

Gabler, Janos; Raabe, Tobias; Röhl, Klara Maria; von Gaudecker, Hans-Martin

Working Paper

Der Effekt von Homeoffice auf die Entwicklung der Covid-19-Pandemie in Deutschland

IZA Standpunkte, No. 100

Provided in Cooperation with:

IZA – Institute of Labor Economics

Suggested Citation: Gabler, Janos; Raabe, Tobias; Röhl, Klara Maria; von Gaudecker, Hans-Martin (2021) : Der Effekt von Homeoffice auf die Entwicklung der Covid-19-Pandemie in Deutschland, IZA Standpunkte, No. 100, Institute of Labor Economics (IZA), Bonn

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/247326>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

STANDPUNKTE

IZA Standpunkte Nr. 100

Der Effekt von Homeoffice auf die Entwicklung der Covid-19-Pandemie in Deutschland

Janos Gabler
Tobias Raabe
Klara Röhrl
Hans-Martin von Gaudecker

JANUAR 2021

STANDPUNKTE

IZA Standpunkte Nr. 100

Der Effekt von Homeoffice auf die Entwicklung der Covid-19-Pandemie in Deutschland

Janoš Gabler

IZA und Bonn Graduate School of Economics

Tobias Raabe

Hans-Martin von Gaudecker

*IZA und Rheinische Friedrich-Wilhelms-
Universität Bonn*

Klara Röhl

Bonn Graduate School of Economics

JANUAR 2021

Die Schriftenreihe „IZA Standpunkte“ veröffentlicht politikrelevante Forschungsarbeiten und Diskussionsbeiträge von IZA-Wissenschaftlern, Fellows und Affiliates in deutscher Sprache. Die Autoren sind für den Inhalt der publizierten Arbeiten verantwortlich. Im Interesse einer einheitlichen Textzirkulation werden Aktualisierungen einmal publizierter Arbeiten nicht an dieser Stelle vorgenommen, sondern sind gegebenenfalls nur über die Autoren selbst erhältlich.

Das IZA ist ein privates, unabhängiges Wirtschaftsforschungsinstitut, das als gemeinnützige GmbH durch die Deutsche Post-Stiftung gefördert wird. Zentrale Tätigkeitsfelder sind die intensive Forschungstätigkeit auf allen Gebieten der Arbeitsökonomie und die darauf gründende evidenzbasierte Politikberatung zu Arbeitsmarktfragen. Die Mitglieder des weltweiten IZA-Forschernetzwerks sind den „IZA Guiding Principles of Research Integrity“ verpflichtet.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Effekt von Homeoffice auf die Entwicklung der Covid-19-Pandemie in Deutschland*

Wir nutzen ein detailliertes agentenbasiertes Simulationsmodell, um den Einfluss von höheren Homeoffice-Quoten und Schulschließungen auf den Verlauf der Covid-19-Pandemie bis Ende Februar 2021 abzuschätzen. Ausgehend vom derzeitigen Niveau von 25 % würde eine dauerhafte Erhöhung der Homeoffice-Quote um 10 Prozentpunkte ab Ende Januar dazu führen, dass die Zahl der Neuinfektionen Ende Februar um gut ein Viertel niedriger wäre. Der Infektionszahlen bremsende Effekt von Schul- und Kitaschließungen rührt zu großen Teilen daher, dass mindestens ein Elternteil zu Hause bleiben muss.

JEL-Codes: C63, I18

Schlagworte: COVID-19, agentenbasiertes Simulationsmodell, nicht-pharmazeutische Intervention, Homeoffice

Kontaktadresse:

Hans-Martin von Gaudecker
Universität Bonn
Department of Economics
Adenauerallee 24-42
53113 Bonn
Germany
E-mail: hmgaudecke@uni-bonn.de

* Gabler, Gaudecker und Röhl bedanken sich für die Unterstützung der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) durch den SFB/TR 224 (Projekte C01 und A02), Gaudecker zudem für die Unterstützung der Deutsche Forschungsgesellschaft (DFG) durch die deutsche Exzellenzstrategie (Exzellenzcluster ECONtribute – EXC 2126/1–390838866).

