

DICHTE UND PANDEMIE

Gibt es räumliche Erklärungsmuster für das Infektionsgeschehen in Deutschland?

Das BBSR führt seit Ausbruch der COVID-19-Pandemie auf Basis der detaillierten Daten des Robert-Koch-Instituts (RKI) kleinräumige Analysen des Infektionsgeschehens durch und bereitet diese mithilfe der Tableau-Software anschaulich auf. Der Beitrag stellt ausgewählte Analyseergebnisse vor – und zeigt, ob bislang belastbare räumliche Zusammenhänge erkennbar sind.

Quelle: Laufende Raubeobachtung des BBSR, Corona-regional

Nadine Blätgen

ist Diplom-Geografin und arbeitet im Referat „Stadt-, Umwelt- und Raubeobachtung“ im BBSR. Ihre Arbeitsschwerpunkte sind, neben der Laufenden Raubeobachtung und Stadtbeobachtung, Visualisierungstechniken.
nadine.blaetgen@bbr.bund.de

Antonia Milbert

ist wissenschaftliche Referentin im BBSR-Referat „Stadt-, Umwelt- und Raubeobachtung“. Sie ist verantwortlich für Gemeinde- und Regionstypisierungen sowie Indikatorenkonzepte.
antonia.milbert@bbr.bund.de

Der Zusammenhang zwischen Dichte und der Ausbreitung von hochansteckenden Infektionskrankheiten ist ein wiederkehrender Aspekt in der anthropologischen Forschung (u. a. Bramanti 2011: 8, Vögele 2014: 45). Auch in der derzeitigen Diskussion zur Corona-Krise taucht die Frage auf, inwieweit Siedlungsdichte die Verbreitung begünstigt oder sogar erklärt (Siedentop/Zimmer-Hegmann 2020: 2). Eine hohe Siedlungs- beziehungsweise Einwohnerdichte führt in der Theorie zu engeren Kontakten und mehr Interaktionen zwischen den Einwohnerinnen und Einwohnern. Das beschleunigt die Verbreitung eines Virus. Dieser Zusammenhang von der Bevölkerungsdichte, der Urbanisierung und der Verbreitung von Epidemien und Pandemien leitet sich ab aus historischen Berichten und Erfahrungen in anderen Weltregionen. Insbesondere (Mega-)Städte und dicht besiedelte Orte könnten somit zu Hotspots von Epidemien werden (OECD 2020: 4). Allerdings ist der Zusammenhang bei näherer Betrachtung selten so eindeutig wie angenommen. Das beschreibt Bulst (1979: 49) bereits für die Pest im 14. Jahrhundert. Dass Städte „krankmachen“ oder „Seuchenherde“ sind, entspringt

nach Vögele (2014: 46) eher der Wahrnehmung als der Wahrheit. Was ist aber dran an der sich hartnäckig haltenden Theorie der Dichte als Beschleuniger der Virus-Übertragung von Mensch zu Mensch?

Der Beitrag untersucht, ob und wie die Siedlungsdichte die regionale Ausbreitung von COVID-19 in Deutschland beeinflusst. Dafür stehen tagesaktuelle und fein differenzierte Daten des Robert-Koch-Instituts (RKI) zum Infektionsgeschehen zur Verfügung, die sich mit Daten der Laufenden Raumbewertung des BBSR kombinieren lassen. Zu diesem Zweck hat das BBSR die interaktive Anwendung „Corona-regional“ (BBSR 2020a) entwickelt. Sie ermöglicht es sowohl Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern als auch interessierten Bürgerinnen und Bürgern, räumliche Unterschiede zwischen Stadt und Land zu verfolgen. Die Autorinnen zeigen in diesem Beitrag statistische Zusammenhänge der regionalen Ausbreitung in fünf verschiedenen Phasen der Corona-Pandemie auf und unterlegen ihre Ausführungen mit Abbildungen aus dem Corona-Tool.

Die Anwendung „Corona-regional“ und regionale Indikatoren

Die Anwendung „Corona-regional“ (www.bbsr.bund.de/corona-regional) schafft ein Informationsangebot für raumstrukturelle Analysen zu COVID-19. Sie zeigt seit Beginn des ersten Infektionsfalls in Deutschland am 2. Februar, welche Räume wie stark von der Pandemie betroffen sind, welche Regionen zu welchem Zeitpunkt als Hotspot galten und wie sich die Infektionen in allen 401 Stadt- und Landkreisen entwickeln. Dazu können Nutzerinnen und Nutzer Karten, Diagramme, tabellarische Auswertungen und die Fallstatistiken des RKI als Datensatz abrufen. Die Verknüpfung der RKI-Informationen mit Kreisstatistiken zur Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur ermöglicht den Vergleich von Stadt und Land. Basis ist hier vor allem der siedlungsstrukturelle Kreistyp, der die Kreise in kreisfreie Großstädte, städtische Kreise, ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen und dünn besiedelte ländliche Kreise differenziert (BBSR 2020b). Das Tool funktioniert vornehmlich über die visuelle Analyse, ergänzt um tabellarische Auswertungen.

Daten und Variablen des Corona-Tools

Das BBSR nutzt die aggregierten Daten der gemäß Infektionsschutzgesetz (IfSG) von den Gesundheitsämtern an das RKI übermittelten COVID-19-Fälle (RKI 2020). Die Gesund-

heitsämter melden die an COVID-19 Erkrankten und damit in Zusammenhang stehenden Todesfälle spätestens am nächsten Arbeitstag elektronisch an die zuständige Landesbehörde, die diese an das RKI weiterleitet. Die Fälle werden dem Landkreis zugeordnet, aus dem der Fall übermittelt wurde. Das entspricht in der Regel dem Wohnort oder gewöhnlichen Aufenthaltsort der betroffenen Person – und nicht dem Ort, wo sich diese wahrscheinlich angesteckt hat. Alle Stadt- und Landkreise verfügen über ein Gesundheitsamt oder eine Abteilung, die dafür zuständig ist. Es ist daher davon auszugehen, dass die Zuordnung zum Landkreis des Wohnortes der Betroffenen weitestgehend korrekt ist.

Die Darstellung der Neuinfektionen pro Tag bezieht sich auf das Meldedatum. Dadurch kann es zu zeitlichen Verzögerungen zwischen Infektionsgeschehen und Meldung kommen. Das BBSR aktualisiert die Daten in regelmäßigen Abständen (derzeit wöchentlich). Der neue Datensatz enthält immer auch die Korrekturen, die das RKI für zurückliegende Meldungen vorgenommen hat. Die Daten stehen ab dem 2. Februar 2020 bis zur Kalenderwoche vor dem aktuellen Datum zur Verfügung. Wegen der wöchentlichen Aktualisierung und überwiegend wöchentlichen Betrachtung der Fallzahlen verzichtet das BBSR darauf, die tagesaktuellen

zusätzliche Angaben zu Korrekturen des RKI mit in die Berechnungen aufzunehmen. Dadurch können die Daten der Corona-App in geringem und für regionale Betrachtungen vernachlässigbarem Maß von den veröffentlichten Daten des RKI abweichen.

Die für die Berechnung verwendeten Bevölkerungszahlen beziehen sich auf die Bevölkerung nach Altersjahren und Geschlecht auf Kreisebene zum Stand 31. Dezember 2018. Das sind die für die Kreisebene aktuellsten verfügbaren Bezugsgrößen. Die fehlende Aktualität der Bevölkerungszahlen lässt sich verschmerzen. Sie dienen nur zur Relativierung der absoluten Zahlen auf die Kreisbevölkerung und dem angemessenen Vergleich der höchst unterschiedlich großen und nach Alter strukturierten Kreise.

Im Tool lassen sich die einzelnen Landkreise über Fallzahlen je 100.000 Einwohner insgesamt oder differenziert nach sechs Altersgruppen betrachten: 0 bis 4 Jahre, 5 bis 14 Jahre, 15 bis 34 Jahre, 35 bis 59 Jahre, 60 bis 79 Jahre und 80 Jahre und älter – auch nach Geschlecht getrennt. Die statistische Analyse basiert auf weiteren Kennzahlen des BBSR, um die Frage nach Dichte oder anderen regionalen Einflussfaktoren aus das Pandemiegeschehen in Deutschland zu beleuchten.

Variablen für statistische Analysen

Als ein Aspekt der Dichte, die die Ausbreitung der Pandemie begünstigt, gelten die erhöhten Kontaktmöglichkeiten in urbanen Regionen: Urbanität ist verbunden mit einer höheren Mobilität. Der Mensch begünstigt durch (globale) Reisen, rege Geschäftsbeziehungen, höhere Interaktionen sowohl im Geschäfts- wie im Privatbereich die Verbreitung des hochansteckenden Virus. Bulst (1979: 49 f.) hat für die Ausbreitung der Pest im 14. Jahrhundert bereits auf die Bedeutung von Wanderungen und Wanderarbeit hingewiesen. So schätzt auch die OECD (2020: 4), dass sich die Ausbreitung in den Städten und Regionen hoher Dichte potenziell beschleunigt – vor allem durch ihre Funktion als „hubs for transnational business and movement“.

