

Konsortialführung	Robert Koch-Institut
Förderkennzeichen	01VSF17007
Akronym	BURDEN 2020
Projekttitel	Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen. Grundlagen einer umfassenden Planung im Gesundheitswesen
Autor:innen	RKI: Annelene Wengler, Michael Porst, Aline Anton, Janko Leddin, Elena von der Lippe, Thomas Ziese, Alexander Rommel UBA: Dietrich Plaß, Heike Gruhl WidO: Katrin Schüssel, Jan Breitzkreuz, Gabriela Brückner, Helmut Schröder
Förderzeitraum	1. April 2018 bis 30. Juni 2021

Inhaltsverzeichnis

I.	Abkürzungsverzeichnis.....	3
II.	Abbildungsverzeichnis.....	4
III.	Tabellenverzeichnis.....	5
1.	Zusammenfassung.....	6
2.	Beteiligte Projektpartner.....	7
3.	Projektziel.....	8
4.	Projektdurchführung.....	9
5.	Methodik.....	10
5.1.	Years of life lost (YLL) – durch Tod verlorene Lebensjahre.....	11
5.2.	Years lived with disability (YLD) – durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene gesunde Lebensjahre.....	11
5.3.	Sozioökonomische Deprivation.....	13
5.4.	Risikoattribution.....	13
6.	Projektergebnisse.....	14
6.1.	Years of life lost (YLL).....	15
6.2.	Years lived with disability (YLD).....	18
6.3.	Disability-adjusted life years (DALY) für ausgewählte Krankheiten und Verletzungen.....	21
6.4.	Krankheitslast und sozioökonomische Deprivation auf regionaler Ebene.....	24
6.5.	Risikoattribution.....	25
6.5.1.	Risikofaktor Feinstaub.....	26
6.6.	Ergebnisse des Add-On Surveys zu Schmerzerkrankungen.....	28
6.7.	COVID-19-Krankheitslast in Deutschland im Jahr 2020.....	30
7.	Diskussion der Projektergebnisse.....	31
7.1	Durch Tod verlorene Lebensjahre YLL.....	31

7.2	Durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene Lebensjahre YLD	31
7.3	Sozioökonomische Deprivation	33
7.4	Risikoattribution	33
7.5	Fazit zu den methodischen Grundannahmen.....	34
8.	Verwendung der Ergebnisse nach Ende der Förderung	35
8.1.	Mehrwert eines Informationssystems zur Krankheitslast in Deutschland.....	35
8.2.	Nutzen für Surveillance und Gesundheitsberichterstattung in Bund und Ländern	35
8.3.	Nutzen von Krankheitslastanalysen in Pandemiezeiten.....	36
8.4.	Nutzen für Gesundheitspolitik und Selbstverwaltung.....	36
8.5.	Risikofaktoren und Health Impact Assessment	37
8.6.	Kapazitätsaufbau und internationale Vernetzung.....	37
8.7.	Fortführung und Weiterentwicklung.....	38
9.	Erfolgte bzw. geplante Veröffentlichungen	40
10.	Literaturverzeichnis.....	42
11.	Anhang	49
12.	Anlagen.....	49

I. Abkürzungsverzeichnis

AOK	Allgemeine Ortskrankenkassen
AP	Arbeitspaket
ATC	Anatomisch therapeutisch chemische Klassifikation (für Arzneimittel)
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BoD	Burden of Disease
BURDEN 2020	Kurzbezeichnung der Pilotstudie. Langtitel: Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen. Grundlagen einer umfassenden Planung im Gesundheitswesen
CRA	Comparative risk assessment
COPD	Chronic obstructive pulmonary disease - chronisch obstruktive Lungenerkrankung
DALY	Disability-adjusted life years – verlorene Lebensjahre aufgrund gesundheitlicher Beeinträchtigung oder frühzeitigen Versterbens (Krankheitslast insgesamt)
DaTraV	Datentransparenzverordnung
DMT2	Diabetes mellitus Typ 2
ENG	Environmental Noise Guidelines for the European Region
EWf	Expositions-Wirkungsfunktion
FDZ	Forschungsdatenzentrum
GISD	German Index of Socioeconomic Deprivation
GBD-Studie	Global Burden of Disease-Studie
GBE	Gesundheitsberichterstattung
GEDA	Gesundheit in Deutschland aktuell
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
HBM	Human-Biomonitoring
ICD	International classification of diseases (Diagnoseschlüssel nach der internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten)
IHK	Ischämische Herzkrankheit, entspricht KHK (Koronare Herzkrankheit)
IHME	Institute for Health Metrics and Evaluation
KHK	Koronare Herzkrankheit, entspricht IHK (Ischämische Herzkrankheit)
L_{den}	Day-evening-night noise level (dt. Tag-Abend-Nacht-Geräuschpegel)
MR-BRT	Meta Regression – Bayesian, Regularized, Trimmed
NYHA	New York Heart Association
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
PAF	Population Attributable Fraction
$PM_{2,5}$	Particulate Matter (dt. Feinstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 2,5 Mikrometer)
RKI	Robert Koch-Institut
ROR	Raumordnungsregionen
STVU	Straßenverkehrsunfälle
TMREL	Theoretical Minimum Risk Exposure Level
UAI	Unterer Atemwegsinfekt
UBA	Umweltbundesamt
UPB	Umweltprobenbank des UBA
WHO	World Health Organisation
WIdO	Wissenschaftliches Institut der AOK
YLD	Years lived with disability (durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene Lebensjahre)

