

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

**Working Paper**

## Die Bedeutung individuellen Verhaltens über den Jahreswechsel für die Weiterentwicklung der Covid-19-Pandemie in Deutschland

IZA Standpunkte, No. 99

**Provided in Cooperation with:**

IZA – Institute of Labor Economics

*Suggested Citation:* Gabler, Janos; Raabe, Tobias; Röhl, Klara Maria; von Gaudecker, Hans-Martin (2020) : Die Bedeutung individuellen Verhaltens über den Jahreswechsel für die Weiterentwicklung der Covid-19-Pandemie in Deutschland, IZA Standpunkte, No. 99, Institute of Labor Economics (IZA), Bonn

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/247325>

**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. 99

# **Die Bedeutung individuellen Verhaltens über den Jahreswechsel für die Weiterentwicklung der Covid-19- Pandemie in Deutschland**

Janoš Gabler  
Tobias Raabe  
Klara Röhrl  
Hans-Martin von Gaudecker

DEZEMBER 2020

## STANDPUNKTE

IZA Standpunkte Nr. 99

# Die Bedeutung individuellen Verhaltens über den Jahreswechsel für die Weiterentwicklung der Covid-19- Pandemie in Deutschland

**Janoš Gabler**

*IZA und Bonn Graduate School of Economics*

**Tobias Raabe**

*Unaffiliated*

**Klara Röhl**

*Bonn Graduate School of Economics*

**Hans-Martin von Gaudecker**

*IZA und Rheinische Friedrich-Wilhelms-  
Universität Bonn*

DEZEMBER 2020

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

---

# Die Bedeutung individuellen Verhaltens über den Jahreswechsel für die Weiterentwicklung der Covid-19-Pandemie in Deutschland\*

Wir nutzen ein neues Modell, um den Verlauf der Covid-19-Pandemie über die Weihnachtstage und den Jahreswechsel vorherzusagen. Während die weitgehende Schließung der Betriebe neben den verlängerten Schulferien die Infektionszahlen drücken, werden Reiseaktivitäten und Weihnachtsfeiern zu einem starken Anstieg führen. Unsere Ergebnisse geben wenig Anlass zur Hoffnung, dass die Infektionszahlen über die Weihnachtstage und den Jahreswechsel nennenswert zurückgehen. Eher dürfte das Gegenteil der Fall sein. Einen großen Effekt kann die private Kontaktnachverfolgung ausmachen. Wenn alle Teilnehmer von Weihnachtsfeierlichkeiten über einen später auftretenden Infektionsverdacht (Symptome oder positiver Test) umgehend benachrichtigt werden und ihre Kontakte reduzieren, könnten mehrere hunderttausend Infektionen in der ersten Januarhälfte vermieden werden.

**JEL-Codes:** C63, I18

**Schlagnworte:** COVID-19, agent based simulation model, public health measures

**Kontaktadresse:**

Hans-Martin von Gaudecker  
Universität Bonn  
Department of Economics  
Adenauerallee 24-42  
53113 Bonn  
Germany  
E-mail: [hmgaudecker@uni-bonn.de](mailto:hmgaudecker@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

Für die Wirksamkeit des harten Lockdowns ist die Zeit um Weihnachten Chance und Risiko zugleich. Einerseits sind viele Betriebe, Schulen und Kindertagesstätten geschlossen. Dadurch entfällt eine Vielzahl von Alltagskontakten, die teils sogar während des Lockdowns im Frühjahr weiterhin stattfinden konnten. Andererseits kommt voraussichtlich eine Reihe privater Kontakte hinzu: die Menschen reisen durch die Republik, tätigen Einkäufe für die Festtage, feiern Weihnachten mit der Familie und treffen sich danach mit Freunden. Allen Appellen zum Trotz sind mehr Kontakte als während des Frühjahrslockdowns zu erwarten, welche zudem meist über viele Stunden in Innenräumen stattfinden dürften und somit ein hohes Infektionspotenzial aufweisen.

