

Effekte der COVID-19-Impfung auf Inzidenz und Todesfälle in der älteren Bevölkerung in Deutschland

Erste Ergebnisse einer ökologischen Analyse

Hintergrund

Am 27.12.2020 begann in Deutschland die nationale Impfkampagne gegen die Erkrankung COVID-19 (Coronavirus Disease 2019), ausgelöst durch den Erreger SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2).¹ Vier Impfstoffe sind derzeit in Deutschland zugelassen und empfohlen: die mRNA-basierten Impfstoffe von BioNTech/Pfizer (verfügbar seit 26.12.2020) und Moderna (verfügbar seit 14.01.2021) sowie die Adenovirus-Vektorimpfstoffe von Oxford-AstraZeneca (verfügbar seit 08.02.2021) und Janssen (verfügbar seit 25.04.2021).² Der Impfstoff von BioNTech/Pfizer ist für die Verwendung bei Personen ab 16 Jahren zugelassen, während die anderen drei Impfstoffe bei Personen ab 18 Jahren eingesetzt werden können.^{3,4} Die Ständige Impfkommission (STIKO) empfiehlt die Verwendung des Impfstoffs von Oxford-AstraZeneca bei Personen ab 60 Jahren aufgrund seiner dokumentierten seltenen, aber schweren Nebenwirkungen, überwiegend bei Personen unter 60 Jahren.^{5,6} Die STIKO empfiehlt weiterhin, dass bei den Impfstoffen von BioNTech/Pfizer und Moderna die zweite Dosis 6 Wochen nach der ersten Dosis und bei Oxford-AstraZeneca die zweite Dosis 12 Wochen nach der ersten Dosis verabreicht wird.⁵ Bei dem Impfstoff von Janssen ist nur eine Dosis notwendig.

Gemäß der Coronavirus-Impfverordnung (Corona-ImpfV) werden Personen ab 80 Jahren, BewohnerInnen von Pflegeheimen und MitarbeiterInnen von Gesundheits- und Sozial-/Pflegeeinrichtungen, die regelmäßig mit gefährdeten Personen in Kontakt kommen oder Teil der Impfkampagne sind, mit höchster Priorität geimpft.⁷ Es folgen u. a. Personen ab einem Alter von 70 Jahren, klinisch gefährdete Personen, Angehörige von Polizei- und Einsatzkräften und SoldatInnen, die in Durchführung ihrer Tätigkeit einem hohen Infektionsrisiko ausgesetzt

sind, Personen, die in Kinderbetreuungseinrichtungen, in der Kindertagespflege und Schulen tätig sind, Personen, die in Auslandsvertretungen für deutsche Einrichtungen mit unzureichender gesundheitlicher Versorgung tätig sind, Personen, die mit Flüchtlingen und Obdachlosen arbeiten sowie Personen, die kritische Gesundheitsdienste und öffentliche Gesundheitsdienste erbringen.⁷ Die Empfehlungen der STIKO sehen eine gleichlautende Impfreiheitsfolge vor und basieren auf Modellierungen, mit Hilfe derer untersucht wurde, wie sich der bestmögliche Effekt auf den Rückgang von schweren Krankheitsverläufen, Krankenhaus- und Intensivbehandlungen sowie Todesfällen erzielen lässt.³

Alle in Deutschland verabreichten Impfungen müssen gemäß CoronaImpfV an das Robert Koch-Institut (RKI) gemeldet werden, das speziell für COVID-19-Impfungen eine Datenbank für das „Digitale Impfquotenmonitoring“ (DIM) aufgebaut hat. Entsprechend dem dezentralisierten Gesundheitssystem in Deutschland sind die 16 Bundesländer für die Planung und Durchführung ihrer Impfkampagnen selbst verantwortlich. Die Impfstoffe werden zentral vom Bund bereitgestellt. Bis Anfang April 2021 wurden die Impfungen ausschließlich in Impfzentren, Krankenhäusern und durch mobile Teams durchgeführt. Seit dem 06.04.2021 werden Impfungen auch von niedergelassenen ÄrztInnen durchgeführt. Bis zum Datenstand der vorliegenden Analyse (20.04.2021) meldeten 10 Bundesländer täglich einzelfallbezogene, pseudonymisierte Impfdaten direkt über das DIM-System (nachfolgend DIM-Bundesländer genannt). Dies sind Baden-Württemberg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, das Saarland, Schleswig-Holstein und Thüringen. Seit dem 29.04.2021 übermittelt zwar auch Brandenburg die Impfdaten voll-

ständig an DIM, diese Daten konnten aber in der vorliegenden Analyse noch nicht berücksichtigt werden. Die restlichen fünf Bundesländer (Bayern, Berlin, Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt) melden bis zum vollständigen Übergang auf die digitale Meldung täglich aggregierte Daten an das RKI. Auch die niedergelassenen ÄrztInnen melden täglich aggregierte Impfdaten. Das genaue Alter der geimpften Personen ist daher nur für die Bundesländer verfügbar, die Daten auf Individualebene über das DIM-System melden, und nur für Impfungen, die in Impfzentren, Krankenhäusern sowie durch mobile Teams verabreicht wurden.

Bis einschließlich dem 05.05.2021 (Datenstand 06.05.2021) hatten 30,6 % (N=25.451.513) der Gesamtbevölkerung in Deutschland mindestens mit einer Impfserie begonnen (für Impfstoffe, die zwei Dosen brauchen) und 8,6 % (N=7.145.486) der Bevölkerung waren vollständig geimpft.² Die Impfquote in der Gruppe der ab 80-Jährigen liegt dabei am höchsten – in den DIM-Bundesländern haben im Durchschnitt 80 % dieser Altersgruppe bis einschließlich dem 05.05.2021 mindestens eine Impfdosis in Impfzentren oder durch mobile Teams erhalten.

Erste Daten zum Effekt der COVID-19-Impfung liegen sowohl aus ökologischen Studien aus Israel^{8,9} und den USA¹⁰ vor als auch aus Studien basierend auf Individualdaten aus Israel,^{11–14} England,^{15,16} Schottland¹⁷ und den USA.^{18,19} Alle Studien beobachteten einen klaren Zusammenhang zwischen dem Fortschritt der jeweiligen nationalen Impfkampagne und der Inzidenz sowie Mortalität von COVID-19. Für Deutschland als dem bevölkerungsreichsten Land der Europäischen Union (EU) und in der Spitzengruppe innerhalb der EU bei der Impfkampagne gegen COVID-19²⁰ liegen bislang jedoch keine Daten zum Effekt der Impfkampagne vor.

Die vorliegende Studie untersucht auf ökologischer Ebene den Effekt der COVID-19-Impfung auf die Inzidenz und Mortalität in Deutschland anhand von Meldedaten aus den 10 DIM-Bundesländern. Zielgruppe der Analyse waren Personen ab einem Alter von 80 Jahren, die aufgrund des besonders hohen Risikos für einen schweren Verlauf oder den Tod an einer COVID-19-Erkrankung zu den prioritär zu

impfenden Gruppen gehörte. Die Ergebnisse für die Altersgruppe der 80+-Jährigen wurden dabei im Kontext der Ergebnisse der jüngeren Altersgruppen betrachtet, um die Auswirkungen von Faktoren wie Sperrungen (*Lockdowns*) und der Feiertage zu Weihnachten und zum Jahreswechsel, die möglicherweise gleichzeitig die COVID-19-Inzidenz und -Mortalität in Deutschland beeinflusst haben, von dem Effekt der Impfung zu trennen.

Methoden

In einer retrospektiven Analyse wurden COVID-19-Impfquoten, -Inzidenzen und -Todesfälle gegenübergestellt. Datengrundlage für die Impfquoten bildeten die Daten aus den Impfzentren, mobilen Teams und Krankenhäusern der 10 DIM-Bundesländer, die bis zum 20.04.2021 ihre Daten vollständig über das DIM-System an das RKI übermittelten. Mit dem gleichen Datenstand (20.04.2021) wurden die Impfdaten aus der DIM-Datenbank des RKI für den Zeitraum vom 27.12.2020 (Kalenderwoche [KW] 52/2020; Beginn der COVID-19-Impfkampagne in Deutschland) bis zum 28.02.2021 (KW 08/2021) mit folgenden Variablen extrahiert: Impfdatum, Dosis (erste oder zweite), Alter der geimpften Personen und Bundesland des Wohnsitzes der geimpften Personen.

Für die Berechnung der COVID-19-Inzidenz sowie der COVID-19-Mortalität wurden die COVID-19-Fälle aus den Meldedaten des RKI (SurvNet 3.0) mit Datenstand 20.04.2021 extrahiert. Eingeschlossen wurden alle laborbestätigten Fälle von COVID-19, die der Referenzfaldefinition des RKI entsprachen,²¹ zwischen dem 30.11.2020 (KW 49/2020) und dem 28.03.2021 (KW 12/2021) übermittelt wurden, ihren Wohnsitz in einem der 10 DIM-Bundesländer sowie eine gültige Altersangabe hatten. Daten aus den vier Wochen vor Beginn der Impfkampagne (30.11.–27.12.2021) wurden einbezogen, um Trends in der COVID-19-Inzidenz und -Mortalität in der Zeit vor dem Impfbeginn zu identifizieren. Ebenso wurden die Fälle und Todesfälle für weitere vier Wochen nach dem Ende des Beobachtungszeitraums für die Impfquote in die Analyse einbezogen, um die Zeitspanne zwischen der Impfung und ihrer Wirkung in der Bevölkerung zu berücksichtigen. Die Datenabfrage erfolgte drei Wochen später (20.04.2021),

um der Verzögerung bei der Meldung von Fällen und Todesfällen Rechnung zu tragen.

