

# Pendlerverflechtungen haben starken Einfluss auf die Verbreitung des Corona-Virus

Von Andreas Mense und Claus Michelsen



Das Corona-Virus hat die Weltwirtschaft in die Krise gestürzt. Zahlreiche Regierungen sahen sich angesichts der exponentiellen Verbreitung und der vielfach schweren Krankheitsverläufe zu weitreichenden Einschränkungen des gesellschaftlichen Lebens und der wirtschaftlichen Aktivität gezwungen. Seit Anfang März wurden in Deutschland Kontakt- und Ausgangsbeschränkungen sowie Verbote der Geschäftstätigkeit verhängt, Schulen und Kitas weitgehend geschlossen und strenge Hygienevorgaben erlassen. Mittlerweile hat sich die Zahl der gemeldeten Neuinfektionen deutlich reduziert und das Gesundheitssystem Deutschlands scheint bisher nicht überlastet. Auswertungen des Infektionsgeschehens zeigen, dass vor allem Pendlerverflechtungen großen Anteil an der Ausbreitung des Corona-Virus in Deutschland hatten. Schlechte Witterung und eine hohe Bevölkerungsdichte waren weitere Treiber des Infektionsgeschehens. Diese Erkenntnisse sind in der mittlerweile intensiven Debatte über Lockerungen wichtig, um das richtige Maß wirtschaftlicher Aktivität zuzulassen.

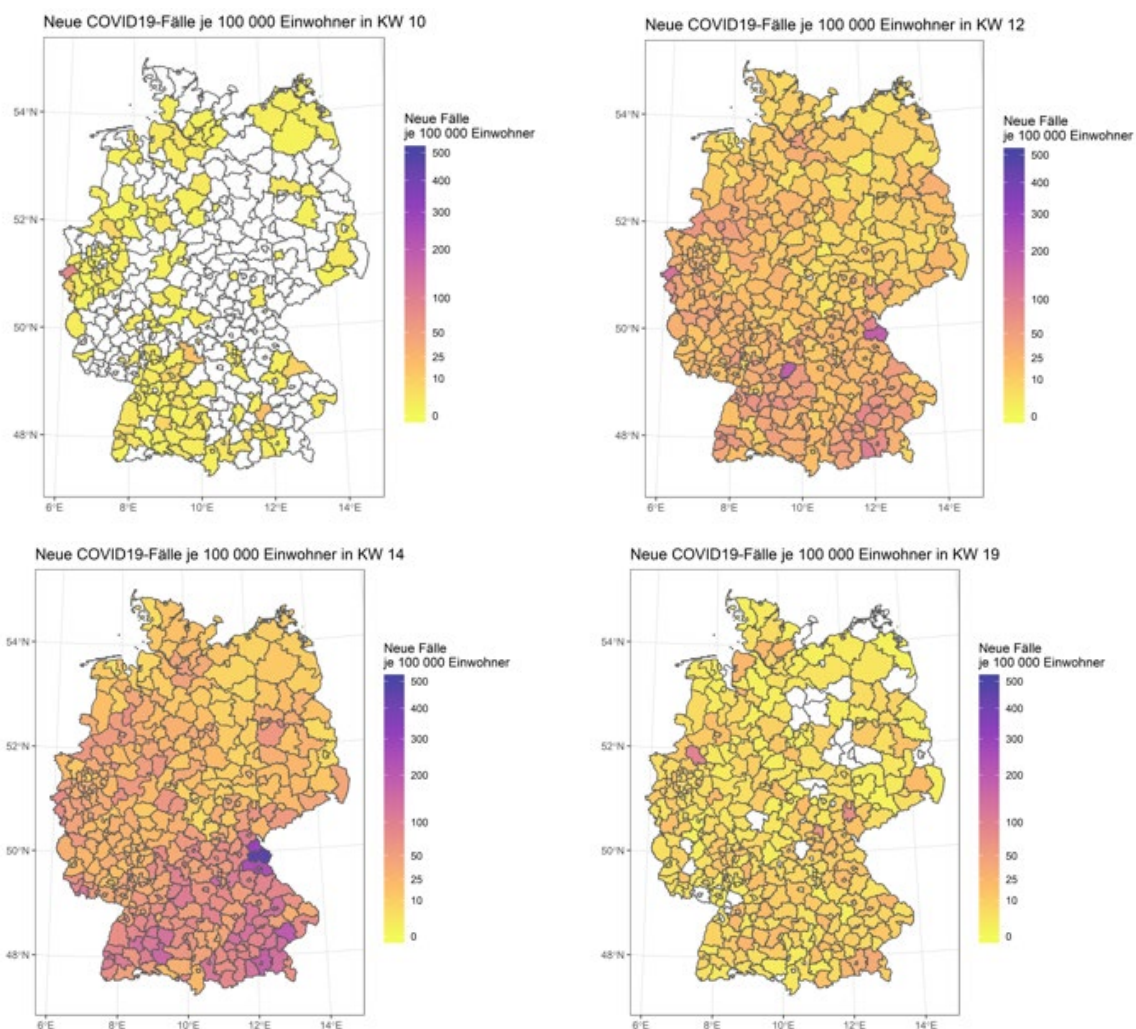
Nach nun über acht Wochen weitreichender Einschränkungen in Deutschland liegen mehr und mehr Daten über die Ausbreitung des Corona-Virus vor, die Aufschluss über wichtige Faktoren der Verbreitung des Virus geben. Die Infektionszahlen sind seit Mitte April erheblich gesunken, sowohl absolut als auch im Vergleich zum vorherigen Infektionsgeschehen. Das zeigt ein Blick auf die vereinfacht berechnete Nettoerproduktionsrate. Diese gibt an, wie viele Personen durchschnittlich durch eine in der Vergangenheit erkrankte Person an-