Diese Analyse quantifiziert diese Effekte in verschiedenen Szenarien. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die tatsächlichen Neuinfektionen in den Tagen um Weihnachten stark ansteigen dürften. Ähnlich wie bisher schon an Wochenenden erwarten wir allerdings, dass über die Feiertage weniger Tests durchgeführt werden und die Meldungen an das Robert Koch Institut geringer ausfallen. Ein großer Vorteil ist allerdings, dass die Kontakte überwiegend im Freundes- und Familienkreis stattfinden werden. Dadurch wird eine dezentrale Kontaktnachverfolgung möglich – eine Textnachricht an Familie und Freunde ist schnell geschrieben. Unsere Ergebnisse legen nahe, dass die Zahl der Neuinfektionen Anfang Januar um ein Viertel geringer ausfällt, wenn sich Menschen, die Symptome entwickeln oder positiv getestet werden, sofort bei ihren Kontakten melden und diese sich in Quarantäne begeben. Konsequente Kommunikation und Selbstquarantäne können einen guten Teil der in Gang gesetzten Infektionsketten frühzeitig ersticken. Allerdings lassen unsere Simulationen auch dann allenfalls einen überschaubaren Rückgang der Fallzahlen erwarten.

## 2 Ausgangsszenario: Lockdown light im November und Dezember

Wir beschreiben zunächst unsere Studie im Lichte anderer Modellierungsansätze. Anschließend zeigen wir, dass wir die Wirkungen des Lockdown light gut abbilden können.

### 2.1 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 basiert auf agentenbasierten Simulationsmodellen. In diesen Modellen werden Individuen üblicherweise als sich bewegende Teilchen dargestellt. Infektionen finden statt, wenn zwei Partikel eine bestimmte Distanz unterschreiten (z. B. Cuevas, 2020; Silva u. a., 2020). Die Struktur dieser Modelle macht es jedoch schwierig, Heterogenität in den Begegnungsmustern ab-

zubilden. Politikmaßnahmen werden als Änderungen des Kontaktradius oder der Bewegungsgesetze der Partikel modelliert. Die Übersetzung von realen Politiken in entsprechende Modellparameter ist schwierig.<sup>1</sup>

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 DunkelzifferRadar<sup>2</sup>, 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.
4. 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.

## 2.2 Simulationsergebnisse für die Periode des Lockdown light

Das mit der medizinischen Literatur und Kontaktzahlen aus früheren Erhebungen kalibrierte Modell erzielt mit wenigen frei geschätzten Ansteckungswahrscheinlichkeiten eine hohe Übereinstimmung mit den deutschen Infektions- und Sterberaten.

Der Lockdown light vom 1. November bis 15. Dezember wird folgendermaßen in unserem Modell abgebildet: Die Zahl der potenziell infektiösen Kontakte in Schulen, Kindergärten und Kitas sind auf 60% ihres Ausgangswertes vor der Pandemie reduziert, um den Effekt der verschärften Hygienemaßnahmen abzubilden. Kontakte bei der Arbeit und auf dem Weg dorthin finden für Angehörige

---

<sup>1</sup>Hinch 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.

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

systemrelevanter Berufsgruppen weiterhin statt. Für alle anderen sind sie auf 45% ihres Ausgangswertes vor der Pandemie reduziert. Hierbei ist berücksichtigt, dass jeden Tag dieselben Berufstätigen im Homeoffice bleiben. Kontakte in der Freizeit, die auch Kontakte für notwendige Besorgungen oder Arzttermine umfassen, sind auf 40% ihres Ausgangswertes vor der Pandemie reduziert.

Ab der letzten Novemberwoche heben wir die Freizeitkontakte wieder auf 50% ihres Ausgangswertes vor der Pandemie an. Dies deckt sich mit dem aktuellen [Google Mobility Report](#), der zeigt, dass die pandemiebedingte Verringerung der Einkaufsmobilität im Vergleich zum Vorjahr im November und Dezember konstant geblieben ist. Eine konstante Verringerung im Vergleich zum Vorjahr bedeutet, dass die normale saisonale Erhöhung der Einkaufsaktivitäten in diesem Zeitraum stattgefunden hat.