Die Impfdaten wurden in die folgenden Altersgruppen und nach Impfserie eingeteilt: 80+ Jahre (erste Impfung), 80+ Jahre (zweite Impfung), 60–79 Jahre (erste Impfung), 18–59 Jahre (erste Impfung), alle Altersgruppen zusammen (erste Impfung). Die Anzahl der COVID-19-Fälle und die Todesfälle wurden in dieselben Altersgruppen eingeteilt. Die Kategorie „alle Altersgruppen zusammen (Gesamt)“ wurde in die Analyse einbezogen, um die Trends der COVID-19-Inzidenz und -Mortalität in der Gesamtbevölkerung im Verhältnis zur primär interessierenden Altersgruppe (80+ Jahre) darzustellen.

Für jede Altersgruppe, für jedes DIM-Bundesland sowie für alle 10 DIM-Bundesländer zusammen wurde zunächst die durchschnittliche Anzahl der Impfungen/Fälle/Todesfälle in jeder KW (7-Tage-Zeitraum, Montag bis Sonntag) berechnet. Anschließend berechneten wir für jedes DIM-Bundesland und für alle DIM-Bundesländer zusammen die durchschnittliche Impfquote (in Prozent der Bevölkerung), die Inzidenz (pro 100.000 Einwohner) und die Sterberate (pro 100.000 Einwohner) jeweils pro KW in den jeweiligen Altersgruppen und für die Gesamtbevölkerung. Für die Berechnungen wurden alters- und ländergeschichtete Bevölkerungsdaten für Deutschland des Statistischen Bundesamtes vom 31.12.2019 verwendet.²² Die wöchentlichen Durchschnittswerte wurden dann für jedes DIM-Bundesland und für alle DIM-Bundesländer zusammen in

drei separaten grafischen Darstellungsreihen über die Zeit aufgetragen. Die Darstellungen der Impfquoten wurden ergänzt um das Datum der Verfügbarkeit der einzelnen Impfstoffe. In den Darstellungsreihen der COVID-19-Inzidenz und -Mortalitätsrate wurden bundesweite Ereignisse wie *Lockdowns* und der Beginn der Impfkampagne visuell dargestellt, da diese Faktoren die COVID-19-Inzidenz und -Mortalitätsrate in Deutschland während des Studienzeitraums beeinflussten. Weiterhin wurde der Anteil der einzelnen Altersgruppen an der durchschnittlichen wöchentlichen Inzidenz berechnet (80+, 60–79-, 18–59-, <18-Jährigen).

Alle Analysen und grafischen Darstellungen wurden in Microsoft Excel Professional Plus 2019 durchgeführt.

Ergebnisse

Die Analyse umfasst 10 der 16 Bundesländer in Deutschland und damit 62 % der gesamten deutschen Bevölkerung (51.295.757/83.166.711). Tabelle 1 zeigt die Bevölkerungszahlen für jedes DIM-Bundesland, aufgeschlüsselt nach den in der Analyse verwendeten Altersgruppen.

Impfquoten

Die durchschnittliche wöchentliche Impfquote war in der Altersgruppe 80+ Jahre von Beginn der Impfkampagne an sowohl für die erste als auch für die zweite Dosis mit Abstand am höchsten und zeigte im Laufe der Zeit einen deutlich steigenden Trend

Bundesland	80+-Jährige	60–79-Jährige	18–59-Jährige	<18-Jährige	Gesamt
Baden-Württemberg	720.138	2.264.270	6.237.204	1.878.782	11.100.394
Bremen	45.522	140.672	384.038	110.970	681.202
Hamburg	107.709	326.494	1.102.164	310.886	1.847.253
Mecklenburg-Vorpommern	126.684	415.186	821.188	245.080	1.608.138
Niedersachsen	554.368	1.758.463	4.348.735	1.332.042	7.993.608
Nordrhein-Westfalen	1.216.715	3.802.804	9.919.582	3.008.120	17.947.221
Rheinland-Pfalz	282.032	914.543	2.232.614	664.714	4.093.903
Saarland	75.795	240.786	524.616	145.690	986.887
Schleswig-Holstein	207.658	659.461	1.564.744	471.910	2.903.773
Thüringen	169.482	560.974	1.078.457	324.465	2.133.378
Gesamt (alle DIM-Bundesländer)	3.506.103	11.083.653	28.213.342	8.492.659	51.295.757

Tab. 1 | Bevölkerungsdaten in den 10 Bundesländern, die direkt an DIM melden, nach Altersgruppen

(s. Abb. 1a). In Baden-Württemberg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, dem Saarland und Thüringen war der Anstieg der Impfquoten für die erste Dosis über den gesamten Studienzeitraum hinweg nahezu linear. In Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein stieg die Impfquote für die erste Dosis in der Altersgruppe der über 80-Jährigen einige Wochen lang stetig an, bevor sie ein Plateau erreichte. Der Anstieg der Impfquoten beschleunigte sich dann in vielen DIM-Bundesländern zwischen KW 05 und KW 06 wieder, was mit dem Zeitraum nach der Verfügbarkeit des Moderna-Impfstoffs in Deutschland und kurz vor der Zulassung des AstraZeneca-Impfstoffs zusammenfällt.

Am Ende der KW 08 reichten die Impfquoten in der Altersgruppe 80+ für die erste Dosis von 27 % in Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern bis zu fast 40 % in Baden-Württemberg. Bei der zweiten Dosis reichte die Impfquote von 9 % in Nordrhein-Westfalen bis 26 % in Rheinland-Pfalz. Bei den 60- bis 79-Jährigen lagen die Impfquoten für die erste Dosis in den 10 DIM-Bundesländern in KW 08 zwischen 2 % und 3 %, während die Impfquoten für die erste Dosis bei den 18- bis 59-Jährigen zwischen 2 % und 4 % lagen. Die Impfquoten für die erste Dosis in der Gesamtbevölkerung lag in KW 08 in allen DIM-Bundesländern bei ca. 5 %.

COVID-19-Inzidenz

Insgesamt wurden dem RKI für die 10 DIM-Bundesländer zwischen dem 30.11.2020 und dem 28.03.2021 944.211 COVID-19-Fälle und 28.930 Todesfälle gemeldet. Davon wurden 924 Fälle aufgrund der fehlenden Altersangabe aus der Analyse ausgeschlossen.

Zu Beginn des Studienzeitraums (KW 49/2020) war die durchschnittliche wöchentliche COVID-19-Inzidenz in der Altersgruppe 80+ Jahre in allen 10 DIM-Bundesländern am höchsten im Vergleich zur Inzidenz in den anderen Altersgruppen (s. Abb. 1b). Für alle DIM-Bundesländer zusammen betrug die Inzidenz in dieser Altersgruppe 189/100.000 Einwohner in KW 49/2020. In der Altersgruppe 60–79 Jahre lag die Inzidenz bei 86/100.000, in der Altersgruppe 18–59 Jahre bei 149/100.000 und in der Gesamtbevölkerung bei 130/

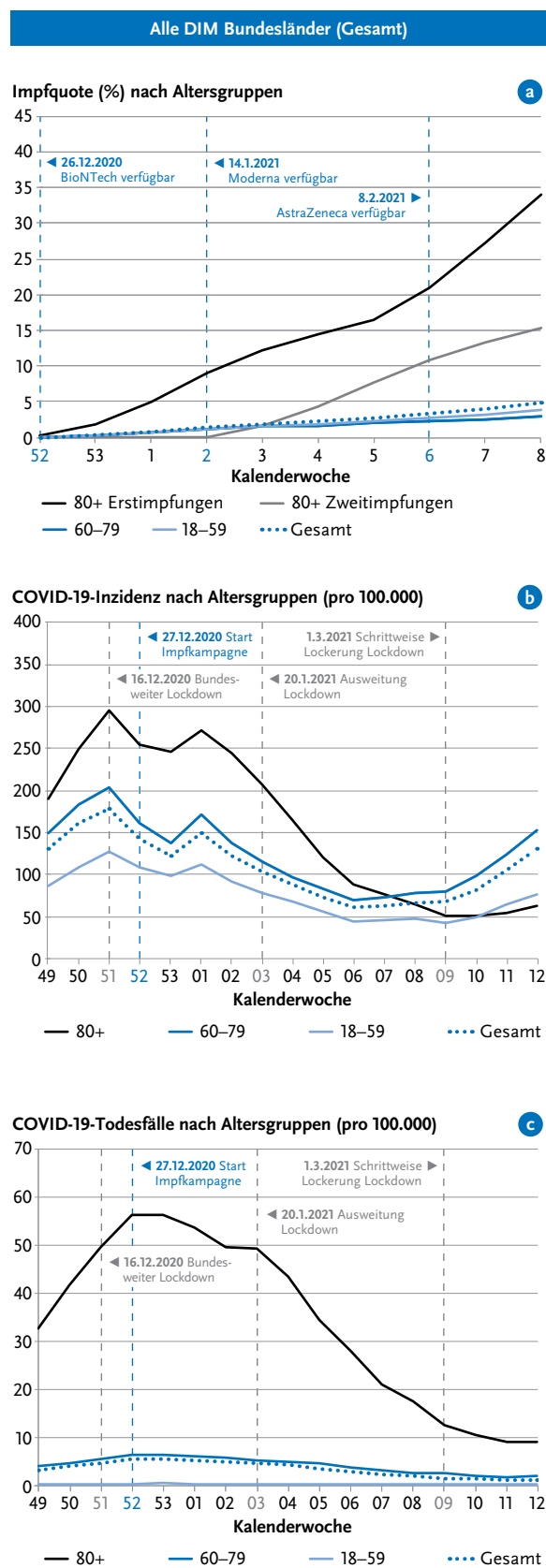
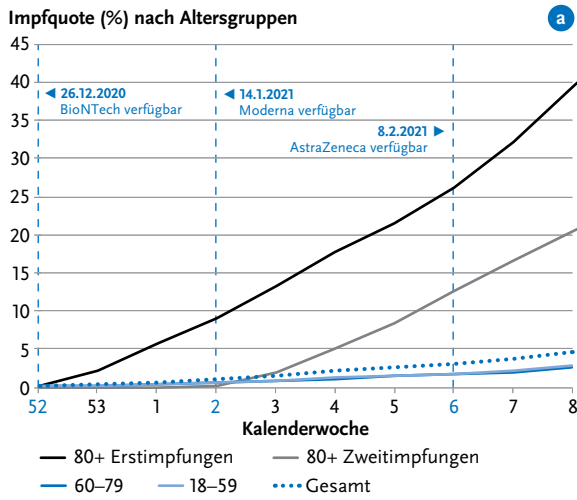
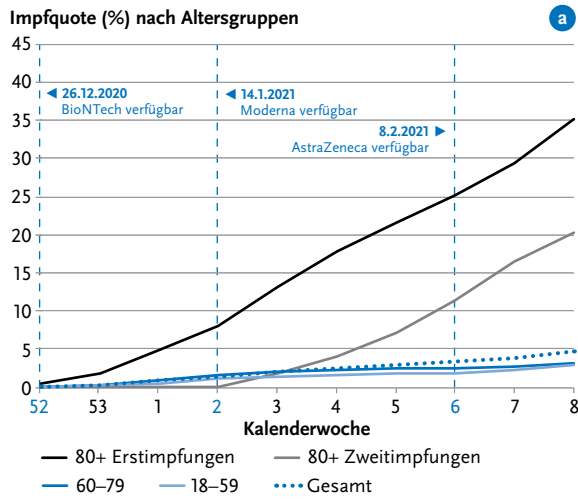