YLL	Years of life lost due to death (durch Tod verlorene Lebensjahre)
-----	---

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Verlorene Lebensjahre durch Krankheit und Tod, exemplarische Lebensverläufe	10
Abbildung 2	Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast.....	14
Abbildung 3	Anzahl Sterbefälle und YLL nach Altersgruppen.....	15
Abbildung 4	Verteilung der YLL nach Todesursachen (Ebene 2) in den jeweiligen Altersgruppen	16
Abbildung 5	YLL pro 100.000 Personen auf Ebene 3 im Ranking (Top 19) nach Geschlecht	17
Abbildung 6	YLL und YLL-Rate im Altersverlauf für Diabetes mellitus (links) und Selbstschädigung (rechts) (Deutschland, beide Geschlechter)	17
Abbildung 7	YLL altersstandardisiert für koronare Herzkrankheit (links) und Straßenverkehrsunfälle (rechts) nach ROR – Karte (beide Geschlechter)	18
Abbildung 8	YLD pro 100.000 Personen auf Ebene 3 im Ranking der ausgewählten Erkrankungen nach Geschlecht (Deutschland).....	19
Abbildung 9	YLD und YLD-Rate im Altersverlauf für Diabetes mellitus und depressive Störungen (Deutschland, beide Geschlechter).....	20
Abbildung 10	YLD altersstandardisiert für koronare Herzkrankheit (links) und Straßenverkehrsunfälle (rechts) nach ROR – Karte (beide Geschlechter)	21
Abbildung 11	DALY pro 100.000 Personen auf Ebene 3 im Ranking nach Geschlecht....	22
Abbildung 12	DALY und DALY-Rate im Altersverlauf für Diabetes mellitus (links) und Alkoholbezogene Störungen (rechts) (Deutschland, beide Geschlechter)	23
Abbildung 13	DALY mit den Anteilen YLL und YLD für Frauen und Männer getrennt im Altersverlauf für Straßenverkehrsunfälle (Deutschland)	23
Abbildung 14	DALY altersstandardisiert für koronare Herzkrankheit (links) und Straßenverkehrsunfälle (rechts) nach ROR – Karte (beide Geschlechter)	24
Abbildung 15	Zusammenhang zwischen sozialer Deprivation Krankheitslast (YLL) durch Diabetes auf Ebene der Raumordnungsregionen	25
Abbildung 16	PAF für PM _{2,5} und die Gesundheitsendpunkte IHK und Schlaganfall für Deutschland 2017, stratifiziert nach Altersgruppen (eigene Berechnung)	27
Abbildung 17	Risikofaktor PM _{2,5} (F): Attributable Krankheitslast für IHK und Schlaganfall 2017 (DALY)	27
Abbildung 18	Risikofaktor PM _{2,5} (Feinstaub): attributable Krankheitslast je 100.000 Personen für IHK für das Jahr 2017 (DALY)	28
Abbildung 19	Prävalenz von Migräne und Spannungskopfschmerz in Deutschland (BURDEN 2020).....	29
Abbildung 20	Prävalenz von Rücken- und Nackenschmerz in Deutschland (Add-On-Survey BURDEN 2020)	29
Abbildung 21	Durch Tod verlorene Lebensjahre (YLL) 2020 bei Personen mit COVID-19 in Deutschland nach Alter und Geschlecht (Anzahl und pro 100.000 Personen).....	30
Abbildung 22	Datennutzen aus BURDEN 2020.....	36

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Beteiligte Personen und Institutionen im Projekt BURDEN 2020	7
Tabelle 2	In Burden 2020 berücksichtigte Risikofaktoren und durchgeführte Arbeiten	26
Tabelle 3	Erfolgte Veröffentlichungen	40
Tabelle 4	Geplante Veröffentlichungen	41

1. Zusammenfassung

Hintergrund

Das Projekt „BURDEN 2020 – Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen. Grundlagen einer umfassenden Planung im Gesundheitswesen“ (April 2018 bis Juni 2021) ist die Pilotierung einer nationalen Krankheitslaststudie. Unter Berücksichtigung von Daten zur Morbidität und Mortalität wurden die verlorenen Lebensjahre in der Bevölkerung Deutschlands ermittelt. Das Projekt zielte darauf ab, verlässliche regionale Daten zur Krankheitslast zu generieren, um ein transparentes, nachvollziehbares und interaktives Informationssystem zu etablieren. Damit ist es möglich, sektorenübergreifende Maßnahmen zur Prävention und Versorgung besser zu planen und auszugestalten.

Methode

Das Konzept der Krankheitslast vereint Informationen zu Mortalität und Morbidität in der Bevölkerung und bezieht Informationen zu Erkrankungsschwere, -dauer und Sterbealter mit ein. Im Ergebnis werden die Auswirkungen verschiedener Erkrankungen auf die Bevölkerungsgesundheit über die *Maßeinheit der verlorenen Lebensjahre* vergleichbar gemacht. Die zentralen Kennzahlen sind die durch Tod (*years of life lost*, YLL) und durch Krankheit (*years lived with disability*, YLD) verlorenen Lebensjahre und das Summenmaß DALY (*disability-adjusted life years*). 2017 wurde als Bezugsjahr für die Berechnungen ausgewählt. Ein weiterer Teil des Projekts widmete sich der Schätzung der *attributablen Krankheitslast*, also jenes Anteils, der auf die Exposition gegenüber Risikofaktoren wie z.B. Rauchen oder Feinstaub zurückgeführt werden kann. Verwendung fanden GKV-Abrechnungsdaten, amtliche Statistiken, Studien (z.B. Surveys) und umweltbezogenen Daten.

Ergebnisse

Die höchste mortalitätsbedingte Krankheitslast (YLL) wird bei Frauen und Männern durch koronare Herzkrankheit, Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs, Brustkrebs und Schlaganfall verursacht. Die höchste Krankheitslast bei Frauen aufgrund gesundheitlicher Einschränkungen (YLD) zeigt sich durch Schmerzerkrankungen, Angst- und depressiven Störungen sowie Diabetes mellitus, bei Männern zusätzlich aufgrund der chronisch obstruktiven Lungenerkrankung (COPD). Die höchste Krankheitslast insgesamt (DALY) zeigt sich für beide Geschlechter bei der koronaren Herzkrankheit und dem Rückenschmerz. Bei vielen Erkrankungen zeigen sich ausgeprägte Muster nach Alter, Geschlecht und Raumordnungsregion. Die Ergebnisse werden Öffentlichkeit und Entscheidungsträgern über ein interaktives Informationssystem (<https://www.daly.rki.de>) verfügbar gemacht. In diesem Informationssystem werden die YLL-Ergebnisse für alle 131 Todesursachen nach Alter, Geschlecht und differenzierbar auf Ebene der 16 Bundesländer und 96 Raumordnungsregionen dargestellt. Weiterhin werden die YLD- und DALY-Ergebnisse für die 19 im Projekt betrachteten Krankheitslastursachen abgebildet.

Diskussion

Die Ergebnisse aus dem Projekt BURDEN 2020 ermöglichen es, Krankheiten mit den größten Auswirkungen auf die Bevölkerungsgesundheit regional differenziert darzustellen und Potenziale für eine zielgerichtete Prävention und Versorgung zu identifizieren. Die Kennzahlen der Krankheitslast können schnell adaptiert werden, um auf Ereignisse wie die Corona-Pandemie zeitnah und dynamisch zu reagieren. Eine nationale Krankheitslaststudie integriert qualitativ hochwertige aber fragmentierte Daten und erschließt zusätzlich neue Datenquellen. Eine sukzessive Erweiterung wäre ein deutlicher Gewinn für Surveillance und Gesundheitspolitik und würde die Evidenzgrundlage für Entscheidungen von Bund, Ländern und Akteuren der Selbstverwaltung deutlich erweitern. Es wäre zu begrüßen, wenn strukturelle und finanzielle Lösungen für eine Fortführung der entstandenen Strukturen, Kompetenzen und Kooperationen gefunden würden.

