

Originalarbeit

COVID-19-Krankheitslast in Deutschland im Jahr 2020

Durch Tod und Krankheit verlorene Lebensjahre im Verlauf der Pandemie

Alexander Rommel, Elena von der Lippe, Dietrich Plaß, Thomas Ziese, Michaela Diercke, Matthias an der Heiden, Sebastian Haller, Annelene Wengler, für die BURDEN 2020 Study Group

Zusammenfassung

Hintergrund: Die SARS-CoV-2-Pandemie hat im Jahr 2020 das Gesundheitswesen vor große Herausforderungen gestellt. Die COVID-19-Krankheitslast lässt sich durch den Verlust an Lebensjahren durch Krankheit oder Tod ausdrücken. Dabei gehen beispielsweise durch Versterben im Alter von 40 Jahren deutlich mehr Lebensjahre verloren als bei Tod mit 80 Jahren.

Methode: Auf Basis laborbestätigter SARS-CoV-2-Meldefälle im Jahr 2020 (Datenstand 18. Januar 2021) werden durch Tod verlorene Lebensjahre („years of life lost“, YLL) und durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene Lebensjahre („years lived with disability“, YLD) zur Krankheitslast insgesamt („disability-adjusted life years“, DALY) aufsummiert. Die Methodik ist angelehnt an die „Global Burden of Disease“-Studie. Bestehende Vorerkrankungen werden bei der Berechnung der YLL nicht berücksichtigt. Die angelegte Restlebenserwartung berücksichtigt aber ein mittleres altersspezifisches Niveau an Morbidität.

Ergebnisse: Im Jahr 2020 gingen in Deutschland 305 641 Lebensjahre durch COVID-19 verloren. Bei Männern entfielen 34,8 % der DALY auf Personen unter 70 Jahre, bei Frauen 21,0 %. 99,3 % dieser Krankheitslast machten verlorene Lebensjahre durch Versterben aus (YLL). Die durch COVID-19 im Tagesmittel entstandene Krankheitslast durch Versterben lag unter der für wichtige nichtübertragbare Erkrankungen. Eine verstorbene Person verlor im Mittel etwa 9,6 Lebensjahre, Personen unter 70 Jahre verloren 25,2 Lebensjahre. Männer hatten durch Tod einen größeren Verlust an Lebenszeit als Frauen (11,0 versus 8,1 Jahre).

Schlussfolgerung: Die Auswirkungen von COVID-19 auf die Bevölkerungsgesundheit lassen sich mit den Indikatoren der Krankheitslast verdeutlichen. Die Methode liefert damit zusätzliche Erkenntnisse, die für künftige Ausbrüche frühzeitig genutzt werden sollten.

Zitierweise

Rommel A, von der Lippe E, Plaß D, Ziese T, Diercke M, an der Heiden M, Haller S, Wengler A, on behalf of the BURDEN 2020 Study Group: The COVID-19 disease burden in Germany in 2020—years of life lost to death and disease over the course of the pandemic. Dtsch Arztebl Int 2021; 118: 145–51. DOI: 10.3238/arztebl.m2021.0147

Robert Koch-Institut, Abteilung 2, Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, Berlin: Dr. rer. med. Alexander Rommel, Dr. rer. pol. Elena von der Lippe, Dr. med. Thomas Ziese, Dr. rer. pol. Annelene Wengler

Robert Koch-Institut, Abteilung 3, Infektionsepidemiologie, Berlin: Michaela Diercke M.Sc., Dr. rer. nat. Matthias an der Heiden, Dr. med. Sebastian Haller

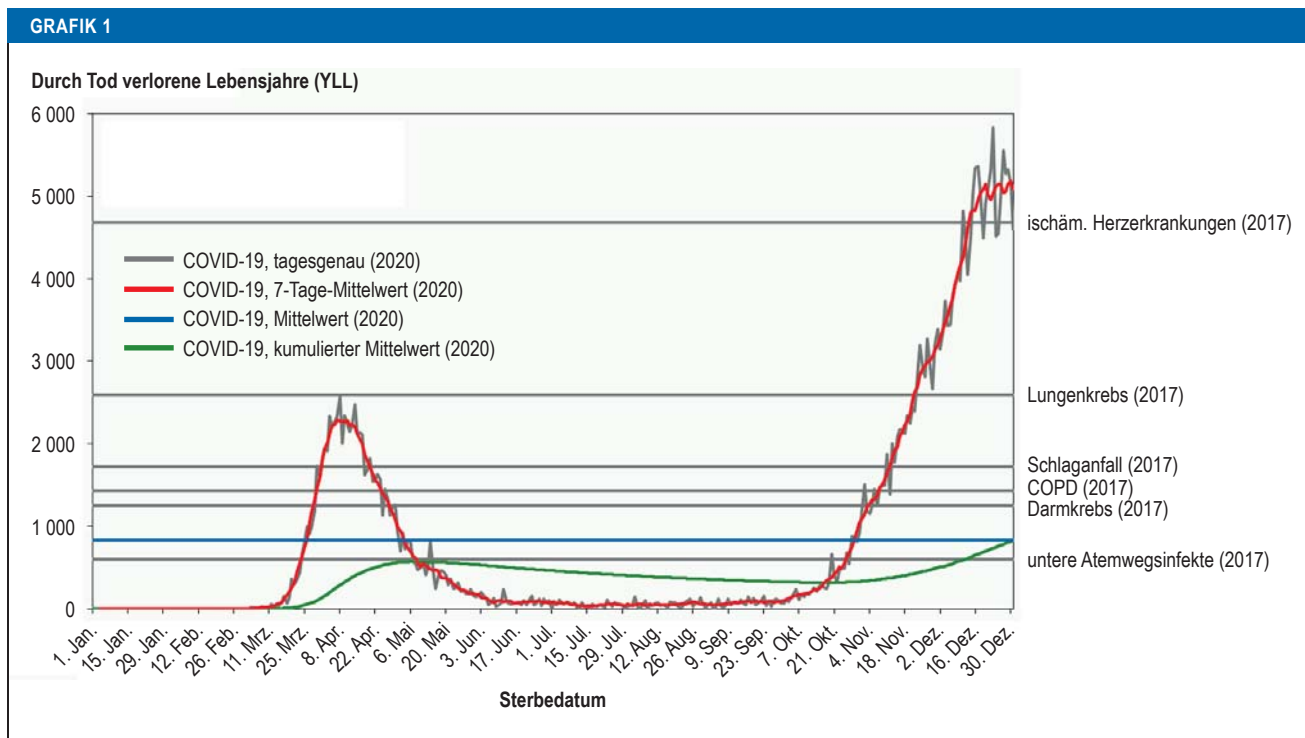
Umweltbundesamt, Abteilung II 1 Umwelthygiene, Berlin: Dr. PH Dietrich Plaß

Das Coronavirus SARS-CoV-2 und die COVID-19-Erkrankung haben durch einen pandemischen Verlauf sowie die Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung die Lebensumstände der Menschen im Jahr 2020 stark bestimmt. Die Ausbreitung der Infektion mit teilweise schweren Krankheitsverläufen und Todesfällen hatte sich zwischenzeitlich deutlich verlangsamt, in den Herbst- und Wintermonaten aber an Dynamik und Schwere wieder zugenommen (1). Um die Krankheit zu kontrollieren und das Risiko für die Bevölkerung abzuschätzen, bedarf es verlässlicher Informationen. Neben Todesfällen, Inzidenz oder Hospitalisierungsrate sollten auch Indikatoren der Krankheitslast („burden of disease“) herangezogen werden, um Auswirkungen von Mortalität und Morbidität auf die Bevölkerungsgesundheit in einem Indikator zusammenzufassen (2, 3).

Ziel der Arbeit ist es, verlorene Lebensjahre durch COVID-19 für Deutschland anhand dreier Indikatoren zu schätzen: Todesfälle bilden die durch Tod verlorenen Lebensjahre („years of life lost“, YLL) ab. Da Todesfälle im jüngeren Alter einen größeren Lebenszeitverlust verursachen, werden bevölkerungsbezogene Auswirkungen von Erkrankungen durch YLL umfassender abgebildet als durch Todesfälle. Zweitens können verlorene Lebensjahre durch krankheitsbedingte Einschränkungen (Morbidität) berechnet werden („years lived with disability“, YLD), indem Erkrankungsschwere wie auch -dauer berücksichtigt werden, um morbiditätsbedingte Auswirkungen auf die Bevölkerungsgesundheit genauer abzubilden als durch Fallzahlen. Beide Indikatoren bilden das Summenmaß DALY („disability-adjusted life years“). Der Beitrag folgt diesem Aufbau, indem im Methoden- und Ergebnisteil die YLL sowie YLD und dann die DALY thematisiert werden.

Methode

Zur Berechnung der Krankheitslast wurden alle im Jahr 2020 bis zum 18. Januar 2021 an das Robert Koch-Institut übermittelten laborbestätigten SARS-CoV-2-Fälle analysiert (*eMethodenteil 1*). Neben Melde- und Sterbedatum, Alter und Geschlecht soll laut Falldefinition auch übermittelt werden, ob COVID-19 im Fall des Versterbens maßgeblich zum Tod beigetragen hat oder ob der Tod hauptsächlich auf andere Todesursachen zurückzuführen ist (4). Sowohl bei der Meldung der SARS-CoV-2-Fälle als auch bei der Erfassung des klinischen



Zeitliche Entwicklung durch Tod verlorener Lebensjahre (YLL) bei Personen mit COVID-19 in Deutschland (tagesgenaue Werte, Tagesmittelwerte 2020) und aufgrund ausgewählter Todesursachen (Tagesmittelwerte 2017)

Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18. 01. 2021); weitere Erkrankungen – Todesursachenstatistik 2017, Sterbetafel 2016/2018; eigene Berechnungen

COPD, chronisch-obstruktive Lungenerkrankung

Verlaufs oder Vitalstatus entsteht ein zeitlicher Verzug von etwa zwei bis drei Wochen. Für den Vitalstatus besteht eine annähernde Vollständigkeit der Angaben für das Jahr 2020. Die Berechnung der Krankheitslast von COVID-19 beruht auf Vorarbeiten aus dem Projekt BURDEN 2020 – Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen (5).