Abb. 1 | (a) Verlauf der COVID-19-Impfquote, (b) der COVID-19-Inzidenz und (c) der COVID-19-Mortalität, nach Altersgruppen, in den 10 DIM-Bundesländern in Deutschland

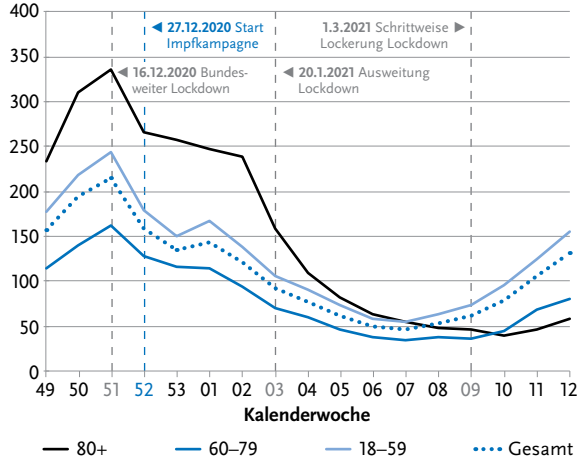
Baden-Württemberg (BW)



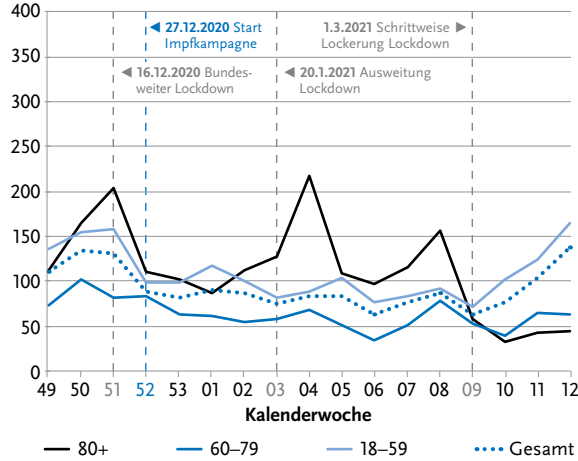
Bremen (HB)



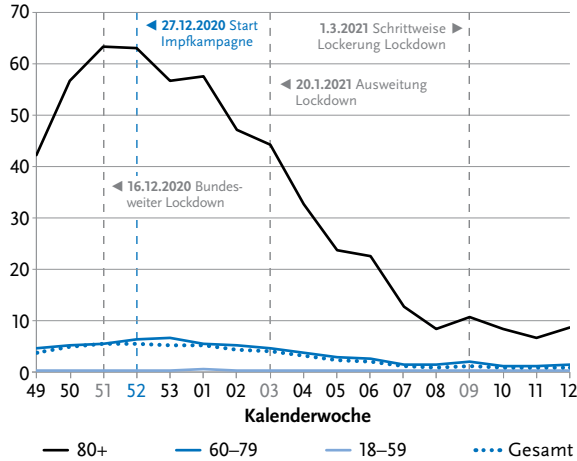
COVID-19-Inzidenz nach Altersgruppen (pro 100.000)



COVID-19-Inzidenz nach Altersgruppen (pro 100.000)



COVID-19-Todesfälle nach Altersgruppen (pro 100.000)



COVID-19-Todesfälle nach Altersgruppen (pro 100.000)

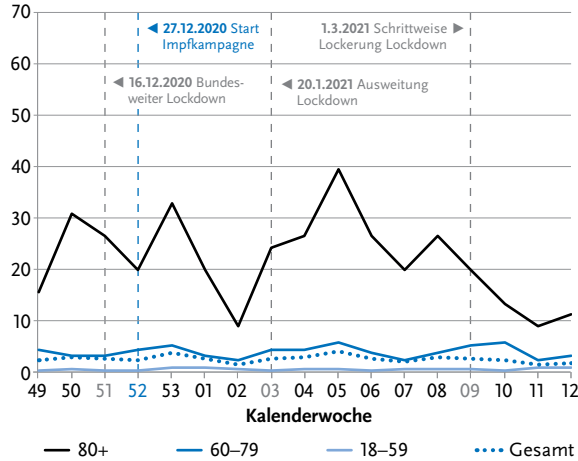


Abb. 1 | (a) Verlauf der COVID-19-Impfquote, (b) der COVID-19-Inzidenz und (c) der COVID-19-Mortalität, nach Altersgruppen, in den 10 DIM-Bundesländern in Deutschland

Hamburg (HH)

Mecklenburg-Vorpommern (MV)