Ein weiterer Faktor ist die unterschiedliche Verwundbarkeit von unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen. Ärmere Bevölkerungsschichten nutzen unter anderem in höherem Maße Massentransportmittel. Damit setzen sie sich einem höheren Risiko der Ansteckung als auch der größeren Beteiligung an der Ausbreitung aus. Der jüngeren Bevölkerung, die teilweise seltener über einen eigenen Pkw verfügt und – zumindest in Städten – häufiger den öffentlichen Verkehr als Transportmittel nutzt, wird ebenfalls ein höheres Risiko der Ansteckung und Verbreitung unterstellt. Unabhängig

davon, ob die Kausalketten dieser Logik wirklich folgen: Erste Analysen legen nahe, neben Siedlungsstrukturen und Mobilitätsfaktoren auch Alters- und Einkommensstrukturen zu berücksichtigen (vgl. Botermann 2020, Siedentop/Zimmer-Hegmann 2020, Wachtler et al. 2020).

Die Dichte und das Ausmaß der Gelegenheiten bildet diese Analyse mit folgenden zwei Indikatoren ab: Die Siedlungsdichte indiziert, wie stark die Lebensverhältnisse der Bevölkerung am Wohnort beengt sind. Daneben fasst das regionale Bevölkerungspotenzial die Tagesbevölkerung (also Einwohnerinnen und Einwohner plus Ein- minus Auspendlerinnen und -pendler) am Wohnort selbst und in abnehmenden Anteilen auch der umliegenden Gemeinden zusammen. Es steht für eine hohe (potenzielle) Interaktivität und das mögliche Zusammentreffen von Menschen. Dabei beschreibt es, um wieviel mehr Menschen die Wohnbevölkerung in den Regionen durch Leben, Arbeiten, Konsumieren und Handel täglich über- oder unterschritten wird.

Die Mobilität der Menschen bilden drei Indikatorbereiche ab: Ein- und Auspendlerquoten, Zuzugsraten und Gästeankünfte im Fremdenverkehr. Diese Indikatoren beschreiben den Austausch der Region mit anderen Regionen, entweder auf täglicher (Pendeln) oder sporadischer (Wanderungen und Fremdenverkehr) Basis. Bei den Zuzügen und den Gästeankünften kann nach Herkunft aus dem In- oder Ausland unterschieden werden. Dies soll auch den Blick auf die internationale Verflechtung der Region erlauben. Die teils starken Pendelbeziehungen in Grenzregionen mit dem benachbarten Ausland lassen sich dagegen wegen fehlender räumlich differenzierter Daten leider nicht in diese Analyse einbeziehen.

Zur soziodemografischen Kontrolle werden folgende Indikatoren betrachtet:

- das Durchschnittsalter als zusammenfassende Kennzahl für die Altersstruktur der Bevölkerung
- das verfügbare Einkommen der Haushalte als Indikator zur Beschreibung der unterschiedlichen Wohlstandslevel in den Regionen
- der Anteil von Einwohnerinnen und Einwohnern, die in irgendeiner Form Mindestsicherungsleistungen beziehen. Dieser Teil der Bevölkerung verfügt über die geringsten (finanziellen) Kapazitäten, um sich vor einer Ansteckung zu schützen oder dem Ansteckungsrisiko physisch auszuweichen.

Die Analyse

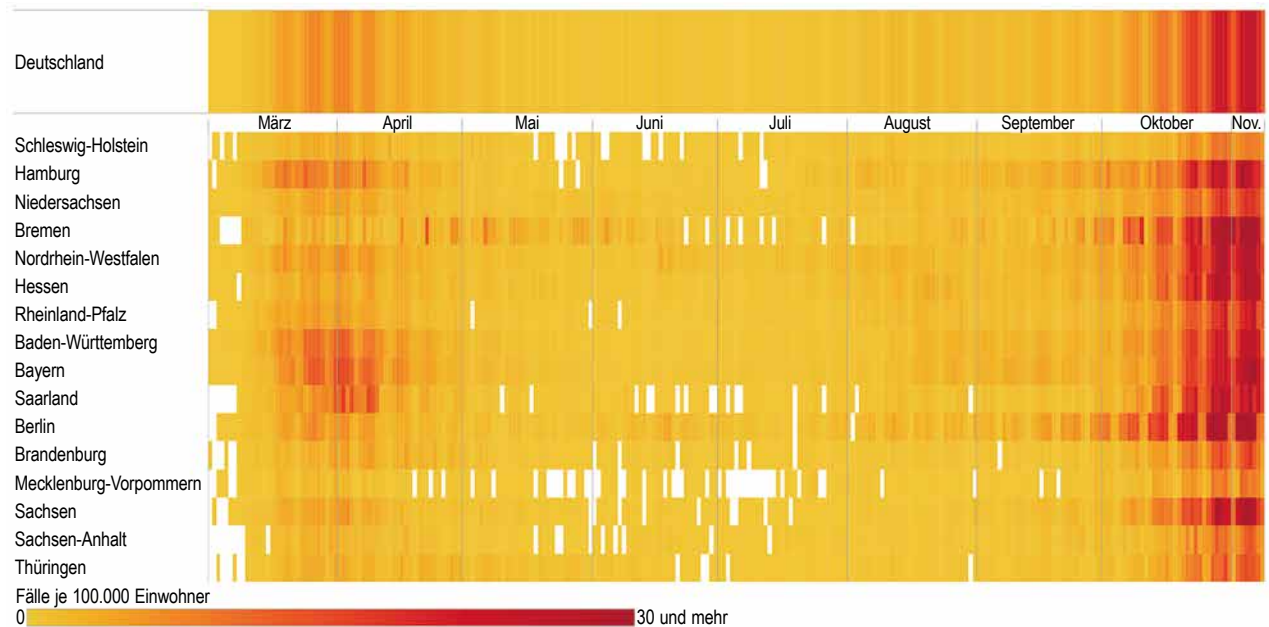
Der Verlauf der Pandemie in zeitlicher und regionaler Perspektive

Die erste Infektionswelle traf Deutschland Mitte März. Abbildung 1 verdeutlicht Zeiten hoher und niedriger Infektionszahlen über eine Farbskala, die mit dem Anstieg der COVID-19-Fallzahlen vom gelben in den roten Farbbereich wechselt. Mit Beginn der Kontaktbeschränkungen ab dem 21. März 2020 verringerten sich die Fallzahlen rasch. Der Anstieg Anfang August lässt sich vor allem im unteren Bereich der Abbildung daran erkennen, dass wieder vermehrt rote Farbzellen auftreten. Deutlich wird aber auch, dass die Infektionszahlen im Sommer nicht so stark wie während der ersten Welle anstiegen. Ab Oktober dann zeichnet sich eine zweite, deutlich stärkere Welle ab.

Abbildung 1, ein Auszug aus dem Tool „Corona-regional“, erlaubt auch den Blick auf das Infektionsgeschehen in den

Bundesländern sowie innerhalb der Bundesländer auf die Stadt- und Landkreise. Sie zeigt, welche Bundesländer und Kreise die erste Welle besonders stark traf, wann die Infektionszahlen moderat oder wieder steigend sind und in welchen Perioden gar keine Neuinfektionen (weiße Flächen) gemeldet wurden. Baden-Württemberg, Bayern und Hamburg weisen zu Beginn der Pandemie hohe Fallzahlen auf, das Saarland trifft die erste Welle Ende März bis Anfang April und das Land Bremen ab etwa Mitte April. Insbesondere Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt haben ein geringes Infektionsgeschehen zu verzeichnen. Zwischen dem 16. März 2020 (Schließung der Schulen und Kindertageseinrichtungen) und Ostern (12. April 2020) verzeichneten Baden-Württemberg und Bayern mit durchschnittlich 8,1 und 9,2 die meisten COVID-19-Fälle je 100.000 Einwohner. Im gleichen Zeitraum lagen die COVID-19-Fälle je 100.000 Einwohner in allen neuen Bundesländern mit Ausnahme