Durch Tod verlorene Lebensjahre (YLL)

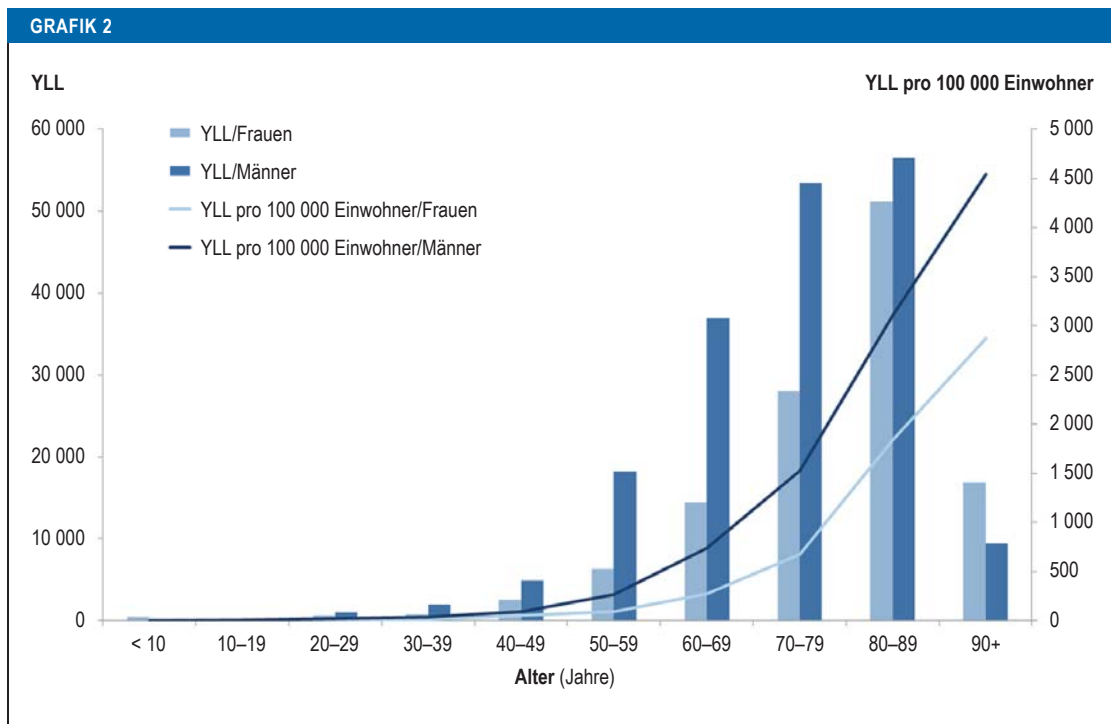
Die durch Tod verlorenen Lebensjahre (YLL) errechnen sich als Summe der statistischen Restlebenserwartung aller Verstorbenen in Jahren und werden einzelnen Todesursachen zugeschrieben. Vorerkrankungen bei COVID-19-Verstorbenen werden nicht berücksichtigt (*eMethodenteil 2 und 3*). Die Berechnungen basieren auf den übermittelten Sterbefällen unter den Sars-CoV-2-Meldefällen (*eGrafik 1 und 2*). Um eine Überschätzung zu vermeiden, werden nur Sterbefälle einbezogen, bei denen COVID-19 als Ursache übermittelt wurde (*eMethodenteil 1*). Zur Einordnung in die Gesamtsterblichkeit werden – basierend auf der Todesursachenstatistik 2017, dem Berichtsjahr der Studie BURDEN 2020 – die YLL anderer Krankheiten herangezogen. Dargestellt werden die fünf nichtübertragbaren Erkrankungen (NCD) mit den meisten YLL – ischämische Herzerkrankungen, Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs (kurz Lungenkrebs), Schlaganfall, chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (kurz COPD), Kolon- und Rektumkrebs (kurz Darmkrebs) –

sowie zusätzlich untere Atemwegsinfekte (*eMethodenteil 2*). Berichtet werden absolute Werte, YLL pro 100 000 Einwohner und Durchschnittswerte pro Person. Um die Dynamik der COVID-19-Pandemie abzubilden, erfolgt die Darstellung der YLL zudem tagesgenau und über Mittelwerte (7-Tage-Mittel, kumuliertes Mittel). Zu Vergleichszwecken werden zudem Tagesmittelwerte für COVID-19 (2020) und die Vergleichserkrankungen (2017) ausgewiesen. Die Saisonalität insbesondere der unteren Atemwegsinfekte wird dadurch nivelliert.

Durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene Lebensjahre (YLD) und Krankheitslast insgesamt (DALY)

Berechnungsgrundlage der durch gesundheitliche Einschränkungen verlorenen Lebensjahre (YLD) bei akut erkrankten Personen sind vier Parameter (*eMethodenteil 2*):

- Neuerkrankungen (SARS-CoV-2-Infektionen ohne Todesfälle) (*eMethodenteil 1*)
- Schweregradverteilung („severity distribution“) in asymptotische, milde, moderate, schwere und sehr schwere Verläufe (*eGrafik 3, eTabelle 1*)
- schweregradspezifische Gewichtungsfaktoren („disability weight“) (asymptotisch 0,000; mild 0,006; moderat 0,051; schwer 0,133 und sehr schwer/kritisch 0,655) (*eTabelle 1*) und
- die schweregradspezifische Erkrankungsdauer (*eTabelle 1*).



Durch Tod verlorene Lebensjahre (YLL) 2020 bei Personen mit COVID-19 in Deutschland nach Alter und Geschlecht

(Anzahl und pro 100 000 Einwohner)

Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18.01.2021), Todesursachenstatistik 2017, Sterbetafel 2016/2018; eigene Berechnungen

Mögliche Spätfolgen von COVID-19 bleiben unberücksichtigt. YLL und YLD bilden das Summenmaß DALY, das in absoluten und relativen Zahlen nach Alter, Geschlecht und Raumordnungsregionen ausgewiesen wird.

Sensitivitätsanalysen

In einer Sensitivitätsanalyse wird überprüft, inwieweit pandemiebedingt eine Übersterblichkeit besteht und die YLL einen tatsächlichen Zuwachs an Krankheitslast widerspiegeln (*eKasten*). Die Analyse der Übersterblichkeit ermöglicht auf diese Weise auch einen Vergleich der COVID-19-Pandemie mit früheren Influenzawellen. Da Influenza meist klinisch diagnostiziert wird und nur der Erregernachweis meldepflichtig ist, besteht in Meldedaten und Todesursachenstatistik eine deutliche Untererfassung (6), sodass ein direkter Vergleich mithilfe dieser Datenquellen schwierig ist. Eine weitere Sensitivitätsanalyse untersucht, wie stark die YLD-Berechnungen auf Veränderungen der Erkrankungsdauer reagieren.

Ergebnisse

Datengrundlage

Von den bis zum 18. Januar 2021 an das Robert Koch-Institut übermittelten Fällen mit einem SARS-CoV-2-Nachweis konnten für das Jahr 2020 1 748 644 Fälle differenziert nach Melde- und gegebenenfalls Sterbedatum, Alter, Geschlecht, Schweregrad und Vitalstatus in

die Analysen einbezogen werden (*eMethodenteil 1, eGrafiken 1 und 2*). Darunter waren 920 277 Frauen (52,6 %) und 828 367 Männer (47,4 %). In den Meldedaten für 2020 gab es insgesamt 38 641 Todesfälle, bei denen in 31 638 Fällen (81,9 %) COVID-19 als Todesursache übermittelt wurde. Auf Männer entfielen 52,6 % dieser Todesfälle, 89,0 % der Verstorbenen waren 70 Jahre oder älter.

Durch Tod verlorene Lebensjahre (YLL)

Insgesamt gingen im Jahr 2020 durch COVID-19-Todesfälle in Deutschland 303 608 Lebensjahre verloren. Auf Frauen entfielen 121 114 (39,9 %) und auf Männer 182 494 YLL (60,1 %). Durchschnittlich verlor jede verstorbene Person 9,6 Lebensjahre; Frauen verloren weniger Lebensjahre als Männer (8,1 versus 11,0 Jahre). Bis zum 8. April 2020 stiegen die Zahlen auf etwa 2 300 YLL täglich an und blieben bis zum 17. April 2020 weitgehend konstant. Ab Ende April sank die Zahl der YLL auf ein sehr niedriges Niveau und stieg ab Oktober wieder (*Grafik 1*). Unter der Annahme geringfügiger saisonaler Schwankungen der NCD-Mortalität lässt sich auf Basis der Todesursachenstatistik vermuten, dass die Zahl der YLL durch COVID-19 für einige Tage höher war als die Zahl der tagesmittleren YLL infolge wichtiger NCD sowie unterer Atemwegsinfekte in 2017 (*Grafik 1, rote Linie*). Die kumulierten Mittelwerte legen nahe, dass sich die COVID-19-Krankheitslast durch Versterben bis Dezember un-

TABELLE

Übermittelte Fälle (Infizierte, Todesfälle) und Krankheitslast durch COVID-19 (YLL, YLD, DALY), anteilig nach Altersgruppen und Geschlecht *1

		Frauen				Männer			
		gesamt	< 70 *2	< 50 *2	< 30 *2	gesamt	< 70 *2	< 50 *2	< 30 *2
Mortalität									
Todesfälle	absolut	14 984	974	95	16	16 654	2 517	184	20
	%	100 %	6,5 %	0,6 %	0,1 %	100 %	15,1 %	1,1 %	0,1 %
YLL	absolut	121 114	24 966	4 286	1 046	182 494	63 086	7 986	1 183
	%	100 %	20,6 %	3,5 %	0,9 %	100 %	34,6 %	4,4 %	0,6 %
Morbidität									
Infizierte	absolut	905 293	764 432	528 391	258 508	811 713	727 945	507 533	260 049
	%	100 %	84,4 %	58,4 %	28,6 %	100 %	89,7 %	62,5 %	32,0 %
YLD	absolut	1 005	726	433	185	1 028	768	409	170
	%	100 %	72,2 %	43,1 %	18,4 %	100 %	74,8 %	39,8 %	16,5 %
Mortalität und Morbidität									
Infektionen insgesamt	absolut	920 277	765 406	528 486	258 524	828 367	730 462	507 717	260 069
	%	100 %	83,2 %	57,4 %	28,1 %	100 %	88,2 %	61,3 %	31,4 %
DALY	absolut	122 119	25 692	4 719	1 231	183 522	63 854	8 395	1 353
	%	100 %	21,0 %	3,9 %	1,0 %	100 %	34,8 %	4,6 %	0,7 %

*1 Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18.01.2021), Todesursachenstatistik 2017, Sterbetafel 2016/2018; eigene Berechnungen

*2 Angabe in Jahren; Alterskategorien inkludieren einander und summieren sich nicht auf 100 %. Zum Beispiel ist < 50 in < 70 enthalten.
DALY, „disability-adjusted life years“; YLD, „years lived with disability“; YLL, „years of life lost“

terhalb der 2017 für diese Erkrankungen gemessenen Tagesmittelwerte einpendelte (Grafik 1, grüne Linie). Ab Dezember überstieg der kumulierte Mittelwert und damit auch das Gesamtjahresmittel (blaue Linie) für COVID-19 die YLL für die unteren Atemwegsinfekte aus 2017, blieb aber unterhalb der YLL für die wichtigsten nichtübertragbaren Erkrankungen.

Mit dem Alter nahm bei Personen mit COVID-19 die Zahl der YLL zunächst zu. Mit Ausnahme der 90-Jährigen und Älteren wiesen Männer einen deutlich größeren absoluten Verlust an Lebensjahren durch COVID-19 auf als Frauen. Bei den 90-Jährigen und Älteren gingen die YLL bei beiden Geschlechtern in absoluten Zahlen stark zurück. Relativ betrachtet stiegen die YLL bis ins hohe Alter weiter an (Grafik 2).

Aufgrund der höheren Restlebenserwartung jüngerer Verstorbener entfiel im Jahr 2020 dennoch ein relevanter Anteil der YLL durch COVID-19 auf die Gruppe der unter 70-Jährigen. Bei Frauen entstanden 20,6 % und bei Männern 34,6 % der durch Tod verlorenen Lebensjahre vor Vollendung des 70. Lebensjahres. Im Mittel verloren diese Personen 25,2 Lebensjahre (Tabelle).