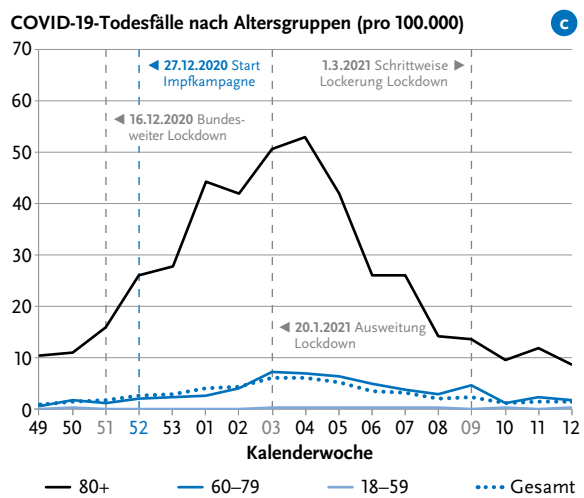
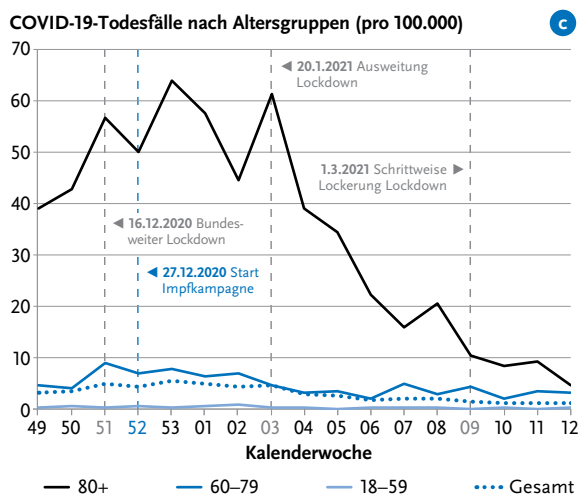
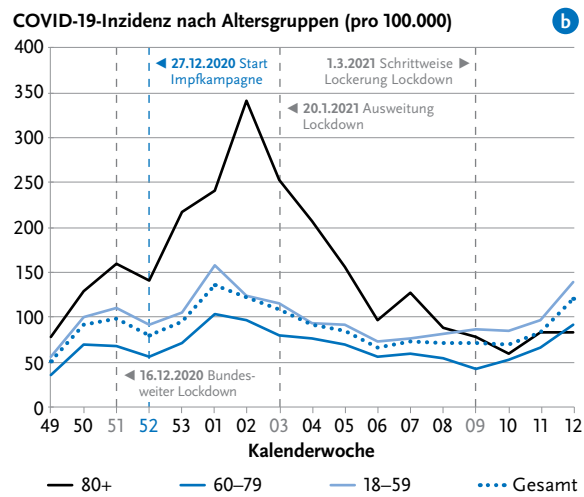
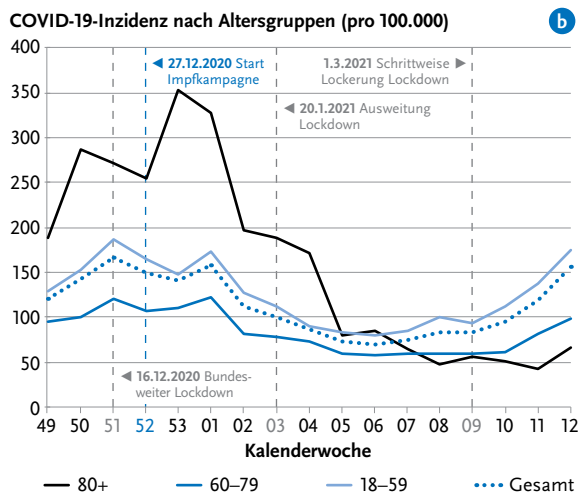
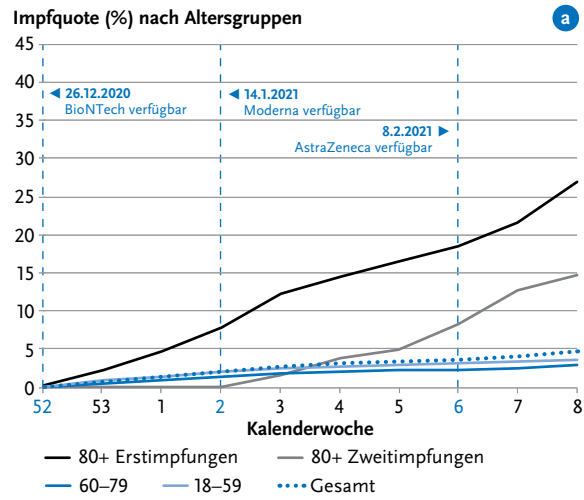
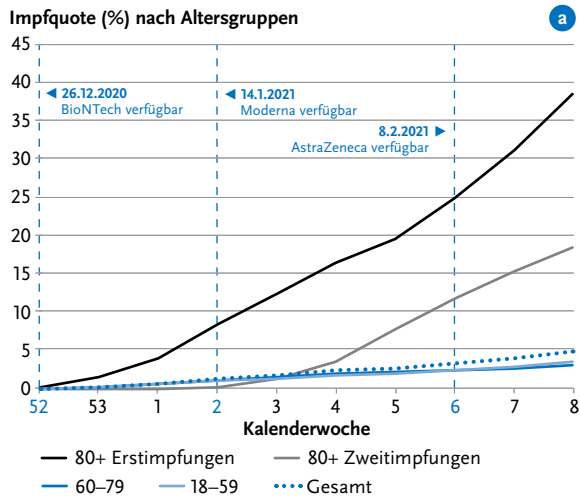
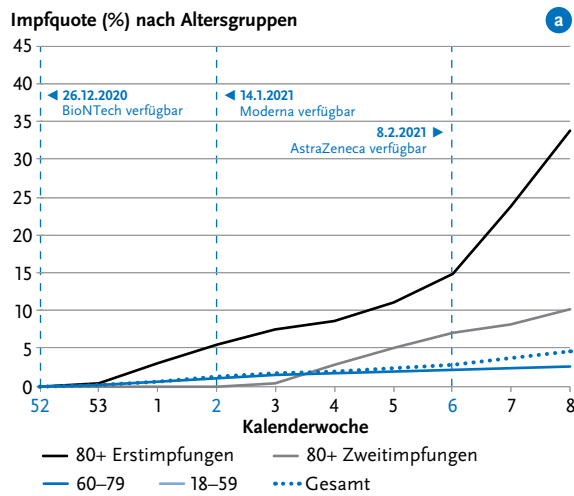
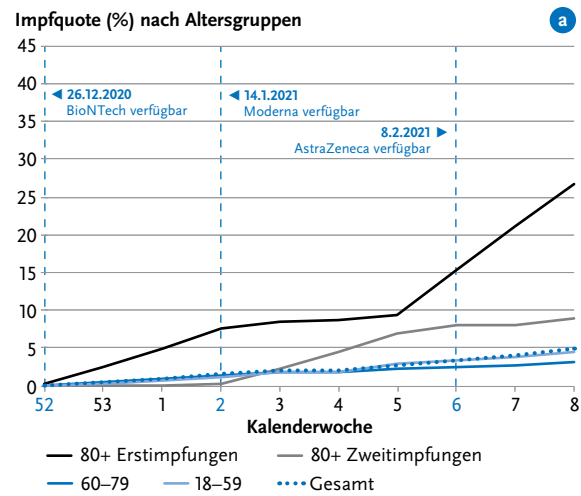


Abb. 1 | (a) Verlauf der COVID-19-Impfquote, (b) der COVID-19-Inzidenz und (c) der COVID-19-Mortalität, nach Altersgruppen, in den 10 DIM-Bundesländern in Deutschland

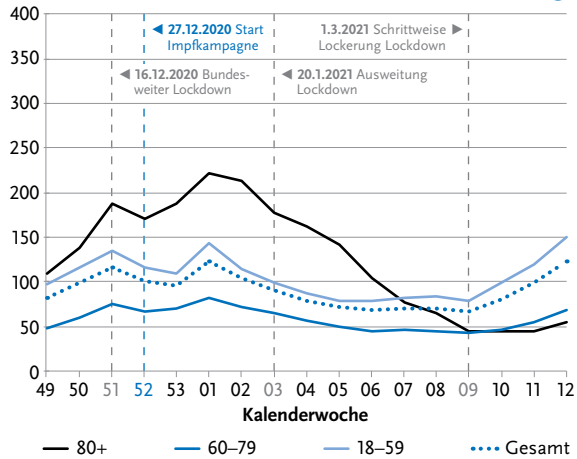
Niedersachsen (NI)



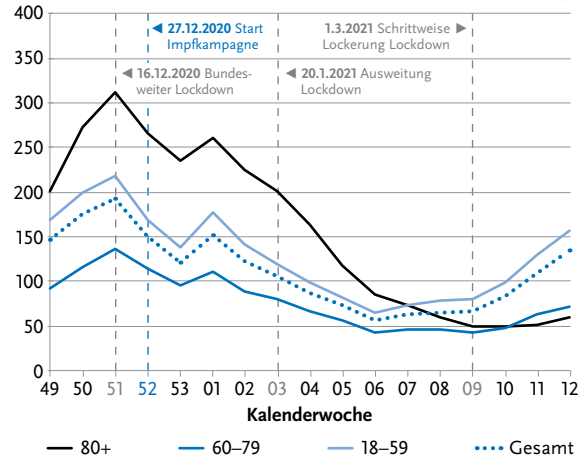
Nordrhein-Westfalen (NW)



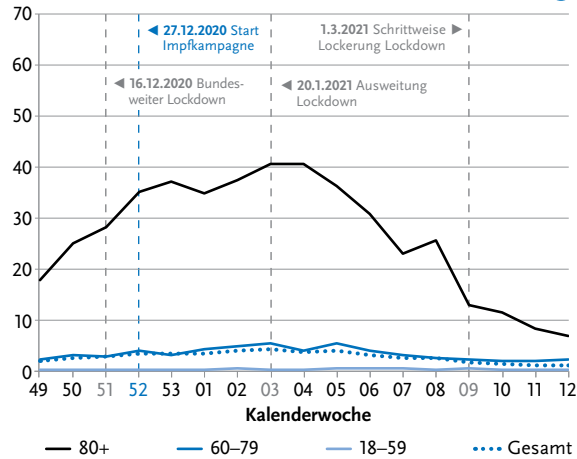
COVID-19-Inzidenz nach Altersgruppen (pro 100.000)



COVID-19-Inzidenz nach Altersgruppen (pro 100.000)



COVID-19-Todesfälle nach Altersgruppen (pro 100.000)



COVID-19-Todesfälle nach Altersgruppen (pro 100.000)

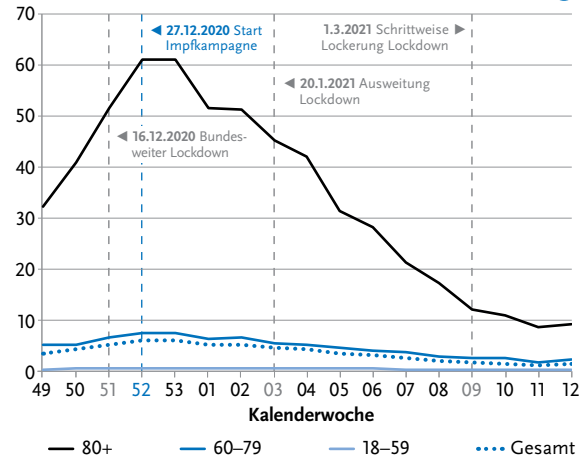


Abb. 1 | (a) Verlauf der COVID-19-Impfquote, (b) der COVID-19-Inzidenz und (c) der COVID-19-Mortalität, nach Altersgruppen, in den 10 DIM-Bundesländern in Deutschland

Rheinland-Pfalz (RP)

Saarland (SL)

