

Berufsbedingte Unterschiede in COVID-19-Erkrankungen

Eine wellenspezifische Analyse von 3,17 Millionen gesetzlich Versicherten

R. Guţu¹
 V. Schaps¹
 J. Hoebel²
 B. Wachtler²
 F. Beese²
 J. Jacob³
 M. Alibone³
 M. Wahrendorf¹

¹Institut für Medizinische Soziologie, Centre for Health and Society,
 Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum, Universität Düsseldorf
²Fachgebiet Soziale Determinanten der Gesundheit, Abteilung für Epidemiologie
 und Gesundheitsmonitoring, Robert Koch-Institut, Berlin
³InGef – Institut für angewandte Gesundheitsforschung Berlin GmbH, Berlin

(eingegangen am 20.10.2023, angenommen am 10.11.2023)

ABSTRACT / ZUSAMMENFASSUNG

Occupational differences in COVID-19 diseases – A wave-specific analysis of 3.17 million insured persons

Objective: Previous results on occupational differences in the COVID-19 infection risk are heterogeneous. One reason for this could be the different observation periods of previous studies. Wave-specific analyses are not yet available. The aim of this paper is to investigate COVID-19 disease risks along occupational characteristics for the first four waves of the pandemic.

Methods: The study uses health insurance data from the research database of InGef (Institute for Applied Health Research) on more than 3.17 million insured men and women between 18 and 67 years of age. To compare wave-specific associations, a distinction was made between the four main infection waves of the pandemic between 01.01.2020 and 31.12.2021. SARS-CoV-2 infections were determined on the basis of the transmitted COVID-19 diagnoses (ICD codes U07.1!). Occupations were divided according to the four groupings of the official classification of occupations. In addition to wave-specific incidence rates, multivariable Cox regressions were estimated (adjusted for sex, age and region).

Results: Personal service occupations (esp. healthcare occupations) showed significantly higher incidence rates, especially at the beginning of the pandemic (waves 1 and 2), but these rates were comparable to those of other occupations with increased risk during the course of the pandemic. Production occupations (especially manufacturing occupations), on the other hand, had rather low incidence rates at the beginning of the pandemic, but higher risks as the pandemic progressed. A kind of reversal from lower to higher incidence rates in the course of the pandemic was also observed for low-skilled occupations or occupations without a management function. Results remained consistent after controlling for sex, age and region.

Conclusion: The study shows that occupational differences in COVID-19 incidence varied by pandemic phase. Accordingly, it appears that the risk of infections is partly shaped by the occupation, but also by the extent to which it was possible to establish infection control measures during the pandemic.

Keywords: COVID-19 – occupational inequalities – social epidemiology – Germany

doi:10.17147/asu-1-324029

ASU *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 2023; 58: 776–784

Berufsbedingte Unterschiede in COVID-19-Erkrankungen – Eine wellenspezifische Analyse von 3,17 Millionen gesetzlich Versicherten

Zielstellung: Bisherige Ergebnisse zu berufsbedingten Unterschieden im COVID-19-Infektionsrisiko sind heterogen. Ein Grund dafür könnten die unterschiedlichen Beobachtungszeiträume bisheriger Studien sein. Wellenspezifische Analysen liegen bislang nicht vor. Ziel dieses Beitrags ist es, COVID-19-Erkrankungsrisiken entlang von Berufsmerkmalen für die ersten vier Infektionswellen zu untersuchen.

Methoden: Die Studie nutzt Krankenkassendaten der Forschungsdatenbank des Instituts für angewandte Gesundheitsforschung (InGef) von über 3,17 Mio. versicherten Männern und Frauen zwischen 18 und 67 Jahren. Zum Vergleich wellenspezifischer Zusammenhänge wurden die ersten vier Infektionswellen der Pandemie zwischen dem 01.01.2020 und 31.12.2021 unterschieden. COVID-19-Erkrankungen wurden anhand der übermittelten Diagnosen (ICD-Codes U07.1!) bestimmt. Berufe wurden nach den vier Gruppierungen der amtlichen Systematik der Klassifikation der Berufe unterteilt. Neben wellenspezifischer Inzidenzraten wurden multivariable Cox-Regressionen geschätzt (adjustiert für Geschlecht, Alter und Region).

Ergebnisse: Personenbezogene Dienstleistungsberufe (insbesondere Gesundheitsberufe) wiesen vor allem zu Beginn der Pandemie (Welle 1 und 2) deutlich höhere Inzidenzraten auf, die jedoch im Verlauf der Pandemie mit denen anderer Berufe mit erhöhtem Risiko vergleichbar waren. Produktionsberufe (v. a. Fertigungsberufe) hatten dagegen zu Beginn der Pandemie eher niedrige Inzidenzraten, im weiteren Verlauf aber höhere Risiken. Auch für niedrigqualifizierte Berufe oder Berufe ohne Leitungsfunktion war im Pandemieverlauf eine Umkehrung von zunächst niedrigeren zu höheren Inzidenzraten erkennbar. Unterschiede blieben auch nach Kontrolle von Geschlecht, Alter und Region bestehen.

Schlussfolgerung: Die Studie zeigt, dass berufsbedingte Unterschiede im COVID-19-Erkrankungsrisiko nach Pandemiephasen variierten. Erkrankungsrisiken scheinen somit nicht nur per se vom Beruf geprägt zu sein, sondern auch davon, inwieweit im Verlauf der Pandemie in den Berufen Infektionsschutzmaßnahmen umgesetzt werden konnten.

Schlüsselwörter: COVID-19 – berufliche Ungleichheit – Sozialepidemiologie – Deutschland

Einleitung

Die COVID-19-Pandemie hat das private und berufliche Leben zwischen 2020 und Ende 2022 stark beeinflusst. Während zu Beginn der Pandemie teilweise Ungewissheit über die Erkrankung und die Übertragungswege herrschte, wurden im weiteren Verlauf der Pandemie Infektionsschutzmaßnahmen ergriffen, die Berufe in unterschiedlicher Art und Weise betrafen. Dazu gehörten die Einschränkung der Mobilität und sozialer Kontakte, die Schließung von Bildungs- und Betreuungseinrichtungen, Gaststätten und bestimmten Einzelhandelsgeschäften sowie allgemeine Hygienemaßnahmen. So gab es Beschäftigte, die ihre Arbeit ganz einstellen mussten, wohingegen andere Berufsgruppen ihre Arbeit von zu Hause aus fortsetzen konnten. Bestimmte Berufsgruppen, wie zum Beispiel Gesundheitsberufe oder Fertigungsberufe, arbeiteten hingegen unter verstärkten Hygienemaßnahmen weiter (Gallacher u. Hossain 2020; Schilling et al. 2021).