gesteckt wurden. Erste Auswertungen auf Länderebene deuten an, dass vor allem die Schließungen von Kinderbetreuungs- und Bildungseinrichtungen eine Verlangsamung herbeigeführt haben. Eindeutig belegt werden kann diese Hypothese allerdings nicht.<sup>1</sup>

### Räumlich differenziertes Infektionsgeschehen

Innerhalb der Bundesländer zeigen sich deutlich verschiedene Muster der Verbreitung, was auf weitere wesentliche Einflüsse hinweist. Ihren Ausgangspunkt nahm die Corona-Epidemie Ende Januar in Bayern, als die ersten Fälle nachgewiesen wurden. Bis Ende Februar war das Infektionsgeschehen in Deutschland noch auf wenige Kreise beschränkt. Innerhalb von nur zwei Wochen wurden Infektionen in allen Landesteilen nachgewiesen, allerdings mit deutlich unterschiedlicher Intensität (Abbildung 1).

**Abbildung 1: Räumliches Infektionsgeschehen im Zeitablauf**  
Zahl der Neuinfizierten je 100 000 EinwohnerInnen



Quellen: Robert-Koch-Institut; Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; eigene Berechnungen.

<sup>1</sup> Vgl. Tobias Hartl und Enzo Weber (2020): Welche Maßnahmen brachten Corona unter Kontrolle? Ökonomenstimme vom 12. Mai 2020 ([online verfügbar](#)).

In der frühen Phase des Epidemiegeschehens, in der zehnten Kalenderwoche, waren es vor allem die Ballungsräume, in denen vermehrte Infektionen gemeldet wurden, ehe die Epidemie nahezu alle Kreise erfasste. Allerdings gab es auch in der späteren Phase ein Gefälle zwischen Stadt und Land, was zunächst auf einen Zusammenhang des Infektionsgeschehens mit der Bevölkerungsdichte hindeutet. Gleichzeitig sprechen die räumlichen Muster dafür, dass es nicht allein die Städte sind, in denen das Virus auftritt. Das Virus verbreitet sich vielmehr auch im Umland der Städte, den klassischen Pendlereinzugsgebieten.