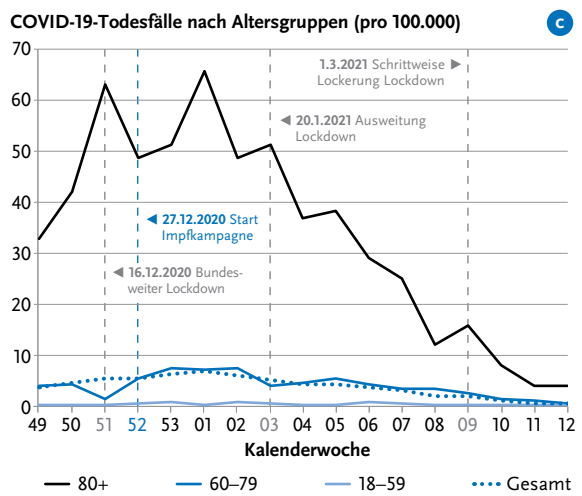
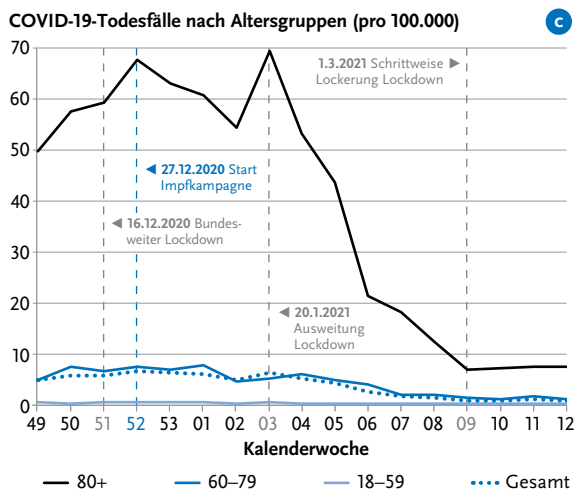
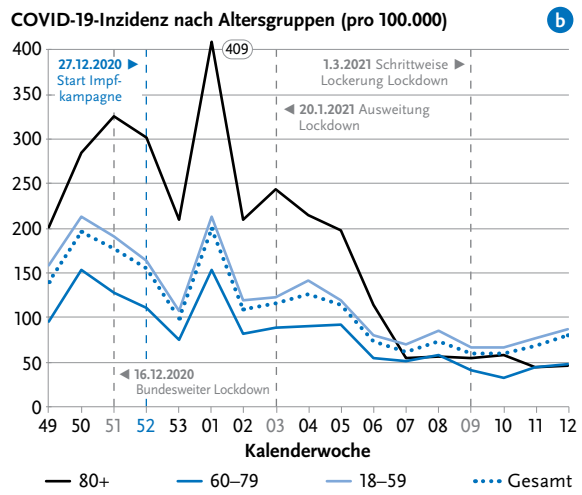
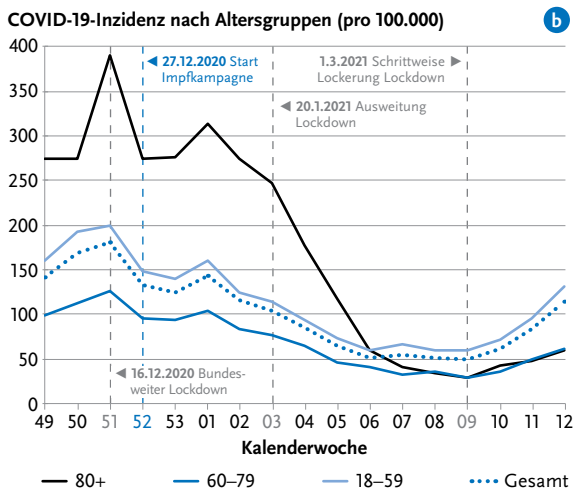
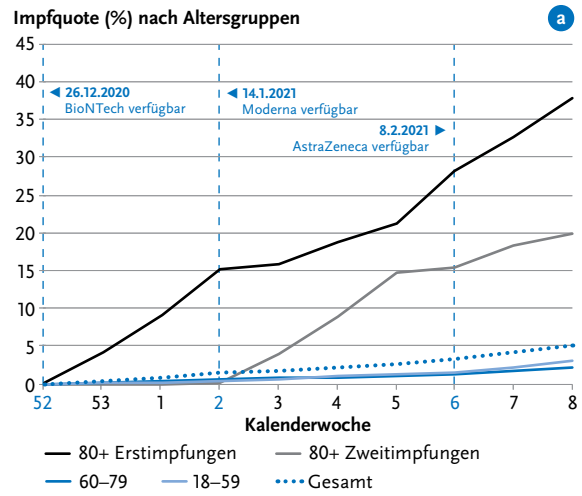
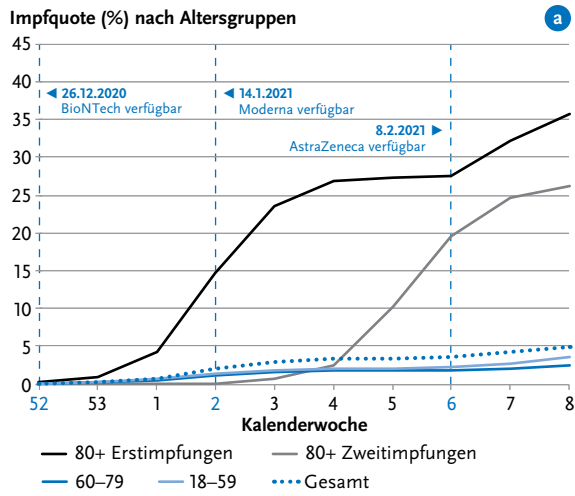
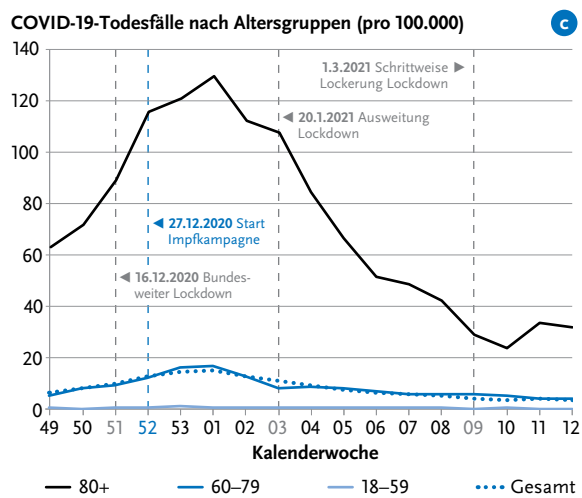
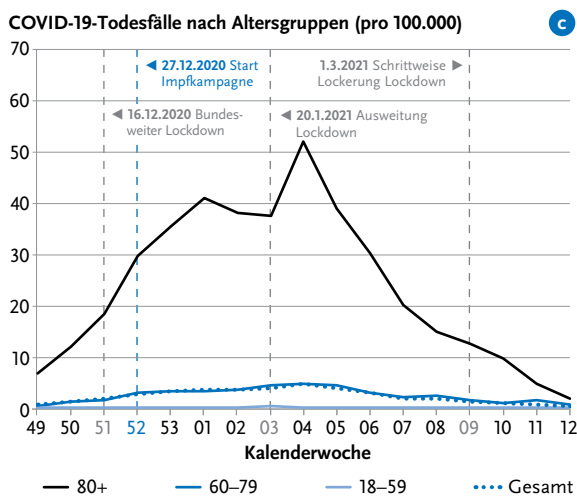
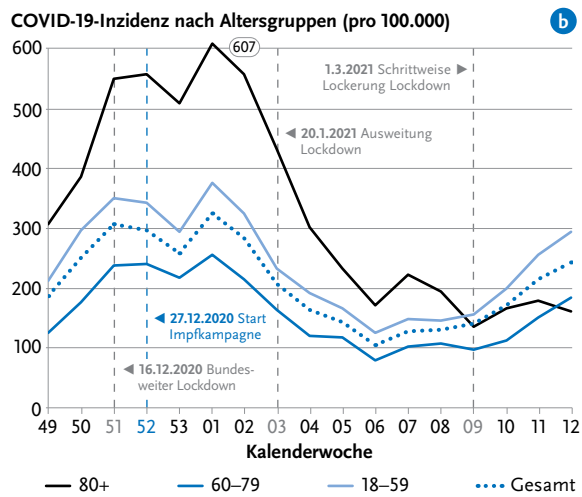
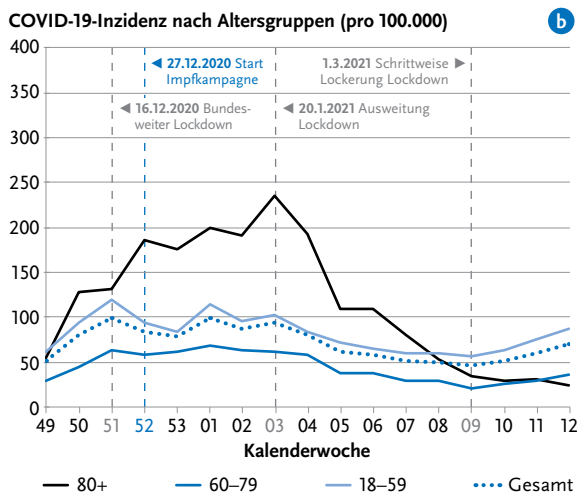
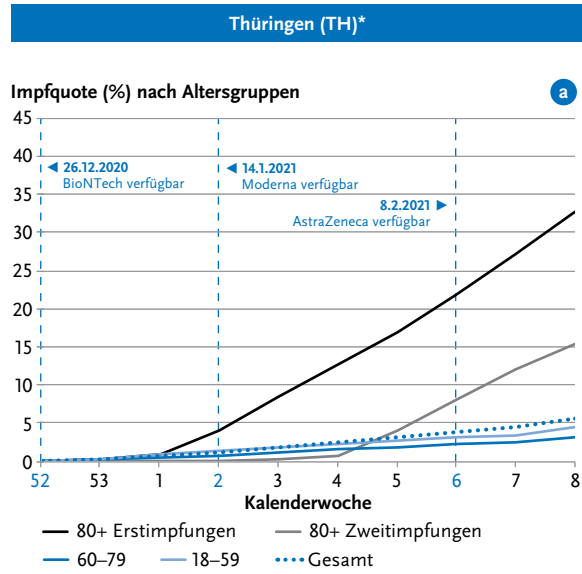
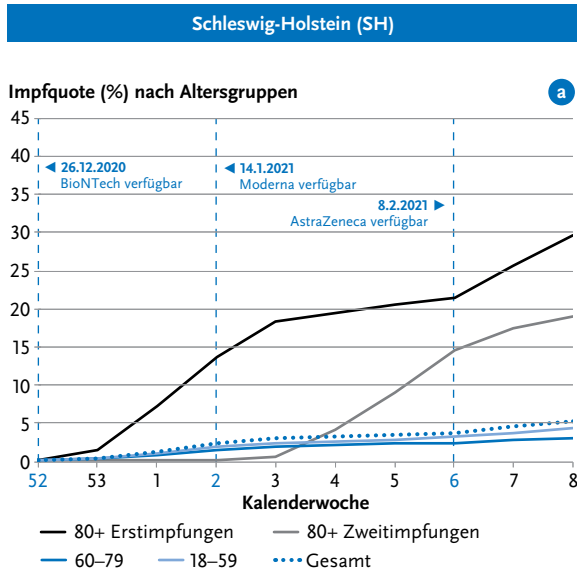


Abb. 1 | (a) Verlauf der COVID-19-Impfquote, (b) der COVID-19-Inzidenz und (c) der COVID-19-Mortalität, nach Altersgruppen, in den 10 DIM-Bundesländern in Deutschland



* Abbildungen (b) und (c) für Thüringen haben andere Maximum-Werte für die y-Achsen.