1 Gemeldete COVID-19-Fälle pro Tag je 100.000 Einwohner im Zeitverlauf nach Bundesländern

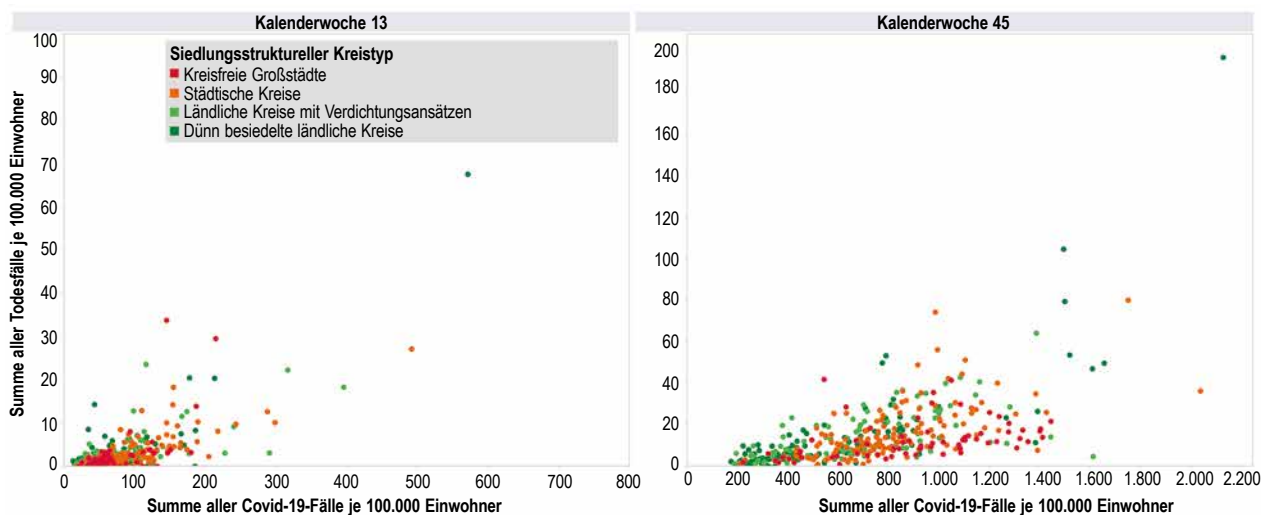


Diese Ansicht zeigt eine „Heatmap“. Jeder Tag (seit dem 1. März), an dem mindestens ein neuer Fall gemeldet wurde, ist durch einen eingefärbten Kasten dargestellt. Die Intensität der Rotfärbung bezieht sich auf die Anzahl der neu gemeldeten Fälle je 100.000 Einwohner: je roter die Färbung, desto höher die bevölkerungsgewichteten Fallzahlen. Durch die hohen Fallzahlen in Oktober/November schwächt sich jedoch die Farbgebung im März und April ab. Mithilfe des Mouseovers lassen sich die tagesbezogenen Fallzahlen in der Web-Anwendung Corona-regional absolut sowie je 100.000 Einwohner abrufen.

Quelle: Laufende Raubeobachtung des BBSR, Corona-regional; Daten: Robert-Koch-Institut (RKI)

2

Anzahl COVID-19-Fälle und Todesfälle in KW 13 (links) und KW 45 (rechts)



Das Streudiagramm zeigt auf der x-Achse die Summe aller Fälle je 100.000 Einwohner und auf der y-Achse die Summe aller Todesfälle je 100.000 Einwohner. Jeder Punkt im Diagramm markiert einen Stadt- oder Landkreis, farblich gekennzeichnet durch den siedlungsstrukturellen Kreistyp.

Quelle: Laufende Raumbbeobachtung des BBSR, Corona-regional; Daten: Robert-Koch-Institut (RKI)

Berlins im Mittel zwischen 1,9 und 7,4. Mecklenburg-Vorpommern ist das Bundesland mit den meisten Tagen ohne neue Fallzahlen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gehen davon aus, dass dies vor allem daran liegt, dass die in Mecklenburg-Vorpommern durchschnittlich ältere Bevölkerung immobiler ist und das Land wirtschaftlich nicht so stark vernetzt ist wie andere Bundesländer (vgl. ZEIT Online 2020). Seit August steigen die Zahlen wieder an und liegen viele Wochen noch um ein Mehrfaches unter den Werten im März. Ab Anfang Oktober kündigt sich die zweite Welle an, die bis Anfang November immer wieder neue Höchstzahlen an Neuinfektionen hervorbringt. Auch hier sind erneut Unterschiede im Bundeslandvergleich deutlich zu erkennen.

Bei den Stadt- und Landkreisen zeigen sich zeitlich befristete und lokale Häufungen von Hotspots sowie die Phasen stärkerer und geringerer Betroffenheit. Viele Kreise haben nach der ersten Welle eine mehr oder weniger lange Phase ohne Neuinfektionen erlebt. Je mehr Einwohnerinnen und Einwohner in einem Kreis leben, desto wahrscheinlicher ist es, dass sich über den gesamten Zeitraum immer wieder Menschen mit COVID-19 infizieren.

Die Streudiagramme von Abbildung 2 beziehen sich auf die kumulierten COVID-19-Fälle und die damit im Zusammenhang stehenden Todesfälle. Der linke Teil zeigt diesen Zusammenhang in der ersten Hochphase der registrierten Neuinfektionen für Kalenderwoche 13 (KW 13). Der rechte Teil bildet die Gesamtzahlen über den Zeitraum vom 1. März bis 11. November (KW 46) ab. Trotz der unterschiedlichen Zeitbezüge gleichen sich die Grafen sehr stark (zu beachten sind die unterschiedlichen Skalen in den beiden Abbildungen). Mit steigenden Infektionszahlen steigen auch die Todesfälle. Eine Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur – die Kreise sind über farbliche Symbole in die vier Kreistypen differenziert – zeigt sich dabei nicht. Hohe Fallzahlen zu Beginn der Pandemie schreiben sich bei der Betrachtung des Gesamtzeitraums fort. Dieses Bild verändert sich nur dann, wenn lokale Hotspots die generellen Infektionstrends in vergleichbaren Siedlungskategorien durchbrechen. Die großen Ausbrüche zum Beispiel in Schlachthöfen, bei Erntehelferinnen und -helfern in eher ländlich strukturierten Kreisen sowie in Pflegeheimen oder bei (familiären) Großveranstaltungen auch in städtischen Kreisen sind ein Indiz dafür, dass es insbesondere zu Beginn der Pandemie keine siedlungsstruk-

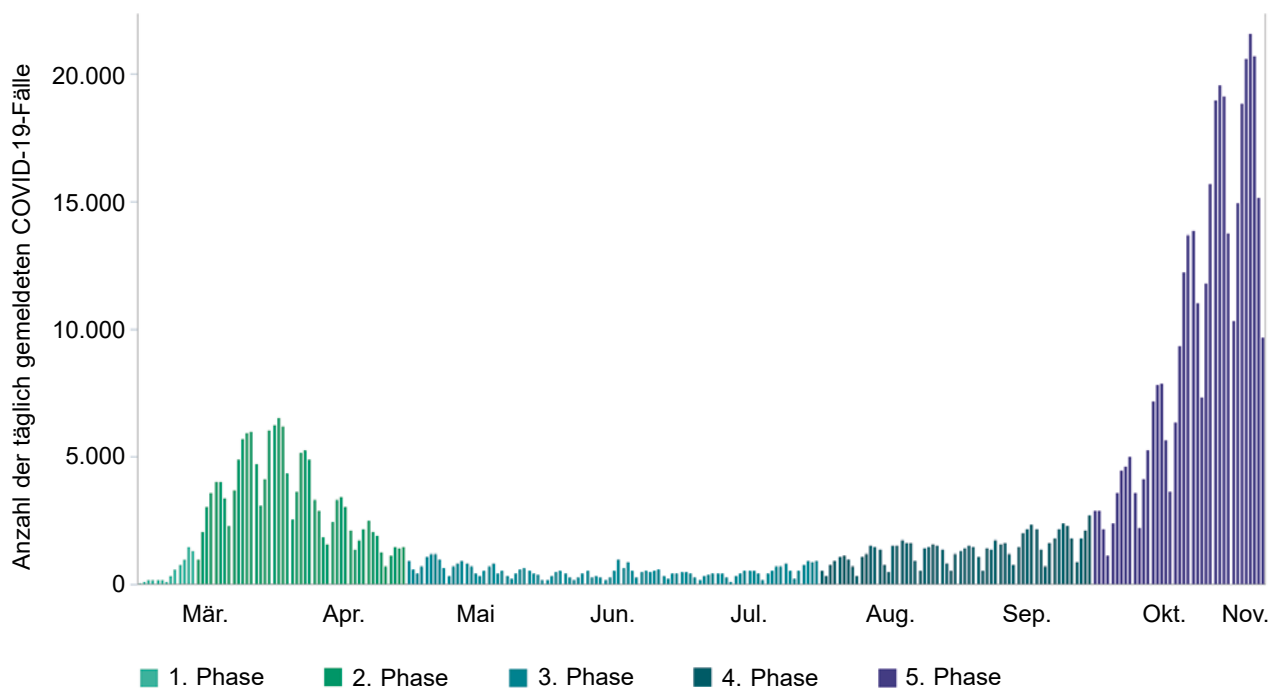
turellen Abhängigkeiten gab. Ein Kreis, in dem das Infektionsgeschehen zu einem bestimmten Zeitpunkt besonders hoch war oder ist, wird auch dann noch als stark betroffen angezeigt, wenn das Infektionsgeschehen wieder abgeklungen ist und/oder einem eher durchschnittlichen Infektionsgeschehen folgt. Ein Beispiel ist der bayerische Landkreis Tirschenreuth, der früh als Hotspot registriert wurde und noch immer bundesweit über den gesamten Zeitraum die höchsten einwohnerbezogenen Fallzahlen aufweist.