Seit Beginn der Pandemie wurde in einer Reihe von Studien das Risiko einer Erkrankung an COVID-19 für bestimmte Berufsgruppen untersucht. Hierzu liegt in der Zwischenzeit auch eine Reihe von Übersichtsarbeiten vor (Beese et al. 2022; Wachtler et al. 2020a; Bambra et al. 2020; Burdorf et al. 2020; Bellotti et al. 2021; Carsten et al. 2021). Der Großteil der Studien zeigt dabei höhere Infektionsrisiken für Berufe mit erhöhter Wahrscheinlichkeit in Kontakt mit anderen Personen zu kommen, so vor allem in Berufen im Gesundheitswesen (v. a. Pflege) (Galanis et al. 2020; Wahrendorf et al. 2023; Wachtler et al. 2021), den Bereichen „Transport und Verkehr“ oder im produzierenden Gewerbe (v. a. Nahrungsmittelherstellung) (Stringhini et al. 2021). Umgekehrt zeigt sich, dass Berufe mit verstärkten Möglichkeiten, von zu Hause arbeiten zu können, und Berufe mit einem höheren Qualifikationsniveau geringere Risiken einer Erkrankung hatten (Galmiche et al. 2021; Matthay et al. 2022; Wahrendorf et al. 2023; Shah et al. 2023). Allerdings waren die Befunde zu Beginn der Pandemie unklar und es liegen mitunter auch abweichende Zusammenhänge vor. Das gilt beispielsweise für eine Untersuchung auf Basis von Daten der NAKO-Gesundheitsstudie zur ersten Pandemiewelle (Reuter et al. 2022). Diese fand höhere Infektionsrisiken für Führungskräfte und Berufe mit hohem Qualifikationsniveau. Auch eine Studie zum Infektionsgeschehen während der ersten (Februar bis Juli 2020) und zweiten Welle (Juli bis Dezember 2020) der Pandemie in Norwegen fand, dass Personen in Gesundheitsberufen ein deutlich höheres Infektionsrisiko als die Allgemeinbevölkerung hatten, dies aber vor allem während der ersten Welle der Fall war (Magnusson et al. 2021). Darüber hinaus zeigen Studien auf Basis regionaler Daten, dass zu Beginn der Pandemie die Infektionsraten in sozial benachteiligten Regionen teilweise niedriger waren und sich erst im Verlauf der Pandemie zu Ungunsten dieser benachteiligten Regionen umkehrten (Beese et al. 2022; Hoebel et al. 2021; Wahrendorf et al. 2022; Hoebel et al. 2022). Dies zeigt, dass berufsbezogene Unterschiede auch in den verschiedenen Phasen der Pandemie variieren können. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass zu Beginn der Pandemie bestimmte Berufsgruppen aufgrund erhöhter Mobilität (u. a. Geschäftsreisen, überregionales Pendeln und Urlaubsreisen) einem höheren Risiko ausgesetzt waren. Im Verlauf der Pandemie waren dies jedoch die Berufsgruppen, die im Zuge der Infektionsschutzmaßnahmen häufiger die Möglichkeit hatten, von zu Hause aus zu arbeiten und somit ihre Mobilität reduzieren konnten, während Erwerbstätige in anderen Berufen diese Möglichkeit nicht hatten und die Umsetzung von Schutzmaßnahmen (z. B. Einhaltung von

Abstandsregeln in Produktionsbetrieben) schwieriger war. Gleichzeitig waren Erwerbstätige in Produktionsberufen im Verlauf der Pandemie seltener von Betriebsschließungen betroffen und dürften somit per se (bei der Arbeit, aber auch bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel auf dem Weg zur Arbeit) einem erhöhten Risiko der Exposition gegenüber dem Virus ausgesetzt gewesen sein. Belastbare Ergebnisse fehlen an dieser Stelle allerdings. Die soeben skizzierten Annahmen beruhen vielmehr auf Befunden von Einzelstudien, die jeweils unterschiedliche, und häufig eher kurze Zeiträume der Pandemie abdecken. Oder es sind Studien zu regionalen Unterschieden (sogenannte „ökologische“ Studien), die keine präzisen Rückschlüsse auf einzelne Erwerbstätige in den Regionen ermöglichen. Eine umfassende Untersuchung verschiedener Berufsgruppen über einen längeren Zeitraum der Pandemie, die zugleich wellenspezifische Analysen ermöglicht, steht damit noch aus.

Zielstellung

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es daher, berufliche Unterschiede im Risiko für eine COVID-19-Erkrankung in Deutschland umfassend für die ersten vier Infektionswellen der COVID-19-Pandemie zu vergleichen. Als Datenbasis dienen Daten der gesetzlichen Krankenversicherung von mehr als 3,17 Mio. Versicherten über einen Zeitraum von zwei Jahren (2020 und 2021) mit Daten aus den ersten vier Infektionswellen der COVID-19-Pandemie in Deutschland.

Methode

Datengrundlage

Die Datengrundlage der vorliegenden Untersuchung besteht aus Routinedaten der Forschungsdatenbank (FDB) des Instituts für angewandte Gesundheitsforschung (InGef) (Ludwig et al. 2022). Die FDB beinhaltet anonymisierte Abrechnungsdaten im Längsschnitt zu insgesamt etwa 8,8 Mio. Versicherten. Diese werden von ca. 60 Krankenkassen (hauptsächlich Betriebs- oder Innungskrankenkassen) in ganz Deutschland an das InGef übermittelt. Die Daten bestehen aus den grundlegenden soziodemografischen Informationen der Versicherten, ICD-10-Diagnosen, Informationen zu ambulanten und stationären Behandlungen und Prozeduren sowie Details zur Arzneimittelverschreibung und Arbeitsunfähigkeit. Dazu kommen vom Arbeitgeber übermittelte Details zum Beruf (auf Basis des Tätigkeitsschlüssels (TTS), s. u.). Die Daten sind anonymisiert und ermöglichen keine Rückschlüsse auf einzelne Versicherte, einzelne Leistungserbringer (z. B. Ärztinnen/Ärzte, Praxen, Krankenhäuser, Apotheken) oder auf den Bestand einzelner Krankenkassen. Die Auswertungen erfolgen zudem ausschließlich in einer geschützten Umgebung (eigenes sicheres Laufwerk) durch InGef gemäß den geltenden Datenschutzrichtlinien (Bundesdatenschutzgesetz) sowie den Empfehlungen der Guten Epidemiologischen Praxis (GEP) der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie und der Guten Praxis Sekundärdatenanalyse (GPS) (Hoffmann et al. 2019).

Beobachtungszeitraum/Welleneinteilung

Der Beobachtungszeitraum der vorliegenden Studie beträgt insgesamt zwei Jahre (01.01.2020 bis 31.12.2021). Entsprechend der Phaseneinteilung des Robert Koch-Instituts (Tolksdorf et al. 2022) werden folgende vier Hauptinfektionswellen unterschieden: Welle 1: Kalenderwoche 5 bis 30 (27. Januar 2020 bis 26. Juli 2020);

Welle 2: Kalenderwoche 31 bis Kalenderwoche 8 (27. Juli 2020 bis 28. Februar 2021);

Welle 3: Kalenderwoche 9 bis Kalenderwoche 30 (1. März 2021 bis 1. August 2021);

Welle 4: Kalenderwoche 31 bis Kalenderwoche 52 (2. August 2021 bis 31. Dezember 2021).