Abb. 1 | (a) Verlauf der COVID-19-Impfquote, (b) der COVID-19-Inzidenz und (c) der COVID-19-Mortalität, nach Altersgruppen, in den 10 DIM-Bundesländern in Deutschland

100.000. Die Inzidenz in der Altersgruppe 80+ Jahre erreichte im Zeitraum zwischen Mitte Dezember 2020 (KW 50) und Mitte Januar 2021 (KW 02) in den meisten DIM-Bundesländern einen Höhepunkt (die Inzidenz für alle DIM-Bundesländer zusammen lag bei 296/100.000) und ging danach stetig zurück, bis am Ende des Studienzeitraums in KW 12/2021 die COVID-19-Inzidenz in der Altersgruppe 80+ Jahre mit 62/100.000 die niedrigste aller Altersgruppen und niedriger als die Inzidenz in der Gesamtbevölkerung war.

Mecklenburg-Vorpommern, das Saarland und Thüringen erlebten Anfang Januar 2021 eine zweite Spitze der Inzidenz in der Altersgruppe 80+ Jahre, die um ein Vielfaches höher war als die Inzidenz in der Altersgruppe 60–79 Jahre und 18–59 Jahre. Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz zeigten Anfang Januar 2021 ein ähnliches Muster, allerdings waren die zweiten Spitzen deutlich geringer. DIM-Bundesländer mit den höchsten Bevölkerungszahlen, wie Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz, zeigten im Laufe der Zeit gleichmäßigere Muster der Zunahme und Abnahme der COVID-19-Inzidenz, während DIM-Bundesländer mit kleineren Bevölkerungszahlen, wie die Stadtstaaten Bremen und Hamburg, im Laufe der Zeit mehr Schwankungen aufwiesen.

Die Gesamtinzidenz für alle Altersgruppen folgte eng dem Muster der Inzidenz in der Altersgruppe der 18–59-Jährigen, da diese Gruppe in jedem Bundesland die größte Bevölkerungsgruppe darstellt. Bis etwa KW 10 war die Inzidenz in der Altersgruppe der 60–79-Jährigen in allen DIM-Bundesländern durchgängig am niedrigsten. Ab KW 10 war die niedrigste Inzidenz zumeist in der Altersgruppe der ab 80-Jährigen zu finden.

Am 16.12.2020 ging Deutschland in einen bundesweiten *Lockdown* (KW 51), gefolgt vom Start der Impfkampagne am 27.12.2020 (KW 52). In den darauffolgenden Wochen konnte ein Rückgang der COVID-19-Inzidenz für alle Altersgruppen beobachtet werden. Der Rückgang war in der Altersgruppe 80+ Jahre am stärksten ausgeprägt und setzte sich in den meisten DIM-Bundesländern fort, auch wenn die Inzidenz in den anderen Altersgruppen um

KW 07–KW 08 wieder zu steigen begann. Als der bundesweite *Lockdown* um den 01.03.2021 in einigen Bundesländern gelockert wurde (KW 09), endete der stetige Rückgang der COVID-19-Inzidenz in der Altersgruppe 80+ Jahre bis KW 12 in 9 von 10 DIM-Bundesländern (Ausnahme: Thüringen). Die Inzidenz stieg nachfolgend in mehreren Bundesländern sogar leicht an. Für alle 10 DIM-Bundesländer zusammen stieg die Inzidenz in der Gesamtbevölkerung von 81/100.000 in KW 10 auf 130/100.000 in KW 12. Im gleichen Zeitraum stieg die Inzidenz in der Altersgruppe der über 80-Jährigen von 51/100.000 auf 62/100.000.

COVID-19-Sterblichkeit

In allen DIM-Bundesländern hatte die Altersgruppe 80+ Jahre die mit Abstand höchste durchschnittliche wöchentliche COVID-19-Sterblichkeit im Vergleich zu den Altersgruppen 60–79 Jahre und 18–59 Jahre (s. Abb. 1c). In KW 49 lag die Mortalitätsrate in der Gruppe der ab 80-Jährigen bei 33/100.000 für alle DIM-Bundesländer zusammen, im Vergleich zu 4/100.000 bei den 60–79-Jährigen und 0,2/100.000 bei den 18–59-Jährigen. Parallel zu dem in vielen DIM-Bundesländern beobachteten Anstieg der COVID-19-Inzidenz bei den ab 80-Jährigen zwischen KW 51/2020 und KW 02/2021, erreichte auch die Sterberate in dieser Altersgruppe in einigen DIM-Bundesländern wie Baden-Württemberg (63/100.000 in KW 51–KW 52) und Nordrhein-Westfalen (61/100.000 in KW 52–KW 53) in diesem Zeitraum einen Höchststand. Andere DIM-Bundesländer wie Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein erlebten einige Wochen später (KW 03 und KW 04) Spitzenwerte bei den Mortalitätsraten in der Altersgruppe 80+ Jahre. Nach diesem Zeitraum gingen die Mortalitätsraten bei den über 80-Jährigen in allen DIM-Bundesländern stark zurück (Ausnahme: Bremen) und erreichten in der KW 12 für alle Bundesländer zusammen 9 Todesfälle/100.000. Dieser Rückgang setzte sich in einigen DIM-Bundesländern trotz der schrittweisen Lockerung des *Lockdowns* ab KW 09 fort, während er in anderen zum Stillstand kam.

Während des gesamten Studienzeitraums blieben in allen DIM-Bundesländern in den anderen Altersgruppen und in der Gesamtbevölkerung die Sterbe-

raten aufgrund von COVID-19 dauerhaft niedrig, wobei in der Altersgruppe 60–79 Jahre ebenfalls ein Rückgang von 4 Todesfällen/100.000 in KW 49/2020 auf 2/100.000 in KW 12/2021 zu verzeichnen war.

Beitrag der Altersgruppen zur Gesamtinzidenz von COVID-19

Abbildung 2 zeigt die Veränderungen des Anteils der einzelnen Altersgruppen an der Gesamtinzidenz von COVID-19 für alle DIM-Bundesländer zusammen über den Beobachtungszeitraum. Von KW 49/2020 bis KW 12/2021 ist der größte Rückgang des Anteils der Fälle bei den über 80-Jährigen zu verzeichnen (Rückgang von 10 % auf 3 %). Korrespondierend zum Rückgang bei der Altersgruppe 80+ Jahre stieg der Anteil der 0–17-Jährigen an allen Fällen im Zeitverlauf von 13 % in der KW 49 auf 20 % in der KW 12. Der Anteil der Fälle für die Altersgruppe 60–79 Jahre (14 % auf 13 %) und 18–59-Jährigen (63 % auf 65 %) veränderte sich in KW 49 bis KW 12 dagegen kaum.

Diskussion

Unter Verwendung von Daten aus 10 DIM-Bundesländern präsentiert unsere Studie die ersten Ergebnisse zu dem Effekt der COVID-19-Impfkampagne auf die Inzidenz und Mortalität von COVID-19 in Deutschland.

Unsere Analyse zeigt, dass nach dem Start der Impfkampagne in Deutschland die Impfquoten bei den ab 80-Jährigen kontinuierlich anstiegen und die COVID-19-Inzidenz sowie -Mortalität in dieser Altersgruppe stark zurückging. Sowohl Inzidenz als auch Mortalität waren vor Beginn der Impfkampagne in allen 10 DIM-Bundesländern für alle Altersgruppen angestiegen,²³ welches Mitte Dezember 2020 zu einem bundesweiten *Lockdown* führte. Durch unsere Analyse konnten wir den Effekt des *Lockdowns* von dem Effekt der Impfkampagne bei den ab 80-Jährigen trennen, indem wir die Veränderungen von Inzidenz und Mortalität in dieser Altersgruppe mit denen in den anderen Altersgruppen verglichen. Der beobachtete Rückgang in der

Verteilung der COVID-19-Fälle (%) auf Altersgruppen (Gesamt)