1 Einleitung

Zur Eindämmung der Covid-19-Pandemie haben Bundes- und Landesregierungen eine Reihe an Maßnahmen ergriffen, welche die Zahl der Kontakte im privaten wie Berufsleben einschränkt. Dazu zählt neben der Schließung von Gastronomie und Schulen auch die dringende Empfehlung, wo immer möglich von zu Hause aus zu arbeiten. Im Vergleich zum ersten Lockdown im Frühjahr, für den Schätzungen auf Homeoffice-Quoten zwischen 25 % und 35 % kommen, haben im November nur rund 14 % der ArbeitnehmerInnen ihre Arbeit überwiegend oder ausschließlich von zu Hause aus verrichtet (Kohlrausch u. a., 2021). Aufgrund der unvermindert hohen Infektionszahlen wird eine Verschärfung der Homeoffice-Regeln diskutiert.

Wir nutzen ein detailliertes agentenbasiertes Simulationsmodell, um die Effekte von verstärktem Homeoffice vorherzusagen. Das Modell unterscheidet zufällige und wiederkehrende Kontakte bei der Arbeit und modelliert außerdem Haushalte, Schulen und Freizeitkontakte. Kontaktarten unterscheiden sich in ihrer Infektiosität. Das Modell wird mit Daten von Oktober bis Mitte Dezember kalibriert und kann die Infektionszahlen in diesem Zeitraum gut erklären.

Wir nutzen das so kalibrierte Modell, um den Verlauf des Infektionsgeschehens in den nächsten Wochen vorherzusagen. Dabei variieren wir die Homeoffice-Quote und simulieren den Monat Februar mit offenen und mit geschlossenen Schulen und Betreuungseinrichtungen. Im Ausgangsszenario gehen wir davon aus, dass derzeit etwa 25 % der arbeitenden Bevölkerung von zu Hause aus arbeiten. Eine Erhöhung dieser Zahl auf 35 % würde dazu führen, dass die Neuinfektionen Ende Februar um rund 27 % niedriger lägen.

Für Februar simulieren wir alle Szenarien sowohl mit geöffneten als auch mit geschlossenen Schulen. Für eine gegebene Homeoffice-Quote bewirken Schul- und Kitaschließungen eine weitere Reduktion der Infektionszahlen um etwa 10 %. Allerdings beeinflusst der Wegfall externer Betreuungsmöglichkeiten direkt die Zahl der Eltern, die ihren Arbeitsplatz aufsuchen. Wenn man dies mit einbezieht, ergibt sich ein großer Effekt von Schul- und Kitaschließungen auf das Infektionsgeschehen.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass eine Erhöhung der Homeoffice-Quote ein sehr sinnvoller Weg wäre, um die Infektionszahlen zu drücken. Für eine gegebene Zielgröße könnte eine solche Politik Schulschließungen ersetzen, für eine schnellere Reduktion sollte sie begleitend eingesetzt werden.

2 Modellierung

2.1 Das Modell

Unser Modell (siehe Gabler u. a., 2020, und Anhang A in diesem Dokument) ist eine Weiterentwicklung agentenbasierter Simulationsmodelle. Es ersetzt rein zufällige Kontakte zwischen Agenten durch Kontakte zwischen Personen, die ihrem jeweiligen Alltag nachgehen: sie arbeiten, gehen zur Schule, üben Freizeitaktivitäten aus und leben in Haushalten mit weiteren Personen. Durch die Unterscheidung dieser verschiedener Kontaktarten können Politikmaßnahmen im Modell so umgesetzt werden, dass Kontaktarten ganz oder teilweise abgeschaltet werden. Dieser Ansatz prädestiniert es für die Evaluierung nichtpharmazeutischer Eingriffe.

2.2 Daten und Annahmen

Wir kalibrieren unser Modell zu Fallzahlen von Anfang Oktober bis Mitte Dezember. Dafür nutzen wir altersspezifische Fallzahlen des RKI, um die Ansteckungswahrscheinlichkeiten verschiedener Kontaktarten zu schätzen. Wir nutzen die Schätzungen des Dunkelzifferradars (2021), um zwischen tatsächlichen und beobachteten Fällen zu unterscheiden.

