) gleich, und die Immunflucht-Faktoren lauten “x 3” zwischen BA.2 und BA.5 (Hachmann et al. 2022), sowie “x 6” zwischen BA.5 und Mutation A einerseits sowie zwischen BA.2 und Mutation B andererseits. “x 6” entspricht dem Wert, welchen wir zwischen Delta und BA.1 verwenden. (Die Differenz zu den “x 25” (Rössler et al. 2022), welche im Labor gemessen wurden, geht bei uns in die Basis-Übertragbarkeit.)



Abbildung 4: Wirksamkeit verschiedener Impfkampagnen¹⁴ auf die modellierten relativen Inzidenzen im Vergleich zur Omikron-Welle im Frühjahr 2022. OBEN: unter der Annahme, dass die künftige dominante Variante unserer "Mutation A" entspricht. UNTEN: unter der Annahme, dass die künftige dominante Variante unserer "Mutation B" entspricht (vgl. <https://covid-sim.info/cologne/2022-08-06/1-vax>).

Man kann aus diesen Abbildungen erkennen, dass

- alle Impfstoffe das Infektionsgeschehen dämpfen,
- im oberen Teil der Abbildung (also gegen "Mutation A"), der BA.5-Update (blau) besser wirkt als der BA.1-Update (grün),
- im unteren Teil der Abbildung, (also gegen "Mutation B"), der BA.1-Update (grün) besser wirkt als der BA.5-Update (blau).

Dies entspricht insgesamt der Erwartung, dass ein Impfstoff, welcher "näher dran" liegt an der jeweiligen Variante, gegen diese Variante auch besser wirkt.

Zusammenfassung und Einordnung

Es handelt sich bei den Simulationsresultaten in diesem Bericht nicht um Vorhersagen, weil nicht bekannt ist, ob im Winter neue Virusvarianten auftreten werden, welche Eigenschaften diese haben werden, und insbesondere, wie gut die vorhandenen und neuen Impfstoffe gegen sie wirken werden. Die Simulationen unterstützen aber den Ansatz, mehrere Impfstoffe vorzuhalten.

¹⁴ Der modellierte BA.1-Impfstoff schützt gegen BA.1 auf die gleiche Weise, wie der ursprüngliche Impfstoff gegen Alpha geschützt hat. Analog für den BA.5-Impfstoff bzw. BA.5. Die Wirksamkeit gegen andere Virusvarianten ergibt sich durch die Multiplikatoren der Neutralisierungstiter, wie oben erklärt.

Quellen

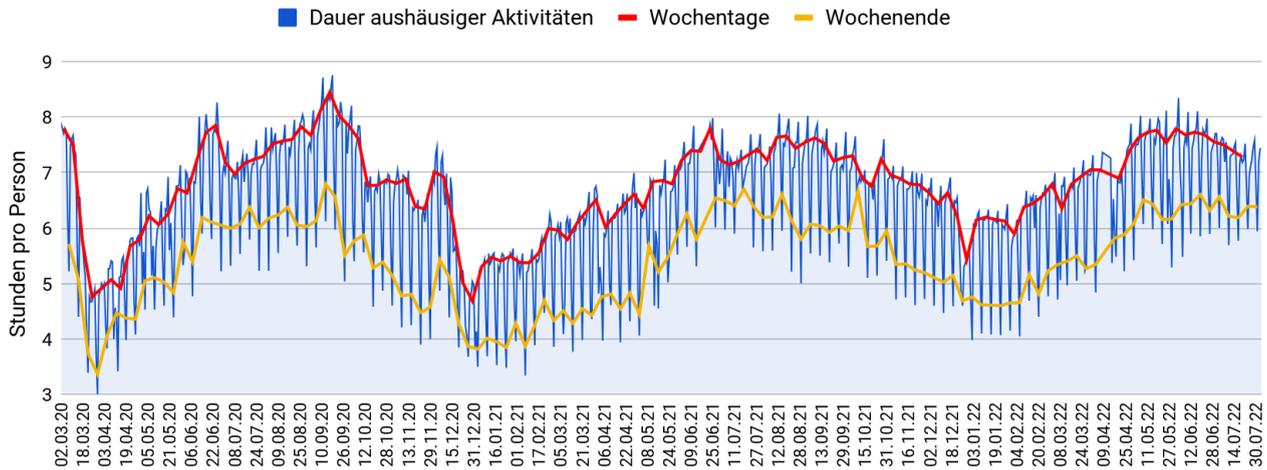
- BMAS. SARS-CoV-2-Arbeitsschutzverordnung [Internet]. 2021. Available from: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/5QH1uegEXs2GTWXXKeIn/content/5QH1uegEXs2GTWXXKeIn/BAAnz%20AT%2022.01.2021%20V1.pdf>
- BMG. Lauterbach: "Wir werden ein gutes Infektionsschutzgesetz haben, das für den Winter vorbereitet." [Internet]. bundesgesundheitsministerium.de. 2022a [cited 2022 Aug 4]. Available from: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/presse/reden/rede/staerkung-des-schutzes-der-bevoelkerung-vor-covid-19.html>
- BMG. Pandemievorsorge für Herbst und Winter: neuer rechtlicher Rahmen im Infektionsschutzgesetz [Internet]. 2022b [cited 2022 Aug 5]. Available from: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/presse/pressemitteilungen/fortentwicklung-infektionsschutzgesetzes-ifsg.html>
- DIE ZEIT. Bund plant mit zwei angepassten Impfstoffen im Herbst [Internet]. Zeit.de. 2022 [cited 2022 Aug 4]. Available from: <https://www.zeit.de/wissen/2022-07/gesundheitsministerium-impfstoff-corona-variante-herbst>
- Hachmann NP, Miller J, Collier ARY, Ventura JD, Yu J, Rowe M, et al. Neutralization Escape by the SARS-CoV-2 Omicron Variants BA.2.12.1 and BA.4/BA.5 [Internet]. 2022. Available from: <http://dx.doi.org/10.1101/2022.05.16.22275151>
- Kupferschmidt K. Where did "weird" Omicron come from? Science [Internet]. 2021 Dec 1; Available from: <https://www.science.org/content/article/where-did-weird-omicron-come>
- Rössler A, Riepler L, Bante D, von Laer D, Kimpel J. SARS-CoV-2 Omicron Variant Neutralization in Serum from Vaccinated and Convalescent Persons. N Engl J Med [Internet]. 2022 Feb 17;386(7):698–700. Available from: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMc2119236>
- Senozon. The Senozon Mobility Model [Internet]. The Senozon Mobility Model. 2020 [cited 2020 Mar 19]. Available from: <https://senozon.com/en/model/>