Je höher die Inzidenz, desto geringer ist in der Regel der Anteil an Coronavirusinfektionen, der offiziell nachgewiesen werden kann. Um entdeckte und unentdeckte Infektionen unterscheiden zu können, nutzen wir den Zeitverlauf der Dunkelziffer, der sich aus den Schätzungen des [Projekts DunkelzifferRadar](#) ergibt. Der Vergleich der roten Linien in der linken und rechten Grafik in Abbildung 1 zeigt, dass die vom DunkelzifferRadar-Projekt geschätzten tatsächlichen Infektionen im Zeitraum von Anfang November bis Mitte Dezember um einen Faktor zwischen 2 und 3,5 höher liegen als die gemeldeten Infektionen.

Entscheidend für die Interpretation unserer Ergebnisse ist, wie sich das Auseinanderfallen von tatsächlichen und nachgewiesenen Infektionen über Werktagen und Wochenenden/Feiertage hinweg unterscheidet. Der Absolutwert der Dunkelziffer hat keinen Einfluss auf Aussagen, die wir über die relativen Effekte von Maßnahmen treffen (z. B.: „private Kontaktnachverfolgung und Selbstisolation führten zu 25% weniger Neuinfektionen Anfang Januar“).

Die blauen Linien in Abbildung 1 zeigen die simulierte Werte für die Neuinfektionen seit Anfang Oktober. Unser Modell bildet den steilen Anstieg im Oktober, die Stagnation im November und den erneuten Anstieg im Dezember sehr gut ab. Die Unterschiede zwischen den gemeldeten Zahlen (rote Linie auf der rechten Seite) und den simulierten Werten (blaue Linie) liegen im Bereich der statistischen Unsicherheit des Modells.

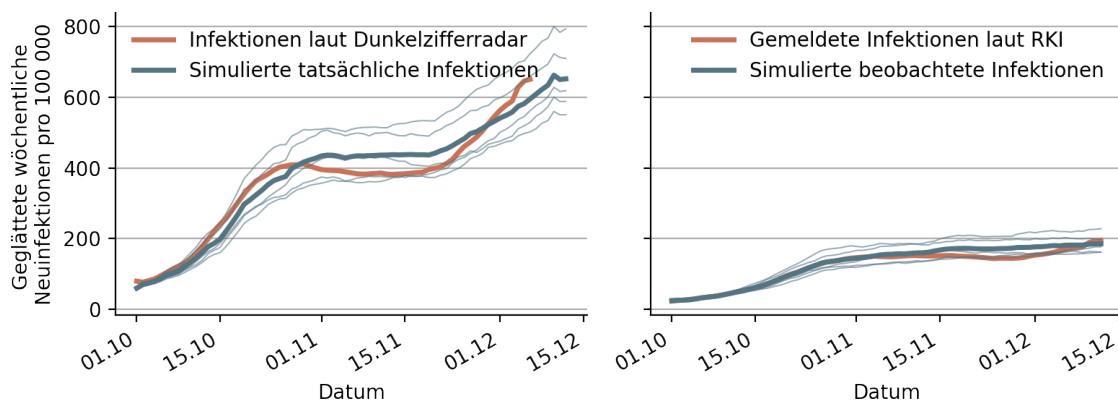


Abbildung 1: Vergleich von simulierten und tatsächlichen Fallzahlen im Schätzzeitraum

Das linke Panel zeigt die Schätzungen für die tatsächlichen Fälle des [DunkelzifferRadar Projekts](#) und die simulierten Infektionen zwischen 1. Oktober 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.

### 3 Ausblick auf die Weihnachtszeit und den Jahresanfang

Seit dem 16. Dezember gilt ein harter Lockdown. Im Gegensatz zum Lockdown light sind dabei Bildungs- und Kinderbetreuungseinrichtungen geschlossen, sodass die entsprechenden Kontakte auf Null reduziert sind. In welchem Maß der harte Lockdown Kontaktreduktionen in anderen Bereichen bewirkt, ist nicht eindeutig abzuschätzen. Deshalb simulieren wir ein optimistisches und ein

pessimistisches Szenario.

Im optimistischen Szenario nehmen wir an, dass nur noch 30% der Freizeit- und nicht systemrelevanten Arbeitskontakte stattfinden. Im pessimistischen Szenario sind es 40%, wie schon im Großteil des Novembers. Diese Bedingungen gelten vom 16. bis zum 20. Dezember sowie ab dem 4. Januar 2021. Für die Zeit unmittelbar vor Weihnachten, die Weihnachtstage sowie den Jahreswechsel gelten besondere Bedingungen.