Studienpopulation

Die Studienpopulation besteht aus Versicherten, die zum 01.01.2020 Teil des Versichertenkollektivs einer der gesetzlichen Krankenkassen waren und in der Forschungsdatenbank des InGef zur Verfügung stehen (6,8 Mio. Versicherte). Hiervon wurden nur Personen ausgewählt, die zum Beobachtungsbeginn zwischen 18 und 67 Jahre alt und zwischen dem 01.01.2019 und 31.12.2019 durchgängig beobachtbar waren. Ein weiteres Einschlusskriterium war erfüllt, wenn die Versicherten bis zum Beobachtungsende (31.12.2021) eine durchgängige Versicherungszeit aufwiesen beziehungsweise bis dahin verstorben sind. Versicherte wurden weiterhin eingeschlossen, wenn für sie Informationen zum Beruf vorhanden waren. Daraus ergibt sich eine Studienpopulation zum 01.01.2020 von 3.173.171 Versicherten. Bei der Betrachtung der einzelnen Wellen wurden weiterhin diejenigen ausgeschlossen, für die kein Berufsmerkmal auf Basis eines TTS ermittelt werden konnten (z. B. unplausibler Wert), sowie in den Wellen 2 bis 4 Versicherte, die bis zu Beginn der Welle verstorben waren (nicht ursachenspezifisch) oder in einer vorherigen Welle COVID-19-Erkrankte waren. Einzelheiten zur Auswahl der Studienpopulation sind als Flussdiagramm in **Abb. 1** zusammengefasst.

Outcome: COVID-19-Erkrankung

Die Bestimmung einer Erkrankung an COVID-19 erfolgte durch mindestens eine gesicherte Diagnose im Beobachtungszeitraum anhand des ICD-Codes U07.1! (COVID-19 laborbestätigt) – entweder ambulant oder als Haupt- oder Nebendiagnose im Rahmen einer stationären Versorgung.

Berufsmerkmale

Zur Bestimmung des Berufs wurden vier verschiedene Gruppierungen verwendet, die alle auf dem letzten in der FDB dokumentierten TTS (zwischen 2014 und 2019) basieren. Dieser TTS besteht aus insgesamt neun Stellen, die routinemäßig vom Arbeitgeber an die Krankenkassen übermittelt werden, wobei die ersten fünf Stellen nach der „Klassifikation der Berufe 2010“ (KldB 2010) verschlüsselt sind und Angaben zur ausgeübten Tätigkeit enthalten (Matthes et al. 2015). Beispiele sind die Kennung „81302“ (Gesundheits- und Krankenpfleger) oder „81393“ (Stationsleitung). Mit den ersten beiden Stellen der KldB 2010

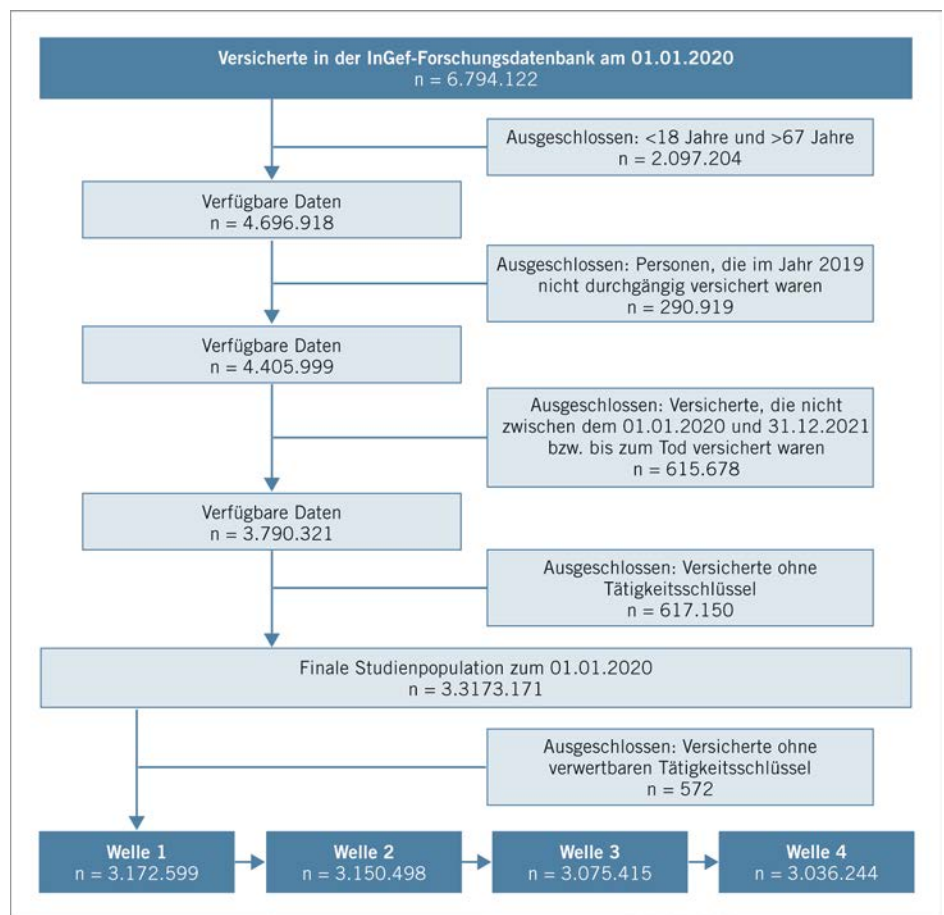


Abb. 1: Flussdiagramm zur Auswahl der Studienpopulation
Fig. 1: Flow chart showing the selection of the study population

können Berufssektoren (fünf Kategorien) und Berufssegmente (14 Kategorien) bestimmt werden (z. B. „medizinische und nicht-medizinische Gesundheitsberufe“). Durch die gemeinsame Betrachtung der 4. und 5. Stelle kann eine Leitungsfunktion und deren spezifische Form bestimmt werden (Aufsichts- oder Führungskraft). Die 5. Stelle gibt Auskunft über das Anforderungsniveau (vier Kategorien). Berufssektoren und Berufssegmente ordnen Berufe primär nach berufsfachlichen Kriterien (d. h. horizontale Dimension mit berufsfachlicher Nähe innerhalb der Kategorien) und sind die beiden höchstmöglichen Aggregationsebenen der KldB 2010. Anforderungsniveau und Leitungsfunktion beschreiben dagegen eine vertikale Gliederung von Berufen nach unterschiedlichen Komplexitätsgraden eines Berufes bzw. nach der Art der beruflichen Leitungsfunktion (leitend oder beaufsichtigend). Eine ausführliche Beschreibung der KldB 2010 und ihrer konzeptionellen Grundlagen findet sich an anderer Stelle (Matthes et al. 2015). Die einzelnen Ausprägungen der Gruppen und ihre Verteilung in der Untersuchungspopulation zu Beginn der Welle 1 sind in **Tabelle 1** dargestellt.

Statistische Methoden

Nach der Beschreibung der Studienpopulation (s. Tabelle 1) wird das Erkrankungsgeschehen entlang der vier Berufsmerkmale betrachtet – jeweils getrennt für die vier Infektionswellen. **Tabelle 2** zeigt hierzu die Anzahl der Personen unter Risiko und die Anzahl von COVID-19-Erkrankungen für jede Berufsgruppe. Aufgrund un-

Tabelle 1: Beschreibung der Studienpopulation zum 01.01.2020: Beobachtungen (Anzahl) und Prozepte (Spaltenprozepte) oder Mittelwert und Standardabweichung (SD); (n=3.173.171)
Table 1: Description of the study population on 01.01.2020: Observations (number) and percentages (column percentages) or mean value and standard deviation (SD); (n=3,173,171)