## Granulare Daten ermöglichen empirische Untersuchung

Ausgehend von dieser Beobachtung kann auf Grundlage der Informationen über das Infektionsgeschehen untersucht werden, welche Faktoren die Verbreitung des Corona-Virus beeinflusst haben.<sup>2</sup> Als Grundlage dienen die offiziell veröffentlichten Zahlen zum Infektionsgeschehen durch das Robert-Koch-Institut (RKI), die täglich für alle Kreise in Deutschland ausgewiesen werden. Naheliegend ist, dass die Wahrscheinlichkeit einer Infektion mit der Wahrscheinlichkeit des Kontakts zu bereits infizierten Personen steigt. Es dürfte für das Infektionsgeschehen auch bedeutsam sein, wie intensiv Regionen untereinander im Austausch stehen. Enge Pendlerverflechtungen erhöhen die Möglichkeit einer interregionalen Infektionsverbreitung.<sup>3</sup> BerufspendlerInnen könnten so wesentlich zur Verbreitung des Virus in der Fläche beigetragen haben. So können infizierte BerufspendlerInnen das Virus beispielsweise vom Arbeitsort an den Wohnort bringen, wo sich andere PendlerInnen anstecken, die das Virus wiederum zurück an den Arbeitsort tragen. In diesem Sinne wirken die wirtschaftlichen Zentren als Inkubatoren – weniger, weil in den dicht bevölkerten Städten die Einhaltung der Abstandsregeln schwerer möglich ist, als vielmehr aufgrund der engmaschigen Verbindungen zu einer Vielzahl anderer Orte.<sup>4</sup> Die Zahl der Neuinfektionen in einer Region dürfte sich zudem umso schneller vollziehen, je höher die Bevölkerungsdichte ist. Weiter wurden in sechs Bundesländern – Bayern, Berlin, Brandenburg, Saarland, Sachsen und Sachsen-Anhalt – neben Kontakt- auch Ausgangsbeschränkungen erlassen, was mit einem erhöhten Infektionsgeschehen begründet wurde.

Aus der Literatur zur Wahlforschung ist bekannt, dass Regenwetter zu geringerer Wahlbeteiligung führt und Bevölkerungsbewegungen insgesamt reduziert.<sup>5</sup> Es ist anzunehmen, dass bei schlechter Witterung relativ weniger Kontakte im Freien und mehr Kontakte in geschlossenen Räumen stattfinden. Bei guter Witterung wäre es umgekehrt. Eine Beschleunigung des Infektionsgeschehens könnte einerseits bei gutem Wetter in Gang kommen, wenn sich mehr Menschen durch das gute Wetter überhaupt erst treffen und (zu) nahe kommen. Andererseits könnten Infektionsketten auch bei schlechtem Wetter durch eine erhöhte Zahl an zwischenmenschlichen Kontakten in geschlossenen Räumen begünstigt werden, selbst wenn die Gesamtzahl der Kontakte geringer ist als bei gutem Wetter. Um die empirische Relevanz der beiden möglichen Übertragungskanäle zu vergleichen, wird in die Schätzung ein Interaktionsterm der Zahl der Regentage<sup>6</sup> in der jeweiligen Vorwoche mit der Zahl der Neuinfektionen in der Vorwoche aufgenommen. Dieser sollte positiv sein, wenn eine höhere Zahl an Kontakten in geschlossenen Räumen die Infektionsgefahr wesentlich stärker erhöht als eine vergleichbare Zahl an Kontakten im Freien.

---

<sup>2</sup> Diese Publikation basiert auf einem längeren Artikel im Wirtschaftsdienst, insbesondere die Methodik ist dort ausführlich dargestellt. Vgl. Andreas Mense und Claus Michelsen (2020): Räumliche Ausbreitung von COVID-19 durch interregionale Verflechtungen. *Wirtschaftsdienst* 6/2020 ([online verfügbar](#)).

<sup>3</sup> Jérôme Adda (2016): Economic activity and the spread of viral diseases: Evidence from high frequency data. *The Quarterly Journal of Economics* 131(2), 891–941.

<sup>4</sup> Neben BerufspendlerInnen können auf ähnliche Weise auch andere Kontakte über Kreisgrenzen relevant sein. Insofern kann nicht zweifelsfrei geschlossen werden, dass die gemessenen Effekte sich rein auf die Aktivitäten von BerufspendlerInnen zurückführen lassen.

<sup>5</sup> Mikael Persson, Anders Sundell und Richard Öhrvall (2014): Does Election Day weather affect voter turnout? Evidence from Swedish elections. *Electoral Studies* 33, 335–342.

<sup>6</sup> Die Zahl der Regentage wurde über die Regnie-Grid-Daten des Deutschen Wetterdienstes auf Kreisebene und Woche aggregiert. Gitterzellen mit weniger als 10 Millimeter Niederschlag je Quadratmeter wurden dabei als Tage ohne Niederschlag gewertet.