Politikbedingte Kontaktreduktionen bei der Arbeit kalibrieren wir über den Google Mobilitätsindex

(2020). Ab November fallen 3 % der Arbeitskontakte durch die im Rahmen des Lockdown Light geschlossenen Gastronomiebetriebe weg. Die Nutzung von Mobilitätsdaten ermöglicht es uns, den Effekt etwaiger Verbesserungen von Hygienemaßnahmen im beruflichen Kontext herauszurechnen. Die Schätzung zeigt allerdings, dass dieser Effekt im Zeitraum Oktober bis Dezember nur eine sehr geringfügige Rolle spielt. Dies bedeutet nicht, dass Hygienemaßnahmen nicht wirksam sind, sondern nur, dass sich ihre Wirksamkeit seit Oktober nicht wesentlich verbessert hat.

Schulen sind abgesehen von den Herbstferien im Schätzzeitraum geöffnet. In den Herbstferien fallen Schulkontakte weg und viele Eltern waren nicht bei der Arbeit. Dafür fanden mehr Kontakte im privaten Umfeld statt. Zur Kontaktreduktion im Freizeitbereich gibt es keine guten Daten. Deshalb passen wir diese im Rahmen der Kalibrierung so an, dass die altersspezifischen Infektionszahlen getroffen werden (siehe Anhang B).

Wenn jemand ins Homeoffice wechselt, gehen wir davon aus, dass Arbeitskontakte ersatzlos wegfallen, d.h., dass es nicht zu einer Kompensation durch private Kontakte kommt. Dies erscheint in der momentanen Situation durchaus realistisch. Ein Gegenbeispiel sehen wir zum Beispiel während der Herbstferien. Auch hier ging die berufliche Mobilität und damit die Präsenz am Arbeitsplatz stark zurück, weil viele sich Urlaub genommen hatten. Gleichzeitig stiegen die privaten Kontakte jedoch an. Unser Modell zeigt, dass dies ein wichtiger Mechanismus ist, um die steigende Inzidenz unter Älteren im Oktober zu erklären.

2.3 Szenarien

Wir modellieren vier Szenarien für die Ausweitung des Homeoffice ab dem 24. Januar. Die Homeoffice-Quoten nehmen dabei folgende Werte an:

- **14 %:** Schätzung für die Homeoffice-Quote im November 2020 (Kohlrausch u. a., 2021).
- **25 %:** Schätzung für die Homeoffice-Quote Mitte Januar 2021, untere Grenze von Schätzungen für die Homeoffice-Quote im Frühjahrslockdown (Bonin u. a., 2020).
- **35 %:** Obere Grenze von Schätzungen für die Homeoffice-Quote im Frühjahrslockdown (Bonin u. a., 2020).
- **55 %:** Theoretisch mögliche Homeoffice-Quote laut Schätzungen von Alipour u. a. (2020).

Die Homeoffice-Quote von 25 % für Mitte Januar ergibt sich aus verschiedenen Datenquellen und Überlegungen. Zum einen deckt sie sich mit dem Google Mobilitätsindex über die Herbstferien und für Anfang Januar. Alternativ ergibt sie sich aus einer Analyse der Haushaltsstrukturen und des Effekts von Schul- und Kitaschließungen: Wenn von allen Haushalten, in denen Kindern unter 14 Jahre leben und alle erwachsenen Haushaltsmitglieder berufstätig sind, mindestens ein Elternteil zu Hause bleiben muss, reduziert sich die Zahl der beruflichen Kontakte um etwa 10 Prozentpunkte.