	Kategorie oder Rangweite	Anzahl	Prozent oder Mittelwert (SD)
Alter	18–67	3.173.171	43,9 (13,2)
Geschlecht	Frauen	1.488.462	46,9
	Männer	1.684.709	53,1
Berufs-sektoren^a	Produktionsberufe	900.009	29,1
	Personenbezogene Dienstleistungsberufe	611.574	19,7
	Kaufmännische und unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe	1.096.482	35,4
	IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	132.205	4,3
	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungsberufe	357.003	11,5
Berufs-segmente^a	Land-, Forst- und Gartenbauberufe	28.498	0,9
	Fertigungsberufe	231.637	7,5
	Fertigungstechnische Berufe	500.964	16,2
	Bau- und Ausbauberufe	138.910	4,5
	Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe	113.785	3,7
	Med. und nicht-med. Gesundheitsberufe	272.775	8,8
	Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe	225.014	7,3
	Handelsberufe	294.215	9,5
	Berufe in Unternehmensführung und -organisation	460.508	14,9
	Unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe	341.759	11,0
	IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	132.205	4,3
	Sicherheitsberufe	34.048	1,1
	Verkehrs- und Logistikberufe	263.385	8,5
	Reinigungsberufe	59.570	1,9
	Anforde-rungsniveau^a	Expertinnen/Experten	360.295
Spezialistinnen/Spezialisten		442.974	14,3
Fachkräfte		1.912.690	61,8
Helferinnen/Helfer		381.362	12,3
Leitungs-funktion^a	Aufsichtskräfte	79.392	2,5
	Führungskräfte	77.092	2,4
	Keine Leitungsfunktion	3.016.115	95,1

^aAufgrund nicht verwertbarer Tätigkeitschlüssel (z. B. kein plausibler Wert) konnten in seltenen Fällen kein entsprechendes Berufsmerkmal ermittelt werden.

terschiedlicher Beobachtungsfenster der einzelnen Wellen wurden zudem auf Basis der Personenzeit (in Wochen) die jeweiligen Inzidenzraten (Anzahl der COVID-19-Fälle je 100.000 Personenwochen). Inzidenzraten sind im Gegensatz zu kumulativen Inzidenzen besser zwischen den Wellen mit jeweils unterschiedlichen Zeiträumen vergleichbar, da die Zeiten unter Risiko (Personenwochen) und nicht die

weiterhin insgesamt erhöht – aber vergleichbar zu übrigen Sektoren mit höheren Raten. Ein Rückgang der Inzidenzraten (im Vergleich zu den übrigen Berufsgruppen) gilt insbesondere für soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe und für Gesundheitsberufe – wie der Blick auf die Berufssegmente zeigt. Dagegen waren Produktionsberufe zu Beginn der Pandemie eher seltener von einer COVID-19-Erkrankung

bloße Anzahl von Personen als Bezugsgröße zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit von Inzidenzen verwendet werden. Im Anschluss betrachten wir zusätzlich Ergebnisse auf Basis multivariabler Regressionsmodelle (Cox-Regressionsmodelle) unter Kontrolle potenzieller Störgrößen (Geschlecht, Alter und Region) und präsentieren aus diesen Modellen geschätzte Hazard Ratios (HR) inklusive der 95%-Konfidenzintervalle (95%-KI). ➔ **Abbildung 2** fasst abschließend die zentralen Befunde zusammen und zeigt exemplarisch jeweils für die Berufssegmente und das Anforderungsniveau die HR von Welle 1 und Welle 4.

Ergebnisse

Unter den 3,17 Millionen gesetzlich Krankenversicherten dieser Studie sind etwas mehr Männer als Frauen (s. Tabelle 1). Die meisten Versicherten arbeiten in kaufmännischen und unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen oder in Produktionsberufen. Sie sind überwiegend Fachkräfte und nur selten in leitender Funktion tätig. Insgesamt ist die Verteilung der hier verwendeten Berufsmerkmale gut vergleichbar mit den Daten der Bundesagentur für Arbeit für alle Erwerbstätigen in Deutschland (Bundesagentur für Arbeit 2020).

Die deskriptiven Ergebnisse zu den wellenspezifischen beruflichen Unterschieden im COVID-19-Erkrankungsrisiko sind in Tabelle 2 dargestellt. ➔ **Tabelle 3** zeigt die Befunde der adjustierten multivariablen Regressionsmodelle. Insgesamt zeigt sich zunächst, dass die Inzidenzraten für alle Berufsgruppen in Welle 4 am höchsten waren, während das Infektionsgeschehen in Welle 1 vergleichsweise niedrig war.

Beim Vergleich der Berufsgruppen innerhalb der Wellen sind verschiedene Muster erkennbar. Bei den Berufssektoren sieht man beispielsweise, dass personenbezogene Dienstleistungsberufe vor allem zu Beginn der Pandemie (Wellen 1 und 2) deutlich erhöhte Inzidenzraten aufwiesen. Im Verlauf der Pandemie waren die Raten jedoch – zwar

Tabelle 2: COVID-19-Erkrankungen nach Berufsmerkmalen für vier Infektionswellen: Anzahl der Beobachtungen (Anzahl), Anzahl der Fälle (Fälle), Personenzeit in Wochen und Inzidenzrate (IR) (Anzahl der Fälle je 100.000 Personenwochen)
Table 2: COVID-19 infections by occupational groups for four infection waves: number of observations (number), number of cases (cases), person-time in weeks and incidence rate (IR) (number of cases per 100,000 person weeks)

		Welle 1				Welle 2				Welle 3		
		Anzahl	Fälle	Personenzeit	IR	Anzahl	Fälle	Personenzeit	IR	Anzahl	Fälle	
Berufssektoren	Produktionsberufe	900.009	3.895	23.330.809	16,69	894.793	19.079	27.463.938	69,47	874.123	11.844	
	Personenbezogene Dienstleistungsberufe	611.574	6.251	15.807.452	39,54	604.892	19.514	18.481.980	105,58	584.878	6.767	
	Kaufmännische und unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe	1.096.482	5.764	28.417.123	20,28	1.089.827	20.398	33.490.574	60,91	1.068.409	10.902	
	IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	132.205	654	3.427.121	19,08	131.421	2.266	4.040.329	56,08	128.998	1.237	
	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungsberufe	357.003	1.574	9.252.748	17,01	354.764	7.923	10.882.323	72,81	346.043	4.654	
Berufssegmente	Land-, Forst- und Gartenbauberufe	28.498	110	738.694	14,89	28.333	380	872.829	43,54	27.911	272	
	Fertigungsberufe	231.637	1.010	6.004.597	16,82	230.252	5.732	7.055.920	81,24	224.074	3.609	
	Fertigungstechnische Berufe	500.964	2.191	12.986.555	16,87	498.099	10.249	15.293.777	67,01	487.016	6.264	
	Bau- und Ausbauberufe	138.910	584	3.600.962	16,22	138.109	2.718	4.241.413	64,08	135.122	1.699	
	Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe	113.785	486	2.950.429	16,47	113.179	2.320	3.474.782	66,77	110.714	1.324	
	Med. und nicht-med. Gesundheitsberufe	272.775	3.924	7.032.139	55,80	268.679	10.404	8.191.939	127,00	258.094	2.768	
	Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe	225.014	1.841	5.824.884	31,61	223.034	6.790	6.815.260	99,63	216.070	2.675	
	Handelsberufe	294.215	1.433	7.626.526	18,79	292.524	5.925	8.984.018	65,95	286.310	3.355	
	Unternehmensführung und -organisation	460.508	2.422	11.934.699	20,29	457.722	8.329	14.068.761	59,20	448.953	4.476	
	Unternehmensbezogene Dienstleistung	341.759	1.909	8.855.897	21,56	339.581	6.144	10.437.795	58,86	333.146	3.071	
	IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	132.205	654	3.427.121	19,08	131.421	2.266	4.040.329	56,08	128.998	1.237	
	Sicherheitsberufe	34.048	160	882.291	18,13	33.815	712	1.037.704	68,61	33.012	334	
	Verkehrs- und Logistikberufe	263.385	1.114	6.826.780	16,32	261.777	5.610	8.033.330	69,83	255.577	3.422	
	Reinigungsberufe	59.570	300	1.543.677	19,43	59.172	1.601	1.811.289	88,39	57.454	898	
Anforderungsniveau	Expertinnen/Experten	360.295	2.185	9.333.443	23,41	357.853	6.420	10.997.409	58,38	351.143	3.065	
	Spezialistinnen/Spezialisten	442.974	2.519	11.475.752	21,95	440.027	8.475	13.520.620	62,68	431.100	4.245	
	Fachkräfte	1.912.690	11.280	49.547.762	22,77	1.899.276	43.998	58.252.616	75,53	1.852.683	22.767	
	Helferinnen/Helfer	381.362	2.154	9.879.543	21,80	378.589	10.288	11.589.971	88,77	367.572	5.327	
Leitungsfunktion	Aufsichtskräfte	79.392	412	2.056.921	20,03	78.890	1.669	2.422.019	68,91	77.123	849	
	Führungskräfte	77.092	432	1.996.972	21,63	76.572	1.408	2.353.562	59,82	75.094	724	
	Keine Leitungsfunktion	3.016.115	17.540	78.133.240	22,45	2.995.036	67.584	91.877.090	73,56	2.923.198	34.525	