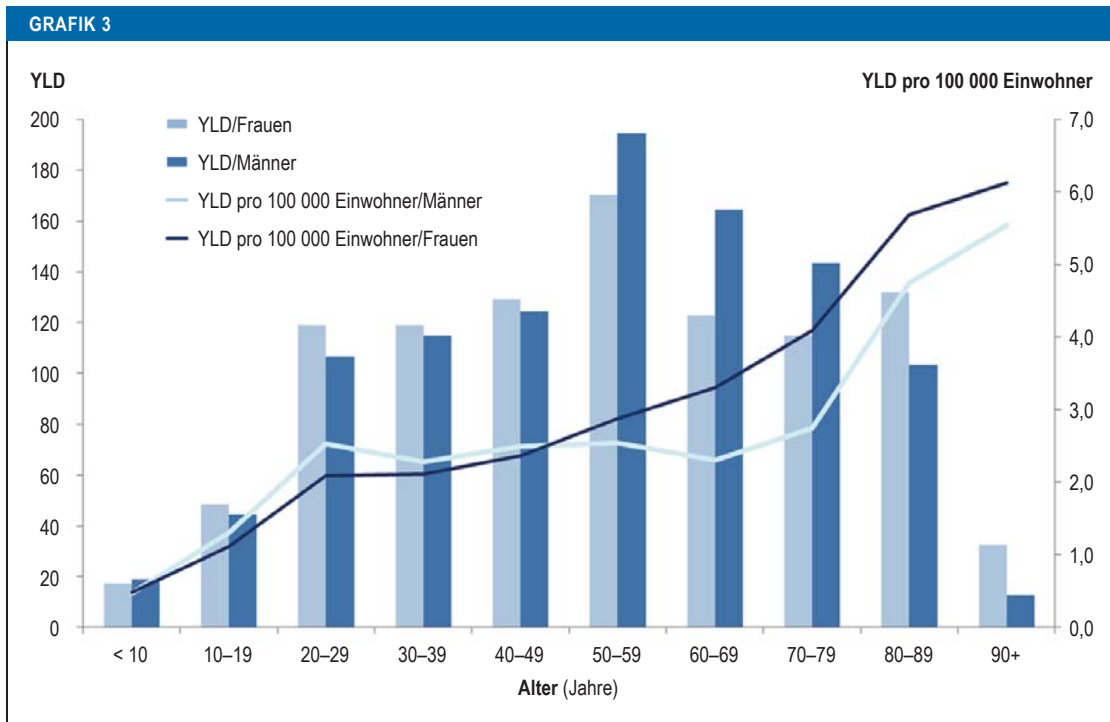
Die Sensitivitätsanalyse zeigt zeitlich anschließend an die Influenzawelle 2019/2020 eine geschätzte Übersterblichkeit von Ende Februar bis Anfang April und ab Ende Oktober (eGrafik 4), insbesondere für 70-Jährige und Ältere (eGrafik 5). Dazwischen stimmt die beobachtete Sterblichkeit relativ gut mit dem zu erwartenden Verlauf der Hintergrund-Sterblichkeit überein, unterbrochen von einer hitzebedingten Übersterblichkeit

im August. Verglichen mit den Vorjahren verlief die Übersterblichkeit im Frühjahr etwa auf dem Niveau der Influenzawelle 2019 und war im Herbst ähnlich wie in den Influenzawellen 2017/2018 (eGrafik 6). Insgesamt korrespondieren die übermittelten COVID-19-Sterbefälle und die Übersterblichkeit gut miteinander. In Zeiten einer besonders hohen Übersterblichkeit, in den Kalenderwochen 14 und 15 und seit Kalenderwoche 49, lag die Übersterblichkeit allerdings über der Zahl der übermittelten COVID-19-Sterbefälle (eGrafik 4).

Durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene Lebensjahre (YLD)

Durch gesundheitliche Einschränkungen verloren an COVID-19 erkrankte, nicht verstorbene Personen im Jahr 2020 in Deutschland 2 033 Lebensjahre. Frauen verloren mit 1 005 YLD geringfügig weniger Lebenszeit als Männer mit 1 028 YLD. Im Altersverlauf stieg die Zahl der YLD zunächst an und ging im höheren Alter wieder zurück (Grafik 3). Die 50- bis 59-Jährigen waren am stärksten betroffen. Die Ergebnisse spiegeln die Altersverteilung der übermittelten Fälle in den Meldedaten wider (eGrafik 1). Entsprechend entfielen bei Männern wie Frauen mehr als 70 % der YLD auf Personen unter 70 Jahre (Tabelle).

Bezogen auf die Bevölkerung stieg die Zahl der YLD aufgrund der altersspezifischen Schweregradverteilung (eGrafik 3) jedoch mit dem Alter stetig an und war bei den 90-Jährigen und Älteren am höchsten (Grafik 3). Insgesamt entfallen auf 100 000 Einwohner (EW) im



Verlorene Lebensjahre durch gesundheitliche Einschränkung (YLD) 2020 bei Personen mit COVID-19 in Deutschland nach Alter und Geschlecht (Anzahl und pro 100 000 Einwohner)

Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18. 01. 2021); eigene Berechnungen

Untersuchungszeitraum 2,45 YLD. Bei Frauen liegt dieser Wert mit 2,39 YLD/100 000 EW etwas niedriger als bei den Männern mit 2,51 YLD/100 000 EW.

In den Sensitivitätsanalysen reagieren die YLD auf die angenommene Erkrankungsdauer. Bei einer schwegradübergreifenden Erkrankungsdauer von fünf Tagen ergeben sich 574 YLD (0,69 YLD/100 000 EW), bei 15 Tagen 1 723 YLD (2,08 YLD/100 000 EW) und bei 28,4 Tagen, wie in einer Studie aus Südkorea (7), 3 262 YLD (3,93 YLD/100 000 EW). Aufgrund des hohen Anteils der YLL an der Krankheitslast von COVID-19 würden andere Erkrankungsauern aber insgesamt kaum ins Gewicht fallen.

COVID-19-Krankheitslast insgesamt (DALY)

Zusammengenommen gingen in der deutschen Bevölkerung im Jahr 2020 305 641 Lebensjahre aufgrund von COVID-19 verloren (368,2 DALY/100 000 EW). Mit einem Anteil von 99,3 % entfiel der Großteil der DALY auf die YLL. Während allerdings bei den 10- bis 19-Jährigen die YLD etwa 40 % der DALY ausmachten, sank bei den 60- bis 69-Jährigen der Anteil unter ein Prozent. Zudem entfiel auch bei den DALY ein nennenswerter Teil auf Personen unter 70 Jahre (Tabelle).

Die Krankheitslast durch COVID-19 war in West- und Süddeutschland höher, in Nord- und Nordostdeutschland geringer. Nach Altersstandardisierung bleiben die regionalen Unterschiede bestehen (Grafik 4, eGrafik 7). Insbesondere in Raumordnungsregionen in Bayern und Sachsen war die Krankheitslast besonders

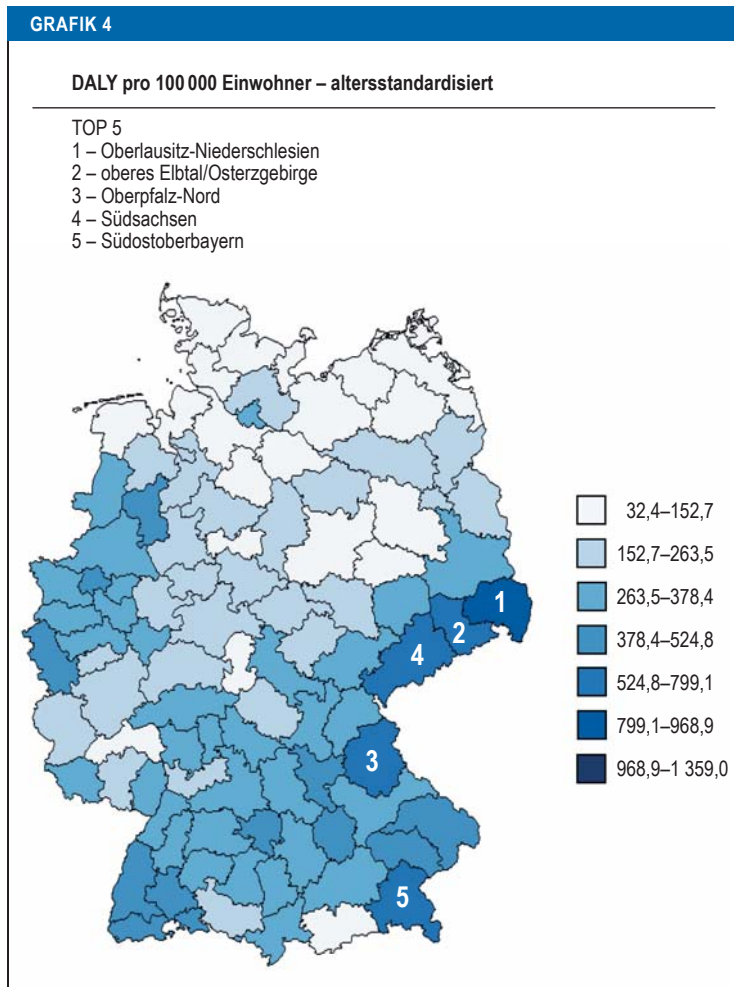
hoch. Hierin spiegelt sich das Infektionsgeschehen der ersten und zweiten Infektionswelle mit hohen Fallzahlen in Bayern und Baden-Württemberg und in der zweiten Welle insbesondere auch in Sachsen.

Diskussion

In Deutschland gingen im Jahr 2020 insgesamt schätzungsweise 305 641 Lebensjahre (DALY) durch COVID-19 verloren. 99,3 % der Krankheitslast entfielen auf Verstorbene (303 608 YLL), 0,7 % auf verlorene Lebensjahre infolge gesundheitlicher Einschränkungen (2 033 YLD). Jede verstorbene Person hat im Mittel etwa 9,6 Lebensjahre verloren. Männer verloren mit etwa 11,0 Jahren im Mittel mehr Lebensjahre durch Versterben als Frauen mit etwa 8,1 Jahren. Bei Männern entfielen zudem 34,6 % der durch Tod verlorenen Lebensjahre auf Personen unter 70 Jahre, bei Frauen 20,6 %.

Die Geschlechterunterschiede im Verlust an Lebenszeit sind dadurch bedingt, dass Männer mit COVID-19 häufiger als Frauen und vermehrt bereits vor Vollenendung des sechsten Lebensjahrzehnts versterben (8). Dies entspricht der Befundlage, nach der sich Frauen etwas häufiger infizieren, Männer aber häufiger bereits in jüngerem Alter schwer erkranken (9). Durch die längere Restlebenserwartung jüngerer Menschen schlägt sich dies in den YLL zuungunsten der Männer nieder.

Die dynamische zeitliche Entwicklung und der zwischenzeitliche Rückgang der YLL waren von den Maßnahmen der Pandemiekontrolle und saisonalen Effekten mitbestimmt (10). Seit August kam es zu einem



COVID-19-Krankheitslast insgesamt (DALY) 2020 in Deutschland auf Ebene der Raumordnungsregionen (pro 100 000 Einwohner); eGrafik 7 zeigt den Vergleich mit einer Darstellung auf Grundlage der nichtaltersstandardisierten Daten.

Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18.01.2021), Todesursachenstatistik 2017, Sterbetafel 2016/2018, Europäische Standardbevölkerung 2013; eigene Berechnungen

DALY, „disability-adjusted life years“

spürbaren Wiederanstieg der Infektionen, der wegen des jüngeren Lebensalters der infizierten Personen und des steigenden Anteils leichter Krankheitsverläufe bis Anfang Oktober kaum Einfluss auf die Krankheitslast hatte (Grafik 1, eGrafik 1 und 3) (11). Kumulativ betrachtet blieben die YLL durch COVID-19 im Jahr 2020 unterhalb des üblichen Verlusts an Lebenszeit durch weitere wichtige Todesursachen. Die Analyse der Übersterblichkeit legt aber nahe, dass die COVID-19-Pandemie am Ende des Jahres 2020 etwa das Niveau schwerer Influenzawellen erreicht hat.

Allerdings stellt der vorgenommene Vergleich mit den YLL weiterer Erkrankungen aus dem Jahr 2017 erst eine vorläufige Einordnung der Krankheitslast von COVID-19 dar. So sind saisonale Unterschiede, die es bei den Erkrankungen der unteren Atemwege und in begrenztem Umfang auch bei einigen NCD gibt (12), in der vorliegenden Darstellung geglättet. Des Weiteren ist bei

COVID-19 von einem multikausalen Sterbegeschehen auszugehen; die unikausale Erfassung der Todesursachen in Deutschland ist in dieser Hinsicht problematisch (13, 14). Weiterführende Analysen, zum Beispiel auf Basis der Todesursachenstatistik 2020, können aber künftig zeigen, ob bei den laut Meldedaten Verstorbenen in vergleichbarem Umfang COVID-19 als zugrunde liegende Todesursache kodiert wurde. Zudem kann ermittelt werden, inwieweit sich das Sterbegeschehen auch für andere Todesursachen verändert hat und die Übersterblichkeit möglicherweise von gegenläufigen Effekten beeinflusst ist. So gingen die Kontaktbeschränkungen mit einer geringeren Verkehrsunfallsterblichkeit einher (15), das zögerliche Aufsuchen von Notaufnahmen möglicherweise mit einer erhöhten Herz-Kreislauf-Sterblichkeit (16, 17).