2. Beteiligte Projektpartner

Tabelle 1 Beteiligte Personen und Institutionen im Projekt BURDEN 2020

Name (alphabetisch)	Institution	Verantwortlichkeit/Rolle
Dr. Aline Anton	Robert Koch-Institut (RKI)	Projektkoordination, Kommunikation
Janko Leddin		Datenmanagement
Michael Porst		Morbiditätsanalysen <i>Experte Datenanalysen, Ökonometrie & Simulationen</i>
Dr. Alexander Rommel		Projektleitung Gesamtprojekt <i>Experte Gesundheitsinformation, Versorgung, Sekundärdaten</i> <i>Ansprechpartner nach Projektende - RommelA@rki.de</i>
Dr. Elena von der Lippe		Methodik Gesamtprojekt, Berechnung Krankheitslast <i>Expertin Krankheitslastrechnung</i>
Dr. Annelene Wengler		Mortalitätsanalysen <i>Expertin Datenanalysen, Demografie</i>
Dr. Thomas Ziese		Projektleitung/Konsortialführung <i>Experte Gesundheitsinformation, Surveillance</i> <i>Ansprechpartner nach Projektende - ZieseT@rki.de</i>
Dr. Jan Breitzkreuz	Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO)	Sekundärdatenanalysen <i>Experte Versorgungsforschung, Routinedaten</i>
Gabriela Brückner		Datenmanagement, Modellierung <i>Expertin Datenanalysen & Modellierungen</i>
Helmut Schröder		Projektleitung WIdO, Sekundärdatenanalysen <i>Experte Versorgungsforschung, Routinedaten</i> <i>Ansprechpartner Krankenkassenroutinedaten nach Projektende - helmut.schroeder@wido.bv.aok.de</i>
Dr. Katrin Schüssel		Sekundärdatenanalysen <i>Expertin Versorgungsforschung, Routinedaten, epidemiologische Kennzahlen</i> <i>Ansprechpartnerin Krankenkassenroutinedaten nach Projektende - katrin.schuessel@wido.bv.aok.de</i>
Dr. Dietrich Plaß	Umweltbundesamt (UBA)	Projektleitung UBA, Mortalitätsanalysen, Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast <i>Experte Krankheitslastrechnung, Umwelt & Gesundheit, Public Health</i>
Heike Gruhl		Umweltbezogene Risikoanalysen, Konzept zur Umverteilung nichtinformativer Todesursachen <i>Expertin Umweltdatenanalyse</i>
Wissenschaftlicher Beirat		
Name	Institution & Verantwortlichkeit/Rolle	
Prof. Dr. Hajo Zeeb	Universität Bremen, Leibniz Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie (BIPS) Vorsitzender des Beirats	
Prof. Dr. Gabriele Doblhammer	Universität Rostock, Institut für Soziologie und Demographie Stellvertretende Vorsitzende des Beirats	
Prof. Dr. Reinhard Busse	Technische Universität Berlin, Fachgebiet Management im Gesundheitswesen	
Dr. Conrad Franke	Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg	
Henk Hilderink, PhD	National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Netherlands	
Prof. Dr. Tobia Lakes	Humboldt Universität Berlin, Geografisches Institut	
Dr. Odile Mekel	Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen (LZG.NRW), Fachbereich Gesunde Lebenswelten	
Prof. Dr. Ralf Münnich	Universität Trier, Fachbereich Wirtschafts- und Sozialstatistik	
Prof. Dr. Annette Peters	Helmholtz Zentrum München, Institut für Epidemiologie	
PD Dr. Enno Swart	Universität Magdeburg, Institut für Sozialmedizin und Gesundheitssystemforschung (ISMG)	
Prof. Dr. Susanne Wurm	Universität Greifswald, Lehrstuhl für Sozialmedizin und Prävention, Institut für Community Medicine	

3. Projektziel

Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und den resultierenden Herausforderungen einer dem Bedarf angemessenen medizinischen Versorgung sind belastbare Daten zur gesundheitlichen Lage in Deutschland unerlässlich. Dabei gilt es die Versorgung stärker an der Morbidität in der Bevölkerung auszurichten und dabei regionale Unterschiede im Versorgungsbedarf zu berücksichtigen. Morbiditätsorientierung und Regionalisierung werden sektorenübergreifend für alle Leistungsbereiche der gesundheitlichen Versorgung eingefordert, insbesondere für die ambulante Bedarfsplanung und die Krankenhausplanung. Ebenfalls sind regional differenzierte Kennzahlen zur Morbidität für die Maßnahmengestaltung im Präventionsgesetz vor dem Hintergrund regional ungleich verteilter Risikofaktoren von zunehmendem Interesse [1-7]. Aspekte der sozialen Deprivation sind zusätzlich zu berücksichtigen, da soziale und gesundheitliche Benachteiligung höhere Versorgungsbedarfe nach sich ziehen [1, 8]. Eine zentrale Voraussetzung war hierfür bislang nicht gegeben: Es existierte zur Krankheitslast in Deutschland keine einheitliche, harmonisierte und regional differenzierte epidemiologische Informationsgrundlage.



BURDEN 2020

- ❖ harmonisiert fragmentierte epidemiologische Datenquellen
- ❖ identifiziert Datenlücken und erhebt deutschlandweit fehlende Informationen
- ❖ misst statt Häufigkeiten Auswirkungen von Erkrankungen auf die Bevölkerungsgesundheit
- ❖ unterstützt Morbiditätsorientierung und Regionalisierung in der Gesundheitspolitik
- ❖ bietet ein interaktives Informationssystem unter www.daly.rki.de

Übergeordnetes Ziel des Projekts BURDEN 2020 war vor diesem Hintergrund die Pilotierung einer nationalen Krankheitslaststudie für Deutschland unter Verwendung, Modifikation und Ergänzung der Methoden der Global Burden of Disease-Studie (GBD-Studie). Das Konzept der Krankheitslast bietet gegenüber klassischen epidemiologischen Indikatoren Vorteile: Es vereint Informationen zur Mortalität und Morbidität in der Bevölkerung zu sog. Summenmaßen der Bevölkerungsgesundheit und bezieht die Häufigkeit von Todesursachen, das Alter zum Zeitpunkt des Todes, die Zahl erkrankter Personen und Informationen zur Erkrankungsschwere und Erkrankungsdauer mit ein. Im Ergebnis werden die Auswirkungen von Krankheiten auf die Bevölkerungsgesundheit über folgende Indikatoren quantifiziert: (i) die *durch Tod verlorenen Lebensjahre (years of life lost, YLL)*, (ii) die *durch gesundheitliche Einschränkungen verlorenen Lebensjahre (years lived with disability, YLD)* und (iii) die *Krankheitslast insgesamt*, als die Summe aus YLL und YLD (*disability-adjusted life years, DALY*). Diese Indikatoren bilden die verlorene Lebenszeit krankheitsspezifisch wie auch krankheitsübergreifend ab und der Versorgungs- und Präventionsbedarf in der Bevölkerung wird abschätzbar.