			Welle 4			
	Personenzeit	IR	Anzahl	Fälle	Personenzeit	IR
	19.041.959	62,20	861.216	25.466	18.494.872	137,69
	12.762.162	53,02	577.735	17.616	12.403.341	142,03
	23.335.831	46,72	1.056.796	25.316	22.747.667	111,29
	2.818.636	43,89	127.656	2.627	2.750.795	95,50
	7.538.419	61,74	340.830	8.550	7.326.548	116,70
	609.662	44,61	27.618	596	594.699	100,22
	4.872.496	74,07	220.164	7.185	4.722.507	152,14
	10.614.833	59,01	480.206	13.870	10.316.010	134,45
	2.944.967	57,69	133.228	3.815	2.861.657	133,31
	2.415.316	54,82	109.296	2.926	2.348.945	124,57
	5.635.191	49,12	255.174	7.826	5.478.313	142,85
	4.711.656	56,77	213.265	6.864	4.576.083	150,00
	6.247.332	53,70	282.761	7.397	6.080.466	121,65
	9.806.963	45,64	444.149	10.578	9.561.945	110,63
	7.281.535	42,18	329.886	7.341	7.105.256	103,32
	2.818.636	43,89	127.656	2.627	2.750.795	95,50
	720.761	46,34	32.624	747	701.831	106,44
	5.567.417	61,46	251.729	6.350	5.411.373	117,35
	1.250.241	71,83	56.477	1.453	1.213.344	119,75
	7.676.993	39,92	347.869	7.595	7.494.720	101,34
	9.416.882	45,08	426.508	10.625	9.177.822	115,77
	40.401.205	56,35	1.828.161	51.162	39.283.509	130,24
	8.002.961	66,56	361.742	10.194	7.768.187	131,23
	1.683.111	50,44	76.212	1.910	1.640.000	116,46
	1.640.283	44,14	74.315	1.654	1.601.195	103,30
	63.766.122	54,14	2.885.717	77.339	62.032.263	124,68

betroffen, im weiteren Verlauf jedoch deutlich häufiger als die anderen Sektoren in der gleichen Welle. Innerhalb dieser Produktionsberufe sind es vor allem die Fertigungsberufe (siehe Berufssegmente), die einen relativen Anstieg aufwiesen. Im Falle des Anforderungsniveaus zeigt sich, dass Expertinnen und Experten in Welle 1 die höchsten Inzidenzraten aufwiesen und keine Unterschiede nach Leitungsfunktion zu beobachten waren. Im Verlauf der Pandemie (vor allem in Welle 3) wiesen jedoch Helferinnen und Helfer beziehungsweise Fachkräfte sowie Versicherte ohne Leitungsfunktion deutlich höhere Inzidenzraten auf als die übrigen Berufsgruppen. Damit zeichnet sich im Verlauf der Pandemie entlang dieser beiden vertikal gegliederten Berufsklassifikationen eine Umkehrung des sozialen Gradienten im COVID-19-Erkrankungsrisiko zu Ungunsten von Erwerbstätigen in sozial benachteiligten Berufsgruppen ab. Diese Muster bleiben auch dann bestehen, wenn im Rahmen der multivariablen Analysen für Geschlecht, Alter und Region kontrolliert wurde. Abbildung 2 fasst die zentralen Ergebnisse anhand der adjustierten HR für Welle 1 und Welle 4 zusammen.

Diskussion

Der vorliegende Beitrag ermöglicht einen Einblick in das wellenspezifische Infektionsgeschehen verschiedener Berufe für die ersten zwei Jahre der COVID-19-Pandemie. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Erstens zeigte sich, dass personenbezogene Dienstleistungsberufe (insb. Gesundheitsberufe) vor allem zu Beginn der Pandemie (Welle 1 und 2) deutlich erhöhte Inzidenzraten hatten. Im Verlauf der Pandemie waren die Raten zwar weiterhin auf einem hohen, aber zu anderen Berufen mit erhöhtem Risiko vergleichbaren Niveau. Ein zweiter Befund war die entgegengesetzte Entwicklung von niedrigeren zu höheren Inzidenzraten in Produktionsberufen (v. a. Fertigungsberufe) im zeitlichen Verlauf. Drittens weisen die Ergebnisse auf eine Umkehrung des sozialen Gradienten im COVID-19-Erkrankungsrisiko zu Ungunsten von Erwerbstätigen in sozial benachteiligten Berufsgruppen hin. Denn für niedrigqualifizierte Berufe oder Berufe ohne Leitungsfunktion war ebenso eine Umkehrung von niedrigeren zu höheren Inzidenzraten im Pandemieverlauf erkennbar.

Die Ergebnisse stehen damit im Einklang zu bisherigen Befunden zu beruflichen Unterschieden im Infektionsrisiko. Das sind nationale und internationale Studien, die insbesondere zu Beginn der Pandemie erhöhte Risiken einer Infektion für Erwerbstätige im Gesundheitsbereich sowie Berufe mit höheren Qualifikationsniveau gefunden haben (Reuter et al. 2022; Magnusson et al. 2021; Galanis et al. 2020). Dazu kommen Studien zu regionalen Unterschieden im Infektionsgeschehen, die zu Beginn der Pandemie niedrigere Inzidenzen in sozial benachteiligten Regionen beziehungsweise entlang arbeitsmarktbezogener Merkmale von Regionen aufzeigen (Beese et al. 2022; Hoebel et al. 2021, 2022; Wahrendorf et al. 2022; Wachtler et al. 2020a). Weiter stehen die Ergebnisse (v. a. die der späteren Wellen) in Einklang zu bisherigen Ergebnissen insgesamt höherer Infektionsrisiken bei Berufen ohne Leitungsfunktion und Berufe mit niedrigem Anforderungsniveau (insb. Helferinnen und Helfer) (Goßner et al. 2023; Wahrendorf et al. 2023). Die Betrachtung von insgesamt zwei Jahren der Pandemie und der systematische Vergleich der vier ersten Infektionswellen erweitert diesen Forschungsstand dahingehend, dass erstmals auf Basis von Individualdaten aufgezeigt werden