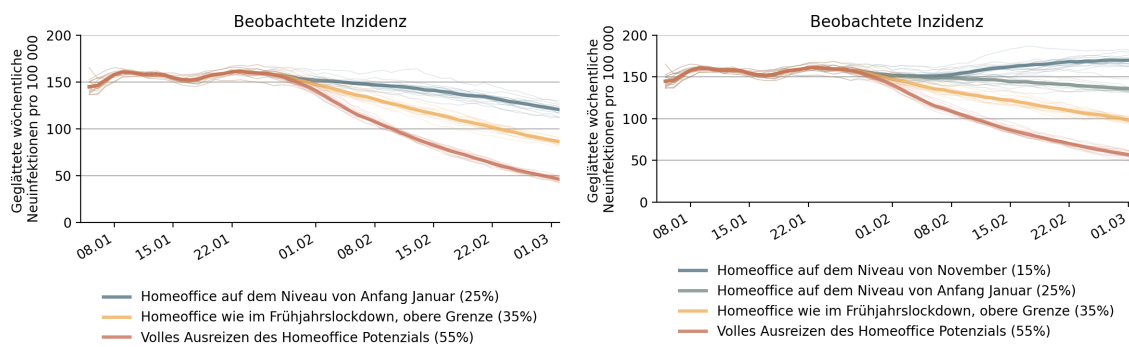
Aufgrund der verschärften Regelungen im Einzelhandel, geschlossener Friseure, etc., gehen wir davon aus, dass jeweils weitere 5% der Arbeitnehmer ebenfalls keine Präsenzarbeit leisten.

Wir simulieren alle Szenarien bis Ende Februar, einmal mit geschlossenen Schulen und einmal unter der Annahme, dass Schulen gemäß der aktuellen Beschlusslage ab dem 1. Februar 2021 wieder öffnen.

3 Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt unsere Simulationen für unterschiedliche Szenarien. Der Effekt von mehr Homeoffice ist durchweg groß. Im Szenario mit geschlossenen Schulen (Abbildung 1a auf der linken Seite) zeigt sich, dass die 7-Tagesinzidenz Ende Februar um mehr als ein Viertel geringer wäre,

wenn sich die Homeoffice-Quote von 25 % auf 35 % erhöhte. Das eher theoretische Szenario von 55 % Homeoffice würde sogar zu einem um 44 % geringeren Wert von Neuinfektionen führen.



(a) Schulen geschlossen

(b) Schulen ab 1. Februar geöffnet

Abbildung 1: 7-Tage Inzidenz bei verschiedenen Homeoffice-Szenarien

Der Effekt ist also nichtlinear: Ausgehend vom derzeitigen Stand hätten die nächsten 10 % Reduktion einen sehr großen Einfluss, die darauffolgenden 20 % einen kleineren. Selbst wenn das volle Potenzial nicht durchsetzbar ist, würden also auch kleinere Schritte helfen, um die Infektionszahlen zu senken.

Ein Vergleich mit der rechten Graphik zeigt zwei Dinge. Erstens ist der Effekt von Schulschließungen bei gegebener Homeoffice-Quote überschaubar. Die Neuinfektionen in den Szenarien mit 25 % und 35 % Homeoffice-Quote liegen Ende Februar bei geschlossenen Schulen etwa 10 % unter denen bei geöffneten Schulen.

Zweitens ist der Effekt, der durch die Abwesenheit der Eltern vom Arbeitsplatz entsteht, sehr groß. Dies wird zum Beispiel durch den Vergleich der 14 %-Linie in Abbildung 1b mit der 25 %-Linie in Abbildung 1a deutlich: Die 7-Tagesinzidenz unterscheidet sich um 47 Neuinfektionen pro 100.000 Einwohner oder 27 %. Isoliert betrachtet haben Schulschließungen also einen großen Effekt, der jedoch in guten Teilen durch die Restriktionen für die Eltern getrieben wird.

Angesichts der langfristigen Folgen insbesondere für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler (Grewenig u. a., 2020) stellt sich die Frage, ob dies ein sinnvoller Politikmix ist. Wenn ein wesentlicher Effekt der Schulschließungen über die Restriktionen für Eltern wirkt, sollte eine gegebene Reduktion der Fallzahlen auch über andere Instrumente erreichbar sein, wie zum Beispiel eine Pflicht zum Homeoffice. Falls das Ziel eine schnelle Reduktion der Fallzahlen ist, sollten Schulschließungen durch solche Maßnahmen begleitet werden.

Der Absolutwert der Ende Februar resultierenden Infektionszahlen hängt stark davon ab, wie sich private Kontakte entwickeln. Wir haben das Modell so kalibriert, dass die Werte in der ersten Januarhälfte in etwa konstant sind. Die letzten Zahlen vom Robert-Koch-Institut geben leisen Anlass zur Hoffnung, dass bereits eine Reduktion eingesetzt haben könnte. Falls sich dies bestätigt und so fortsetzt, wäre der Rückgang in allen Szenarien schneller. Der relative Effekt von mehr Homeoffice bleibt jedoch in derselben Größenordnung. In Anhang C zeigen wir, dass die Effekte sehr ähnlich sind, wenn wir die Szenarien rückblickend für den Zeitraum November bis Mitte Dezember durchspielen. Sie hängen also nicht stark von Annahmen über das künftige Infektionsgeschehen ab.