Aufgrund des zeitlich unterschiedlichen Verlaufs der Pandemie bietet es sich daher an, die Zeit seit dem ersten Auftreten Anfang Februar bis zum Redaktionsschluss dieses Hefts Anfang November 2020 in fünf Abschnitte oder Phasen zu unterteilen:

- 1. Phase = erste Infektionsherde (2. Februar bis 14. März)
- 2. Phase = erste Welle (15. März bis 30. April)
- 3. Phase = Beruhigung und niedrige Infektionszahlen (1. Mai bis 31. Juli)
- 4. Phase = Intensivierung des Infektionsgeschehens nach den ersten Urlaubsrückkehrern (1. August bis 30. September)
- 5. Phase = zweite Welle (ab 1. Oktober)

3

Phasen des Infektionsgeschehens

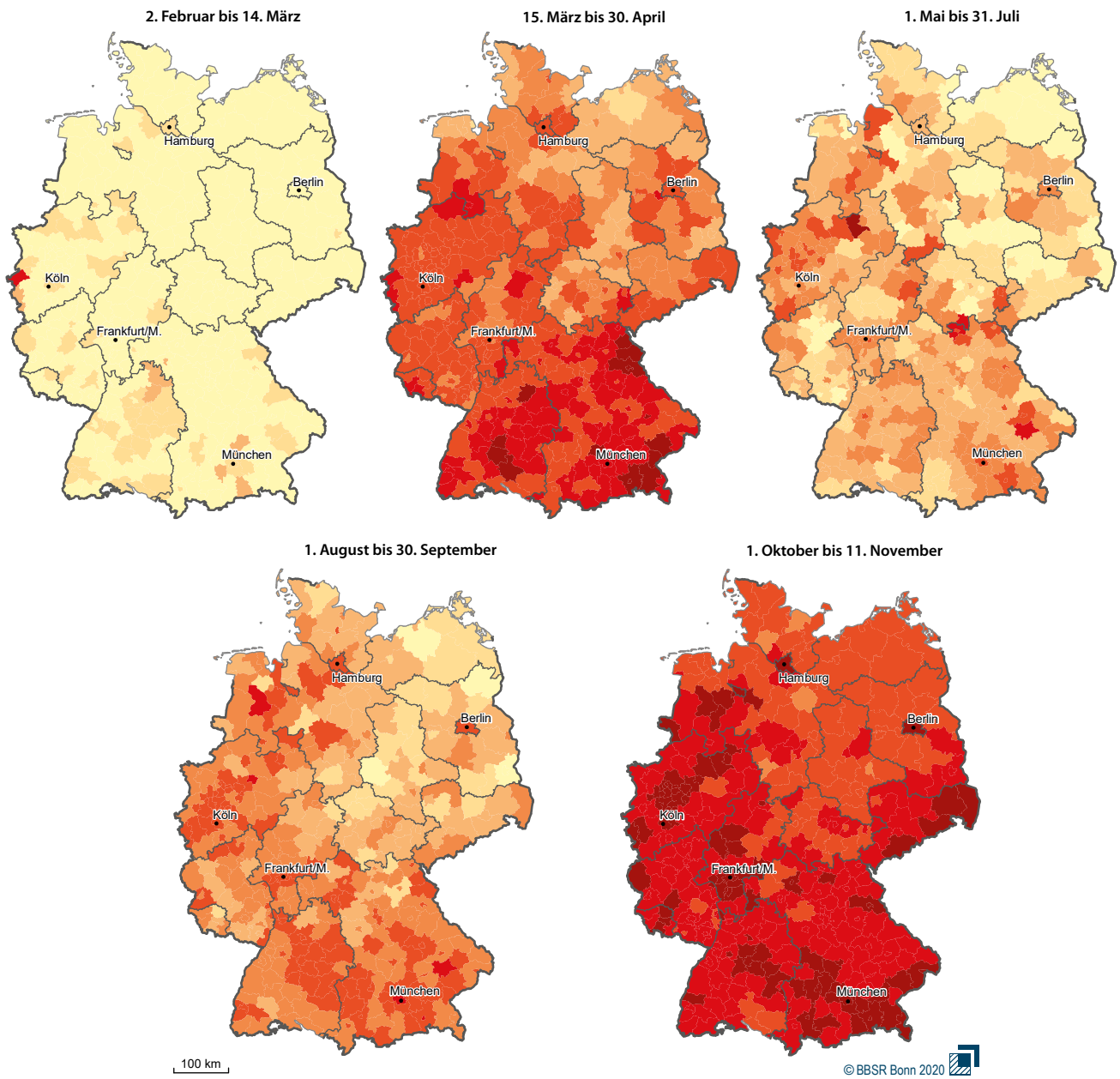


Quelle: Laufende Raubeobachtung des BBSR, Corona-regional; Daten: Robert-Koch-Institut (RKI)

Diese Phasen sind offiziell so nicht festgelegt, sondern leiten sich von den bundesweiten COVID-19-Neuinfektionen je 100.000 Einwohner ab (vgl. Abb. 3). Wie die weiteren Analysen und Erörterungen zeigen, lässt sich der Einfluss der siedlungsstrukturellen und sozioökonomischen Faktoren innerhalb dieser Phasen besser prüfen als anhand der Gesamtzahlen seit Aufzeichnung.

Abbildung 4 zeigt die regionale Verteilung der gemeldeten COVID-19-Erkrankten je 100.000 Einwohner innerhalb der Phasen. Abbildung 5 stellt anteilmäßig die Tage innerhalb der Phasen dar, in denen keine neuen positiv getesteten Personen gemeldet wurden. Beide Indikatoren stehen in einem gewissen räumlichen Zusammenhang: Je seltener die Zeiten, in denen keine Neuinfektionen gemeldet wurden, desto höher sind die durchschnittlichen Infektionszahlen. Sie sind aber in ihrer regionalen Verteilung nicht identisch. Diese beiden Variablen für die jeweils fünf Phasen bilden hier die Größen zum Infektionsgeschehen. Die statistische Analyse nutzt sie als abhängige Variablen, um den visuellen Eindruck auf statistische Zusammenhänge zu überprüfen.

Gemeldete COVID-19-Fälle während der fünf Phasen der Pandemie in Deutschland

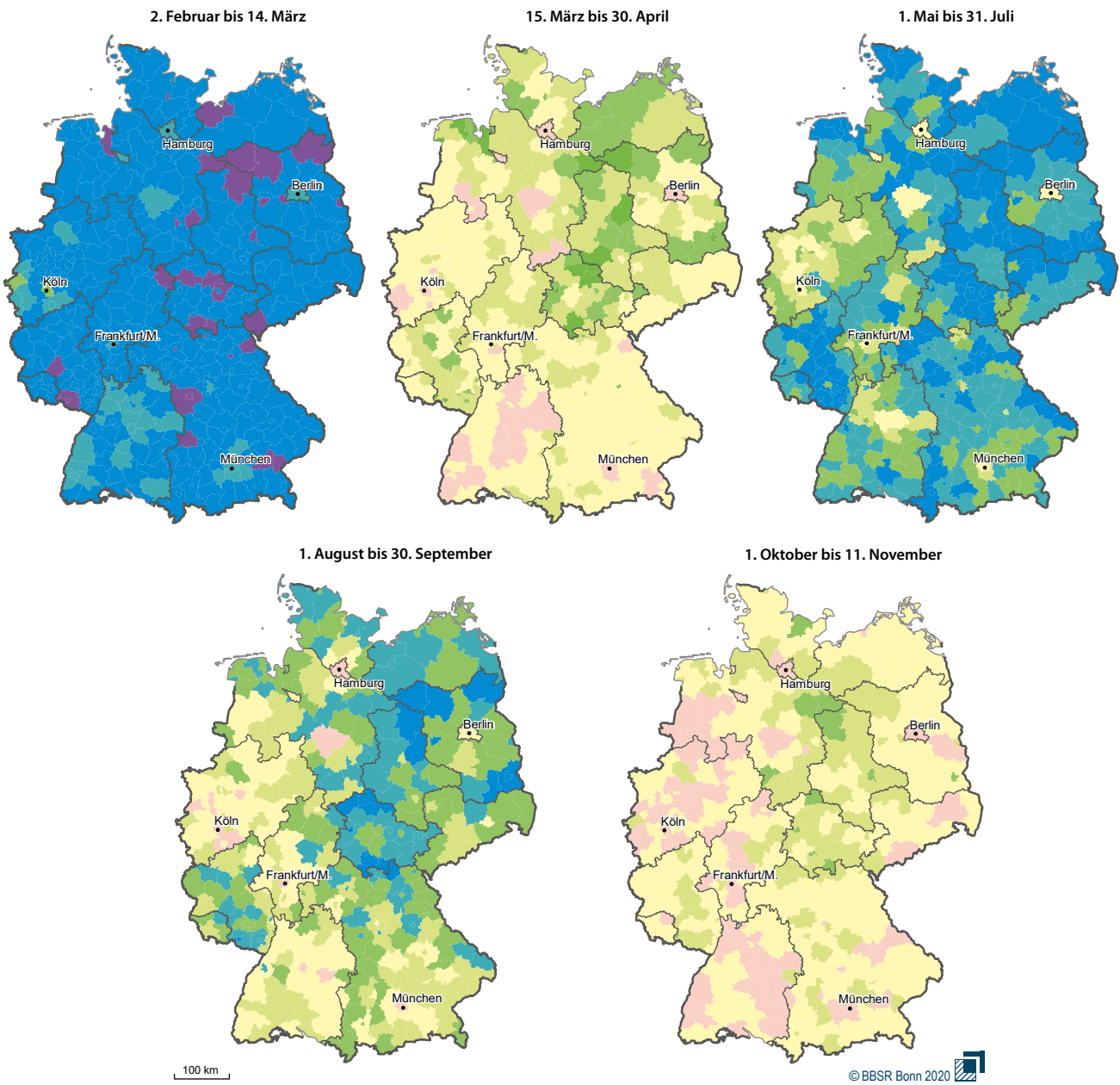


Gemeldete COVID-19-Fälle in der Phase insgesamt je 100.000 Einwohner

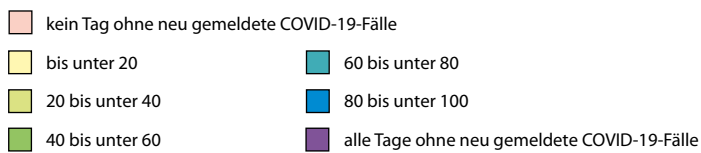


Datenbasis: RKI, Laufende Raubeobachtung des BBSR
 Geometrische Grundlage: Kreise (generalisiert), 31.12.2018 © BKG/GeoBasis-DE
 Bearbeitung: N. Blätgen, A. Milbert