In die Analysen der GBD-Studie floss u.a. aufgrund von Datenschutzbestimmungen und Sprachbarrieren bislang nur eine Auswahl an Datenquellen für Deutschland, überwiegend aus englischsprachigen Primärdatenerhebungen, ein. Zudem wurden für Komponenten zur Berechnung, wie die Schweregradverteilung oder Erkrankungsdauern, in der GBD-Studie globale Werte eingesetzt und nicht spezifisch für Deutschland geschätzt. Damit ist die GBD-Datenbasis für Deutschland nicht aktuell und weist Informationslücken auf, die z.B. über nicht vollständig reproduzierbare Simulationen geschlossen wurden [9]. Außerdem wird im GBD-System die Krankheitslast für Deutschland bisher nicht regional differenziert abgebildet. Im

Unterschied zur GBD-Studie des *Institute for Health Metrics and Evaluation* (IHME) wurden in BURDEN 2020 daher große bundesweit verfügbare, qualitätsgesicherte Datenquellen für Deutschland genutzt, um die Berechnungen auf eine stabile nachvollziehbare Grundlage zu stellen. Diese bestand aus offiziellen Statistiken, GKV-Abrechnungsdaten, gesundheitsbezogenen Surveydaten und umweltbezogenen Messdaten. Aufgrund der fragmentierten und inhomogenen Datengrundlage wurden diese Informationen in einem ersten Schritt in ein konsistentes Datenbanksystem zur Krankheitslastrechnung integriert.

Orientiert am Arbeitsprogramm des vorliegenden Projekts wurden folgende vier methodische Grundannahmen formuliert:

- Mortalitätsbezogene Indikatoren der Krankheitslast lassen sich über die Todesursachenstatistik sowie demografische Informationen (Bevölkerung, Lebenserwartung) regional differenziert berechnen.
- Morbiditätsbezogene Indikatoren der Krankheitslast lassen sich über GKV-Abrechnungsdaten und gesundheitsbezogene Surveydaten mithilfe von Schätzungen von Prävalenz, Erkrankungsschwere und -dauer regional differenziert berechnen.
- Die, unter Verwendung gesundheitsbezogener Surveydaten und umweltbezogener Mess- und Modelldaten, errechnete Krankheitslast kann auf einzelne Risikofaktoren zurückgeführt werden (Risikoattribution).
- Sozial ungleiche regionale Verteilungen der Krankheitslast werden über das Konzept der sozialen Deprivation sichtbar.

4. Projektdurchführung

Die Umsetzung des Projekts wurde in sieben Arbeitspaketen (AP) vorgenommen, von denen sich fünf (AP 2 bis AP 6) den zentralen inhaltlichen Fragestellungen widmeten, während zwei (AP 1 und AP 7) flankierenden Charakter hatten (s. Tabelle 5 im Anhang 11.1). Das Projekt wurde von einem wissenschaftlichen Beirat (s. Tabelle 1) begleitet, mit dem in einem mehrstufigen Abstimmungsprozess auch die Auswahl der zu betrachtenden Erkrankungen und Risikofaktoren diskutiert wurde (AP1). Drei Arbeitspakete widmeten sich detailliert der Berechnung der Indikatoren zur Quantifizierung der mortalitäts- bzw. morbiditätsbezogenen Krankheitslast (AP 2, AP 3, AP 5). In AP 2 lag der Fokus auf Aspekten der Qualität und Nutzung der Todesursachenstatistik zur Berechnung der YLL. AP 3 widmete sich der Schätzung von Prävalenzen sowie von Erkrankungsschwere aus den Abrechnungsdaten aller AOK-Versicherten. Diese wurden mit einem vom WHO bereits entwickelten Verfahren auf die gesamte Bevölkerung hochgerechnet. Ein weiteres Arbeitspaket beinhaltete eine zusätzliche Primärerhebung (Add-On-Survey) zur Bestimmung der Krankheitslast bei Erkrankungen mit beträchtlichen Datenlücken. Die inhaltliche Ausrichtung des Add-On-Survey auf Schmerzkrankungen erfolgte in Abstimmung mit dem wissenschaftlichen Beirat (AP 5). Ein Arbeitspaket widmete sich der Schätzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber verhaltens- und umweltbezogenen sowie metabolischen Risiken sowie der Bestimmung des Anteils der Krankheitslast, der auf diese Risikofaktoren zurückgeführt werden kann (AP 4). Ein abschließendes Arbeitspaket zielte auf die Berechnung der YLD unter statistischer Berücksichtigung von Komorbiditäten sowie die Synthese der zuvor gewonnenen Informationen zur Krankheitslast. Des Weiteren fiel in dieses Arbeitspaket die Darstellung der Krankheitslast nach regionaler sozioökonomischer Deprivation (AP 6). Ein letztes Arbeitspaket widmete sich der Ergebnisverwertung in wissenschaftlichen Publikationen und Beiträgen zur Gesundheitsberichterstattung. Zentrales Disseminationsformat ist das eigens entwickelte interaktive Informationssystem (<https://www.daly.rki.de/>), welches die erarbeiteten Ergebnisse sukzessive in voller Detailtiefe inkl. Datendownload verfügbar macht.