Andere Krankheitslaststudien zu COVID-19 adjustieren bei Berechnung der YLL die Restlebenserwartung für bestehende Vorerkrankungen (18). Demgegenüber wurde hier, angelehnt an die „Global Burden of Disease“-Studie, für alle Verstorbenen eine krankheitsunabhängige altersspezifische Restlebenserwartung angelegt (19). Dadurch wird die mittlere erreichbare Lebenserwartung zum Maßstab für den Verlust an Lebenszeit. Quantifiziert wird ein durch Prävention und Versorgung „idealerweise“ potenziell vermeidbarer Verlust an Lebensjahren (eMethodenteil 3).

Der hohe Anteil der YLL an der Krankheitslast von COVID-19 entspricht etwa dem Anteil der YLL bei unteren Atemwegsinfekten der „Global Burden of Disease“-Studie (20). Die Höhe der YLD reagiert aber sensitiv auf methodische Grundannahmen (eMethodenteil 3). Zudem bilden die gemeldeten SARS-CoV-2-Infektionen durch Untererfassung nicht das ganze Erkrankungsgeschehen ab (3, 21). Auch ist die Schätzung der Schweregrade aufgrund teilweise fehlender Symptombeschreibungen mit Unsicherheit behaftet (eMethodenteil 1). Schlussendlich verdichten sich Hinweise, dass unberücksichtigte COVID-19-Spätfolgen die Gesundheit längerfristig beeinträchtigen können (22). Eine gewisse Unterschätzung der YLD muss in der vorliegenden Studie daher in Rechnung gestellt werden (eMethodenteil 3). Seroprävalenzstudien (23, 24) und klinische Forschung können helfen, Häufigkeit, Schweregradverteilung und Spätfolgen künftig besser zu erfassen.

Die vorliegende Analyse stellt eine erste Quantifizierung der Krankheitslast von COVID-19 in Deutschland dar. Die Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung unter Berücksichtigung von Todesfällen, Erkrankten, Schweregraden und Erkrankungsdauern im Pandemieverlauf lassen sich mit wenigen Kennzahlen darstellen und mit anderen Erkrankungen vergleichen. Dadurch wird deutlich, welche Auswirkungen eine ungehinderte Virusverbreitung auf die Bevölkerungsgesundheit zeitweise haben kann. Zudem werden der Einfluss von COVID-19 auf die Gesundheit jüngerer Altersgruppen wie auch Geschlechterunterschiede deutlicher, als es die Meldedaten nahelegen. Die Methode der Krankheitslastrechnung liefert damit zusätzliche Erkenntnisse für das Monitoring aktueller Pandemien, die für künftige Ausbrüche frühzeitig genutzt werden sollten.

Danksagung

Die Analysen greifen auf gemeinsame Vorarbeiten im Rahmen der Studie „BURDEN 2020 – Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen“ der BURDEN 2020 Study Group zurück: Alexander Rommel, Elena von der Lippe, Annelene Wengler, Michael Porst, Aline Anton, Janko Leddin, Thomas Ziese (Robert Koch-Institut), Helmut Schröder, Katrin Schüssel, Gabriela Brückner, Jan Breitzkreuz (Wissenschaftliches Institut der AOK), Dietrich Plaß, Heike Gruhl (Umweltbundesamt).

Förderhinweis

Die Analysen beruhen teilweise auf Vorarbeiten der Studie „BURDEN 2020 – Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen“. Diese wird gefördert aus Mitteln des Innovationsfonds beim Gemeinsamen Bundesausschuss (Förderkennzeichen: 01VVF17007).

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Manuskriptdaten

eingereicht: 6. 10. 2020, revidierte Fassung angenommen: 3. 2. 2021

Literatur

1. Robert Koch-Institut: COVID-19-Dashboard. Auswertungen basierend auf den aus den Gesundheitsämtern gemäß IfSG übermittelten Meldedaten. <https://experience.arcgis.com/experience/478220a4c454480e823b17327b2bf1d4> (last accessed on 9 February 2021).
2. Kyu HH, Abate D, Abate KH, et al.: Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018; 392: 1859–922.
3. Schilling J, Lehfeld A, Schumacher D, et al.: Krankheitsschwere der ersten COVID-19-Welle in Deutschland basierend auf den Meldungen gemäß Infektionsschutzgesetz. *Journal of Health Monitoring* 2020; 5: 2–20.
4. Robert Koch-Institut: Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) (SARS-CoV-2). Falldefinitionen des Robert Koch-Instituts zur Übermittlung von Erkrankungs- oder Todesfällen und Nachweisen von Krankheitserregern, 2020. www.rki.de/DE/Content/Infekt/IfSG/Falldefinition/falldefinition_node.html?jsessionid=C1B5C767C894C5333B699B89D5C2F16D.internet082 (last accessed on 9 February 2021).
5. Rommel A, von der Lippe E, Plaß D, et al.: BURDEN 2020—Burden of disease in Germany at the national and regional level. *Bundesgesundheitsbl* 2018; 61: 1159–66.
6. Robert Koch-Institut: Verlorene Lebensjahre (YLL). https://diabsurv.rki.de/Webs/Diabsurv/DE/diabetes-in-deutschland/4-37_Verlorene_Lebensjahre_YLL.html?nn=11418894 (last accessed on 9 February 2021).
7. Jo MW, Go DS, Kim R, et al.: The burden of disease due to COVID-19 in Korea using disability-adjusted life years. *J Korean Med Sci* 2020; 35: e199.
8. Kremer HJ, Thurner W: Age dependence in Covid-19 mortality in Germany. *Dtsch Arztebl Int* 2020; 117: 432–3.
9. Sobotka T, Brzozowska Z, Muttarak R, Zeman K, di Lego V: Age, gender and COVID-19 infections. *medRxiv* 2020.05.24.20111765.
10. Dehning J, Zierenberg J, Spitzner FP, et al.: Inferring change points in the spread of COVID-19 reveals the effectiveness of interventions. *Science* 2020; 369: eabb9789.
11. Robert Koch-Institut: Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), 08.09.2020. www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Gesamt.html (last accessed on 8 February 2021).
12. Leerhoff H: Gevatter Tod duldet keinen Aufschub. *Zeitschrift für amtliche Statistik, Berlin Brandenburg* 2020; 3: 56–8.
13. Wengler A, Rommel A, Plaß D, et al.: ICD-Codierung von Todesursachen: Herausforderungen bei der Berechnung der Krankheitslast in Deutschland. *Bundesgesundheitsbl* 2019; 62: 1485–92.
14. Wengler A, Gruhl H, Plaß D, Leddin J, Rommel A, von der Lippe E: Redistributing ill-defined causes of death—a case study from the Burden 2020-Project in Germany. Preprint under consideration at Archives of Public Health 2021; 79. www.researchsquare.com/article/rs-117779/v1 (last accessed on 9 February 2021).
15. Statistisches Bundesamt: Pressemitteilung: Straßenverkehrsunfälle im 1. Halbjahr 2020: So wenige Tote und Verletzte wie noch nie seit der deutschen Vereinigung. www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/08/PD20_320_46241.html (last accessed on 9 February 2021).
16. Slagman A, Behringer W, Greiner F, et al.: Medical emergencies during the COVID-19 pandemic—an analysis of emergency department data in Germany. *Dtsch Arztebl Int* 2020; 117: 545–52.
17. Dreger H, Bruch L, Maier B, Schühlen H: Acute myocardial infarction admissions in Berlin during the COVID-19 pandemic. *Dtsch Arztebl Int* 2020; 117: 597–8.
18. Hanlon P, Chadwick F, Shah A, et al.: COVID-19—exploring the implications of long-term condition type and extent of multimorbidity on years of life lost: a modelling study [version 1; peer review: 1 approved, 2 not approved]. *Wellcome Open Research* 2021; 5: 75. <https://wellcomeopenresearch.org/articles/5-75> (last accessed on 9 February 2021).
19. GBD 2017 Causes of Death Collaborators: Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018; 392: 1736–88.
20. Institute for Health Metrics and Evaluation: GBD Results Tool. ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool?params=gbd-api-2017-permalink/b77b387bc96d5df63059253c4912f (last accessed on 9 February 2021).
21. Robert Koch-Institut: Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19. www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html#doc13776792bodyText2 (last accessed on 9 February 2021).
22. Carfi A, Bernabei R, Landi F: Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA* 2020; 324: 603–5.
23. Santos-Hövenner C, Busch MA, Koschollek C, et al.: Seroepidemiologische Studie zur Verbreitung von SARS-CoV-2 in der Bevölkerung an besonders betroffenen Orten in Deutschland – Studienprotokoll von CORONA-MONITORING lokal. *Journal of Health Monitoring* 2020; 5: 1–18.
24. Poethko-Müller C, Prütz F, Buttman-Schweiger N, et al.: Studien zur Seroprävalenz von SARS-CoV-2 in Deutschland und international. *Journal of Health Monitoring* 2020; 5: 1–16.
25. Statistisches Bundesamt: Sterbetafeln 2016/2018, nach Bundesländern. Durchschnittliche Lebenserwartung (Periodensterbetafel). www-genesis.destatis.de/genesis/online (last accessed on 9 February 2021).
26. James SL, Abate D, Abate KH, et al.: Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018; 392: 1789–858.
27. Haagsma JA, Maertens de Noordhout C, Polinder S, et al.: Assessing disability weights based on the responses of 30,660 people from four European countries. *Popul Health Metr* 2015; 13: 10.
28. Salomon JA, Haagsma JA, Davis A, et al.: Disability weights for the Global Burden of Disease 2013 study. *Lancet Glob Health* 2015; 3: e712–23.
29. Devleeschauwer B, McDonald SA, Speybroeck N, Wyper GMA: Valuing the years of life lost due to COVID-19: the differences and pitfalls. *Int J Public Health* 2020; 65: 719–20.
30. Mesalles-Naranjo O, Grant I, Wyper GMA, et al.: Trends and inequalities in the burden of mortality in Scotland 2000–2015. *PLoS One* 2018; 13: e0196906.
31. Oh IH, Ock M, Jang SY, et al.: Years of life lost attributable to COVID-19 in high-incidence countries. *J Korean Med Sci* 2020; 35: e300.
32. Lenzen-Schulte M: Long COVID: Der lange Schatten von COVID-19. *Dtsch Arztebl* 2020; 117: A-2416.
33. Destatis: Sterbefälle und Lebenserwartung Sonderauswertung zu Sterbefallzahlen der Jahre 2020/2021. www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Sterbefaelle-Lebenserwartung/sterbefallzahlen.html (last accessed on 9 February 2021).
34. Kanief M, Rago G, Minelli G, et al.: The potential for a concerted system for the rapid monitoring of excess mortality throughout Europe. *Euro Surveill* 2010; 15: 19697.
35. Mazick A, Gergonne B, Nielsen J, et al.: Excess mortality among the elderly in 12 European countries, February and March 2012. *Euro Surveill* 2012; 17: 20138.
36. an der Heiden M, Muthers S, Niemann H, Buchholz U, Grabenhenrich L, Matzarakis A: Heat-related mortality—an analysis of the impact of heatwaves in Germany between 1992 and 2017. *Dtsch Arztebl Int* 2020; 117: 603–9.
37. an der Heiden M, Muthers S, Niemann H, Buchholz U, Grabenhenrich L, Matzarakis A: Schätzung hitzebedingter Todesfälle in Deutschland zwischen 2001 und 2015. *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 2019; 62: 571–9.