Für den Zeitraum vom 21. Dezember bis zum 3. Januar nehmen wir an, dass aufgrund von Betriebsferien nur 15% der nicht systemrelevanten beruflichen Kontakte stattfinden.

Zwischen dem 21.12. und dem 23.12. finden zusätzliche, nicht wiederkehrende Kontakte statt, um Zugfahrten und Lebensmitteleinkäufe für die Weihnachtstage abzubilden. An jedem der drei Tage haben 5% der Menschen einen zusätzlichen Kontakt und weitere 5% zwei zusätzliche Kontakte. Anders ausgedrückt, haben in unseren Simulationen an diesen drei Tagen insgesamt knapp 30% der Bevölkerung zusätzliche Kontakte. Der harte Lockdown wird also nur von wenigen Personen zur vorweihnachtlichen Selbstisolation genutzt, was sich mit den Intentionen der Befragten in den [COSMO-Daten](#) und der Zahl der Bahnfahrten deckt.

Über Heiligabend und die Weihnachtsfeiertage arbeitet ein nochmal deutlich geringerer Teil der Berufstätigen und die normalen Freizeitkontakte sind weiter reduziert. An ihre Stelle treten Kontakte zwischen ganzen Haushalten, für welche wir zwei Szenarien durchspielen. Ein volles Ausreizen der aktuellen Regulierungen würde bedeuten, dass sich an jedem der drei Tage jeder Haushalt mit je zwei weiteren, täglich wechselnden Haushalten trifft. Die der Intention der Regulierung folgende, vorsichtigeren Verhaltensweise ist, dass die Menschen die Feiertage in festen Gruppen von drei Haushalten feiern. Ein Beispiel wäre, dass die beiden, an anderen Orten studierenden, Kinder zu Besuch kommen und nur mit diesen gefeiert wird. Wir nehmen an, dass der Kontakt mit einer infektiösen Person bei einem Weihnachtstreffen das 1,5-fache Ansteckungsrisiko eines normalen Haushaltskontakts hat. Das heißt, normalerweise gehen wir von einer täglichen Ansteckungswahrscheinlichkeit von 8% zwischen einem infektiösen Haushaltsmitglied und den weiteren Mitgliedern aus. Bei einem Weihnachtsbesuch gehen wir dagegen von einer Ansteckungswahrscheinlichkeit von 12% aus, um den engeren Kontakt während eines Weihnachtsbesuchs abzubilden.

Nach den Festtagen gehen wir zurück zum harten Lockdown mit zusätzlichen Betriebsferien. Im optimistischen Szenario bleiben wir bei 40% der Freizeitkontakte im Vergleich zum Niveau vor der Pandemie. Allerdings sind in den Ferien typischerweise die Freizeitkontakte stark erhöht, sodass wir im pessimistischen Szenario davon ausgehen, dass diese bei 70% der Kontakte an einem üblichen Tag vor der Pandemie bleiben. In absoluten Zahlen bedeutet dies, dass jede Person pro Tag durchschnittlich 1,3 bzw. 2,2 Personen außerhalb des eigenen Haushalts trifft. Im pessimistischen Szenario – im Schnitt 2,2 Kontakte mehr pro Tag – liegt die Kontakterhöhung also zwischen einem zusätzlichen Treffen von zwei Ehepaaren und einem Treffen zweier Kleinfamilien pro Tag.

Bezüglich der Dunkelziffer nehmen wir an, dass diese in der Zeit vom 24. bis 27. Dezember auf das Vierfache erhöht ist und danach wieder auf das Niveau von Mitte Dezember sinkt und dort bleibt. Diese Annahme hat alleine Auswirkungen auf die gemeldete Zahl der Infektionen, kein wesentliches Ergebnis wird davon berührt.

### **3.1 Der Effekt verschiedener Arten, die Weihnachtszeit zu verbringen**

In Abbildung 2 sind die Effekte der verschiedenen Arten der Weihnachtsfeiern sowie der Zahl der privaten Kontakte im Anschluss abgetragen, jeweils geglättet über sieben Tage im Rückblick.