Table 3: COVID-19-Erkrankungen nach Berufsmerkmalen für vier Infektionswellen: Hazard Ratios (HR) und 95%-Konfidenzintervalle (KI-95%)
Table 3: COVID-19 infections by occupational groups for four infection waves: hazard ratios (HR) and 95% confidence intervals (CI)

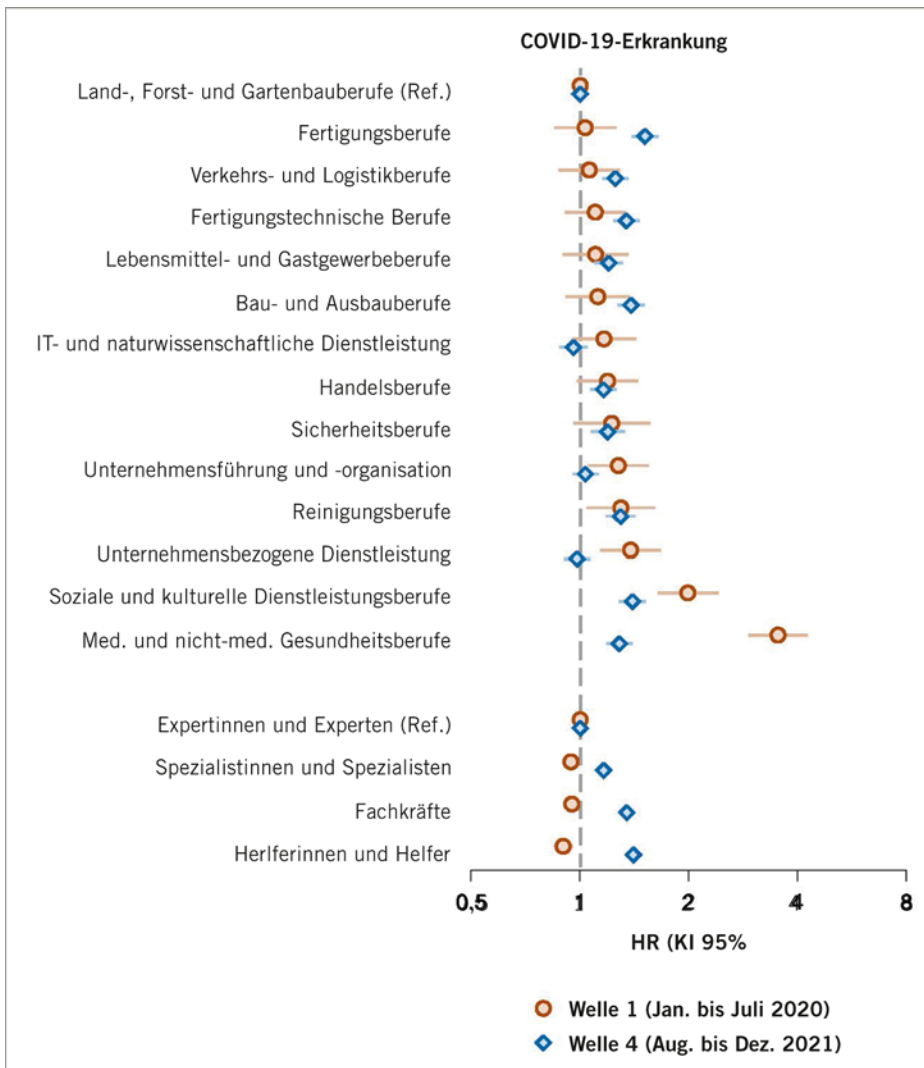
		Welle 1		Welle 2		Welle 3		Welle 4	
		HR	(KI-95%)	HR	(KI-95%)	HR	(KI-95%)	HR	(KI-95%)
Berufssektoren	Produktionsberufe	0,94	(0,86–1,02)	1,30	(1,25–1,36)	1,47	(1,38–1,56)	1,44	(1,38–1,50)
	Personenbezogene Dienstleistungsberufe	2,10	(1,94–2,28)	1,83	(1,75–1,91)	1,15	(1,08–1,22)	1,37	(1,31–1,43)
	Kaufmännische und unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe	1,08	(1,00–1,17)	1,08	(1,03–1,13)	1,04	(0,98–1,10)	1,10	(1,05–1,14)
	IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe (Ref.)	1,00		1,00		1,00		1,00	
	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungsberufe	0,95	(0,87–1,05)	1,36	(1,30–1,42)	1,49	(1,40–1,59)	1,31	(1,25–1,37)
Berufssegmente	Land-, Forst- und Gartenbauberufe (Ref.)	1,00		1,00		1,00		1,00	
	Fertigungsberufe	1,03	(0,85–1,26)	1,84	(1,66–2,04)	1,67	(1,47–1,88)	1,51	(1,39–1,64)
	Fertigungstechnische Berufe	1,10	(0,91–1,33)	1,57	(1,42–1,74)	1,35	(1,19–1,52)	1,34	(1,24–1,46)
	Bau- und Ausbauberufe	1,12	(0,91–1,37)	1,49	(1,34–1,66)	1,36	(1,20–1,55)	1,38	(1,27–1,51)
	Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe	1,10	(0,90–1,36)	1,49	(1,34–1,66)	1,20	(1,05–1,36)	1,20	(1,10–1,31)
	Med. und nicht-med. Gesundheitsberufe	3,53	(2,91–4,26)	2,76	(2,49–3,06)	1,01	(0,89–1,15)	1,28	(1,18–1,40)
	Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe	1,99	(1,64–2,41)	2,17	(1,95–2,40)	1,19	(1,05–1,35)	1,40	(1,28–1,52)
	Handelsberufe	1,19	(0,98–1,45)	1,47	(1,32–1,63)	1,16	(1,02–1,31)	1,16	(1,07–1,26)
	Unternehmensführung und -organisation	1,28	(1,05–1,54)	1,32	(1,19–1,46)	0,98	(0,86–1,10)	1,03	(0,95–1,12)
	Unternehmensbezogene Dienstleistung	1,38	(1,14–1,67)	1,31	(1,18–1,45)	0,91	(0,80–1,03)	0,98	(0,90–1,07)
	IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	1,16	(0,95–1,42)	1,24	(1,11–1,38)	0,97	(0,85–1,10)	0,96	(0,88–1,05)
	Sicherheitsberufe	1,22	(0,96–1,56)	1,58	(1,39–1,79)	1,11	(0,95–1,30)	1,19	(1,07–1,33)
	Verkehrs- und Logistikberufe	1,06	(0,87–1,29)	1,62	(1,46–1,80)	1,44	(1,27–1,62)	1,25	(1,15–1,36)
	Reinigungsberufe	1,30	(1,04–1,61)	2,05	(1,83–2,29)	1,67	(1,45–1,91)	1,29	(1,18–1,42)
Anforderungsniveau	Expertinnen/Experten (Ref.)	1,00		1,00		1,00		1,00	
	Spezialistinnen/Spezialisten	0,94	(0,89–1,00)	1,08	(1,05–1,12)	1,14	(1,09–1,20)	1,16	(1,13–1,20)
	Fachkräfte	0,95	(0,91–0,99)	1,29	(1,26–1,33)	1,45	(1,40–1,51)	1,35	(1,31–1,38)
	Helferinnen/Helfer	0,90	(0,85–0,95)	1,51	(1,46–1,56)	1,73	(1,66–1,81)	1,40	(1,36–1,45)
Leitungsfunktion	Aufsichtskräfte	0,95	(0,83–1,08)	1,15	(1,07–1,24)	1,13	(1,02–1,24)	1,09	(1,02–1,16)
	Führungskräfte (Ref.)	1,00		1,00		1,00		1,00	
	Keine Leitungsfunktion	0,96	(0,88–1,06)	1,16	(1,10–1,23)	1,20	(1,12–1,30)	1,18	(1,12–1,24)