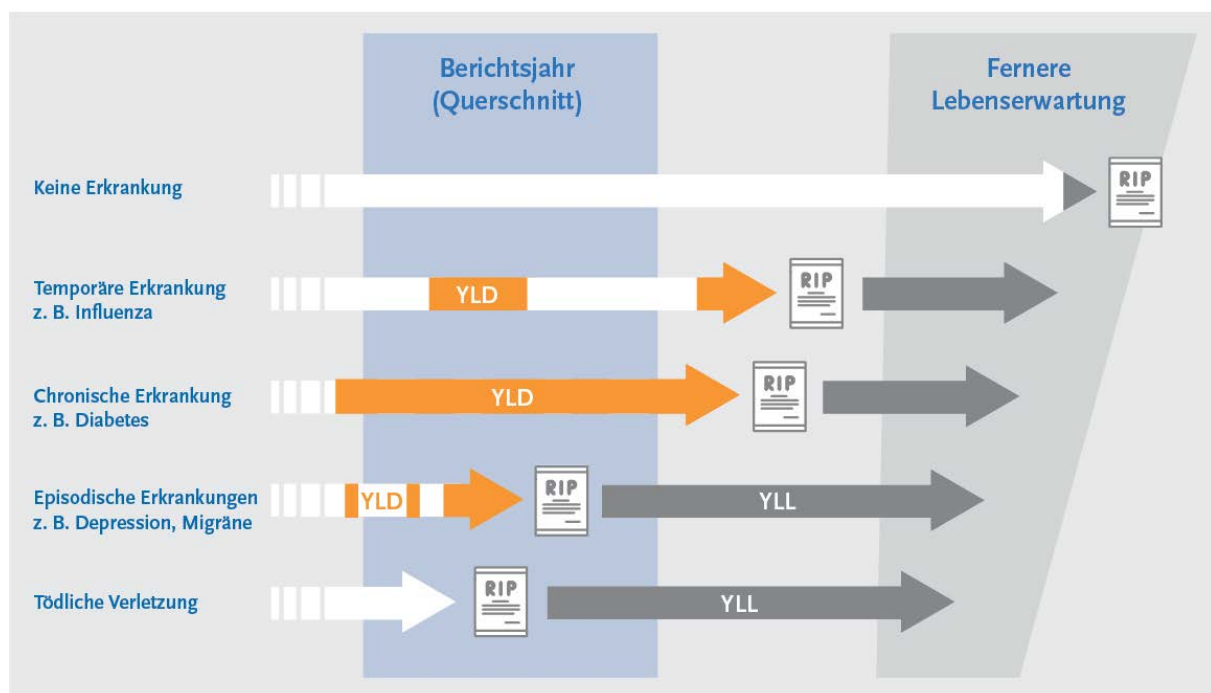
5. Methodik

Die *disability-adjusted life years* (DALYs) setzen sich aus den zwei komplementären Einzelindikatoren, den *years of life lost* (YLL, s. Abschnitt 5.1), den verlorenen Lebensjahren aufgrund von Versterben und den *years lived with disability* (YLD, s. Abschnitt 5.2), den Verlust an Lebensjahren durch eingeschränkte Gesundheit, zusammen [10, 11] (s. auch Abbildung 21 im Anhang). Dabei soll jegliche Abweichung der Bevölkerungsgesundheit von einem idealen Gesundheitszustand quantifiziert werden [12, 13]. Sowohl bei der Mortalität als auch bei der Morbidität werden Lebensjahre als Einheit gewählt [14], um eine Vergleichbarkeit bzw. Vereinbarkeit beider Indikatoren zu erreichen. Dazu werden die mit gesundheitlicher Einschränkung verbrachten Lebensjahre (YLD) in einen äquivalenten Zeitverlust zu den verlorenen Lebensjahren durch Versterben anhand des Einsatzes der sogenannten *disability weights* (s. Kapitel 5.2.) umgerechnet [14, 15]. In beiden Fällen werden also verlorene gesunde Lebensjahre quantifiziert, die sich nach Altersgruppen [a], Geschlecht [s], Region [r] und Ursache [c] aufsummieren lassen.

$$[3] DALY_{a,s,r,c} = YLL_{a,s,r,c} + YLD_{a,s,r,c}$$

2017 wurde als Bezugsjahr für die Berechnungen ausgewählt. Aktuellere Datenjahre wurden für den Add-on Survey (Datenjahr 2019/2020) und die Analysen zur Krankheitslast von COVID-19 (Datenjahr 2020) gewählt. In Anlehnung an die GBD-Studie wurden sowohl im Bereich der Mortalität (YLL) als auch bei der Morbidität (YLD) Todesursachen- bzw. Erkrankungsgruppen gebildet. Diese Ursachengruppen unterteilen sich in ein hierarchisches, mehrstufiges Ebenensystem. Auf Ebene 1 erfolgte eine Einteilung in drei Hauptgruppen: I) *übertragbare, maternale, neonatale und ernährungsbedingte Erkrankungen* (Kurzform: übertragbare Erkrankungen), II) *nichtübertragbare Erkrankungen* und III) *Unfälle und Verletzungen*. Auf Ebene 2 wurden zum Beispiel die nichtübertragbaren Erkrankungen weiter unterteilt in Krebserkrankungen, kardiovaskuläre Erkrankungen oder chronische Atemwegserkrankungen. Auf Ebene 3 wurden die Erkrankungen noch weiter ausdifferenziert. Zum Beispiel erfolgt eine Darstellung spezifischer kardiovaskulärer Erkrankungen (koronare Herzkrankheit, Schlaganfall etc.) (s. auch: für YLL [16, eTabelle 3] und für YLD [17]).

Abbildung 1 Verlorene Lebensjahre durch Krankheit und Tod, exemplarische Lebensverläufe



Quelle: BURDEN 2020, eigene Darstellung

Neben der Berechnung dieser Indikatoren (Abschnitte 5.1 und 5.2) werden auch die Konzepte der sozialen Deprivation (Abschnitt 5.3) und der Risikoattribution (Abschnitt 5.4) dargestellt und erläutert. Für das Projekt BURDEN 2020 wurden unterschiedliche Datenquellen genutzt (s. Tabelle 6 im Anhang Abschnitt 11.2). Die Berechnungen beruhen auf methodischen Vorarbeiten der GBD Studie, die auf Grundlage eines *Memorandum of Understanding* zwischen RKI und IHME eingesehen werden konnte. Im Anhang werden die projekteigenen Prozesse und Anpassungen der Datenaufbereitung weiter beschrieben (Anhang 11.2).

5.1. Years of life lost (YLL) – durch Tod verlorene Lebensjahre

YLL beschreiben die „durch Tod verlorenen Lebensjahre“. Jede Person hat zum Zeitpunkt ihres Todes statistisch betrachtet eine verbleibende durchschnittliche Lebenserwartung (Rest- bzw. fernere Lebenserwartung, s. auch Abbildung 1). Diese wird zusammen mit den Sterbefallzahlen genutzt, um die bevölkerungsbezogenen Auswirkungen von einzelnen Todesursachen zu vergleichen. Die Anzahl der verstorbenen Personen [i] (nach Alter [w_a], Geschlecht [s], Region [r] und Todesursache [c]) wird mit der Restlebenserwartung im Alter a [rle_{w_a}] multipliziert [16] (s. auch Anhang 11.3):