4 Fazit

Unsere Simulationen zeigen, dass eine Erhöhung der Homeoffice-Quote einen signifikanten Beitrag zu einer Verringerung der Neuinfektionen leisten würde. Nichtpharmazeutische Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie sind immer ein Abwägen zwischen verschiedenen Übeln: Niedrigere Infektionszahlen in der kurzen Frist werden derzeit erkaufte mit Freiheitsbeschränkungen im Privaten, geschlossenen Betrieben mit viel Publikumsverkehr und mit langfristigen Einbußen für SchülerInnen. Angesichts der Effektivität von mehr Homeoffice für die Reduktion der Neuinfektionen scheint es aus unserer Sicht dringend geboten, dass die dadurch resultierenden Effizienzverluste in Kauf genommen werden.

Literatur

- Alipour, Jean-Victor, Oliver Falck und Simone Schüller (2020). „Germany’s Capacities to Work from Home“. In: URL: <https://www.cesifo.org/en/publikationen/2020/working-paper/germanys-capacities-work-home>.
- Avery, Christopher, William Bossert, Adam Clark, Glenn Ellison und Sara Fisher Ellison (Nov. 2020). „An Economist’s Guide to Epidemiology Models of Infectious Disease“. In: *Journal of Economic Perspectives* 34.4, S. 79–104. DOI: [10.1257/jep.34.4.79](https://doi.org/10.1257/jep.34.4.79).
- Bonin, Holger, Werner Eichhorst, Jennifer Kaczynska, Angelika Kümmerling, Ulf Rinne, Annika Scholten, Susanne Steffes u. a. (2020). „Verbreitung und Auswirkungen von mobiler Arbeit und Homeoffice“. URL: http://ftp.iza.org/report_pdfs/iza_report_99.pdf.
- Cuevas, Erik (Juni 2020). „An agent-based model to evaluate the COVID-19 transmission risks in facilities“. In: *Computers in Biology and Medicine* 121, S. 103827. DOI: [10.1016/j.compbiomed.2020.103827](https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103827).
- DunkelzifferRadar (2021). „Covid-19 DunkelzifferRadar“. URL: <https://covid19.dunkelzifferradar.de/>.
- Gabler, Janoś, Tobias Raabe und Klara Röhrle (Nov. 2020). *People Meet People: A Microlevel Approach to Predicting the Effect of Policies on the Spread of COVID-19*. IZA Discussion Paper 13899. Bonn: Institute of Labor Economics (IZA). URL: <https://covid-19.iza.org/publications/dp13899/>.
- Google LLC (2020). „Google COVID-19 Community Mobility Report for Germany“. In: *Google COVID-19 Community Mobility Reports*. URL: https://www.gstatic.com/covid19/mobility/2020-12-01_DE_Mobility_Report_en-GB.pdf.
- Grewenig, Elisabeth, Philipp Lergetporer, Katharina Werner, Ludger Wößmann und Larissa Zierow (2020). „Corona-Schulschließungen treffen leistungsschwächere Schüler*innen besonders hart“. In: *Ökonomenstimme*. URL: <https://www.oekonomenstimme.org/artikel/2020/12/corona-schulschliessungen-treffen-leistungsschwaechere-schuelerinnen-besonders-hart/>.
- Hinch, Robert u. a. (Sep. 2020). „OpenABM-Covid19: An agent-based model for non-pharmaceutical interventions against COVID-19 including contact tracing“. In: DOI: [10.1101/2020.09.16.20195925](https://doi.org/10.1101/2020.09.16.20195925).
- Kohlrausch, Bettina, Johanna Wenkebach, Yvonne Lott, Elke Ahlers und Sandra Mierich (2021). „Auf einen Blick - Studien zu Homeoffice und mobiler Arbeit“. In: *Hans-Böckler-Stiftung*. Retrieved: 17.01.2021. URL: <https://www.boeckler.de/de/auf-einen-blick-17945-Auf-einen-Blick-Studien-zu-Homeoffice-und-mobiler-Arbeit-28040.htm>.
- Silva, Petrônio C.L., Paulo V.C. Batista, Hélder S. Lima, Marcos A. Alves, Frederico G. Guimarães und Rodrigo C.P. Silva (Okt. 2020). „COVID-ABS: An agent-based model of COVID-19 epidemic to simulate health and economic effects of social distancing interventions“. In: *Chaos, Solitons & Fractals* 139, S. 110088. DOI: [10.1016/j.chaos.2020.110088](https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110088).