konnte, dass dieser berufsbezogene soziale Gradient vom späteren Verlauf der Pandemie geprägt ist – sich der Gradient zu Ungunsten sozial benachteiligter Bevölkerungsgruppen also erst ab einem gewissen Verbreitungsgrad von COVID-19 niederschlägt. Dies verdeutlicht insgesamt, dass das Risiko einer COVID-19-Erkrankung nicht nur vom Beruf selbst abhängig ist, sondern dass bei der Betrachtung berufsspezifischer Erkrankungsrisiken auch die Pandemiephase eine entscheidende Rolle gespielt hat. Mit anderen Worten: Nicht nur der Beruf und die damit einhergehende Wahrscheinlichkeit, in Kontakt mit dem Virus zu kommen, sind von Bedeutung, sondern auch die Frage, welcher Zeitpunkt der Pandemie betrachtet wird. Dazu gehört auch die Frage, in welchem Ausmaß in bestimmten Berufen im Zuge der Pandemie Infektionsschutzmaßnahmen eingeführt wurden, wie

beispielsweise das Arbeiten von zu Hause, die Einführung von Abstandsregeln bei der Arbeit (z. B. Einzelbüros) oder ob sie ganz von Schließungen betroffen waren. Unsere Befunde deuten vor allem darauf hin, dass bei den Gesundheitsberufen Maßnahmen zu Beginn der Pandemie nicht ausreichend waren (z. B. fehlende Schutzausrüstungen), dann aber effektiv eingeführt wurden und zu einem Rückgang der Infektionen geführt haben könnten. Insgesamt unterstreicht dies, dass Arbeitsschutzmaßnahmen Beschäftigte schützen können, aber auch, dass nicht alle Berufe Maßnahmen gleichermaßen umsetzen konnten. Weiterführende Analysen sind an dieser Stelle allerdings nötig, da es aufgrund fehlender Informationen in den Routinedaten nicht möglich war zu bestimmen, in welcher Form die Erwerbstätigen von den Infektionsschutzmaßnahmen betroffen waren beziehungs-

Abb. 2: COVID-19-Erkrankung nach Berufssegment und Anforderungsniveau für Welle 1 und Welle 4: Hazard Ratios (HR) und 95%-Konfidenzintervalle (KI-95%). Modelle basieren auf Cox-Regressionsmodellen, adjustiert für Geschlecht, Alter und Bundesland, und sind jeweils getrennt nach Berufsmerkmal geschätzt (entnommen aus Tabelle 3)

Fig. 2: COVID-19 infections by occupational segment and skill level for wave 1 and wave 4: hazard ratios (HR) and 95% confidence intervals (CI). Models are based on Cox regression models, adjusted for sex, age and federal state, and are estimated by occupational characteristic (taken from table 3)



fektionsgeschehen beeinflussen können und nicht einbezogen wurden, sind das individuelle Risikoverhalten, die Gesundheitskompetenz und die Differenzierung nach Vollzeit- und Teilzeitbeschäftigung. Einschränkend muss auch die Messung der COVID-19-Erkrankungen betrachtet werden. Zwar basiert diese auf laborbestätigten Erkrankungen, die der Krankenkasse gemeldet wurden, jedoch ist nicht auszuschließen, dass bestimmte Berufsgruppen aufgrund von Unterschieden im Gesundheitsverhalten (z. B. späte Symptomwahrnehmung und spätere Inanspruchnahme von Hilfe) seltener COVID-19-Erkrankungen aufweisen (Biggerstaff et al. 2014; Klein u. von dem Knesebeck 2016). In diesem Zusammenhang könnten bestimmte Berufsgruppen trotz eines positiven Selbsttests seltener einen Labortest durchführen. Eine Studie aus Deutschland schätzt beispielsweise (Neuhauser et al. 2021), dass bis zu 45 % der COVID-19-Erkrankungen unentdeckt bleiben und diese Werte in sozioökonomisch benachteiligten Regionen leicht höher sind. Ähnlich stellt sich die Frage, ob der Anteil unentdeckter Fälle auch entlang der Pandemiephasen variiert, so beispielsweise im späteren Verlauf höher ist. Möglich ist daher, dass das Erkrankungsrisiko für bestimmte Berufsgruppen (z. B. Reinigungsberufe, Verkehrs- und Logistikberufe, aber auch für Land-, Forst- und Gartenbauberufe) in unserer Studie eher unterschätzt wird, so vor allem im späteren Verlauf der Studie für benachteiligte Bevölkerungsgruppen. Belastbare Analysen liegen hierzu allerdings nicht vor, so dass nicht klar ist, welche Auswirkungen dies für die vorgestellten Ergebnisse haben könnte.

weise welche Maßnahmen ergriffen wurden und wie adäquat diese umgesetzt werden konnten (z. B. Homeoffice und Abstandsregelungen oder Hygienemaßnahmen).

Die hier verwendeten Routinedaten bieten eine gute Möglichkeit, das Infektionsgeschehen in einer großen Stichprobe wellenspezifisch zu analysieren. Wie soeben erwähnt, haben Routinedaten aber auch erhebliche Nachteile (Swart et al. 2014), da wichtige Merkmale nicht berücksichtigt werden können beziehungsweise nicht verfügbar sind. Dazu gehört (neben Informationen zur Umsetzung von Infektionsschutzmaßnahmen) auch die Berücksichtigung möglicher Confounder. Zwar konnte anhand der multivariablen Analysen ausgeschlossen werden, dass die gefundenen Zusammenhänge auf das Geschlecht, Alter oder die Region der Beschäftigten zurückzuführen sind. Andere Merkmale wie Migrationshintergrund oder Pendlergeschehen (z. B. Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs) konnten allerdings nicht berücksichtigt werden. Weitere Variablen, die das In-

Schlussfolgerungen

Die im Rahmen dieser Studie generierten Ergebnisse verdeutlichen, dass in den einzelnen Wellen ein sich veränderndes Infektionsgeschehen zwischen den verschiedenen Berufsgruppen stattgefunden hat. Während in der ersten Welle hauptsächlich personennahe Berufe eine hohe Inzidenz aufwiesen, gingen deren Raten im weiteren Verlauf mit steigenden Schutzmaßnahmen zurück, während v. a. bei Produktionsberufen ein verstärktes COVID-19 Erkrankungsgeschehen bemerkbar war. Die wellenspezifische Analyse bietet daher einen Beitrag zum weiteren vertieften Verständnis des Pandemiegeschehens und der Bedeutung des Berufes für eine Infektion.

Förderhinweis: Diese Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert (Projektnummer: 458531028 (HO 6565/2-1 und WA 3065/6-1)).