Im optimistischen Szenario mit wenigen privaten Kontakten im Anschluss an die Feiertage (dargestellt durch durchgezogene Linien) führt der harte Lockdown zunächst zu einem leichten Rückgang der Neuinfektionen bevor die Weihnachtsvorbereitungen und -zusammenkünfte dazu führen, dass die Neuinfektionen in die Höhe schnellen. Im pessimistischen Szenario ist der Rückgang deutlich geringer und die Steigerung über Weihnachten und danach deutlich ausgeprägter.



Das Feiern im stabilen im Vergleich zum wechselnden Familienkreis (jeweils gelbe vs. blaue Linien) bewirkt eine 12-prozentige Reduktion der 7-Tages-Inzidenz in der ersten Januarwoche. In absoluten Werten reduziert eine Beschränkung auf Feiern im festen Kreis die Inzidenz der tatsächlichen Infektionen um 70 bis 160 Fälle pro Woche; deutschlandweit wären das bis zu 130.000 Neuinfektionen pro Woche.

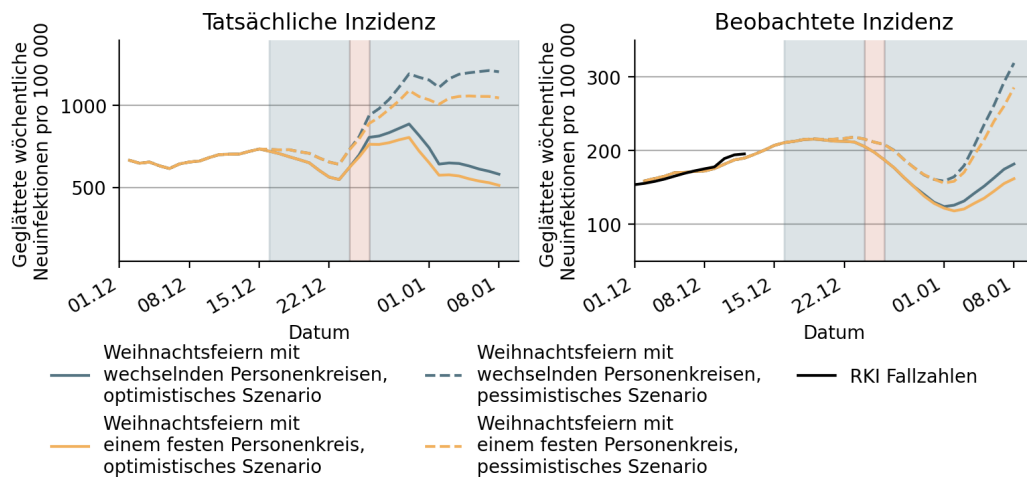


Abbildung 2: Die Bedeutung von Weihnachtsfeiern und dem Grad der Kontaktreduktion

*Erklärungen:* Optimistische (durchgehende Linien) und pessimistische (gestrichelte Linien) Szenarien: Das linke Panel zeigt die Entwicklung der tatsächlichen Inzidenzen, das rechte die Entwicklung der beobachteten Inzidenzen zwischen 1. Dezember 2020 und 8. Januar 2021. Ausgehend von keiner privaten Kontaktnachverfolgung wird das Infektionsgeschehen bei Weihnachtsfeiern mit wechselnden Haushalten (blau) und im festen Kreis (gelb).

Bei den gemeldeten Fallzahlen treten die Unterschiede aufgrund der Verzögerung bis zum Auftreten von Symptomen sowie der geringen Testkapazitäten erst weit nach Weihnachten zutage. In allen Fällen erwarten wir, dass aufgrund der beschränkten Zahl an PCR-Tests rund um die Weihnachtsfeiertage die gemeldeten Fälle stark sinken. Dies ist letztlich derselbe Effekt, der seit Beginn der Pandemie an den Wochenenden auftritt. Für Weihnachten erwarten wir, dass er sich verstärkt.

Wie trügerisch die gemeldeten Zahlen sein können, zeigt sich beim pessimistischen Szenario. Auch hier sinken die offiziellen Werte zunächst und schießen erst nach dem Jahreswechsel steil nach oben. Die tatsächliche Inzidenz pendelt sich jedoch schon Ende Dezember bei dem rund doppelten Wert der Vorweihnachtszeit ein.