$$YLL_{a,s,r,c} = \sum_{w_a=1}^5 i_{w_a,s,r,c} * rle_{w_a}$$

Zur Berechnung der YLL für alle in Deutschland auftretenden Todesursachen werden vollständige Mortalitätsdaten benötigt. Für diese Analyse wurden die Daten der Todesursachenstatistik von Destatis [18] ausgewertet. Die Todesursachen werden in Deutschland nach der Internationalen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10, WHO-Version 2016) kodiert. Für alle Todesfälle werden, neben dem zum Tode führenden Grundleiden, Geschlecht, Alter und Wohnort (Gemeinde) erfasst. 25,8 % der Sterbefälle in der Todesursachenstatistik für das Jahr 2017 wiesen zum Zweck der Krankheitslastrechnung *nichtinformativ* ICD-10-Codes auf [19]. Nach GBD-Studie sind Codes nichtinformativ, die Folgeerkrankungen (dem Grundleiden nachfolgend), Krankheitssymptome oder unspezifische Todesursachen beschreiben oder unplausible Alters- oder Geschlechtszuordnungen aufweisen [20-22]. Für Sterbefälle mit einem nichtinformativen ICD-Code wurden Annahmen über tatsächliche Todesursachen getroffen [19]. Dabei stehen für einen nichtinformativen Code verschiedene informative ICD-10-Codes als Zielcodes zur Verfügung, welche als mögliche tatsächliche Todesursache betrachtet werden können. Darüber hinaus sind die Todesursachen in der Bevölkerung, z.B. nach Alter und Geschlecht, unterschiedlich verteilt, treten also mit verschiedener Häufigkeit auf. Diese Verteilung der informativen ICD-Codes wird entsprechend bei der Umverteilung berücksichtigt. Für jede Person mit nichtinformativem ICD-10-Code wird der Prozess der Umverteilung 1.000 Mal wiederholt. Damit soll die Variation verschiedener möglicher tatsächlicher Todesursachen abgebildet werden (im Detail siehe dazu [19]). Statistische Unsicherheiten, die sich durch die Umverteilung von nichtinformativen zu informativen ICD-10-Codes bei der Schätzung der Sterbefallzahlen und YLL ergaben, werden durch ein Unsicherheitsintervall (UI) abgebildet [16]. Die resultierenden YLL werden für spezifische Todesursachen nach Alter, Geschlecht und Raumordnungsregionen dargestellt.

5.2. Years lived with disability (YLD) – durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene gesunde Lebensjahre

Der Indikator YLD ist definiert als die Anzahl der durch gesundheitliche Einschränkungen verlorenen gesunden Lebensjahre, die als Verlust von Lebensqualität betrachtet werden. Der Indikator setzt sich aus Informationen zur Häufigkeit der jeweiligen Erkrankung (Prävalenz/Inzidenz), der Schweregradverteilung (sog. *severity distribution*) innerhalb der erkrankten Bevölkerung und den schweregradspezifischen Gewichten (sog. *disability weights*) zusammen. Bei Erkrankungen, die episodisch auftreten, wurden die Prävalenzen bzw. Inzidenzen mit Hilfe der durchschnittlichen Erkrankungsdauer umgerechnet, um eine

Vergleichbarkeit mit chronischen Erkrankungen zu erzielen (s. Anhang 11.3). Die *severity distribution* ergibt sich aus der Häufigkeit der mit der jeweiligen Erkrankung assoziierten spezifischen Gesundheitszustände. Beim Typ-2-Diabetes sind dies z.B. Folgeerkrankungen, wie Neuropathie oder Sehbeeinträchtigungen, bei depressiven Störungen bedeutet dies etwa eine Einstufung in asymptomatisch, mild, moderat und schwer. Eine Übersicht zu allen berücksichtigten Gesundheitszuständen, die sich ausschließlich an der Methodik der GBD-Studie orientieren und von dort übernommen wurden, ist im Anhang in Tabelle 7 unter 11.3 [23]. Die *disability weights* gewichten die Schwere jedes Gesundheitszustandes auf einer Skala zwischen 0 (keine Beeinträchtigung) und <1 (1 = Tod) [15]. Folglich wird eine stärkere schweregradspezifische Einschränkung durch ein höheres Gewicht ausgedrückt und geht mit einer höheren Anzahl verlorener gesunder Lebensjahre einher [24]. Die YLD errechnen sich also über die Anzahl der prävalenten Fälle $p_{a,s,r,c,j}$ (nach Alter $[a]$, Geschlecht $[s]$, Region $[r]$, Erkrankung $[c]$ und Schweregrad $[j]$) multipliziert mit dem disability weight $[dw_{c,j}]$ (für die betrachtete Erkrankung $[c]$ und den entsprechenden Schweregrad $[j]$) (s. Anhang 11.3):

$$YLD_{a,s,r,c} = \sum_{j=1}^k p_{a,s,r,c,j} * dw_{c,j}$$

Anders als bei der Berechnung der durch Tod verlorenen Lebensjahre (YLL) wurde für die YLD in der Pilotstudie BURDEN 2020 eine Auswahl an Erkrankungen analysiert. Die Auswahl erfolgte auf Ebene 3 der GBD-Nomenklatur, die innerhalb der drei Hauptgruppen insgesamt 172 Erkrankungen und Verletzungen aus dem morbiditätsbedingten Teil der Krankheitslast umfasst. Die zunächst ohne COVID-19 ausgewählten 19 Krankheitslastursachen stellen eine Rangliste von Erkrankungen mit einer sehr hohen Krankheitslast dar (s. Anhang 11.4 und Tabelle 9). Daneben war es Ziel, Krankheitslastursachen aus allen drei Hauptgruppen ((I) übertragbare Erkrankungen, (II) nichtübertragbare Erkrankungen und (III) Verletzungen) zu berücksichtigen. Insgesamt summierte sich die Krankheitslast dieser 19 Erkrankungen bzw. Unfälle auf 53,0 % aller DALY, welche die GBD-Studie für 2017 für Deutschland ausweist [25]. Es sollten bei der Auswahl laut Antrag zunächst etwa zehn der wichtigsten (im Sinne hoher Relevanz für das Gesundheitssystem) nichtübertragbaren Erkrankungen und eine Unfallkategorie berücksichtigt werden. Im Zuge der Beratungen mit dem wissenschaftlichen Beirat des Projekts und der Prüfung der Routinedaten des WIdO wurde entschieden, dass die Auswahl auch mindestens eine übertragbare Erkrankung enthalten sollte und die Kapazitäten des Projekts eine Erweiterung des Krankheitsspektrums zulassen. Somit wurden dann 19 Krankheitslastursachen betrachtet. Wobei sich eine separate Betrachtung der *Anderen Verkehrsunfälle* – in Abgrenzung zu den *Straßenverkehrsunfällen* – erst im Projektverlauf ergab (siehe Tabelle 8 vs. Tabelle 9). In diese Entscheidung wurde auch die Möglichkeit der Erfassung aus den genutzten Datenquellen mit einbezogen. So wurde beispielsweise entschieden, dass einzelne Entitäten, die laut GBD-Studie eine besonders hohe Anzahl von Folgeerkrankungen aufweisen (z. B. Nierenerkrankungen), aufgrund ihrer Komplexität während der Pilotphase der Krankheitslaststudie noch nicht berücksichtigt werden können. Diese sollen zukünftig bei einer Erweiterung des Krankheitsspektrums und Verstetigung des Projekts aufgenommen werden.