Interessenkonflikt: Die Autorinnen und Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte vorliegen.

Literatur

Bundesagentur für Arbeit: Statistik der Bundesagentur für Arbeit. Tabellen, Beschäftigte nach Berufen (KldB 2010) (Quartalszahlen). Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit, 2020.

Bambra C, Riordan R, Ford J, Matthews F: The COVID-19 pandemic and health inequalities. *J Epidemiol Commun Health* 2020; 74: 964–968.

Beese F, Waldhauer J, Wollgast L, Pfortner T-K, Wahrendorf M, Haller S, Hoebel J, Wachtler B: Temporal dynamics of socioeconomic inequalities in covid-19 outcomes over the course of the pandemic – a scoping review. *Int J Public Health* 2022; 67.

Bellotti L, Zaniboni S, Balducci C, Grote G: Rapid review on COVID-19, work-related aspects, and age differences. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 5166.

Biggerstaff M, Jung MA, Reed C, Fry AM, Balluz L, Finelli L: Influenza-like illness, the time to seek healthcare, and influenza antiviral receipt during the 2010–2011 influenza season–United States. *J Infect Dis* 2014; 210: 535–544.

Burdorf A, Porru F, Rugulies R: The COVID-19 (Coronavirus) pandemic: consequences for occupational health. *Scand J Work Environ Health* 2020; 46: 229–230.

Carlsten C, Gulati M, Hines S et al.: COVID-19 as an occupational disease. *Am J Industr Med* 2021; 64: 227–237.

Galanis P, Vraika I, Fragkou D, Bilali A, Kaitelidou D: Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies and associated factors in health care workers: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect* 2020; 108: 120–134.

Gallacher G, Hossain I: Remote work and employment dynamics under COVID-19: Evidence from Canada. *Canadian public policy* 2020; 46: S44–S54.

Galmiche S, Charmet T, Schaeffer L et al.: Exposures associated with SARS-CoV-2 infection in France: a nationwide online case-control study. *Lancet Reg Health Eur* 2021; 7: 100148.

Gofner L, Hoebel J, Kassam K, Pfortner T-K, Trübshwetter P, Wachtler B, Wahrendorf SM: SARS-CoV-2-Infektionen von Erwerbstätigen: Erhöhtes Risiko bei Personen mit Migrationserfahrung und in Gesundheitsberufen. IAB-Kurzbericht, 2023.

Hoebel J, Haller S, Bartig S et al.: Soziale Ungleichheit und COVID-19 in Deutschland: Wo stehen wir in der vierten Pandemiewelle? *Epidemiologisches Bulletin* Februar 2022.

Hoebel J, Michalski N, Diercke M, Hamouda O, Wahrendorf M, Dragano N, Nowossadeck E: Emerging socioeconomic disparities in COVID-19–related deaths during the second pandemic wave in Germany. *Int J Infect Dis* 2021; 113: 344–346.

Hoffmann W, Latza U, Baumeister SE et al.: Guidelines and recommendations for ensuring Good Epidemiological Practice (GEP): a guideline developed by the German Society for Epidemiology. *Eur J Epidemiol* 2019; 34: 301–317.

Klein J, von dem Knesebeck O: Soziale Unterschiede in der ambulanten und stationären Versorgung. *Bundesgesundheitsbl* 2016; 59: 238–244.

Ludwig M, Enders D, Basedow F, Walker J, Jacob J: Sampling strategy, characteristics and representativeness of the InGef research database. *Public Health* 2022; 206: 57–62.

Magnusson K, Nygård K, Methi F, Vold L, Telle K: Occupational risk of COVID-19 in the first versus second epidemic wave in Norway, 2020. *Eurosurveillance* 2021; 26: 2001875.

Matthay EC, Duchowny KA, Riley AR, Thomas MD, Chen Y-H, Bibbins-Domingo K, Glymour MM: Occupation and educational attainment characteristics associated

with COVID-19 mortality by race and ethnicity in California. *JAMA Network Open* 2022; 5: e228406–e228406.

Matthes B, Meinken H, Neuhauser P: Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010. Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit Statistik, 2015.

Neuhauser H, Rosario AS, Butschalowsky H et al.: Germany's low SARS-CoV-2 seroprevalence confirms effective containment in 2020: Results of the nationwide RKI-SOEP study. *medRxiv:2021.2011.2022.21266711*.

Reuter M, Rigó M, Formazin M, Liebers F et al.: Occupation and SARS-CoV-2 infection risk among 108 960 workers during the first pandemic wave in Germany. *Scand J Work Environ Health* 2022; 48: 588–590.

Schilling J, Buda S, Fischer M et al.: Retrospektive Phaseneinteilung der COVID-19-Pandemie in Deutschland bis Februar 2021. *Epidemiologisches Bulletin*, 2021; 15.

Shah MM, Spencer BR, Feldstein LR et al.: Occupations associated with severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection and vaccination, US blood donors, May 2021–December 2021. *Clin Infect Dis* 2023; 76: 1285–1294.

Stringhini S, Zaballa M-E, Pullen N et al.: Large variation in anti-SARS-CoV-2 antibody prevalence among essential workers in Geneva, Switzerland. *Nat Commun* 2021; 12: 1–7.

Swart E, Ihle P, Gothe H, Matusiewicz D: Routinedaten im Gesundheitswesen: Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven: Göttingen: Hogrefe, 2014.

Tolksdorf K, Loenenbach A, Buda S: Dritte Aktualisierung der „Retrospektiven Phaseneinteilung der COVID-19-Pandemie in Deutschland. *Epidemiologisches Bulletin* 2022; 38.

Wachtler B, Michalski N, Nowossadeck E, Diercke M, Wahrendorf M, Santos-Hövenner C, Lampert T, Hoebel J: Sozioökonomische Ungleichheit im Infektionsrisiko mit SARS-CoV-2 – Erste Ergebnisse einer Analyse der Meldedaten für Deutschland. *J Health Monitor* 2020a; 5: 19–31.

Wachtler B, Michalski N, Nowossadeck E, Diercke M, Wahrendorf M, Santos-Hövenner C, Lampert T, Hoebel J: Sozioökonomische Ungleichheit und COVID-19 – Eine Übersicht über den internationalen Forschungsstand. *J Health Monitor* 2020b; 5: 3–18.

Wachtler B, Neuhauser H, Haller S, Grabka MM, Zinn S, Schaade L, Hövenner C, Hoebel J: The risk of infection with SARS-CoV-2 among healthcare workers during the pandemic. *Dtsch Arztebl International* 2021; 118: 842–843.

Wahrendorf M, Reuter M, Hoebel J, Wachtler B, Höhmann A, Dragano N: Regional disparities in SARS-CoV-2 infections by labour market indicators: a spatial panel analysis using nationwide German data on notified infections. *BMC Infect Dis* 2022; 22: 661.

Wahrendorf M, Schaps V, Reuter M, Hoebel J, Wachtler B, Jacob J, Alibone M, Dragano N: Berufsbedingte Unterschiede bei COVID-19-Morbidität und -Mortalität in Deutschland. Eine Analyse von Krankenkassendaten von 3,17 Mio. Versicherten. *Bundesgesundheitsbl* 2023.

Kontakt

Robert Gutu

Institut für Medizinische Soziologie, Centre for Health and Society
Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
robert.gutu@med.uni-duesseldorf.de