Diese möglichen Zusammenhänge wurden auf Grundlage eines statistischen Modells empirisch untersucht. Dabei wurde getestet, inwiefern Pendlerverflechtungen, Bevölkerungsdichte, Witterung und die weitreichenden Kontaktbeschränkungen einen Einfluss auf das Infektionsgeschehen hatten.

## **Bevölkerungsdichte und schlechte Witterung verstärken Verbreitung des Virus**

Die Ergebnisse zeigen, dass in den Kalenderwochen 10 bis 12, also vor Beginn der Kontaktbeschränkungen, jeder Infizierte im Schnitt etwa eineinhalb Personen innerhalb des Kreises des eigenen Wohnortes ansteckte. Ein großer Teil der Dynamik resultierte jedoch aus der Zahl der Neuinfizierten in Kreisen, die durch Pendlerbeziehungen miteinander verknüpft sind. Die Dynamik innerhalb von Kreisen mit hoher Bevölkerungsdichte war etwa doppelt so hoch wie innerhalb von Kreisen mit niedriger Bevölkerungsdichte. Dies lässt sich mit einer höheren durchschnittlichen Kontaktwahrscheinlichkeit in dichteren Regionen erklären: Je mehr Menschen auf begrenztem Raum leben, desto wahrscheinlicher ist es, dass physische Kontakte zwischen Infizierten und Nichtinfizierten stattfinden. In Bundesländern, die neben Kontakt- später auch Ausgangssperren verhängten, war die Dynamik ebenfalls deutlich höher als im Bundesdurchschnitt.

Schließlich trug auch eine schlechte Witterung erheblich zu einer erhöhten Ausbreitungsgeschwindigkeit des Virus bei. Gab es in einer Woche zwei Regentage mehr, so steckte eine neu infizierte Person durchschnittlich knapp eine weitere Person innerhalb des Kreises an. Dies deutet darauf hin, dass Kontakte im Freien weniger gefährlich sind als anfangs angenommen, wohingegen Kontakte in geschlossenen Räumen als Hauptübertragungsweg infrage kommen.<sup>7</sup>

## **Kontakt- und Ausgangsbeschränkungen gleichermaßen wirkungsvoll**

Nach Einführung der Kontaktbeschränkungen zeigt sich über alle Schätzungen hinweg, dass sich die Infektionsdynamik stark abgeschwächt hat. Zudem waren die Unterschiede zwischen dicht besiedelten und ländlichen Kreisen deutlich kleiner. Statistisch kann kein Unterschied zwischen Bundesländern mit und ohne Ausgangsbeschränkungen mehr nachgewiesen werden. Letzteres zeigt einerseits die Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen, lässt andererseits allerdings nicht den Schluss zu, dass die Ausgangsbeschränkungen („Verlassen der Wohnung nur mit triftigem Grund“) letztlich unnötig gewesen wären. Auch die Zahl der Regentage hatte in dieser Phase keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Infektionsdynamik mehr, was als Indiz für die Einhaltung der Kontaktbeschränkungen durch weite Teile der Bevölkerung gewertet werden kann, die auch Kontakte in geschlossenen Räumen offenbar auf ein Minimum reduzierten. Im Umkehrschluss legt dieses Resultat nahe, dass die in einigen Aprilwochen relativ vollen Parks in Großstädten die Infektionsdynamik nicht wesentlich beschleunigt haben.

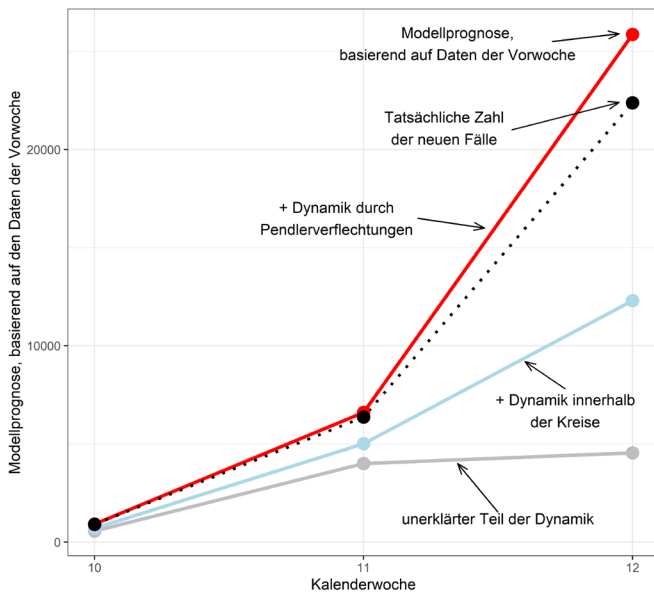
## **Pendlergeschehen mit dem stärksten Einfluss**