Zur Berechnung der Bestandteile der YLD wurden unterschiedliche Datenquellen herangezogen (s. Tabelle 6 im Anhang 11.2). Für viele Erkrankungen konnten die AOK-Abrechnungsdaten genutzt werden (s. Anhang 11.5 und 11.6). Da Betroffene von Schmerzerkrankungen oder Suchterkrankungen häufig keine Hilfe im Gesundheitssystem suchen oder Eigenmedikation betreiben und somit in Abrechnungsdaten unterrepräsentiert sind [26], wurden für diese bevölkerungsrepräsentative Befragungsdaten herangezogen. Zur Erfassung der Alkoholbezogenen Störungen wurde der Epidemiologischen Suchtsurvey 2018 des Instituts für Therapieforschung München herangezogen. Der im Projekt durchgeführte Add-On-Survey diente der Ermittlung von Prävalenz, Dauer und Schweregradverteilung von primärem Kopfschmerz (Migräne und Spannungskopfschmerz), unterem Rücken- sowie Nackenschmerz [27, 28]. Zwischen Oktober 2019 und März 2020 wurden 5.009 Personen in

einer bundesweiten telefonischen Querschnittbefragung erfasst. Details zur Methodik (Stichprobenziehung, Population und Rekrutierung) sind im Anhang unter 11.7 zu finden. Des Weiteren wurde zur Berechnung der Prävalenz von Verkehrsunfällen mit Personenschaden die Verkehrsunfallstatistik von Destatis ausgewertet (s. auch 11.2 im Anhang). Zu den Datenquellen zählen außerdem bereits publizierte Ergebnisse zu Schweregradverteilungen und *disability weights* aus der GBD-Studie [23, 29].

Zur Darstellung der statistischen Unsicherheiten wurden Monte-Carlo- und Bootstrapping-Verfahren genutzt [30, 31] und 95%-Unsicherheitsintervalle (UI) berechnet (Anhang 11.9). Des Weiteren war eine Multimorbiditäts-Korrektur notwendig, da es sonst zu einer Überschätzung des morbiditätsbedingten Teils der Krankheitslast kommt [23, 32].¹ Zur Korrektur wird ein Verfahren angewendet, welches sich an der GBD-Studie orientiert und adjustierte YLD-Werte auf Basis einer Mikrosimulation berechnet (s. Anhang 11.10).

5.3. Sozioökonomische Deprivation

Die Krankheitslast korreliert auch mit sozialen Determinanten der Gesundheit. Da es sich bei den Berechnungen um ein bevölkerungsbezogenes Informationssystem basierend auf aggregierten Daten handelt, lassen sich solche Zusammenhänge nicht auf Basis von Individualdaten bestimmen. Eine Alternative ist die Darstellung von ökologischen Zusammenhängen auf regionaler Ebene mithilfe des RKI-eigenen German Index of Socioeconomic Deprivation (Revision 2020)², der für verschiedene Regionstypen den relativen Mangel an sozialen und ökonomischen Ressourcen beschreibt [36].

5.4. Risikoattribution

Zur Planung von Public-Health-Maßnahmen werden auch Informationen dazu benötigt, welche Risikofaktoren am stärksten zur Krankheitslast beitragen (Abbildung 2). Die *attributable Krankheitslast* beschreibt den Anteil der Krankheitslast einer Erkrankung, der auf eine vorangegangene Belastung (Exposition) durch einen Risikofaktor zurückgeht [37].

Die Methodik, die in diesem Fall zum Einsatz kommt, ist die vergleichende Risikoabschätzung – im Englischen *comparative risk assessment* (CRA). Beim CRA werden die gesundheitlichen Auswirkungen des jeweiligen Risikofaktors identifiziert (*risk-outcome-pairs*) und der quantitative Wirkzusammenhang (z.B. über relative Risiken; RR oder Expositions-Wirkungsfunktionen; EWF) aus Einzelstudien oder Metaanalysen abgeleitet. Um den risikoassoziierten Anteil an der Krankheitslast einer Erkrankung zu bestimmen, werden die Werte der relativen Risiken mit Daten zur Verteilung des Risikofaktors in der Bevölkerung (Exposition) kombiniert. Dieser Anteil wird als sog. *population attributable fraction* (PAF) bezeichnet. Im finalen Schritt wird die PAF auf die Gesamtkrankheitslast einer Bevölkerung angewendet, um den Anteil der Krankheitslast zu quantifizieren, der auf den jeweiligen Risikofaktor zurückgeführt werden kann (*attributable Krankheitslast*). Bei der Auswahl der Risikofaktoren wurde darauf geachtet, die drei Bereiche metabolische, verhaltensbezogene und Umweltrisikofaktoren abzudecken. Darüber hinaus wurde beachtet, dass die ausgewählten Risikofaktoren eine hohe gesundheitspolitische Relevanz haben, d. h., gleichzeitig für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und für die untersuchten Krankheiten von Bedeutung sind.

Das CRA kann auf alle Arten von Risikofaktoren angewandt werden und ermöglicht umfassende Vergleiche. Es umfasst folgende Einzelschritte (ausführlich s. 11.11 im Anhang):

¹ Häufig wird hier der Begriff *Multimorbidität* verwendet, welcher definiert ist als das Vorhandensein von zwei oder mehr Gesundheitszuständen ohne Festlegung einer sogenannten Indexerkrankung, bei der alle Gesundheitszustände zueinander gleichbedeutend sind. Studien für Deutschland weisen darauf hin, dass ein Großteil der Bevölkerung über einem Alter von 50 Jahren an mehr als einer Erkrankung leidet, die Anzahl von Erkrankungen mit dem Alter stetig steigt und sich Muster von Erkrankungen bei Betroffenen zeigen [33-35].