Diese Zahlen lassen wenig Hoffnung auf ein schnelles Ende des Lockdowns. Wir halten sie allerdings für realistisch, weil angesichts der Ergebnisse des Lockdowns light und aktueller Umfragen wie der [COSMO-Studie](#) kein signifikanter Rückgang der privaten Kontakte zu erwarten ist.

Durch die mutmaßlich geringere Kapazität des Gesundheitssystems bezüglich Tests und Quarantäneanordnungen – hier denken wir an die gesamte Kette von Hausarztpraxen/Testzentren über Labore bis hin zu den Gesundheitsämtern – ist zudem zu erwarten, dass weniger Infektionen festgestellt und nachverfolgt werden können. Wenn die Menschen allerdings ohnehin nicht viel von offizieller Seite erwarten, steigt die Chance, dass sie das Heft des Handelns selbst in die Hand nehmen, wenn eine Infektion möglich scheint und andere über den eigenen Infektionsverdacht informieren und sich eigenständig bei einem Infektionsverdacht im Familien- und Freundeskreis isolieren.

### 3.2 Der Effekt von privater Kontaktverfolgung und Selbstquarantäne

Die Weihnachtsferien verbringen viele Personen im Familienkreis und mit engen Freunden. Die Kontakte mit Familie und Freunden sind zwar intensiver als andere und damit mit einer höheren

Infektionswahrscheinlichkeit behaftet, lassen aber darauf hoffen, dass Informationen über Symptome und bestätigte Infektionen umgehend weitergegeben werden. Die anderen Teilnehmer der Weihnachtsfeiern sind schnell benachrichtigt. Aufgrund der hohen Infektionswahrscheinlichkeit bei langen Treffen in Innenräumen besteht die begründete Hoffnung, dass ein guter Teil der Kontaktpersonen auch tatsächlich dem Quarantäneprotokoll folgt.

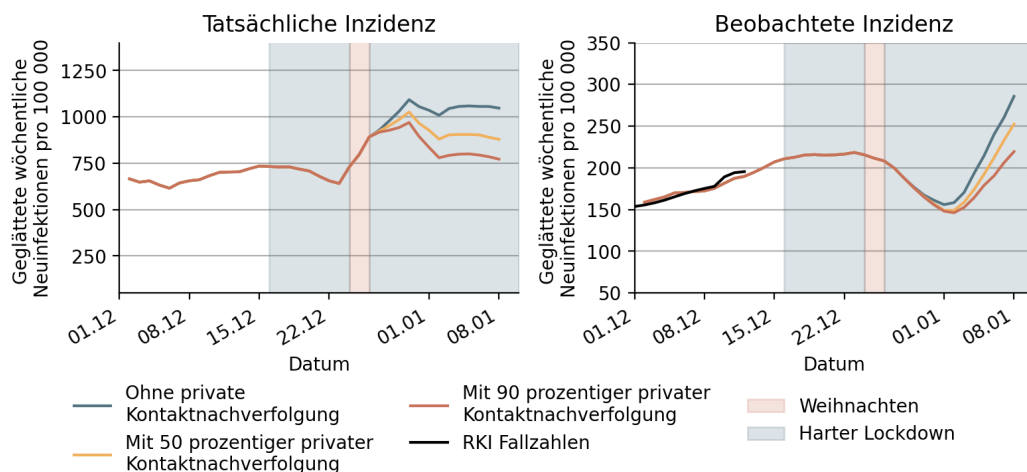


Abbildung 3: Die Effekte privater Kontaktnachverfolgung

Das linke Panel zeigt die Entwicklung der tatsächlichen Fallzahlen, das rechte die Entwicklung der beobachteten Fallzahlen zwischen 1. Dezember 2020 und 8. Januar 2021. Ausgehend von vermehrten Freizeitkontakten während der Weihnachtsferien und drei Weihnachtsfeiern mit gleichbleibenden Personenkreisen wird das Infektionsgeschehen bei anschließend nicht stattfindender (blau), 50 prozentiger (gelb) und 90 prozentiger (rot) privater Kontaktnachverfolgung und Kontaktreduktion als Reaktion auf Risikokontakte während der Feiertage gezeigt.