Anschrift für die Verfasser

Dr. rer. med. Alexander Rommel
Robert Koch-Institut
Abteilung 2, Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring
Nordufer 20, 13353 Berlin
RommelA@rki.de

Zitierweise

Rommel A, von der Lippe E, Plaß D, Ziese T, Diercke M, an der Heiden M, Haller S, Wengler A, on behalf of the BURDEN 2020 Study Group: The COVID-19 disease burden in Germany in 2020—years of life lost to death and disease over the course of the pandemic. *Dtsch Arztebl Int* 2021; 118: 145–51. DOI: 10.3238/arztebl.m2021.0147

Dieser Beitrag erschien online am 12. 02. 2021 (online first) auf www.aerzteblatt.de

► Die englische Version des Artikels ist online abrufbar unter: www.aerzteblatt-international.de

Zusatzmaterial
eMethodenteile, eTabellen, eGrafiken, eKasten:
www.aerzteblatt.de/m2021.0147



Zusatzmaterial zu:

COVID-19-Krankheitslast in Deutschland im Jahr 2020

Durch Tod und Krankheit verlorene Lebensjahre im Verlauf der Pandemie

Alexander Rommel, Elena von der Lippe, Dietrich Plaß, Thomas Ziese, Michaela Diercke, Matthias an der Heiden, Sebastian Haller, Annelene Wengler, für die BURDEN 2020 Study Group

Dtsch Arztebl Int 2021; 118: 145–51. DOI: 10.3238/arztebl.m2021.0147

eMETHODENTEIL 1

Datenbasis und Berechnungsgrundlage

Meldepflichtig nach Infektionsschutzgesetz sind der Verdacht auf eine Erkrankung, eine Erkrankung und der Tod in Bezug auf COVID-19 beziehungsweise der Nachweis des Erregers SARS-CoV-2, soweit er auf eine akute Infektion hinweist. COVID-19-Fälle, welche die Falldefinition des Robert Koch-Instituts (RKI) erfüllen, müssen vom zuständigen Gesundheitsamt spätestens am nächsten Arbeitstag elektronisch an die zuständige Landesbehörde und von dort spätestens am nächsten Arbeitstag an das RKI übermittelt werden. Unter die zu übermittelnden Informationen fallen neben dem Erregernachweis auch die klinischen Parameter (Symptome), Risikofaktoren (Vorerkrankungen), Hospitalisierung oder das Versterben. Das ärztliche Personal und die Gesundheitsämter sind angehalten, nach der Erstmeldung auch fallbezogene Veränderungen zu übermitteln. Bei der Übermittlung der Fälle kann es zu einem Melde- und Übermittlungsverzug kommen. Die Validität der übermittelten Daten ist vor allem durch die Charakteristika von Melde- und Surveillancedaten geprägt (3). Diese liefern zwar schnell und fortlaufend umfassende Informationen zum Pandemiegeschehen; erfasst werden können aber nur infizierte Personen, die mit dem Gesundheitssystem in Kontakt treten. Dadurch sind Meldedaten von einer Untererfassung leichter Fälle und von einer besseren Erfassung schwerer Verläufe geprägt. Da leichtere Fälle bei der Krankheitslastrechnung kaum ins Gewicht fallen, ist dieser Aspekt vernachlässigbar. Zu berücksichtigen ist aber, dass die intensivmedizinische Behandlung als Information in den Meldedaten möglicherweise nicht immer erfasst wird (3). Zudem besteht durch fehlende Angaben zur Symptomatik Unsicherheit, inwieweit die vorhandenen Informationen auf die Gesamtheit der übermittelten Fälle übertragbar sind.

Zu den Sterbefällen im Zusammenhang mit COVID-19 wird neben dem Melde- und Sterbedatum, dem Alter und dem Geschlecht auch übermittelt, ob COVID-19 einen Beitrag am Versterben hatte oder eine andere Todesursache ausschlaggebend war (4). Nur erstgenannte Fälle wurden in den vorliegenden Analysen berücksichtigt. Dabei sollen laut Handreichung zur Erfassung der Meldedaten solche Fälle übermittelt werden, bei denen in Teil I a–c der Todesbescheinigung „COVID-19“ als Teil der Kausalkette dokumentiert ist (1). Vergleichszahlen zu weiteren Erkrankungen beruhen auf der Todesursachenstatistik für Deutschland aus dem Jahr 2017. Nichtinformativ Todesursachen wurden zum Zweck der Krankheitslastrechnung umverteilt (13, 14).

Bis zum 18.01.2021 wurden für das Jahr 2020 unbereinigt 1 782 798 Fälle mit einem SARS-CoV-2-Nachweis an das Robert Koch-Institut übermittelt. Bei 13 293 Fällen (0,7 %) lag keine Angabe zum Geschlecht vor oder es wurde divers als Geschlecht vermerkt. Weiterhin fehlten bei 3 874 Personen (0,2 %) Angaben zum Alter und bei 11 285 Personen (0,6 %) Informationen zum Vitalstatus. Somit wurden insgesamt 34 154 Fälle mit

fehlenden Angaben (1,9 %) aus der Analyse ausgeschlossen, was zu einer bereinigten Zahl von 1 748 644 Fällen führt. Im Zeitverlauf stiegen die Zahlen der insgesamt übermittelten Fälle wie auch der Sterbefälle zunächst stark an, gingen in den Sommermonaten wieder zurück und nahmen ab September wieder zu (*eGrafik 1*). Unter allen übermittelten Fällen gab es 38 641 Todesfälle. Von diesen hatte nach den Meldedaten bei 81,9 % COVID-19 einen maßgeblichen Anteil am Versterben. Auf Männer entfielen 52,6 % dieser Todesfälle, 89,0 % der Verstorbenen waren älter als 70 Jahre. Im Altersverlauf zeigt sich, dass unter den Infizierten (ohne Verstorbenen) die Gruppe der 50- bis 59-Jährigen absolut betrachtet am stärksten betroffen ist. Bei den Todesfällen entfällt ein großer Teil auf die Altersgruppe der 80- bis 89-Jährigen (*eGrafik 2*). 9,1 % der Verstorbenen hatten keine Vorerkrankung; im Mittel litten die Betroffenen unter 1,6 Vorerkrankungen. Informationen zu Vorerkrankungen sind bei einem Anteil fehlender Werte von bis dato 49,2 % mit großer Unsicherheit behaftet. Die Schweregradverteilung der erkrankten Personen (ohne Verstorbenen) ist stark altersspezifisch ausgeprägt. Ältere Menschen weisen häufiger schwere Erkrankungsverläufe auf als jüngere Menschen (*eTabelle 2*). Im Zeitverlauf nimmt insbesondere der Anteil moderater und schwerer Verläufe tendenziell ab, der Anteil asymptomatischer Erkrankungen hingegen zu (*eGrafik 3*).

eMETHODENTEIL 2

Rechenansätze

Durch Tod verlorene Lebensjahre

(„years of life lost“, YLL)

Jede Person hat zum Zeitpunkt ihres Todes statistisch betrachtet eine verbleibende durchschnittliche Lebenserwartung (Restlebenserwartung). Als Restlebenserwartung für eine verstorbene Person wird die maximale Lebenserwartung angelegt, die in einem der 16 Bundesländer im Alter des Todes basierend auf den Sterbetafeln 2016/2018 des Statistischen Bundesamts gemessen wurde (25). Für Frauen und Männer wird dieselbe Restlebenserwartung angenommen. Die krankheitsspezifischen YLL in einer bestimmten Altersgruppen setzen sich zusammen aus der Zahl der Sterbefälle und der Restlebenserwartung für diese Gruppe:

$$YLL = \sum_{i=0}^n d_{i,g} * l_i$$

wobei i dem Alter (in Jahren), $d_{i,g}$ der Anzahl an Sterbefällen nach Geschlecht g und l_i der Lebenserwartung im Alter i (in Jahren) entspricht.

Durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene Lebensjahre

(„years lived with disability“, YLD) und Krankheitslast insgesamt

(„disability-adjusted live years“, DALY)

Aus den Meldedaten wurden in Anlehnung an die Symptombeschreibungen aus der „Global Burden of Disease“-Studie zu oberen und unteren Atemwegsinfekten sowie zum Hospitalisierungsstatus die vier Schweregrade von asymptomatisch bis schwer abgeleitet (7, 26) (*eTabelle 1*). Ungefähr jeder zweite Betroffene wurde als asymptomatisch definiert, da weder Symptome der oberen noch der unteren Atemwegsinfekte übermittelt wurden. Eine weitere Gruppe hatte beispielsweise bei Vorliegen von Halsschmerzen oder von Schnupfen einen milden Verlauf. Der Krankheitsverlauf galt als moderat, falls zu diesen Symptomen Fieber, Husten oder eine Pneumonie hinzukamen. Bei einem Teil der Fälle kam es außerdem zu einer Hospitalisierung (schwerer Verlauf). Ein geringer Teil der Fälle wurde intensivmedizinisch versorgt. Diese Fälle bilden in Anlehnung an die „European Disability Weights“-Study den spezifisch für COVID-19 zusätzlich definierten sehr schweren beziehungsweise kritischen Verlauf (26, 27). In die Analyse gingen alters- und geschlechtsspezifische Schweregradverteilungen ein (*eTabelle 2*). Das Robert Koch-Institut verwendet teilweise eine Schweregraddefinition, die sich vor allem in der Definition leichter Verläufe unterscheidet (3). Da eine Verknüpfung dieser Schweregrade mit vorliegenden „disability weights“ limitiert ist, wurde in der vorliegenden Arbeit von dieser Definition abgewichen.

Um die YLD auf die Maßeinheit verlorener Lebensjahre zu skalieren, wurden Fälle mit den Verläufen asymptomatisch, mild, moderat und schwer mit den „disability weights“ für die oberen und unteren Atemwegsinfekte der „Global Burden of Disease“-Studie, sehr schwere Verläufe mit dem Gewicht der „European Disability Weights“-Study für intensivmedizinische Behandlungen gewichtet (26, 27) (*eTabelle 1*). Während für jeden Todesfall entsprechend der Restlebenserwartung meist mehrere Jahre oder Jahrzehnte verloren gehen, variieren „disability weights“ zwischen einem Wert von 0, gleichbedeutend mit vollständiger Gesundheit, und nahe 1, wobei 1 dem Tod entspricht (*eTabelle 1*) (28). Zusätzlich wurden jedem Schweregrad durchschnittliche Erkrankungsdauern zugeordnet, da Infektionserkrankungen meist zeitlich begrenzt sind. Dabei umfassen die spezifischen Erkrankungsdauern die Zeit vor Beginn der Symptome bis zu einer Verbesserung des Allgemeinzustands (26). Generell wird bei COVID-19 von einer Infektiosität von 8–9 Tagen, bei schweren Verläufen bis zu 20 Ta-

gen ausgegangen (21). Die gesetzliche Quarantäne wurde daher auf 14 Tage festgelegt. Dieser Wert wurde in den vorliegenden Analysen für asymptomatische, milde und moderate Verläufe verwendet. Für schwere Verläufe wird zusätzlich eine Hospitalisierungsdauer von sieben Tagen im Median und damit eine Erkrankungsdauer von insgesamt 21 Tagen berücksichtigt. Fälle mit einem sehr schweren Verlauf erhielten zusätzlich eine Dauer von 18 Tagen im Median (21) und eine Erkrankungsdauer von insgesamt 32 Tagen (eTabelle 1). Die Formel für die Berechnung der YLD lautet:

$$YLD = \sum_{i=1}^{10} \sum_{g=1}^2 \sum_{j=1}^5 \delta_j * I_{i,g,j} * DW_j$$

wobei i der Altersgruppe, g dem Geschlecht, j dem Schweregrad, $I_{i,g,j}$ den gemeldeten Fällen und DW_j dem spezifischen „disability weight“ je Schweregrad entspricht. Außerdem wird ein zusätzlicher Umrechnungsfaktor $\delta_j = \frac{\text{dauer}_j}{365,25}$ für die Erkrankungsdauer einbezogen.