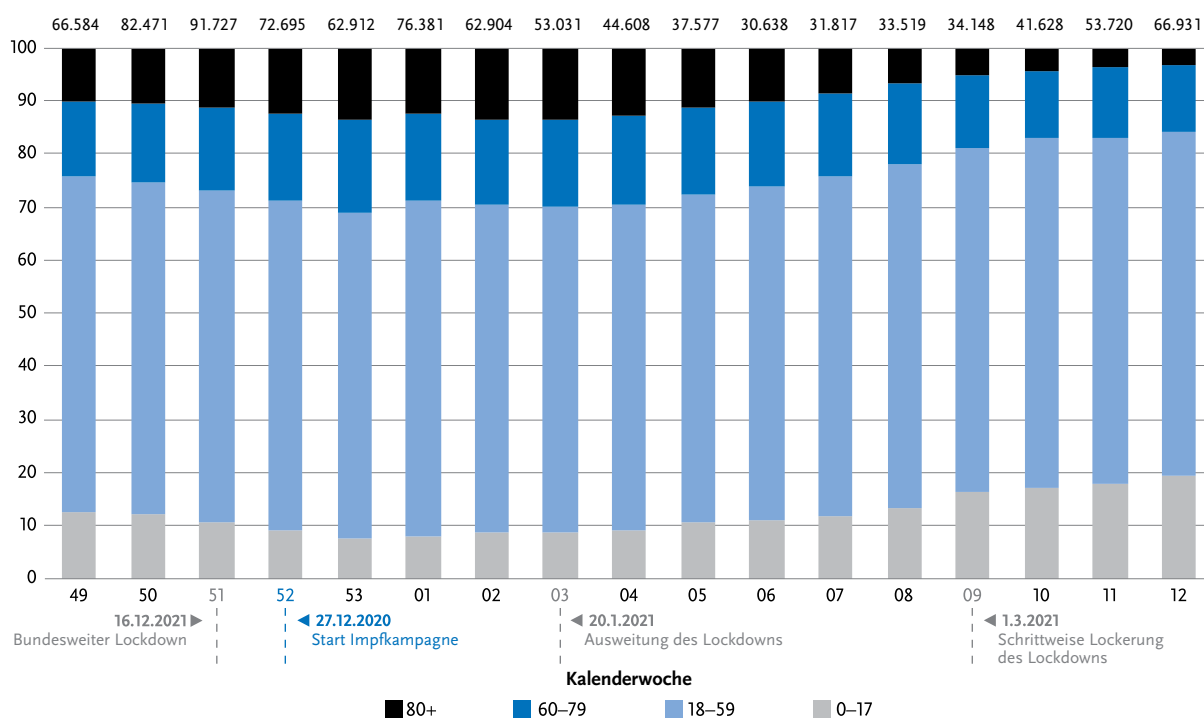


Abb. 2 | Anteil der Altersgruppen an der Gesamtinzidenz von COVID-19, KW49/2020 bis KW12/2021. Gesamtzahl der Fälle pro KW sind über jedem Balken eingefügt

Altersgruppe 80+ Jahre war viel größer als in den anderen Altersgruppen. Da diese anderen Altersgruppen nicht vorrangig geimpft wurden, konnten die in diesen Gruppen beobachteten Veränderungen zu einem großen Teil auf den bundesweiten *Lockdown* zurückgeführt werden. In ähnlicher Weise wurde im März 2021 in allen Altersgruppen, mit Ausnahme der ab 80-Jährigen, ein schneller Anstieg der COVID-19-Inzidenz nach der Aufhebung des strengen *Lockdowns* beobachtet. Bei den ab 80-Jährigen war das Ausmaß des Anstiegs gering und ein Anstieg trat nicht in allen DIM-Bundesländern auf. Diese Unterschiede in den Mustern der Inzidenz und der Sterberate zwischen der Altersgruppe 80+ Jahre und den anderen Altersgruppen weisen darauf hin, dass die Impfkampagne wahrscheinlich eine entscheidende Rolle bei der Senkung und Kontrolle der COVID-19-Inzidenz in der am stärksten gefährdeten Altersgruppe in Deutschland gespielt hat.

In Anbetracht des Zeitintervalls von 14–21 Tagen zwischen der Verabreichung der ersten Impfstoffdosis und dem Beginn eines partiellen Schutzes gegen SARS-CoV-2, der auf 60–80 Prozent geschätzt wird,^{11,15,19} wäre ein Effekt der Impfkampagne auf Bevölkerungsebene in Deutschland ab KW 02–KW 03/2021 zu erwarten gewesen. Diese Hypothese wird durch unsere Ergebnisse gestützt, die eine Beschleunigung des Rückgangs der COVID-19-Inzidenz von KW 02–KW 03/2021 zeigen. Ein starker Rückgang war insbesondere in den DIM-Bundesländern Baden-Württemberg, Hamburg und Rheinland-Pfalz zu beobachten. Diese Länder wiesen von Beginn der Impfkampagne an einen schnelleren Anstieg der Impfquoten in der Altersgruppe der ab 80-Jährigen auf als die anderen DIM-Bundesländer in der Auswertung.

Unsere Analyse zeigt, dass eine Reihe von DIM-Bundesländern wie Mecklenburg-Vorpommern, das Saarland, Thüringen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz Anfang Januar 2021 eine Spitze oder eine zweite Spitze der COVID-19-Inzidenz erlebten. Der Zeitpunkt dieser Ereignisse deutet darauf hin, dass es sich möglicherweise um Artefakte der Datenmeldung handelt, wie z. B. Nachmeldungen von Fällen, die erst nach den Weihnachts- bzw. Winterferien gemeldet wurden. Es han-

delt sich wahrscheinlich nicht um einen echten Anstieg der COVID-19-Inzidenz in diesen Bundesländern, die ansonsten ab Ende Dezember 2020 einen überwiegend stetigen Rückgang der Inzidenz bei den ab 80-Jährigen verzeichneten.

Ein zentrales Ergebnis unserer Studie ist der starke Rückgang der COVID-19-bedingten Todesfälle in der Gruppe der ab 80-Jährigen, der bereits wenige Wochen nach Start der Impfkampagne zu sehen ist. Während der ersten COVID-19-Welle in Deutschland betrug das durchschnittliche Zeitintervall zwischen dem Auftreten von COVID-19-Symptomen und dem Tod 11 Tage.²⁴ Unter Annahme einer ähnlichen Zeitspanne zwischen dem Meldedatum der in unserer Studie eingeschlossenen Fälle und dem Todeszeitpunkt, wäre erst etwa vier Wochen nach Beginn der Impfkampagne ein Effekt zu beobachten. Dies steht in Einklang mit unseren Ergebnissen, bei denen ein deutlicher Rückgang der Sterberate ab KW 03/2021 für alle DIM-Bundesländer erkennbar ist.

Unsere Studienergebnisse stehen in Einklang mit denen einer ökologischen Studie aus Israel.⁹ In dieser Studie wurden für jene Altersgruppen, die für eine frühere COVID-19-Impfung priorisiert wurden (60+ Jahre, 16–21 Jahre), deutliche Rückgänge der COVID-19-Inzidenz und -Mortalität beobachtet. Parallel zur Impfkampagne wurde in Israel aufgrund der schnellen Verbreitung der SARS-CoV-2-Virusvariante B.1.1.7. (UK-Variante) der dritte nationale *Lockdown* verhängt. Auch in Deutschland entwickelte sich die B.1.1.7-Variante nach ihrem erstmaligen Nachweis im Dezember 2020 bis Ende Februar 2021 zur dominierenden Variante und breitete sich somit während der laufenden Impfkampagne aus.²⁵ Obwohl die B.1.1.7-Variante im Vergleich zu den zuvor zirkulierenden SARS-CoV-2-Stämmen eine höhere Transmissionsrate²⁶ und Sterblichkeit²⁷ aufweist, ist der insgesamt starke Rückgang der COVID-19-Inzidenz und der Sterberate bei den ab 80-Jährigen ein weiterer starker Hinweis sowohl auf die Wirksamkeit der Impfstoffe gegenüber der jetzt vorherrschenden Virusvariante als auch darauf, dass die Impfkampagne zur Verringerung der COVID-19-Inzidenz und -Mortalität in Deutschland beigetragen hat.

Limitationen

Unsere Studie hat einige Einschränkungen. Erstens basiert unsere Analyse auf Daten aus den 10 DIM-Bundesländern, die derzeit einzelfallbezogene Daten einschließlich Alter an die DIM-Datenbank melden. Daten aus den anderen sechs Bundesländern (Bayern, Berlin, Brandenburg, Hessen, Sachsen und Sachsen-Anhalt), die zum Zeitpunkt dieser Analyse Impfdaten nur in aggregierter Form und ohne Angabe des Alters melden, konnten nicht einbezogen werden. Die 10 DIM-Bundesländer, die in die Analyse einbezogen wurden, umfassen jedoch mehr als die Hälfte der deutschen Bevölkerung, beinhalten zwei der bevölkerungsreichsten Bundesländer und repräsentieren alle geografischen Regionen in Deutschland. Wir gehen daher davon aus, dass unsere Daten für die gesamte deutsche Bevölkerung repräsentativ sind.

Zweitens handelt es sich bei der vorliegenden Analyse um eine ökologische Studie, die keine kausalen Schlussfolgerungen erlaubt. Die vergleichende Methodik war jedoch in der Lage, wichtige externe Faktoren, wie z. B. den bundesweiten *Lockdown* ab Dezember 2020, zu berücksichtigen, der die COVID-19-Morbidität und -Mortalität während des Studienzeitraums beeinflusst haben könnten, so dass wir den Effekt der Impfkampagne davon abtrennen konnten.

Drittens variierte die schrittweise Wiedereröffnung, z. B. von Geschäften und Schulen, in ihrer Ausführung und den genauen Terminen von Bundesland zu Bundesland, welches einen zusätzlichen, bundeslandspezifischen Einfluss auf den Verlauf von Inzidenz und Mortalität gehabt haben kann. Wir begnügten dieser Einschränkung, indem wir die Analyse nicht nur für jedes einzelne Bundesland, sondern auch für alle DIM-Bundesländer zusammen durchführten. Schließlich endete unser Studienzeitraum am 28.03.2021, genau zu dem Zeitpunkt, als Deutschland nach einem monatelangen *Lockdown* wieder zu öffnen und die COVID-19-Inzidenz wieder zu steigen begann. Ob die in dieser Analyse dargestellten Ergebnisse und Trends weiter Bestand haben, ist nicht klar. Wir planen daher, unsere Analyse zu aktualisieren und in naher Zukunft Ergebnisse mit neueren Daten zu veröffentlichen.