Über alle Schätzungen hinweg ist das Pendlergeschehen von sehr großer Bedeutung für die Verbreitung des Virus – die Intensität der Verflechtung einer Region mit anderen Regionen begünstigt das Infektionsgeschehen mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung. Kommt es in einem Landkreis zu vermehrten Corona-Fällen, dann ist dies in der folgenden Woche in eng verflochtenen anderen Regionen ebenfalls der Fall. Um die Bedeutung der Pendlerverflechtungen relativ zu anderen Einflussfaktoren abschätzen zu können, lässt sich die geschätzte Zahl der Neuinfektionen in den Kalenderwochen 10 bis 12 genauer aufschlüsseln (Abbildung 2).

---

<sup>7</sup> Der Interaktionsterm der Zahl der Regentage ist auch in Schätzungen mit weniger Interaktionstermen statistisch hoch signifikant. Der schwach signifikante Haupteffekt ist weniger robust und in anderen Spezifikationen teils insignifikant.

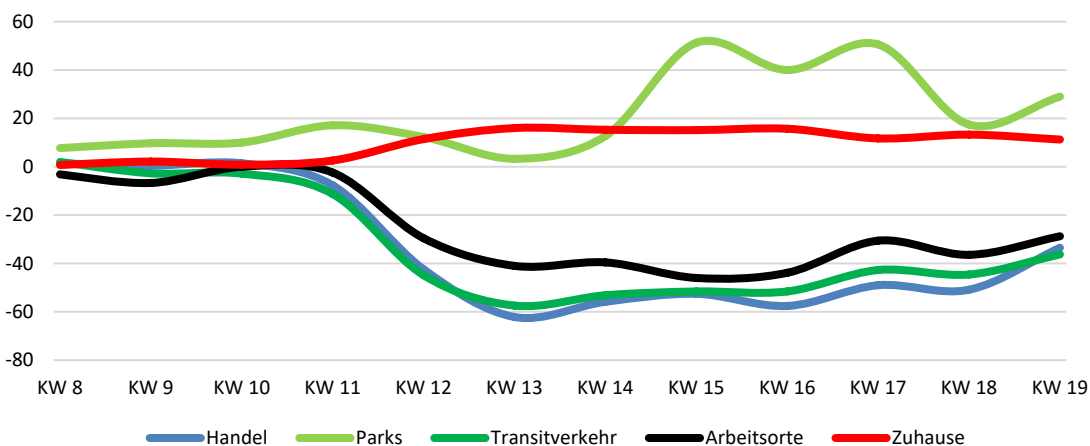
**Abbildung 2: Modellschätzungen und tatsächliche Zahl der gemeldeten Fälle**  
 Zerlegung der statistischen Schätzung



Quellen: Robert-Koch-Institut, eigene Berechnungen.

Es zeigt sich deutlich, dass die Pendlerverflechtungen großen Einfluss auf die Infektionsdynamik in Deutschland hatten. Insbesondere in Kalenderwoche 12 sind die mittelbar durch Pendlerverflechtungen entstehenden Infektionen für den mit Abstand größten Teil der neuen Fälle verantwortlich. Das liegt daran, dass in Kalenderwoche 11 bereits in fast allen Teilen Deutschlands Infektionen mit dem Corona-Virus gemeldet wurden, so dass es in der Folgewoche immense Wechselwirkungen zwischen den Kreisen geben konnte. Auch in Kalenderwoche 11 ist der Anteil der Pendlerverflechtungen bereits höher als der Anteil der Dynamik innerhalb des Kreises.<sup>8</sup>

**Abbildung 3: Aufenthaltsorte nach Mobilfunkzellen**  
 Abweichungen gegenüber dem jeweiligen Durchschnitt einer Woche in Prozent



Quellen: Google, eigene Berechnungen.

<sup>8</sup> Es ist anzumerken, dass das Modell die Dynamik in Kalenderwoche 12 leicht überschätzt.