Im Ergebnis können YLD auch bei zeitlich begrenzten Erkrankungen als verlorene Lebensjahre interpretiert werden. Auf Basis der gemeinsamen Maßeinheit verlorener Lebensjahre ergibt sich die Krankheitslast insgesamt (DALY):

$$DALY = YLL + YLD$$

eMETHODENTEIL 3

Methodische Zusatzinformationen

Durch Tod verlorene Lebensjahre („years of life lost“, YLL)

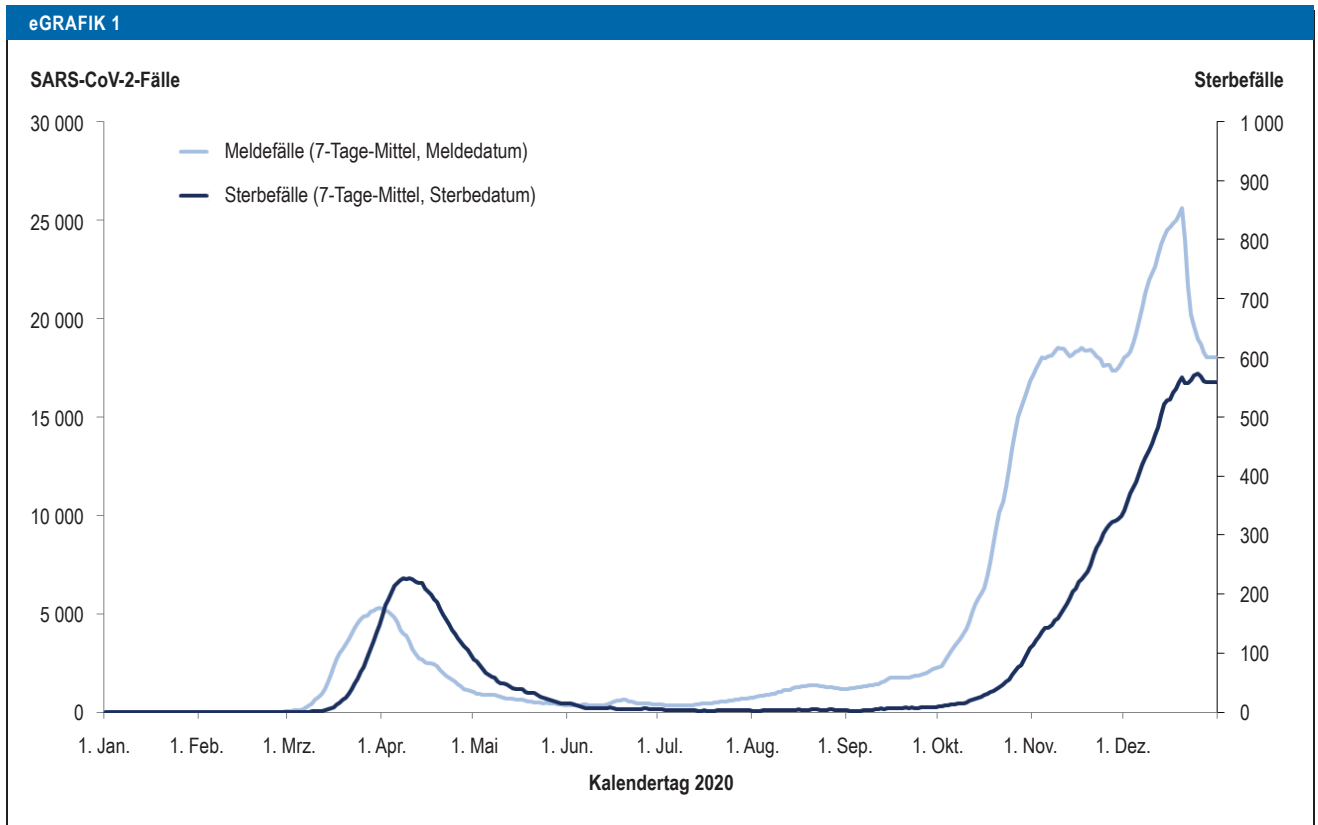
Die Ergebnisse zu den YLL reagieren sensitiv auf zwei methodische Aspekte der Berechnung der Restlebenserwartung verstorbener Personen, die bei der Interpretation der Befunde zu berücksichtigen sind: die Wahl der Sterbetafeln und die Berücksichtigung von Vorerkrankungen. Dies sind primär normative Entscheidungen, da sie einen kontrafaktischen Zustand über die Frage definieren: Wie viele verlorene Lebensjahre könnten vermieden werden, wenn die betroffenen Personen nicht verstorben wären (29)? Bei der Wahl der Lebenserwartung ist zentral, ob eine international einheitliche oder eine landesspezifische Lebenserwartung zugrunde gelegt wird. In der vorliegenden Studie wurde die maximale altersspezifische Lebenserwartung für Deutschland basierend auf den Sterbetafeln 2016/2018 verwendet. In den YLL drückt sich dadurch ein für die deutsche Bevölkerung real gemessenes Präventionspotenzial aus. Maßstab für den Verlust an Lebenszeit durch vorzeitiges Versterben ist die auf Bundeslandebene höchste empirisch abgeleitete altersspezifische Lebenserwartung. Dieses Vorgehen wird in länderspezifischen Krankheitslastberechnungen häufig gewählt (7, 30). Für internationale Vergleiche werden hingegen globale Sterbetafeln verwendet (19, 31). Die hieraus resultierenden YLL sind abstrakter, da sie das reale Sterbegeschehen einzelner Länder nicht widerspiegeln.

Des Weiteren korrigieren einige Studien zur Krankheitslast durch COVID-19 die verbleibende Restlebenserwartung und damit die YLL für bestehende Vorerkrankungen (18). Dabei wird von der Annahme ausgegangen, dass die potenzielle Restlebenserwartung einer verstorbenen Person mit der Zahl ihrer Erkrankungen sinkt. Im Gegensatz dazu wird in der vorliegenden Studie für alle verstorbenen Personen desselben Alters dieselbe Restlebenserwartung angesetzt. Während der erste Ansatz versucht, den kontrafaktischen Zustand (siehe oben) mit Informationen zur gesundheitlichen Lage der Betroffenen empirisch zu korrigieren, legt die zweite Vorgehensweise, angelehnt an die der „Global Burden of Disease“-Studie (7, 19), bewusst eine für alle Personen eines Alters gleiche Lebenserwartung an. Ziel ist es, ein quasi normatives Präventionspotenzial zu definieren, das für alle Verstorbenen gleichermaßen gilt, da es die empirisch gesehen maximal erreichbare Lebenserwartung, unabhängig von individuellen Vorerkrankungen, zum Maßstab für den Verlust an Lebenszeit macht.

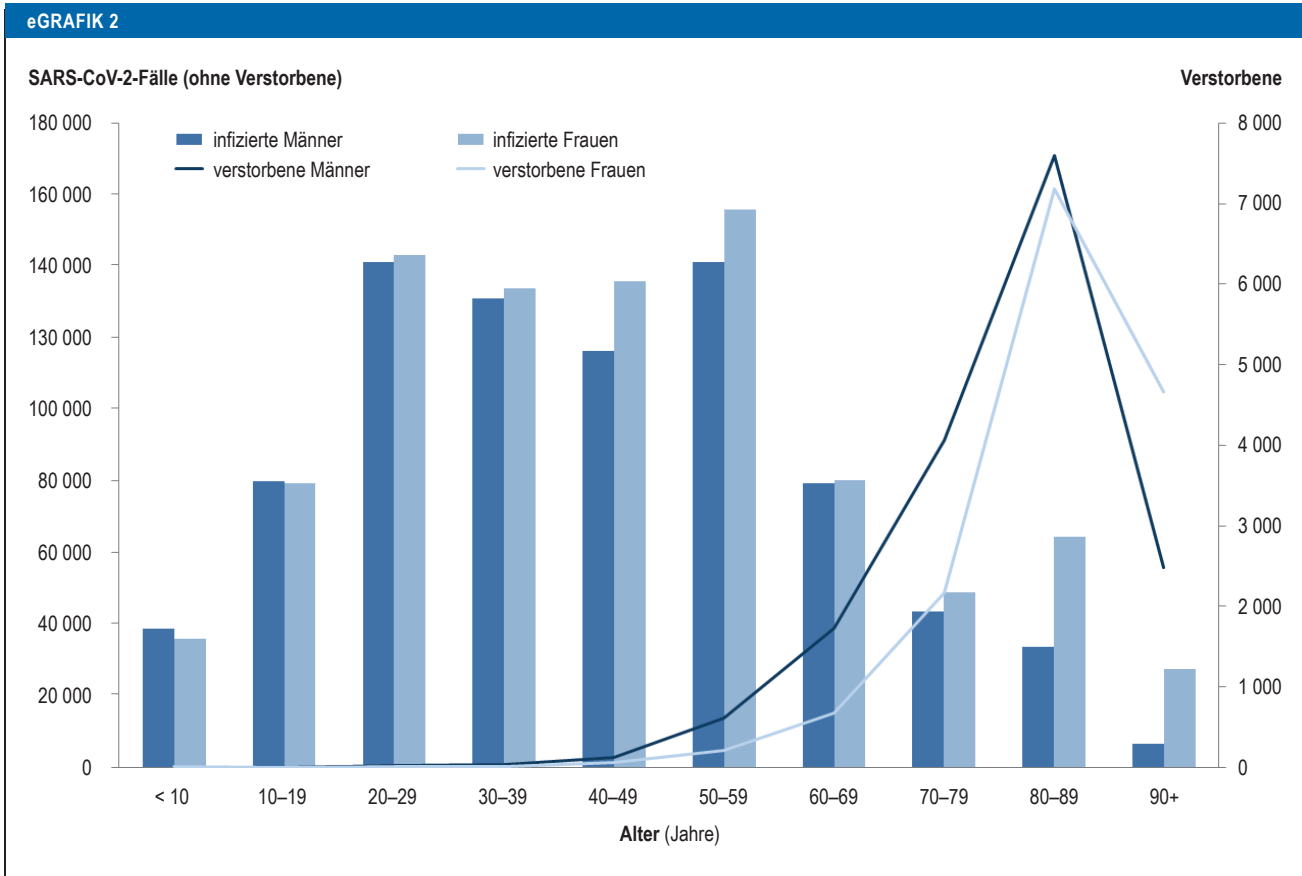
Durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene Lebensjahre („years lived with disability“, YLD)

Im Vergleich zu einer Studie aus Südkorea kommen vor allem drei methodische Differenzen zum Tragen (7). Erstens werden unterschiedliche Schweregradverteilungen angewendet. In der vorliegenden Untersuchung wurde auf Basis der Meldedaten ein höherer Anteil an asymptomatischen und ein geringerer Anteil an milden Verläufen angesetzt; gleichzeitig wurden jedoch auch mehr moderate und schwere Fälle angesetzt. Insbesondere zu Beginn der Pandemie wurde der Anteil an milden und asymptomatischen Fällen durch eine Nutzung der Meldedaten in Deutschland noch stärker als später unterschätzt, da sich viele infizierte Personen nicht in ärztliche Behandlung begeben hatten und nicht getestet wurden. Im Verlauf der Pandemie nahm jedoch die Zahl der Testungen deutlich zu, wodurch der Anteil der Fälle ohne Symptome im Zeitverlauf zunimmt. Entsprechend sinkt der Anteil der moderaten (hauptsächlich Pneumonien) und schweren (Hospitalisierung) Verläufe mit Fortschreiten der Pandemie (*eGrafik 3*). Zweitens werden unterschiedliche Gewichte verwendet, was die Höhe der YLD maßgeblich beeinflusst. In der südkoreanischen Studie werden für einen Teil der COVID-19-Fälle deutlich höhere Gewichte für Pneumonie