Tage ohne neu gemeldete COVID-19-Fälle während der fünf Phasen der Pandemie in Deutschland



Anteil der Tage ohne neu gemeldete COVID-19-Fälle während der Phase in %



Datenbasis: RKI, Laufende Raumbeobachtung des BBSR
 Geometrische Grundlage: Kreise (generalisiert), 31.12.2018 © BKG/GeoBasis-DE
 Bearbeitung: N. Blätgen, A. Milbert

Stadt-Land-Unterschiede im zeitlichen Verlauf

Die Verknüpfung der gemeldeten COVID-19-Fälle mit dem siedlungsstrukturellen Kreistyp bringt erste Hinweise, ob oder wann es Stadt-Land-Unterschiede im Infektionsgeschehen gibt. Die Typenbildung basiert auf folgenden Siedlungsstrukturmerkmalen: Bevölkerungsanteil in Groß- und Mittelstädten, Einwohnerdichte der Kreisregion und Einwohnerdichte der Kreisregion ohne Berücksichtigung der Groß- und Mittelstädte.

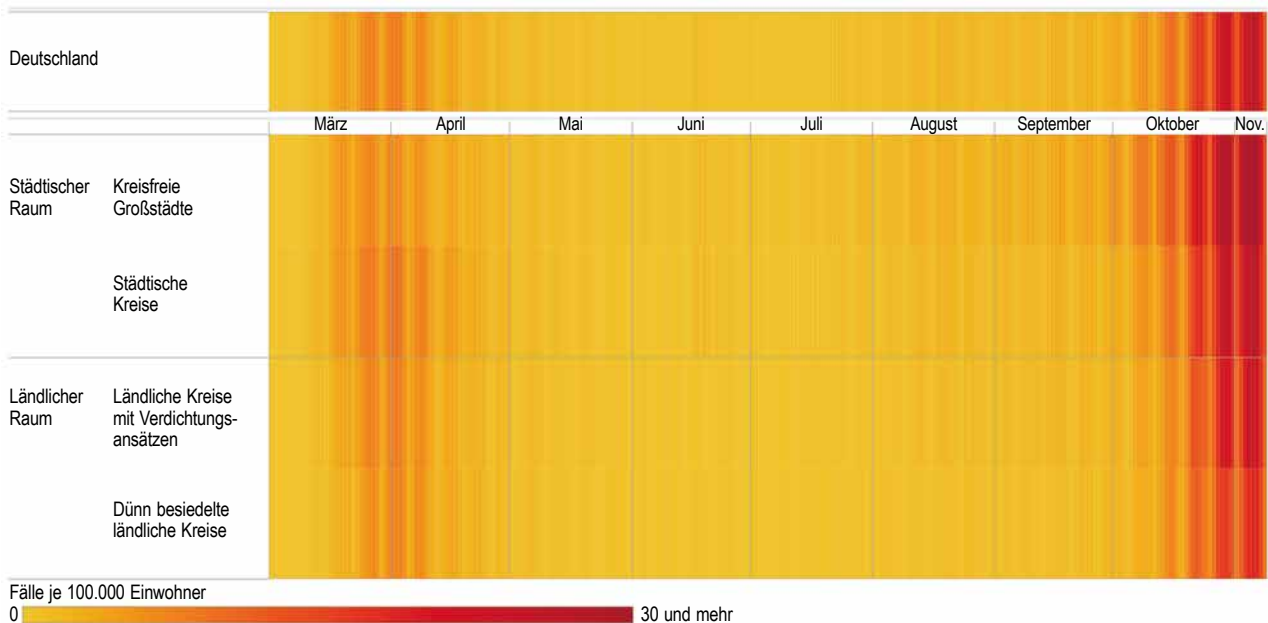
Abbildung 6 zeigt die täglich gemeldeten COVID-19-Fälle je 100.000 Einwohner seit Beginn der Pandemie in Deutschland für die siedlungsstrukturellen Kreistypen. Sie lassen sich vereinfachend in den städtischen und in den ländlichen Raum zusammenfassen. Für den Gesamtzeitraum vom 1. März bis Anfang November lagen die durchschnittlichen neu gemeldeten Neuinfektionen je 100.000 Einwohner im städtischen Raum mit 3,6 gegenüber dem ländlichen Raum mit 2,4 nur leicht höher. Innerhalb des städtischen Raums liegen

die durchschnittlichen Neufälle je 100.000 Einwohner in den kreisfreien Großstädten bei 3,9 und in den städtischen Kreisen bei 3,3. Innerhalb des ländlichen Raums sind die Fallzahlen in ländlichen Kreisen mit Verdichtungsansätzen mit 2,6 je 100.000 Einwohner marginal höher als in dünn besiedelten ländlichen Kreisen mit 2,2. Zeitweilig – während der ersten Welle und insbesondere vom 13. bis zum 16. März 2020 – waren die Unterschiede zwischen Stadt und Land ausgeprägter: Im städtischen Raum lagen die Fallzahlen bei 2,7 je 100.000 Einwohner und Tag, im ländlichen Raum bei 1,4. Zudem sind die Fallzahlen von Anfang August bis Mitte September im städtischen Raum mit 1,7 je 100.000 Einwohner doppelt so stark gestiegen wie im ländlichen Raum (0,9).

Die Siedlungsstruktur, gemessen über die Siedlungsdichte, korreliert bisher nur in der 3. und 4. Phase mit dem Infektionsgeschehen (vgl. Abb. 12, S. 44). Um die linearen Korrelationen statistisch sauber abzubilden, werden die schief verteilten Fallzahlen je 100.000 Einwohner als abhängige Variablen und alle Einflussindikatoren abgesehen vom Durch-

6

Gemeldete COVID-19-Fälle pro Tag je 100.000 Einwohner im Zeitverlauf nach Raumtypen



Diese Ansicht der „Heatmap“ bezieht die Fallzahlen auf siedlungsstrukturelle Raumtypen des BBSR. Jeder Tag (seit Auftreten des ersten Falls in Deutschland), an dem mindestens ein neuer Fall gemeldet wurde, ist durch einen eingefärbten Kasten dargestellt. Die Intensität der Rotfärbung bezieht sich auf die Anzahl der neu gemeldeten Fälle je 100.000 Einwohner; je roter die Färbung, desto höher die bevölkerungsgewichteten Fallzahlen. Mithilfe des Mouseovers lassen sich die tagesbezogenen Fallzahlen in der Web-Anwendung Corona-regional absolut sowie je 100.000 Einwohner abrufen.

Quelle: Laufende Raumbewertung des BBSR, Corona-regional; Daten: Robert-Koch-Institut (RKI)

schnittsalter durch Logarithmieren in die Normalverteilung gebracht. In der 4. Phase beträgt die Korrelation zwischen COVID-19-Infizierten und Siedlungsdichte 0,582. Bezogen auf die Tage ohne Neuinfektionen beläuft sich der Zusammenhang in Phase 3 auf $-0,517$ und in Phase 4 auf $-0,585$. Je höher die Siedlungsdichte, desto stärker ist während der 3. und 4. Phase also das Infektionsgeschehen und desto seltener gibt es Tage ohne Neuinfektionen. Die Korrelationen sind jedoch als mäßig stark einzustufen. Für alle anderen Phasen gestaltet sich der Einfluss der Siedlungsdichte als eher unbedeutend.

Auch die Mobilität wirkt entsprechend der untersuchten Indikatoren nicht besonders stark auf das Infektionsgeschehen. Nur die Zuwanderungsrate aus dem Ausland in der 4. Phase korreliert mit 0,548 mäßig stark mit der Höhe der Infektionszahlen.

Ein weiterer (mäßiger) Zusammenhang ist interessant: Das Durchschnittsalter korreliert mit $-0,678$ in Phase 4 mit den Fallzahlen je 100.000 Einwohner. Je höher das Durchschnittsalter also ist, desto niedriger sind die durchschnittlichen Fallzahlen. Bezogen auf die Tage ohne Neuinfektionen in Phase 4 beträgt die Korrelation 0,651. Das bedeutet, dass die Perioden ohne Neuinfektionen länger sind, je höher das Durchschnittsalter der Bevölkerung ist. Diese gleichlaufenden Zusammenhänge in sehr verschiedenen Phasen erstaunen auf den ersten Blick, denn in der ersten Hälfte der Pandemie waren überdurchschnittlich häufig ältere Menschen, in der 4. Phase der Pandemie aber überwiegend jüngere Menschen betroffen (vgl. Abb. 6) – und trotzdem weist die Korrelation in die gleiche Richtung. Der Zusammenhang erklärt sich über die Raum- und Siedlungsstruktur: In den Großstädten hat sich die Altersstruktur durch stetigen Zugang jüngerer Bevölkerung verjüngt. Aus ländlichen und insbesondere peripheren Regionen wandern viele Jüngere wiederum ab und der Anteil älterer Menschen steigt überproportional. Es sind gerade die teils dünn besiedelten Gebiete, die eine ältere Bevölkerung aufweisen und insgesamt seltener und in geringerer Intensität von Corona betroffen sind. Dieser Befund regt dazu an, die Einflussvariablen nicht einzeln, sondern kombiniert miteinander zu prüfen.