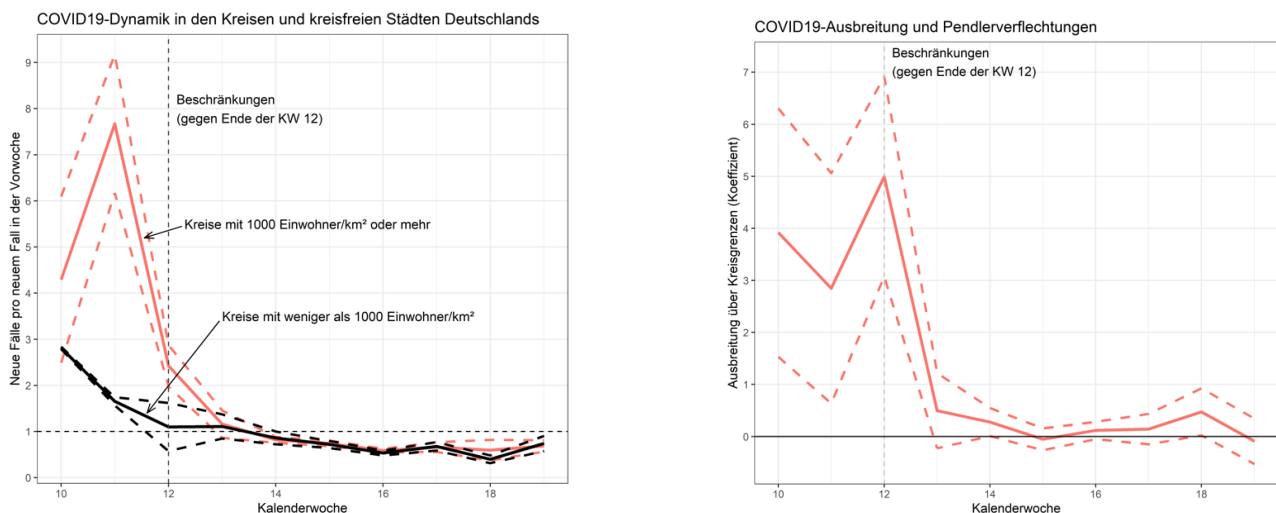
Der Zusammenhang ist nach den weitreichenden Maßnahmen ab der zwölften Kalenderwoche zwar weiterhin statistisch messbar, jedoch quantitativ wesentlich weniger relevant. Offenbar wurden die Pendlerbewegungen und Verflechtungen der Regionen erheblich geringer. Dies zeigen auch Auswertungen zur Mobilität (Abbildung 3). Die Verbreitung des Virus im Raum kann daher vor allem durch geringere Pendlerbewegungen eingeschränkt werden. Diese Beobachtung steht im Einklang mit Untersuchungen zur Verbreitung der saisonalen Grippe in Frankreich.<sup>9</sup>

## Dynamik schwächt sich durch Kontaktbeschränkungen schnell ab

Um besser bewerten zu können, wie schnell die Kontaktbeschränkungen sowie die zahlreichen begleitenden Maßnahmen zu einer Eindämmung der Ausbreitung des Corona-Virus beigetragen haben, wurde das Basismodell mit einer reduzierten Anzahl an Regressionstermen separat für jede Kalenderwoche geschätzt (Abbildung 4).

Eine markante Beobachtung ist, dass mit der Einführung weitgehender Beschränkungen in der zwölften Kalenderwoche die Unterschiede zwischen den Regionstypen verschwinden. Dieser Trend der Angleichung setzte bereits vor den eigentlichen Maßnahmen ein: Möglich scheint, dass Menschen ihr Verhalten bereits vorher angepasst haben und die Fernsehansprache von Bundeskanzlerin Angela Merkel das Gefahrenbewusstsein erhöht hat. Erste Ergebnisse zu den Effekten offizieller Ansprachen deuten zumindest darauf hin, dass diese signifikanten Einfluss auf die Erwartungsbildung in der Bevölkerung haben.<sup>10</sup>

**Abbildung 4: Infektionsgeschehen nach Bevölkerungsdichte**  
Zahl der Neuinfizierten in Relation zu Infektionen der Vorwoche



Quellen: Robert-Koch-Institut, eigene Berechnungen.