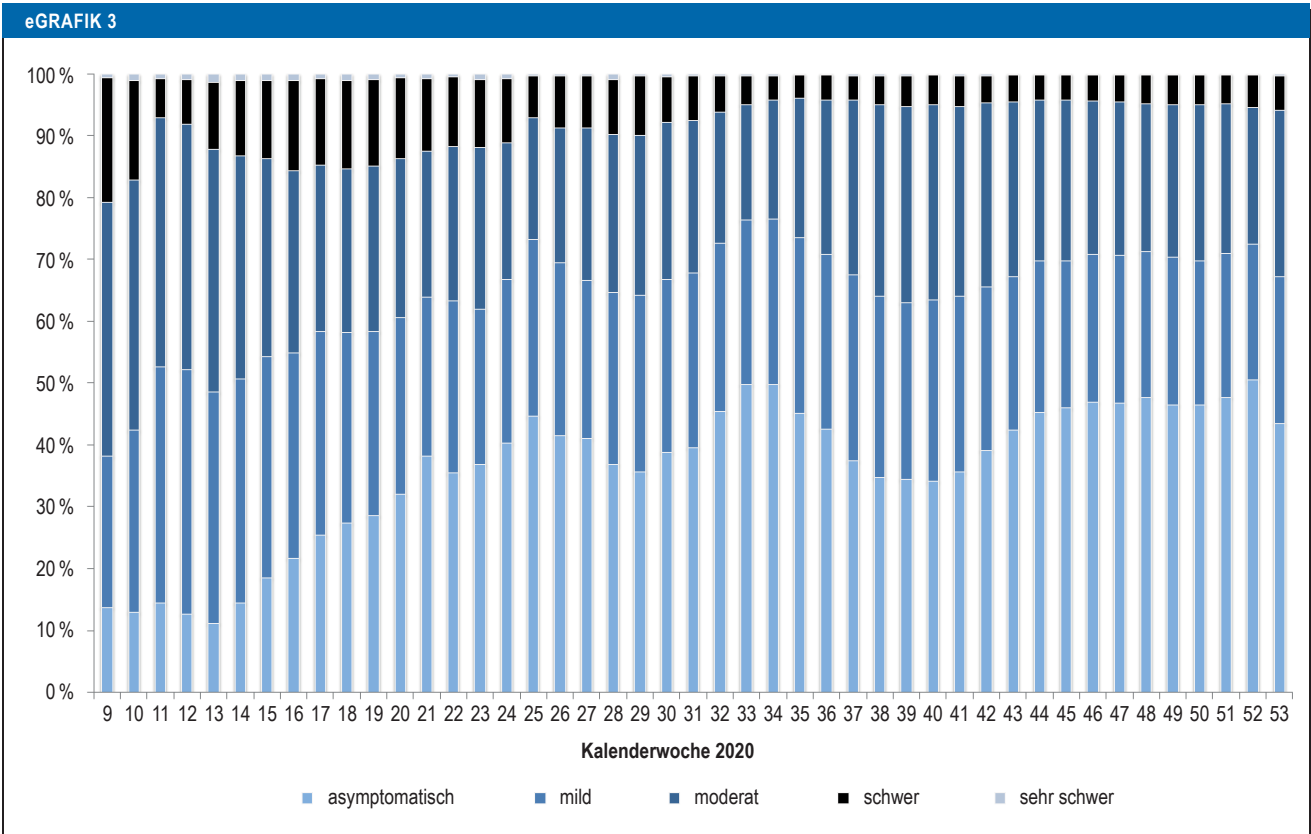
oder Sepsis angewandt. Drittens ist die Erkrankungsdauer mit global 28,4 Tagen in der südkoreanischen Studie im Mittel höher als die hier verwendete Staffelung der Erkrankungsdauer nach Schweregrad. In der Summe führt dies im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung zu einem höheren YLD-Anteil von 10,3 %. Ins Gewicht fallen könnten auch Langzeitfolgen von COVID-19, die bisher nicht adäquat berücksichtigt werden können. Das Robert Koch-Institut geht davon aus, dass mit etwa 40 % der hospitalisierten und 10 % der nicht hospitalisierten Erkrankten nur ein relativ kleiner Teil der Infizierten an Langzeitfolgen leidet. Bislang besteht keine einheitliche, medizinisch abgesicherte Definition von Langzeitfolgen, und deren eindeutige kausale Zuordnung zu COVID-19 sowie deren Häufigkeit bei milden Verläufen ist teilweise noch ungeklärt (21, 32). Für die Krankheitslastberechnung kommt erschwerend hinzu, dass zu allen Langzeitfolgen begründete Annahmen zu deren mittlerer Dauer getroffen und „disability weights“ zugeordnet werden müssen, für die es teilweise keine etablierten Standards gibt. Die Berücksichtigung von Langzeitfolgen von COVID-19 in der Krankheitslastrechnung ist damit eine Aufgabe für zukünftige Forschung auf Basis weiter abgesicherter Erkenntnisse. Aufgrund der unsicheren Evidenz muss die Nichtberücksichtigung transparent gemacht und bei der Interpretation berücksichtigt werden.



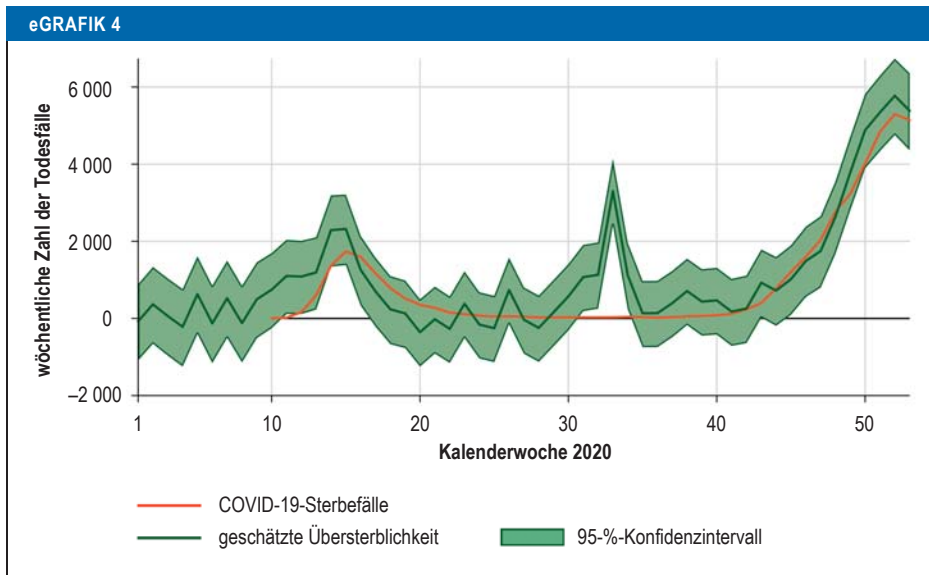
Übermittelte SARS-CoV-2-Fälle und als verstorben gemeldete Fälle 2020 in Deutschland im Jahresverlauf
 Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18.01.2021)



Übermittelte SARS-CoV-2-Fälle (ohne Verstorbene) und aufgrund von COVID-19 Verstorbene 2020 in Deutschland nach Alter und Geschlecht
 Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18.01.2021)



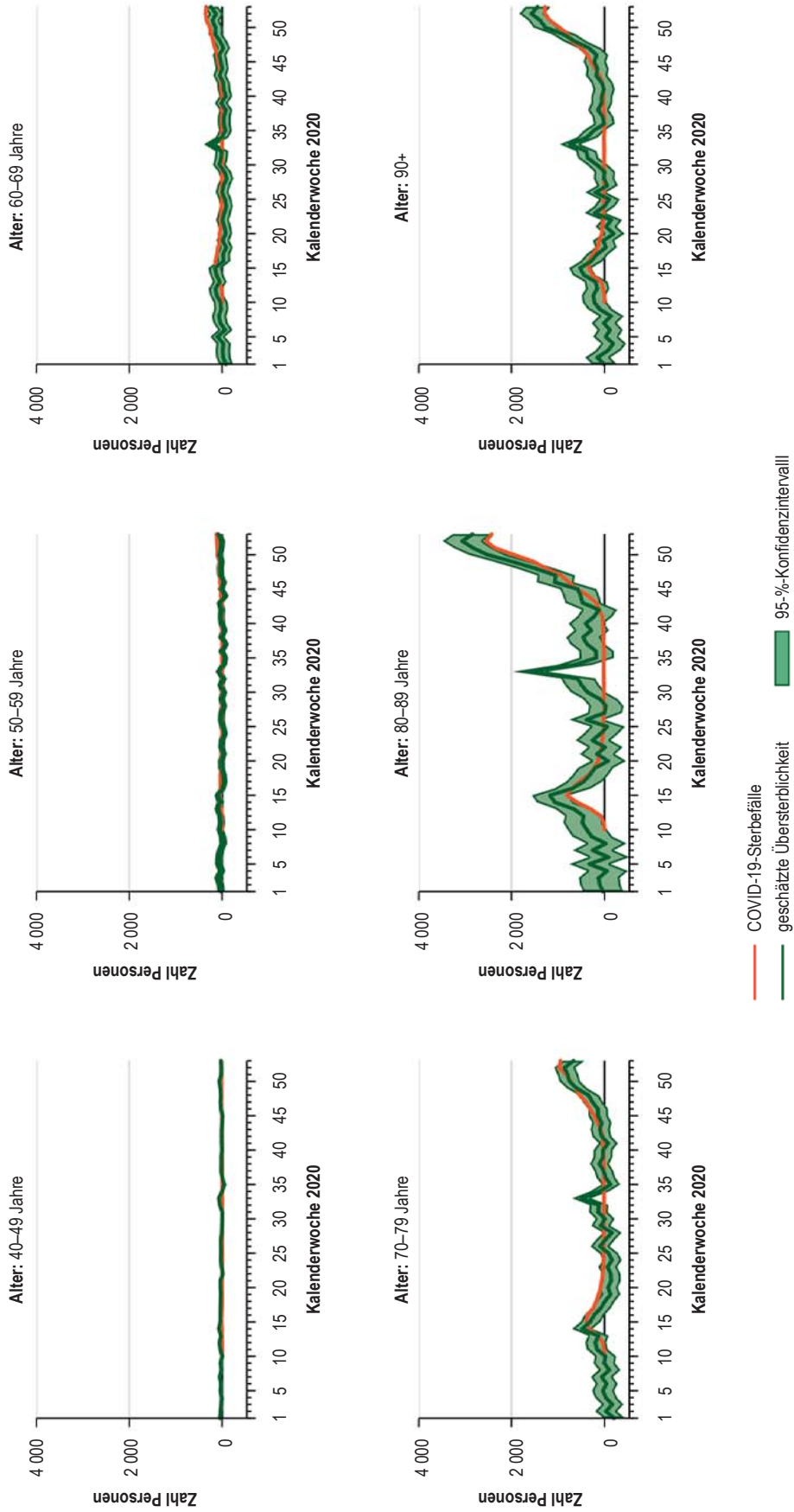
Schweregradverteilung von SARS-CoV-2-Fällen 2020 in Deutschland (ohne Verstorbene) nach Kalenderwoche
 Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18.01.2021); eigene Berechnungen



Geschätzte Übersterblichkeit in Deutschland im Jahr 2020 im Vergleich zur Zahl der gemeldeten COVID-19-Todesfälle