Fazit

Unsere Untersuchung präsentiert die ersten Ergebnisse zum Effekt der COVID-19-Impfkampagne in Deutschland unter Verwendung von realen Daten aus der nationalen COVID-19-Impfdatenbank (DIM) und den RKI-Melddaten. Obwohl es eine ökologische Untersuchung ist, konnten mit Beginn der Impfkampagne ein deutlicher Rückgang der COVID-19-Inzidenz und -Mortalität bei den ab 80-Jährigen in Deutschland beobachtet werden. Der besonders auffällige Rückgang der Todesfälle im Zusammenhang mit COVID-19 in dieser gefährdeten Altersgruppe liefert die ersten vielversprechenden Anzeichen für den Erfolg der Impfkampagne in Deutschland. Zukünftige Studien, die die Wirksamkeit der Impfkampagne anhand detaillierterer und aktualisierter Daten in Deutschland bewerten, sind erforderlich, um die Ergebnisse dieser Studie zu bestätigen und darauf aufzubauen.

Literatur

- 1 Robert Koch-Institut. COVID-19 Daily Situation Report 27 Dec 2020. Robert Koch-Institut; 2020
- 2 Robert Koch-Institut. Digitales Impfquotenmonitoring zur COVID-19-Impfung. 2021. www.rki.de/covid-19-impfquoten (accessed 03 Mai 2021).
- 3 Vygen-Bonnet S KJ, Bogdan C, Harder T, Heininger U, Kling K, Littmann M, Meerpohl J, Meyer H, Mertens T, Schmid-Küpke N, Scholz S, Terhardt M, Treskova-Schwarzbach M, Überla K, van der Sande M, Wichmann O, Wicker S, Wiedermann U, Wild V, von Kries R. Beschluss der STIKO zur 1. Aktualisierung der COVID-19-Impfempfehlung und die dazugehörige wissenschaftliche Begründung. *Epid Bull.* 2021;2:3-71
- 4 Vygen-Bonnet S KJ, Bogdan C, Harder T, Heininger U, Kling K, Littmann M, Meerpohl J, Meyer H, Mertens T, Schmid-Küpke N, Scholz S, Terhardt M, Treskova-Schwarzbach M, Überla K, van der Sande M, Wichmann O, Wicker S, Wiedermann U, Wild V, von Kries R. Beschluss der STIKO zur 2. Aktualisierung der COVID-19-Impfempfehlung und die dazugehörige wissenschaftliche Begründung. *Epid Bull.* 2021;5:3-79
- 5 Vygen-Bonnet S KJ, Bogdan C, Harder T, Heininger U, Kling K, Littmann M, Meerpohl J, Meyer H, Mertens T, Schmid-Küpke N, Scholz S, Terhardt M, Treskova-Schwarzbach M, Überla K, van der Sande M, Wichmann O, Wicker S, Wiedermann U, Wild V, von Kries R. Beschluss der STIKO zur 4. Aktualisierung der COVID-19-Impfempfehlung und die dazugehörige wissenschaftliche Begründung. *Epid Bull.* 2021;16:3-78
- 6 Greinacher A, Thiele T, Warkentin TE, Weisser K, Kyrle PA, Eichinger S. Thrombotic Thrombocytopenia after ChAdOx1 nCov-19 Vaccination. *N Engl J Med* 2021
- 7 Bundesministerium für Gesundheit. Verordnung zum Anspruch auf Schutzimpfung gegen das Coronavirus SARS-CoV-2 (01.04.2021). In: Gesundheit Bf, editor. Berlin, Germany: Bundesministeriums für Gesundheit; 2021
- 8 Aran D. Estimating real-world COVID-19 vaccine effectiveness in Israel using aggregated counts. *medRxiv* 2021: 2021.02.05.21251139
- 9 Rossman H, Shilo S, Meir T, Gorfine M, Shalit U, Segal E. COVID-19 dynamics after a national immunization program in Israel. *Nat Med* 2021
- 10 Puranik A, Venkatakrisnan A, Pawlowski C, et al. Higher COVID-19 vaccination rates are linked to decreased county-level COVID-19 incidence across USA. *medRxiv* 2021: 2021.03.05.21252946
- 11 Amit S, Regev-Yochay G, Afek A, Kreiss Y, Leshem E. Early rate reductions of SARS-CoV-2 infection and COVID-19 in BNT162b2 vaccine recipients. *Lancet* 2021; 397(10277): 875-7
- 12 Chodick G, Tene L, Patalon T, et al. The effectiveness of the first dose of BNT162b2 vaccine in reducing SARS-CoV-2 infection 13-24 days after immunization: real-world evidence. *medRxiv* 2021: 2021.01.27.21250612
- 13 Dagan N, Barda N, Kepten E, et al. BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine in a Nationwide Mass Vaccination Setting. *N Engl J Med* 2021; 384(15): 1412-23
- 14 Rinott E, Youngster I, Lewis YE. Reduction in COVID-19 Patients Requiring Mechanical Ventilation Following Implementation of a National COVID-19 Vaccination Program – Israel, December 2020–February 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021; 70(9): 326-8
- 15 Hall VJ, Foulkes S, Saei A, et al. COVID-19 vaccine coverage in health-care workers in England and effectiveness of BNT162b2 mRNA vaccine against infection (SIREN): a prospective, multicentre, cohort study. *Lancet* 2021
- 16 Menni C, Klaser K, May A, et al. Vaccine side-effects and SARS-CoV-2 infection after vaccination in users of the COVID Symptom Study app in the UK: a prospective observational study. *Lancet Infect Dis* 2021
- 17 Vasileiou E, Simpson CR, Shi T, et al. Interim findings from first-dose mass COVID-19 vaccination roll-out and COVID-19 hospital admissions in Scotland: a national prospective cohort study. *Lancet* 2021; 397(10285): 1646-57
- 18 Tenforde MW, Olson SM, Self WH, et al. Effectiveness of Pfizer-BioNTech and Moderna Vaccines Against COVID-19 Among Hospitalized Adults Aged ≥ 65 Years – United States, January – March 2021. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report* 2021; 70(18)
- 19 Thompson MG, Burgess JL, Naleway AL, et al. Interim Estimates of Vaccine Effectiveness of BNT162b2 and mRNA-1273 COVID-19 Vaccines in Preventing SARS-CoV-2 Infection Among Health Care Personnel, First Responders, and Other Essential and Frontline Workers – Eight U.S.

Locations, December 2020 – March 2021. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2021; 70(13): 495-500

- 20 Our World in Data. Share of people who received at least one dose of COVID-19 vaccine (European Union), May 2, 2021. 2021. https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer?zoomToSelection=true&time=latest&pickerSort=desc&pickerMetric=total_vaccinations_per_hundred&Metric=People+vaccinated&Interval=Cumulative&Relative+to+Population=true&Align+outbreaks=false&country=AUT~BEL~BGR~CYP~CZE~DEU~DNK~ESP~EST~FIN~FRA~GRC~HRV~HUN~IRL~ITA~LTU~LUX~LVA~MLT~NLD~POL~PRT~ROU~SVK~SVN~SWE~EuropeanUnion (accessed 03 Mai 2021)
- 21 Robert Koch-Institut. Falldefinition Coronavirus Disease 2019, Stand: 23.12.2020. Robert Koch-Institut; 2020
- 22 Statistisches Bundesamt (Destatis). Tabelle 12411-0012: Bevölkerung: Bundesländer, Stichtag, Altersjahre 31.12.2019. Statistisches Bundesamt, 2021
- 23 Robert Koch-Institut. COVID-19 Daily Situation Report 16 Dec 2020. Robert Koch-Institut; 2020
- 24 Schilling J LA, Schumacher D, Ullrich A, Diercke M et al. Krankheitsschwere der ersten COVID-19-Welle in Deutschland basierend auf den Meldungen gemäß Infektionsschutzgesetz. Journal of Health Monitoring 2020; 5(11): 2-20
- 25 Robert Koch-Institut. Bericht zu Virusvarianten von SARS-CoV-2 in Deutschland, insbesondere zur Variant of Concern (VOC) B.1.1.7 (03.03.2021). Robert Koch-Institut; 2021
- 26 Davies NG, Abbott S, Barnard RC, et al. Estimated transmissibility and impact of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7 in England. Science 2021; 372(6538)
- 27 Davies NG, Jarvis CI, Group CC-W, et al. Increased mortality in community-tested cases of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7. Nature 2021

Autorinnen und Autoren

^{a)} Nita Perumal | ^{a)} Dr. Annika Steffen |

^{b)} Dr. Alexander Ullrich | ^{a)} Dr. Anette Siedler

^{a)} RKI, Abt. 3 Infektionsepidemiologie,
FG 33 Impfprävention

^{b)} RKI, Abt. 3 Infektionsepidemiologie,
FG 31 Infektionsepidemiologische Fach-IT und
Anwendungsentwicklung

Korrespondenz: PerumalN@rki.de

Vorgeschlagene Zitierweise

Perumal N, Steffen A, Ullrich A, Siedler A: Effekte der COVID-19-Impfung auf Inzidenz und Todesfälle in der älteren Bevölkerung in Deutschland: erste Ergebnisse einer ökologischen Analyse

Epid Bull 2021;19:37-51 | DOI 10.25646/8473

Interessenkonflikt

Alle Autorinnen und Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Danksagung

Wir bedanken uns bei den Mitarbeitenden in den Impfzentren, mobilen Teams und Krankenhäusern sowie den KollegInnen aller Bundesländer für die Dokumentation und Übermittlung der Impfdaten.