A Modellierung

A.1 Hintergrund

Um die Ausbreitung von Infektionskrankheiten zu beschreiben und vorherzusagen existieren zwei populäre Ansätze.

Einen Ansatz bildet das traditionelle SEIR-Modell, welches Gesellschaften aber nicht ausreichend detailliert modelliert, um nuancierte Politikmaßnahmen abbilden zu können. Dies hat eine große Zahl von Forschern veranlasst, das Standardmodell zu erweitern, um mehr Heterogenität und Flexibilität zuzulassen (vgl. Avery u. a., 2020). Die Erweiterungen der SEIR-Modelle werden schnell sehr komplex und es ist unwahrscheinlich, dass es ein SEIR-Modell geben kann, welches alle vorgeschlagenen Erweiterungen kombiniert und die Echtzeitabschätzung der Effekte von Politikmaßnahmen erlaubt.

Eine Schlüsselfrage wird auch in den Erweiterungen nicht berührt. Der zentrale Parameter des SEIR-Modells ist die Basisreproduktionszahl R_0 . Politiksimulationen werden durchgeführt, indem der Wert von R_0 verändert wird. Dieser Schritt lässt sich jedoch dann nicht nachvollziehbar gestalten, wenn es um Politikmaßnahmen geht, für die keine Erfahrungswerte existieren. Gleiches gilt für bekannte Politikmaßnahmen, wenn sich das Umfeld ändert. Ein Beispiel wäre, wenn Lockdownmüdigkeit dazu führt, dass die Menschen ihre Kontakte derzeit nicht in gleicher Weise wie während des Frühjahrslockdowns reduzieren, obwohl die Maßnahmen vergleichbar sind.

Die zweite Gruppe von Modellen sind agentenbasierten Simulationsmodellen. In diesen Modellen werden Individuen üblicherweise als sich bewegende Teilchen dargestellt. Infektionen finden statt, wenn zwei Teilchen eine bestimmte Distanz unterschreiten (z. B. Cuevas, 2020; Silva u. a., 2020). Die Struktur dieser Modelle macht es jedoch schwierig, Heterogenität in den Begegnungsmustern abzubilden. Politikmaßnahmen werden als Änderungen des Kontaktradius oder der Bewegungsgesetze der Partikel modelliert. Die Übersetzung von realen Politiken in entsprechende Modellparameter ist schwierig.¹

Unser Modell (Gabler u. a., 2020) ist eine Weiterentwicklung agentenbasierter Simulationsmodelle. Es ersetzt rein zufällige Kontakte zwischen Agenten durch Kontakte zwischen Personen, die ihrem jeweiligen Alltag nachgehen: sie arbeiten, gehen zur Schule, üben Freizeitaktivitäten aus und leben in Haushalten mit weiteren Personen. Dieser Ansatz hat eine Reihe von Vorteilen, wenn es darum geht, die Effekte von Politikmaßnahmen und individuellem Verhalten vorherzusagen:

1. Im Mittelpunkt des Modells steht die Begegnung von Menschen mit Menschen auf der Grundlage eines Matching-Algorithmus. Das Modell unterscheidet verschiedene Arten von Kontakten, wie beispielsweise Haushalte, Freizeitaktivitäten, Schulen, Kindergärten und verschiedene Arten von Kontakten am Arbeitsplatz. Die Kontaktarten können zufällig oder wiederkehrend sein und variieren in ihrer Häufigkeit und Ansteckungswahrscheinlichkeit.
2. Das Modell erlaubt die Unterscheidung von entdeckten und unentdeckten Infektionen. Basierend auf den Schätzungen des Projekts DunkelzifferRadar², erhält ein zufälliger Teil der Neuinfizierten verzögert ein positives Testresultat. Die Dauer bis zum Erhalt des Resultats liegt zwischen zwei und acht Tagen.
3. Das Modell erlaubt individuelle Verhaltensanpassungen. Beispielsweise können Individuen, die Symptome entwickeln oder einen positiven Test erhalten, ihre Kontakte reduzieren.