Wir simulieren, welche Effekte es hat, wenn diese private Kontaktnachverfolgung ab dem 27. Dezember für Kontakte während der Feiertage genutzt wird. In Abbildung 3 variieren wir ihren Grad. Das Ausgangsszenario ist die gelbe gestrichelte Linie in Abbildung 2; also die pessimistische Annahme bezüglich der allgemeinen Kontaktreduktion und Weihnachtsfeiern im festen Kreis. Menschen reagieren mit einer gewissen Selbstisolation nur auf eigene Symptome und eigene Testergebnisse. In den anderen beiden Szenarien reduzieren Menschen auch dann ihre soziale Aktivität, wenn mindestens eine Person, mit der sie Weihnachten gefeiert haben, später Symptome entwickelt oder ein positives Testergebnis erhält. In diesem Fall reduzieren alle anderen Teilnehmer ihre Kontakte um 50% (gelbe Linie) beziehungsweise 90% (rote Linie).

Im Vergleich zum Ausgangsszenario tritt im Szenario mit 90% Kontaktreduktion in der ersten Januarwoche eine um 25% geringere Inzidenz auf. Dies sind fast 230.000 Neuinfektionen weniger in der ersten Januarwoche. Selbst bei 50% Kontaktreduktion ist die Inzidenz in der ersten Januarwoche bereits um 16% oder 140.000 Fälle geringer.

Das entspricht bei unserer konstant angenommenen Dunkelziffer 70.000 bzw. 42.000 gemeldeten Fällen pro Woche. Die Effekte sind sehr groß dafür, dass nur eine relativ kleine Zahl an Personen ihr Verhalten ändern muss. In der oben gezeigten Simulation (pessimistisches Szenario mit Weihnachtsfeiern mit gleichbleibenden Personenkreisen) haben lediglich 5% der Bevölkerung einen Risikokontakt an Weihnachten. In der optimistischen Simulation sind es sogar nur 3%. Bei Weihnachtsfeiern mit drei wechselnden Personenkreisen ist das Risiko für jeden dementsprechend dreimal so hoch.

Die hohe Effizienz reflektiert das Informationsproblem in dieser Pandemie, welches darin besteht, dass Infektiosität schon gegeben ist, bevor Symptome auftreten. Zur frühzeitigen Unterbrechung von Infektionsketten ist es daher nötig, dass Kontakte umgehend benachrichtigt werden. Schon bei Inzidenzen im zweistelligen Bereich wird dies auf offiziellen Wegen schwierig - bei den derzeitigen

Infektionsraten ist es vollkommen unmöglich.

## 4 Fazit

Wir haben modelliert, wie sich die Covid-19-Pandemie unter den Bedingungen des harten Lockdowns über die Weihnachtstage und den Jahreswechsel entwickeln könnte. Der große Vorteil unseres Modells ist, dass ausschließlich Annahmen über die Änderungen verschiedener Kontaktarten zwischen Personen und Haushalten nötig sind. Im Gegensatz zu den meisten gängigen epidemiologischen Modellen erlaubt unser Modell, Politiken direkt als Kontaktreduktionen zu spezifizieren, ohne Annahmen darüber zu treffen, welchen Effekt diese Politiken auf die Reproduktionszahl haben werden. Zudem können wir die Verhaltensänderungen während des Lockdown Light und Umfragen nutzen, um die Veränderungen der verschiedenen Kontakte vorherzusagen.

Unsere Ergebnisse geben wenig Anlass zur Hoffnung, dass die Infektionszahlen über die Weihnachtstage und den Jahreswechsel nennenswert zurückgehen. Eher dürfte das Gegenteil der Fall sein, wenn Menschen sich wie in den vergangenen Wochen lediglich an den Wortlaut der Coronaschutzverordnungen halten. Wir zeigen einen Weg auf, Infektionsketten nachhaltig zu unterbrechen, der über Weihnachten effektiv sein könnte. Wenn die privaten Netzwerke funktionieren, alle Kontakte im Familien- und Freundeskreis direkt über Symptome oder positive Tests in Kenntnis gesetzt werden und die Betroffenen ihre Kontakte reduzieren, können dadurch über 200.000 Neuinfektionen allein in der ersten Januarwoche vermieden werden.

## Literatur

- 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).
- 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.combiomed.2020.103827](https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2020.103827).
- Gabler, Janoś, Tobias Raabe und Klara Röhrli (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/>.
- 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).
- 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).