Anhang

Mobilitätsdaten

Die aushäusigen Aktivitätendauern sind auf einem hohen Niveau, welches ähnlich hoch ist wie vor einem Jahr im Sommer während der Schulsommerferien. Das Niveau in Köln ist weiterhin höher als in Berlin. Auswertungen für alle Landkreise und Bundesländer sind auf unserer Webseite <https://covid-sim.info/> abrufbar.

Durchschnittliche Dauer aushäusiger Aktivitäten Berlin



Durchschnittliche Dauer aushäusiger Aktivitäten Köln

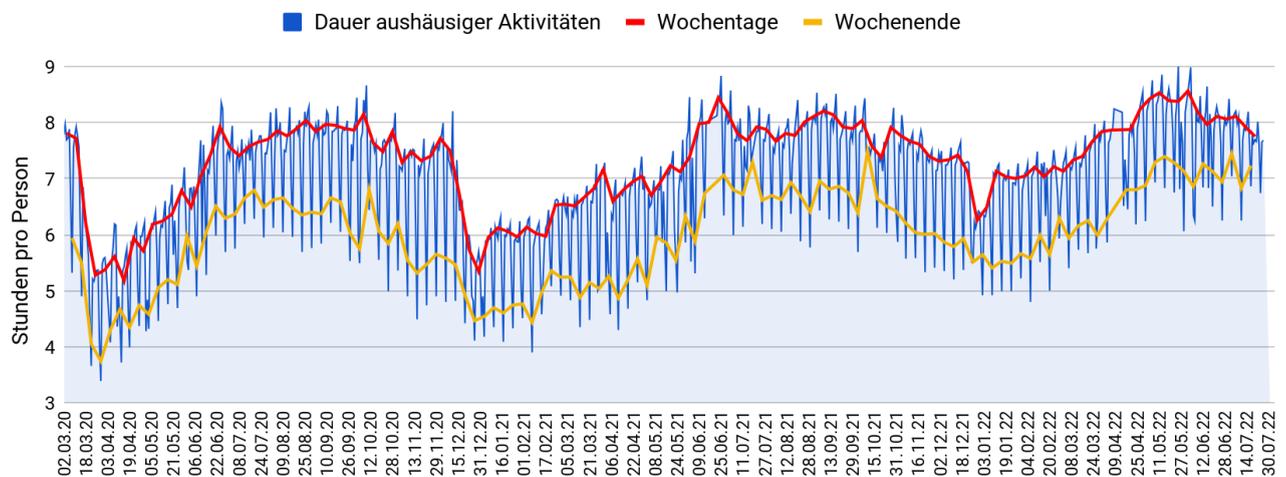


Abbildung 5: Im Mittel aushäusig verbrachte Zeit pro Person und Tag in Berlin (oben) und Köln (unten); ermittelt aus anonymisierten Mobilfunkdaten. Rot: Mittelwerte über die Wochentage der jeweiligen Woche. Gelb: Mittelwerte über die Wochenend- und Feiertage (einschl. Samstag) der jeweiligen Woche. Eigene Darstellung; Datenquelle: Senozon (2020).