¹Hinch u. a. (2020) ist eine aktuelle Erweiterung des prototypischen agentenbasierten Simulationsmodells, das bewegte Partikel durch Kontaktnetzwerke für Haushalte, Arbeit und Zufallskontakte neu platziert. Dieses Modell ähnelt Gabler u. a. (2020), konzentriert sich aber eher auf die Ermittlung von Kontakten als auf eine Politik der sozialen Distanzierung.

²Das Projekt ist hier einsehbar: <https://covid19.dunkelzifferradar.de/>

- Politikmaßnahmen können im Modell so umgesetzt werden, dass Kontaktarten ganz oder teilweise abgeschaltet werden. Die Reduzierung von Kontakten kann zufällig oder systematisch erfolgen, z. B. können Arbeitskontakte so reduziert werden, dass nur noch systemrelevante Berufsgruppen Arbeitskontakte haben.

Zu den Hintergrundmerkmalen jedes simulierten Individuums im Modell gehören unter anderem Alter, Landkreis und Beruf. Diese individuellen Merkmale bestimmen die Zahl der Kontakte, welche anhand von Umfragedaten aus der Zeit vor der Pandemie kalibriert werden. Die Anzahl und Art der Kontakte wird durch einen Matching-Algorithmus in Infektionen übersetzt. Es gibt verschiedene Matching-Algorithmen für wiederkehrende Kontakte (z. B. Klassenkameraden, Familienmitglieder) und nicht wiederkehrende Kontakte (z. B. Kunden, Kontakte in Supermärkten). Die Infektionswahrscheinlichkeit kann für jeden Kontakttyp unterschiedlich sein.

Das Krankheitsmodell berücksichtigt asymptomatische Fälle, leichte Symptome und Symptome, die eine Behandlung auf der Intensivstation erfordern. Es beinhaltet Altersgradienten, beispielsweise in den Wahrscheinlichkeiten für schwere Krankheitsverläufe.

B Güte der Schätzung

Unser Modell kann sowohl die beobachteten Fallzahlen als auch die vom Dunkelzifferradar korrigierten Fallzahlen sehr gut vorhersagen. Unterschiede liegen durchweg im Rahmen der stochastischen Ungenauigkeit des Modells. Die Schätzgüte für die gemeldeten Fälle ist besser als für die korrigierten. Dies ist zu erwarten, da sich bei den korrigierten Fällen zwei Schätzfehler addieren: Die aus unserem Modell und die aus dem Fehlerkorrekturmodell des Dunkelzifferradars.