Multivariate regionale Einflüsse auf die Verbreitung von COVID-19

Anstatt also getrennt den Zusammenhang von Siedlungsstruktur, Dichte, Mobilitätsfaktoren und soziodemografischen Kriterien mit den Infektionszahlen zu prüfen, werden alle Indikatoren in ein multivariates Regressionsmodell eingespeist. Diese Modelle haben den Vorteil, dass sie die Wechselwirkungen zwischen den Einflussvariablen berücksichtigen.

Dass es Wechselwirkungen geben muss, verdeutlichen neben den bisherigen Ausführungen auch die Korrelationen zwischen den einzelnen Indikatoren (vgl. Abb. 13, S. 45). Nur wenige von ihnen liegen über $\pm 0,5$ und sind damit nennenswert. Beispielsweise sind die Einpendlerquote und die Zuzugsrate aus dem Inland in stärker verdichteten Kreisen höher. Ferienregionen sind für Gäste aus dem In- und Ausland ähnlich stark beliebt. Wegen der mäßig hohen Korrelationen werden aber keine der ausgewählten Variablen vorab von der weiteren multivariaten Regression ausgeschlossen.

Die Variablen wurden zuerst auf Normalverteilung geprüft und bei Bedarf über den natürlichen Logarithmus transformiert. Das ist aus statistischer Sicht notwendig, erschwert aber ein wenig die Lesbarkeit. Bei den in den Abbildungen 7 und 8 eingetragenen Regressionskoeffizienten handelt es sich um die standardisierten und nicht um die in den jeweiligen Einheiten gemessenen Koeffizienten. Wir wollen die Stärke jedes Faktors auf die Fallzahlen und Tage ohne Neuinfektionen vergleichen – und nicht vorhersagen, wie sich das weitere Infektionsgeschehen entwickelt. Die Regressionen werden nicht durch den Nullpunkt gezwungen, obwohl es inhaltlich einen natürlichen Nullpunkt gibt: nämlich keine Infektionen und keine Tage ohne Neuinfektion. Auch hier ist es unser Anliegen, eine möglichst gut angepasste Regression zur Bestimmung von Einflussfaktoren zu schätzen.

Die Tage ohne Neuinfektionen in den Regionen lassen sich über die Regionalstrukturen fast durchgängig besser erklären als die Höhe der Infektionszahlen (Bestimmtheitsmaße, vgl. Abb. 8). Die Modelle für Phase 4 erklären das Infektionsgeschehen am stärksten, sind aber auch am komplexesten, da (fast) alle Indikatoren einen signifikanten Einfluss haben (vgl. Abb. 7 und 8).

Widmen wir uns zunächst der Regressionsgleichung auf die Fallzahlen in Phase 4, da hier der Indikator Siedlungsdichte in der univariaten Betrachtung eine negative Korrelation aufweist (siehe vorherige Ausführungen). Die Dichte spielt in dieser Phase aber eine nachgeordnete Rolle, da sie erst als zweite Variable in die Gleichung aufgenommen wird und ihre relative Effektstärke nahezu gleich groß ist wie das Einkommensniveau der Bevölkerung. Den stärksten Einfluss hat hier aber das Durchschnittsalter (standardisierter Koeffizient $-0,425$). Dass es in den Stadt- und Landkreisen mit einer durchschnittlich jüngeren Bevölkerung zu mehr Infektionen kommt, passt gut zu den Beobachtungen in dieser Phase. Schwächer, aber signifikant sind die Indikatoren, die die Verflechtung mit anderen Regionen aus dem In- und Ausland anzeigen, nämlich die Zuzugsraten und die Gästeankünfte aus dem Ausland.

Signifikante Einflussfaktoren auf COVID-19-Fallzahlen der Kreise für die fünf Phasen der Pandemie

Standardisierte Koeffizienten auf in COVID-19-Fälle in % 100.000 E

Indikator	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
Y-Achsenabschnitt	-18,654	2,634	1,160	-6,018	10,347
ln (Siedlungsdichte [E./km ²])	0,231 ₃	0,308 ₄		0,246 ₂	-0,461 ₃
ln (Bevölkerungspotenzial [je E.])		0,196 ₆	0,205 ₆	0,145 ₇	0,197 ₅
ln (Einpendlerquote [je 1.000 E.])	-0,186 ₄				
ln (Auspendlerquote [je 1.000 E.])		-0,118 ₇	0,135 ₈		
ln (Zuzüge Binnenwanderung [je 1.000 E.])		-0,147 ₅	-0,276 ₅	-0,196 ₆	-0,467 ₂
ln (Zuzüge Außenwanderung [je 1.000 E.])			0,176 ₄	0,171 ₅	
ln (Gästeankünfte aus dem Inland [je 100 E.])					
ln (Gästeankünfte aus dem Ausland [je 100 E.])			-0,127 ₂	-0,088 ₄	
ln (Verfügbares Einkommen der Haushalte [Euro je E.])	0,259 ₂	0,096 ₁	0,137 ₃	0,237 ₃	
ln (Bevölkerung mit Bezug von Mindestsicherungsleistungen [%])		0,574 ₃			-0,203 ₄
Durchschnittsalter [Jahre]	-0,230 ₁	-0,204 ₂	-0,325 ₁	-0,425 ₁	-0,386 ₁
Anteil erklärter Varianz durch das Gesamtmodell [%]	20,1	48,2	25,4	61,5	43,0
Anteil erklärter Varianz durch die erste Variable [%]	12,1	25,4	14,3	45,8	21,5

ln () = natürlicher Logarithmus von (Indikator)

tief gestellte Zahlen der Koeffizienten kennzeichnen die Reihenfolge in der Regressionsgleichung

Quelle: RKI, Laufende Raumbewachung des BBSR, eigene Berechnungen

Insgesamt ist das Modell für Phase 4 so zu lesen: Am stärksten hängt die Altersstruktur der Bevölkerung mit den Fallzahlen zusammen. Sie erklärt allein knapp 46 % der regionalen Streuung. Unter Beachtung der regionalen Altersstruktur steigen die Fallzahlen tendenziell mit der Siedlungsstruktur. Sie erhöhen sich weiter, wenn dort auch noch das Einkommen höher ist, und so weiter.

Über alle Modelle hinweg lässt sich Folgendes feststellen: Überwiegend spielen für die Fallzahlen vor allem die Altersstruktur der regionalen Bevölkerung und soziostrukturelle Faktoren wie die Mindestsicherungsquote (Phase 2) sowie das Einkommensniveau (Phasen 1 bis 4) eine Rolle. Erst bei Berücksichtigung der soziodemografischen Variablen gewinnt Dichte eine Bedeutung als treibender Faktor für das Infektionsgeschehen. Vereinfacht formuliert: Innerhalb der jüngeren/älteren oder der ärmeren/wohlhabenderen Kreise spielt die Dichte eine Rolle, aber nicht per se.

Stärker sind die Zusammenhänge, wenn es um die Tage ohne Neuinfektionen geht. Auch hier wirkt die Altersstruktur in vier der fünf Phasen mit intensiverem Infektionsgeschehen am stärksten (erster Indikator der Regressionsgleichung, der allein 40 bis 60 % der erklärten Varianz wiedergibt). Unter Kontrolle dieses Faktors spielt dann erst die Dichte eine bedeutende Rolle, denn die standardisierten Koeffizienten

haben durchweg den höchsten Wert. Längere Phasen ohne Neuinfektionen sind umso wahrscheinlicher, je niedriger die Dichte ist. Die Faktoren, die räumliche Interaktionen indizieren (Pendler, Zuzugsraten, Gästeankünfte), haben in den verschiedenen Modellen unter verschiedenen Konstellationen einen Einfluss. Die Koeffizienten sind aber schwächer als die des Altersdurchschnitts und der Siedlungsdichte. Unabhängig von den Effekten der einzelnen Faktoren ist auch hier wiederum bemerkenswert, dass regionale Komponenten während der ersten und zweiten Welle den niedrigsten Erklärungsgehalt auf das regionale Pandemiegesehen besitzen. Sie schienen dann eher von Relevanz, als das Virus weitestgehend eingedämmt war und sich ein erneuter Ausbruch ankündigte (Phase 4).