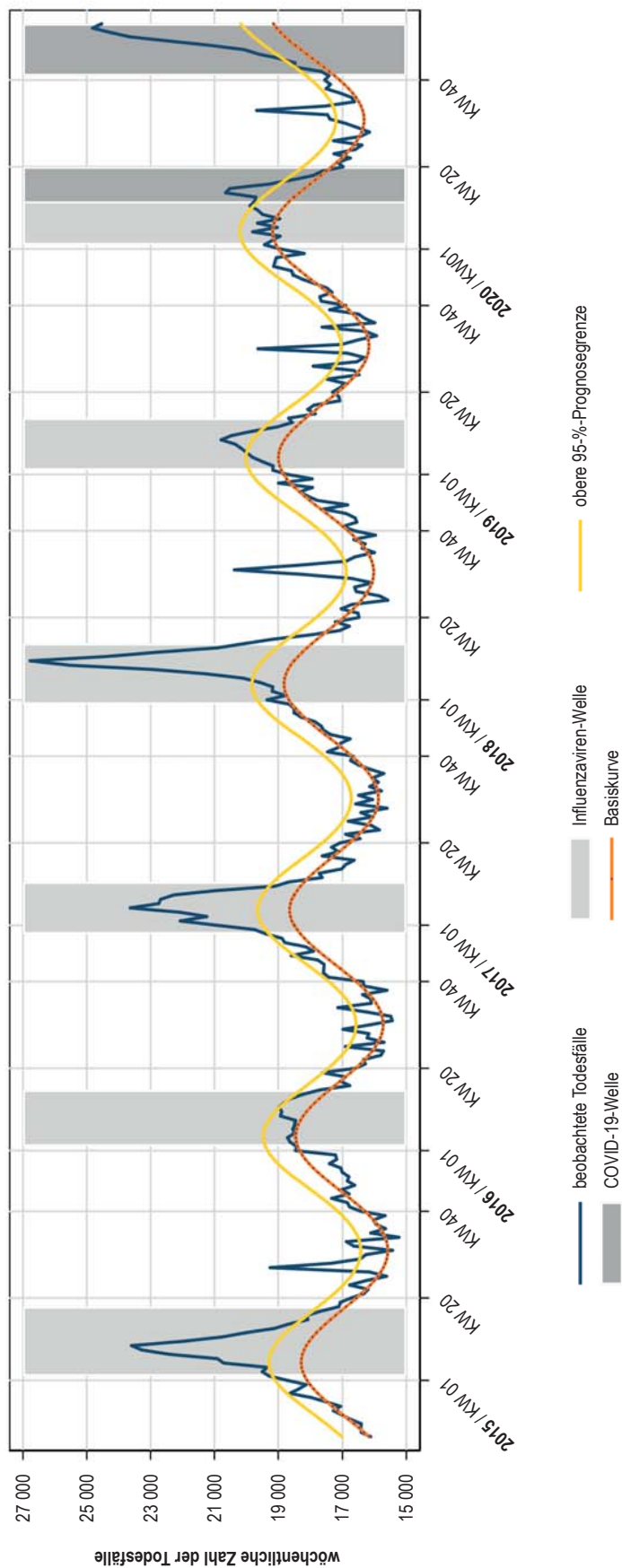
Quelle: Destatis, Sonderauswertung zu Sterbefallzahlen (33), eigene Berechnungen

eGRAFIK 5



Übersterblichkeit in Deutschland im Jahr 2020 im Vergleich zur Zahl der gemeldeten COVID-19-Todesfälle, nach Altersgruppen
 Quelle: Destatis, Sonderauswertung zu Sterbefällen (33), eigene Berechnungen

eGRAFIK 6

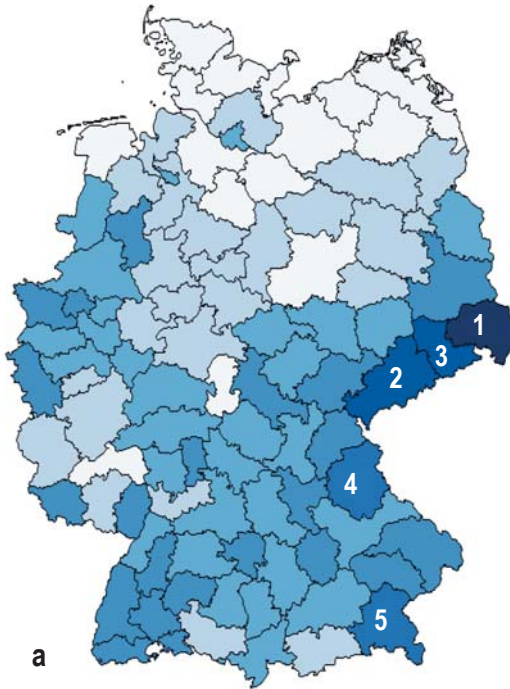


Modellierung der Hintergrundmortalität in Deutschland 2015–2020
 Quelle: Destatis, Sonderauswertung zu Sterbefallzahlen (33), eigene Berechnungen

eGRAFIK 7

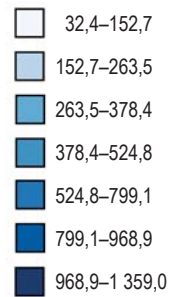
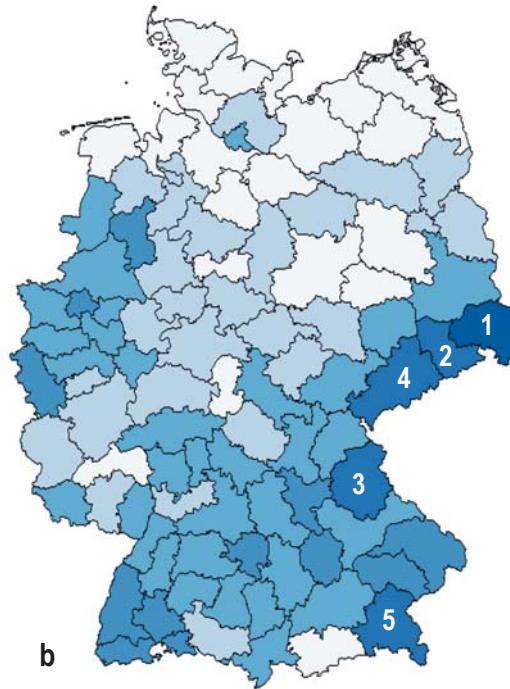
DALY pro 100 000 Einwohner

- TOP 5
 1 – Oberlausitz-Niederschlesien
 2 – Südsachsen
 3 – oberes Elbtal/Osterzgebirge
 4 – Oberpfalz-Nord
 5 – Südostoberbayern



DALY pro 100 000 Einwohner – altersstandardisiert

- TOP 5
 1 – Oberlausitz-Niederschlesien
 2 – oberes Elbtal/Osterzgebirge
 3 – Oberpfalz-Nord
 4 – Südsachsen
 5 – Südostoberbayern



COVID-19-Krankheitslast insgesamt (DALY) 2020 in Deutschland auf Ebene der Raumordnungsregionen (pro 100 000 Einwohner)
 Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18. 01. 2021), Todesursachenstatistik 2017, Sterbetafel 2016/2018, Europäische Standardbevölkerung 2013; eigene Berechnungen
 DALY, „disability-adjusted life years“

eKASTEN

Übersterblichkeit

Im Rahmen dieser Analysen wurde geprüft, ob die Gesamtsterblichkeit, ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Todesursachen, im Jahr 2020 im Vergleich zu den Vorjahren abweicht. Zur Ermittlung der Übersterblichkeit wurde die Zeitreihe der wöchentlichen Gesamtzahl von Sterbefällen im Zeitraum 2016 und 2020 analysiert (33). Über den EuroMoMo-Algorithmus (34, 35) wurde der Verlauf der Sterbefallzahlen mithilfe eines sinusförmigen saisonalen Musters und mit einem linearen Trend nach den Altersgruppen und insgesamt nachgebildet. Durch diesen linearen Trend wird die demografische Alterung, also die Zunahme des Anteils älterer Menschen in der Bevölkerung wie auch die Veränderungen der Lebenserwartung in Deutschland, in den Modellierungen berücksichtigt. In Wochen, in denen die beobachteten Sterbefallzahlen außerhalb des Prädiktionsintervalls dieses Modells liegen, ist die Sterblichkeit unerwartet hoch oder niedrig. Mithilfe der Modellerwartung lässt sich also eine Unter- oder Übersterblichkeit bestimmen. In den Wintermonaten zeigt sich in einigen Jahren während der Influenzawelle eine Übersterblichkeit; während der Sommermonate gehen Hitzewellen regelmäßig mit erhöhten Sterbefallzahlen einher (36, 37).

(eGrafiken 4–6)

eTABELLE 1

Berechnung der durch gesundheitliche Einschränkungen verlorenen Lebensjahre (YLD) 2020 in Deutschland ^{*1}

Definition des Schweregrads		Parameter		
Grad	Falldefinition	Verteilung ^{*2}	Erkrankungs-dauer	disability weights
asymptomatisch	keine gemeldeten Symptome, die der COVID-19-Erkrankung entsprechen, bzw. keine Angabe zu Symptomen vorhanden	42 %	14 Tage	0,000
mild	allgemeine Krankheitszeichen, Halsschmerzen, Schnupfen, Störung des Geruchs- bzw. Geschmacks-sinns, Durchfall oder klinische Symptome vorhanden	25 %	14 Tage	0,006
moderat	und zusätzlich: Fieber, Husten oder Pneumonie	27 %	14 Tage	0,051
schwer	Hospitalisierung (ohne Aufenthalt auf der Intensivstation)	5 %	21 Tage	0,133
sehr schwer/kritisch	Aufenthalt auf einer Intensivstation	< 1 %	32 Tage	0,655
insgesamt		100 %		

^{*1} Quelle: eigene Definition in Anlehnung an „Global Burden of Disease“-Studie (26), „European Disability Weights“-Study (27)

^{*2} Verteilung basiert auf 1 717 006 Fällen (ohne Todesfälle) zum Stand 18. 01. 2021

eTABELLE 2

Schweregradverteilung von SARS-CoV-2-Fällen 2020 in Deutschland (ohne Verstorbene) nach Alter und Geschlecht *

Alter (Jahre)	Geschlecht	Schweregrad				
		asymptotisch	mild	moderat	schwer	sehr schwer
< 10	männlich	61 %	23 %	14 %	2 %	0 %
	weiblich	60 %	23 %	15 %	2 %	0 %
10–19	männlich	51 %	27 %	21 %	1 %	0 %
	weiblich	47 %	29 %	23 %	1 %	0 %
20–29	männlich	43 %	27 %	28 %	1 %	0 %
	weiblich	38 %	28 %	31 %	2 %	0 %
30–39	männlich	41 %	27 %	30 %	2 %	0 %
	weiblich	38 %	29 %	31 %	2 %	0 %
40–49	männlich	41 %	26 %	29 %	4 %	0 %
	weiblich	37 %	28 %	32 %	3 %	0 %
50–59	männlich	38 %	25 %	30 %	5 %	1 %
	weiblich	36 %	27 %	33 %	4 %	0 %
60–69	männlich	39 %	23 %	26 %	10 %	1 %
	weiblich	38 %	25 %	30 %	8 %	1 %
70–79	männlich	41 %	18 %	16 %	22 %	2 %
	weiblich	44 %	20 %	18 %	17 %	1 %
80–89	männlich	47 %	15 %	10 %	26 %	1 %
	weiblich	55 %	16 %	10 %	19 %	1 %
90 +	männlich	58 %	14 %	7 %	20 %	0 %
	weiblich	67 %	15 %	6 %	12 %	0 %

* Quelle: Meldedaten 2020 nach Infektionsschutzgesetz (Datenstand 18. 01. 2021); eigene Berechnungen