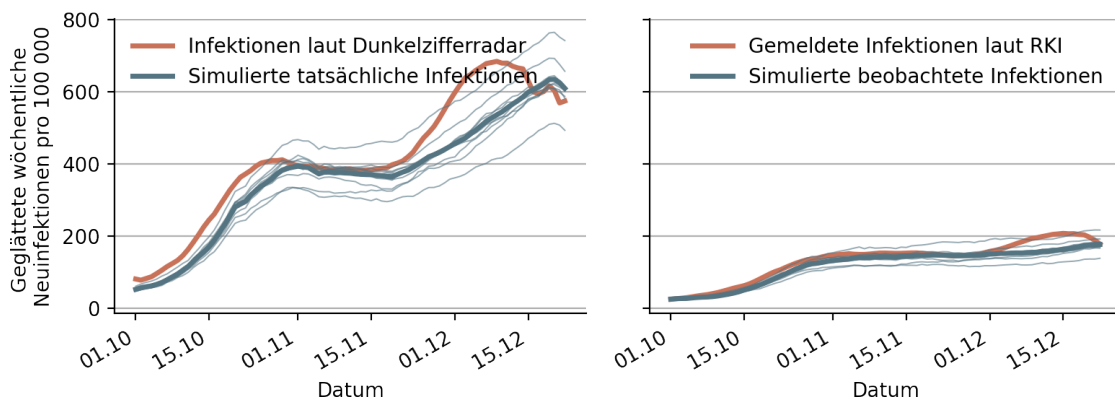


Abbildung 2: Vergleich von simulierten und tatsächlichen Fallzahlen im Schätzraum
 Das linke Panel zeigt die Schätzungen für die tatsächlichen Fälle des DunkelzifferRadar, 2021 und die simulierten Infektionen zwischen 1. November und 15. Dezember. Das rechte Panel zeigt die RKI Fallzahlen und die erkannten Infektionen in der Simulation. Dünne blaue Linien zeigen verschiedene Simulationsläufe, um den Grad der statistischen Unsicherheit darzustellen.

C Robustheitsanalyse

Aufgrund der immer noch unklaren Situation bezüglich der aktiven Infektionen (die Zahl der durchgeführten PCR-Tests ist noch nicht wieder auf Vorweihnachtsniveau und die Positivquote ist weiter höher) sind die Startbedingungen für die Simulationen ab Januar nur mit einiger Ungenauigkeit zu bestimmen. Deshalb schätzen wir ähnliche Homeoffice-Szenarien auch für den Zeitraum vom 1. November bis 15. Dezember. In diesem Zeitraum liegen 7-Tages Inzidenzen auf einem ähnlichen Niveau wie Anfang Januar, weshalb die geschätzten Effekte von Homeoffice ähnlich groß sein sollten. Im

Gegensatz zu den Simulationen ab Januar sind die Schulen in diesem Zeitraum jedoch durchgehend geöffnet.

Abbildung 3 zeigt die vorhergesagte 7-Tages Inzidenz für die verschiedenen Homeoffice-Quoten vom 1. November bis zum 15. Dezember.

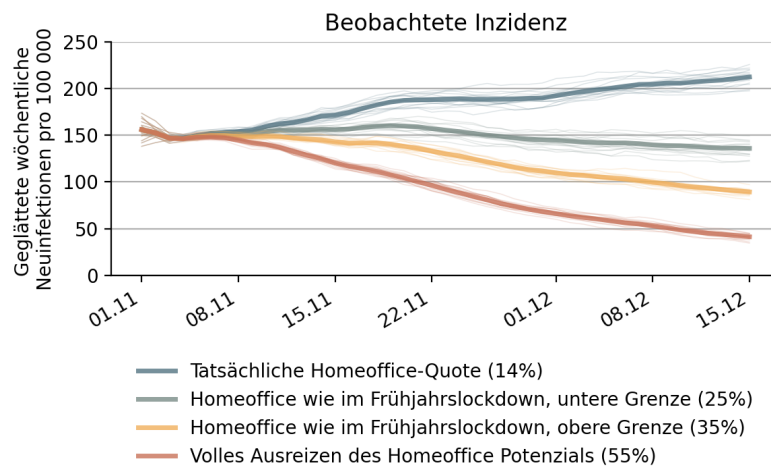


Abbildung 3: Homeoffice-Szenarien für den Zeitraum November-Mitte Dezember

Im Szenario mit der gemessenen Homeoffice-Quote von 14 % (Kohlrausch u. a., 2021), dargestellt durch die dunkelblaue Linie, steigen die beobachteten Infektionszahlen beständig von 150 auf über 200 wöchentliche Neuinfektionen pro 100.000. Mit einem um 11 Prozentpunkte höheren Anteil von ArbeitnehmerInnen in Homeoffice (dargestellt durch die grüne Linie) wäre die 7-Tage Inzidenz Mitte Dezember um fast 80 Punkte niedriger gewesen. Eine weitere Erhöhung der Homeoffice-Quote auf 35 % hätte die Inzidenz um knapp 50 Punkte zusätzlich gedrückt. Der Effekt ist auch hier stark nicht linear. Für eine weitere Reduktion um 50 Punkte wären zusätzliche 20 % mehr Homeoffice (also das theoretische Potential von 55 %) nötig gewesen.

Die Größenordnung aller geschätzten Effekte ist sehr ähnlich zu den Simulationen ab Januar.