COVID-19-Hotspots und Verbreitung in Nachbarregionen

Ein Aspekt der räumlichen Verbreitung kam bislang noch nicht zur Sprache: der mögliche enge räumliche Bezug zwischen Regionen mit hohen und niedrigen Fallzahlen. Die Maßnahmen im Kampf gegen die weitere Verbreitung von COVID-19 zielen auf die Isolierung von betroffenen Einzelpersonen (Quarantänepflicht), die Kappung von Infektionsketten und damit auch darauf, das Virus lokal zu begrenzen. Die lokalen Hotspots, die vor allem in der ersten Hälfte der

8

Signifikante Einflussfaktoren auf Anteil der Tage ohne neu gemeldete COVID-19-Fälle der Kreise für die fünf Phasen der Pandemie

Standardisierte Koeffizienten auf Anteil Tage ohne neu gemeldete COVID-19-Fälle in %

Indikator	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
Y-Achsenabschnitt	262,4	224,6	622,8	566,5	127,2
ln (Siedlungsdichte [E./km ²])	-0,655 ₃	-0,573 ₄	-0,577 ₁	-0,609 ₂	-0,473 ₃
ln (Bevölkerungspotenzial [je E.])	0,474 ₂	0,300 ₆	0,377 ₄	0,358 ₅	0,342 ₄
ln (Einpendlerquote [je 1.000 E.])	0,145 ₅	0,118 ₉		0,187 ₇	
ln (Auspendlerquote [je 1.000 E.])	-0,110 ₇	-0,125 ₈	-0,360 ₅	-0,189 ₈	-0,153 ₆
ln (Zuzüge Binnenwanderung [je 1.000 E.])	0,145 ₆	0,236 ₃	0,589 ₂	0,269 ₃	0,291 ₂
ln (Zuzüge Außenwanderung [je 1.000 E.])			-0,106 ₈	-0,119 ₉	
ln (Gästeankünfte aus dem Inland [je 100 E.])					
ln (Gästeankünfte aus dem Ausland [je 100 E.])		0,122 ₇		0,144 ₆	
ln (Verfügbares Einkommen der Haushalte [Euro je E.])	-0,216 ₄	-0,156 ₂	-0,274 ₇	-0,278 ₄	-0,132 ₅
ln (Bevölkerung mit Bezug von Mindestsicherungsleistungen [%])		0,249 ₅	-0,361 ₆	-0,133 ₁₀	
Durchschnittsalter [Jahre]	0,213 ₁	0,314 ₁	0,373 ₃	0,452 ₁	0,326 ₁
Anteil erklärter Varianz durch das Gesamtmodell [%]	44,4	49,0	57,9	72,8	33,2
Anteil erklärter Varianz durch die erste Variable [%]	16,6	22,3	26,5	42,2	16,9

ln () = natürlicher Logarithmus von (Indikator)

tief gestellte Zahlen der Koeffizienten kennzeichnen die Reihenfolge in der Regressionsgleichung

Quelle: RKI, Laufende Raumbbeobachtung des BBSR, eigene Berechnungen

Pandemie und danach zeitlich und lokal sehr begrenzt auftraten (vgl. Abb. 10), zeugen von der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen in diesen Phasen. In den Phasen 2 und 4 jedoch scheint es öfter Cluster benachbarter Kreise mit höheren Infektionszahlen zu geben (vgl. Abb. 4). Mit dem statistischen Maß „Morans I“ lassen sich diese räumlichen Zusammenhänge erfassen und bewerten. Wie der normale Korrelationskoeffizient kann Morans I auch zwischen -1 (der räumliche Zusammenhang ist negativ, das räumliche Verteilungsmuster ist heterogener als erwartet) und +1 (der räumliche Zusammenhang ist gegeben, es bilden sich stärkere räumliche Gruppierungen gleicher Ausprägung als erwartet) schwanken. Abbildung 9 listet die Werte für Morans I für beide Variablen des Infektionsgeschehens und jeweils über die fünf Phasen auf. Alle Koeffizienten sind statistisch signifikant. Die Werte für die einwohnerbezogenen Fallzahlen in den Phasen 2, 4 und 5 bestätigen den visuellen Eindruck:

Die Begrenzung des Virus auf einzelne Regionen ist während der ersten Welle sowie nach der Sommerpause und insbesondere in der zweiten Welle weniger gelungen als erhofft. Dagegen gibt es in der 1. Phase kaum einen räumlichen Zusammenhang. Die auf die Tage ohne Neuinfektionen bezogenen statistischen Effekte sind wiederum deutlicher: Insbesondere in den Phasen 3 und 4 zeigen die Koeffizienten mit Werten um 0,6 höhere räumliche Zusammenhänge an. Der Vergleich der beiden Teilkarten (vgl. Abb. 4 und 5) zeigt, wie sich das Virus räumlich über benachbarte Kreise in der Fläche ausbreitet. Allein in Phase 5 sind die räumlichen Zusammenhänge bei den Tagen ohne Neuinfektionen niedriger als bezüglich der Fallzahlen: Das Virus breitet sich flächendeckend aus, es gibt kaum noch Tage ohne Neuinfektionen in den Regionen, dagegen breiten sich Cluster von Regionen aus, in denen die Fallzahlen besonders stark gestiegen sind.

9

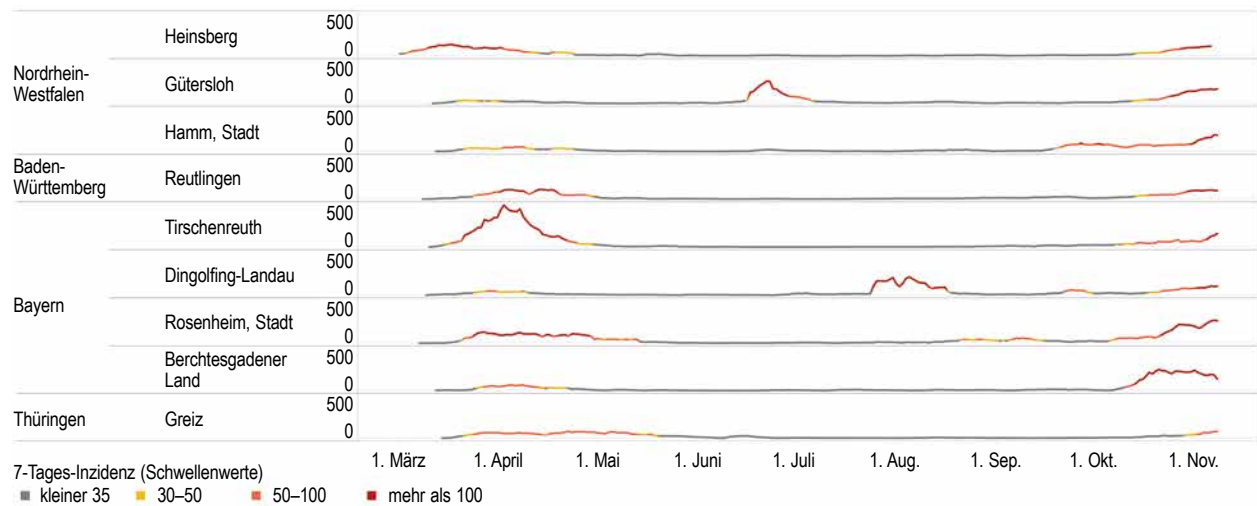
Räumliche Autokorrelation von COVID-19 für die fünf Phasen der Pandemie

	Moran's I nach Phasen				
	1	2	3	4	5
neu gemeldete COVID-19-Fälle je 100.000 E.	0,064	0,486	0,330	0,478	0,534
Anteil Tage ohne neue COVID-19-Fälle in %	0,312	0,374	0,607	0,592	0,304

Quelle: RKI, Laufende Raumbbeobachtung des BBSR, eigene Berechnungen

10

Gemeldete 7-Tages-Inzidenzen (Summe der Fälle über die letzten sieben Tage je 100.000 Einwohner) für ausgewählte Städte und Landkreise



Quelle: Laufende Raumbbeobachtung des BBSR, Corona-regional; Daten: Robert-Koch-Institut (RKI)

Fazit

Die regionale Verbreitung von COVID-19 lässt sich nicht eindeutig an räumlichen Strukturen festmachen. Zu individuell sind die Kontakte und die weiteren Infektionsketten. Die Verbreitung hängt auch davon ab, ob bei den Betroffenen spürbare Symptome auftreten, wie schnell dann eine Isolierung erfolgt und welche regionalen Maßnahmen gegebenenfalls über die allgemeinen Abstands- und Hygieneregeln hinaus ihre Wirkung zeigen. Die Vermutung, dass Dichte eine relevante Größe ist, lässt sich nur unter Kontrolle weiterer soziodemografischer Disparitäten, vor allem Altersstruktur und „soziale Deprivation“, bestätigen. Was nützen diese Erkenntnisse? Es ist zu einfach, auf Städte oder hoch verdichtete Regionen als Hochansteckungsgebiete zu schauen und die niedrige Dichte ländlicher Regionen als Trumpf zu be-

trachten. Mobilität ist in unserer Gesellschaft ein hohes Gut, deren Einschränkung während der Shutdowns die meisten Menschen als tiefen Einschnitt in ihr Leben empfunden haben. Die Menschen in ländlichen Regionen sind anders, aber nicht unbedingt weniger mobil. Die internationalen Kontakte sind wahrlich niedriger, aber ländliche Regionen sind durchaus mit Städten vernetzt. Im Grunde ist keine Region entlastet, wenn es darum geht, eine weitere Verbreitung zu verhindern. Hier kommt es nach wie vor darauf an, Infizierte schnellstmöglich zu entdecken und die Infektionsketten zu kappen. Hervorzuheben ist, dass die Altersstruktur der Bevölkerung und der Anteil an soziostrukturell benachteiligten Bevölkerungsgruppen der Regionen die regionale Ausbreitung stärker beeinflusst haben als die Siedlungsdichte.