## Fazit: Home-Office stärken, Freiräume nutzen

Ein wichtiger Verbreitungsweg des Corona-Virus scheint über die interregionalen Pendlerverflechtungen zu führen. Darauf deuten die vorgelegten Auswertungen hin. Pendlerbewegungen können einerseits durch Wege zur

<sup>9</sup> Vgl. Adda (2016), a.a.O.

<sup>10</sup> Vgl. Peter Haan et al. (2020): Starke Erwartungsreaktionen auf Angela Merkels Covid-Erklärungen. DIW Discussion Paper Nr. 1865 ([online verfügbar](#)).

Arbeit entstehen, andererseits durch Fahrten an zentrale Orte mit entsprechenden Einzelhandels- und Dienstleistungsangeboten. Allerdings unterscheiden sich Arbeitskontakte oft deutlich von flüchtigeren Kontakten beim Einkaufen oder vergleichbaren Aktivitäten. So sitzen Menschen in Großraum- und Gemeinschaftsbüros in der Regel mehrere Stunden nebeneinander, während Aufenthalte in Geschäften in vielen Fällen nur wenige Minuten dauern. Außerdem kommen Pendlerbewegungen an den Arbeitsort wesentlich häufiger vor als Besuche in der Stadt zum Einkaufen.

Lockerungen sollten diese beiden Faktoren getrennt voneinander betrachten: So ist es für den Einzelhandel und Dienstleistungsunternehmen wichtig, ihren Geschäftsbetrieb wieder aufnehmen zu können. Dies erzeugt zwar ebenfalls intensivere Pendlerbewegungen, was die Verbreitung des Virus begünstigt. Dem kann aber durch Hygienemaßnahmen entgegengewirkt werden. Andererseits können die Möglichkeiten des Home-Office verstärkt genutzt werden, ohne große ökonomische Kosten zu verursachen. Dabei reduziert sich vor allem die Frequenz, mit der sich Menschen aus verschiedenen Wohnorten begegnen, was die Ausbreitungsdynamik stark abbremsen kann. Dies ist offenbar ein sehr wirksamer Weg, um das Infektionsgeschehen zu reduzieren.

In den vergangenen Wochen haben bereits viele Unternehmen von dieser Chance Gebrauch gemacht. Dies auch politisch zu unterstützen, wäre eine Möglichkeit, das Epidemiegesehen einzugrenzen. Eine Möglichkeit wäre, die Anschaffung notwendiger Infrastruktur für ein effizientes Home-Office zu unterstützen und die Einrichtung von Heimarbeitsplätzen entweder durch Zuschüsse oder besondere steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten attraktiver zu gestalten.

Es fehlen weiterhin stichhaltige Belege für die relative Wichtigkeit verschiedener Übertragungswege. Diese wären jedoch sehr wichtig, damit Maßnahmen stärker hinsichtlich ihres Kosten-Nutzen-Profiles bewertet werden können. Ein langfristig tragbares Bündel aus Maßnahmen muss sowohl ökonomisch vertretbar als auch wirkungsvoll sein, um den nötigen Rückhalt in der Bevölkerung zu haben.

Andreas Mense ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Sozialpolitik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg | [andreas.mense@fau.de](mailto:andreas.mense@fau.de)

Claus Michelsen ist Leiter der Abteilung Konjunkturpolitik am DIW Berlin | [cmichelsen@diw.de](mailto:cmichelsen@diw.de)

**Der Replikationscode für die Schätzungen und Grafiken kann unter <http://andreas-mense.de/covid19> heruntergeladen werden.**

#### Impressum

DIW Berlin – Deutsches Institut  
für Wirtschaftsforschung

Mohrenstraße 58, 10117 Berlin

Tel. +49 (30) 897 89-0

Fax +49 (30) 897 89-200

<http://www.diw.de>

Redaktion:  
Pressestelle des DIW Berlin

Pressekontakt:  
Sebastian Kollmann  
Tel.: +49 (30) 89789-250  
Mail: [presse@diw.de](mailto:presse@diw.de)

ISSN: 2567-3971

Alle Rechte vorbehalten  
© 2020 DIW Berlin

Abdruck oder vergleichbare  
Verwendung von Arbeiten  
des DIW Berlin ist auch in  
Auszügen nur mit vorheriger  
schriftlicher Genehmigung  
gestattet.