Eine Erklärung könnte das unterschiedliche Verhalten der Bevölkerungsgruppen sein. Sowohl jüngere als auch finanziell besser gestellte sind mobiler, stärker vernetzt und suchen häufiger den (geschäftlichen oder gesellschaftlichen) Kontakt. Regionen mit einem höheren Anteil dieser Bevölkerungsgruppen weisen – zumindest phasenweise – höhere Fallzahlen auf und die Tage ohne Neuinfektionen sind hier seltener. Das RKI bezieht verschiedene Faktoren in die Risiko-

belastung ein: Fallzahlen und Trends zu gemeldeten Fällen, Anteil schwerer, klinisch kritischer und tödlicher Krankheitsverläufe, Ressourcenbelastung des Gesundheitswesens. Bezogen auf regionale Einflussgrößen hat sich im beobachteten Zeitraum jedoch eines als die statistische bessere Größe herausgestellt: die Anzahl und der Anteil der Tage ohne Neuinfektionen.

11

Korrelationen zwischen den Fallzahlen und Anteilen der Tage ohne Neuinfektionen (abhängige Variablen) für die fünf Phasen der Pandemie

		ln (neu gemeldete COVID-19-Fälle je 100.000 E.)					Anteil Tage ohne neue COVID-19-Fälle in %				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
„ln (neu gemeldete COVID-19-Fälle je 100.000 E.) in Phase“	1	1					-0,762				
	2		1		0,528			-0,726			
	3			1					-0,736		
	4		0,528		1	0,650				-0,775	
	5				0,650	1		-0,528	-0,514	-0,588	-0,603
„Anteil Tage ohne neue COVID-19-Fälle in % in Phase“	1	-0,762					1	0,500	0,559	0,613	
	2		-0,726			-0,528	0,500	1	0,604	0,710	0,624
	3			-0,736		-0,514	0,559	0,604	1	0,755	0,501
	4				-0,775	-0,588	0,613	0,710	0,755	1	0,688
	5					-0,603		0,624	0,501	0,688	1

ln () = natürlicher Logarithmus von (Indikator)

Quelle: RKI, Laufende Raumbeobachtung des BBSR, eigene Berechnungen

12

Bivariate Korrelationen zwischen den abhängigen und den unabhängigen Variablen für die fünf Phasen der Pandemie

Indikator	ln (neu gemeldete COVID-19-Fälle je 100.000 E.) in Phase					Anteil Tage ohne neue COVID-19-Fälle in % in Phase				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ln (Siedlungsdichte [E./km ²])	0,264	0,231	0,320	0,582	0,453	-0,391	-0,340	-0,517	-0,585	-0,352
ln (Bevölkerungspotenzial [je E.])	0,029	0,191	0,248	0,369	0,258	0,170	0,042	-0,001	-0,036	0,083
ln (Einpendlerquote [je 1.000 E.])	0,101	0,178	0,226	0,420	0,242	-0,075	-0,060	-0,178	-0,205	-0,087
ln (Auspenderquote [je 1.000 E.])	0,005	0,143	0,140	0,132	0,067	0,102	-0,073	0,014	-0,010	0,040
ln (Zuzüge Binnenwanderung [je 1.000 E.])	0,148	0,111	0,086	0,342	0,050	-0,063	-0,025	0,000	-0,161	-0,042
ln (Zuzüge Außenwanderung [je 1.000 E.])	0,161	0,281	0,319	0,548	0,352	-0,210	-0,258	-0,292	-0,430	-0,235
ln (Gästekünfte aus dem Inland [je 100 E.])	0,243	0,264	0,079	0,315	0,210	-0,269	-0,211	-0,137	-0,250	-0,204
ln (Gästekünfte aus dem Ausland [je 100 E.])	0,029	-0,048	-0,206	-0,173	-0,197	0,000	0,134	0,221	0,210	0,105
ln (Verfügbares Einkommen der Haushalte [Euro je E.])	0,334	0,505	0,239	0,401	0,253	-0,284	-0,399	-0,203	-0,355	-0,231
ln (Bevölkerung mit Bezug von Mindestsicherungsleistungen [%])	-0,186	-0,490	-0,075	-0,104	-0,104	0,042	0,284	-0,127	0,020	0,089
Durchschnittsalter [Jahre]	-0,351	-0,425	-0,381	-0,678	-0,466	0,410	0,475	0,436	0,651	0,413

ln () = natürlicher Logarithmus von (Indikator)
 grau markiert: Korrelationskoeffizienten >= |0,5|

Quelle: RKI, Laufende Raumbeobachtung des BBSR, eigene Berechnungen

Korrelationen von über |0,5| zwischen Regionalindikatoren (unabhängige Variablen) für die fünf Phasen der Pandemie

Indikator 1	Indikator 2	Korrelationskoeffizient
ln (Siedlungsdichte [E./km ²])	ln (Einpendlerquote [je 1.000 E.])	0,677
ln (Siedlungsdichte [E./km ²])	ln (Zuzüge Binnenwanderung [je 1.000 E.])	0,539
ln (Siedlungsdichte [E./km ²])	Durchschnittsalter [Jahre]	-0,577
ln (Bevölkerungspotenzial [je E.])	ln (Einpendlerquote [je 1.000 E.])	0,551
ln (Einpendlerquote [je 1.000 E.])	ln (Zuzüge Binnenwanderung [je 1.000 E.])	0,702
ln (Zuzüge Binnenwanderung [je 1.000 E.])	Durchschnittsalter [Jahre]	-0,533
ln (Gästeankünfte aus dem Inland [je 100 E.])	ln (Gästeankünfte aus dem Ausland [je 100 E.])	0,644
ln (Verfügbares Einkommen der Haushalte [Euro je E.])	ln (Bevölkerung mit Bezug von Mindestsicherungsleistungen [%])	-0,606

ln () = natürlicher Logarithmus von (Indikator)

Quelle: RKI, Laufende Raumbewachung des BBSR, eigene Berechnungen

Weitere und aktuelle Informationen zu den COVID-19-Fallzahlen im Hinblick auf räumliche Unterschiede finden Sie in unserer interaktiven Anwendung unter www.bbsr.bund.de/corona-regional.

Literatur

- BBSR** – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2020a: Corona-regional. Zugriff: <http://www.bbsr.bund.de/corona-regional> [abgerufen am 11.09.2020].
- BBSR** – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2020b: Siedlungsstrukturelle Kreistypen. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbewachung/Raumabgrenzungen/deutschland/kreise/siedlungsstrukturelle-kreistypen/kreistypen.html?nn=2544954> [abgerufen am 11.9.2020].
- Boterman**, Willem R., 2020: Urban-rural polarisation in times of the corona outbreak? The early demographic and geographic patterns of the Sars-CoV-2 epidemic in the Netherlands. Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie – 2020, DOI:10.1111/tesg.12437, Vol. 111, No. 3: 513–529.
- Bramanti**, B., 2011: Alte Seuchen in neuem Licht. forschung, 36(3): 4–8.
- Bulst**, N., 1979: Der Schwarze Tod Demographische, wirtschafts- und kulturgeschichtliche Aspekte der Pestkatastrophe von 1347–1352. Bilanz der neueren Forschung. Saeculum, 30(1): 45–67.
- DIVI** – Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e. V. (Hrsg.), 2020: Tagesreport-Archiv. Zugriff: <https://www.divi.de/divi-intensivregister-tagesreport-archiv> [abgerufen am 11.09.2020].
- Koller**, D.; Wohrab, D.; Sedlmeir, G.; Augustin, J., 2020: Geografische Ansätze in der Gesundheitsberichterstattung. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz: 1–10.
- RKI** – Robert-Koch-Institut (Hrsg.), 2020: COVID-19-Dashboard. Zugriff: <https://experience.arcgis.com/experience/478220a-4c454480e823b17327b2bf1d4> [abgerufen am 11.09.2020].
- Siedentop**, S.; Zimmer-Hegmann, R., 2020: Verändert die Pandemie das Verständnis von nachhaltiger Stadtentwicklung? ILS-Impulse 1/20.
- Vögele**, J., 2014: Vom epidemiologischen Übergang zur emotionalen Epidemiologie. In: Thießen, M. (Hrsg.): Infiziertes Europa. Seuchen im langen, 20. Jahrhundert. Historische Zeitschrift – Beiheft 64: 29–49.
- Wachtler**, B.; Michalski, N.; Nowossadeck, E.; Diercke, M.; Wahrendorf, M.; Santos-Hövenner, C.; Hoebel, J., 2020: Sozioökonomische Ungleichheit im Infektionsrisiko mit SARS-CoV-2 – Erste Ergebnisse einer Analyse der Meldedaten für Deutschland.
- ZEIT Online**, 2020: Einiges Corona-Land. Artikel vom 23.03.2020. Zugriff: www.zeit.de/2020/13/coronavirus-ausbreitung-osten-westen-faktoren [abgerufen am 11.09.2020].