² <https://github.com/GISD-FG28/GISD/tree/master/Revisions>

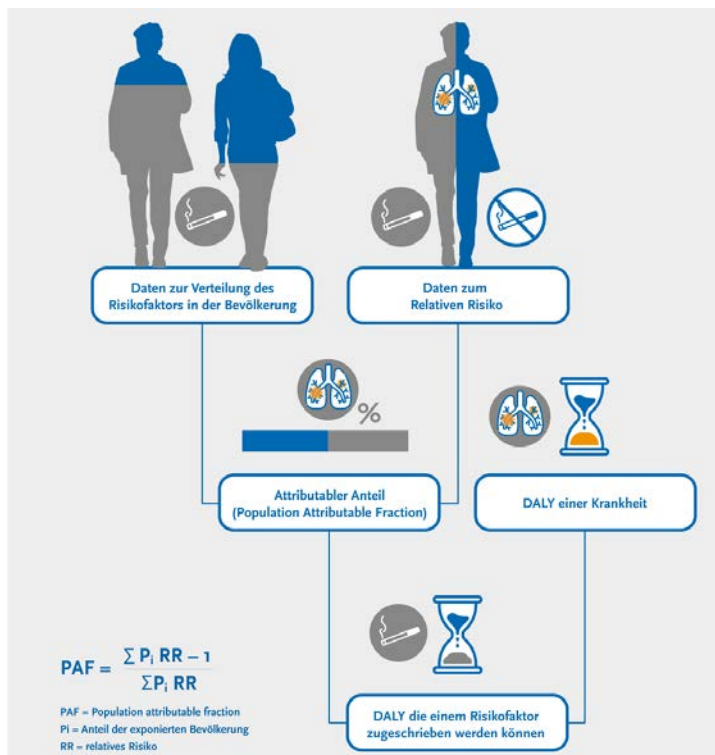
1. Auswahl und Definition des Risikofaktors
2. Definition der Exposition gegenüber einem Risikofaktor
3. Expositionserfassung
4. Definition des *counterfactual values*
5. Identifikation relevanter *risk-outcome-pairs*
6. Identifikation von relativen Risiken / Expositions-Wirkungsfunktionen
7. Berechnung der PAF
8. Berechnung der attributablen Krankheitslast

Für die Berechnung der PAF werden je nach Definition der Exposition gegenüber einem Risikofaktor (z.B. dichotom, kategorial oder kontinuierlich) unterschiedliche mathematische Formeln eingesetzt. Die anschließende Berechnung der attributablen Krankheitslast erfolgt nach dem Grundprinzip

$$\text{Attributable Krankheitslast}_{c,f,a,s,r} = \text{Gesamtkrankheitslast}_{c,f,a,s,r} * \text{PAF}_{c,f,a,s,r}$$

mit Krankheit c, bei Risikofaktor f, für die Altersgruppe a, das Geschlecht s und die Region r.

Abbildung 2 Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast



Quelle: BURDEN 2020, eigene Darstellung und (40, 41) mit Änderungen

6. Projektergebnisse

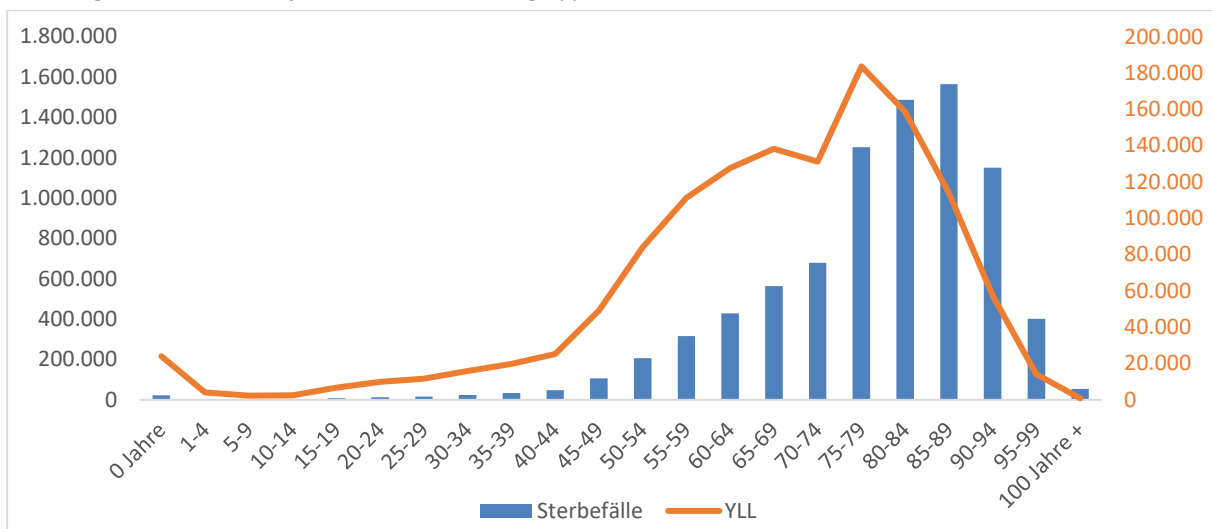
Im Folgenden werden zunächst ausgewählte Ergebnisse zu YLL, YLD und DALY vorgestellt (Abschnitte 6.1 bis 6.3). YLL-Ergebnisse konnten bereits detailliert in Fachpublikationen und in dem projekteigenen interaktiven Informationssystem veröffentlicht werden [16]. Zur Berechnung der YLD wurden neue Kennzahlen zu regionalen Krankheitshäufigkeiten und Schweregraden generiert, die an anderer Stelle bereits publiziert sind [27, 28, 38, 39, s. <https://krankheitslage-deutschland.de/>] (zu ausgewählten Ergebnissen s. auch 11.6). Zudem wird der Aspekt der sozioökonomischen Deprivation adressiert (6.4). Im Anschluss werden (vorläufige) Ergebnisse der Risikoattribution berichtet (6.5). Zusätzlich zum Projektplan wurde vor dem Hintergrund der pandemischen Lage die Krankheitslast für COVID-19 für das Jahr 2020 berechnet und veröffentlicht [40] (Abschnitt 6.6). Alle YLL-Ergebnisse sind bereits unter <https://daly.rki.de> abrufbar. Ergebnisse zu den YLD und DALY der ausgewählten

Krankheitslastursachen stehen seit Publikation der DALY-Ergebnisse [41] vollständig auf der Webseite bereit und sind im Anhang (siehe 11.12.2 und 11.12.3) sowie als Anlage (12.2) zu finden.

6.1. Years of life lost (YLL)

2017 sind in Deutschland 932.269 Menschen verstorben³ [42, 43]. Dabei gingen insgesamt 11,6 Millionen Lebensjahre (YLL) durch Tod verloren. Während die meisten Sterbefälle zwischen 85 und 89 Jahren auftraten, ging die höchste Zahl an YLL in der Altersgruppe der 75- bis 79-Jährigen verloren (s. Abbildung 3). Unter den drei Hauptgruppen verursachten die übertragbaren, maternalen, neonatalen und ernährungsbedingten Erkrankungen 455.684 YLL im Jahr 2017, dies entspricht einem Anteil von 3,9 %. Unfälle und Verletzungen machten 888.313 YLL für 2017 aus (7,6 %). Die größte Gruppe (88,5 %) bildeten mit 10.289.712 YLL die nichtübertragbaren Erkrankungen.

Abbildung 3 Anzahl Sterbefälle und YLL nach Altersgruppen

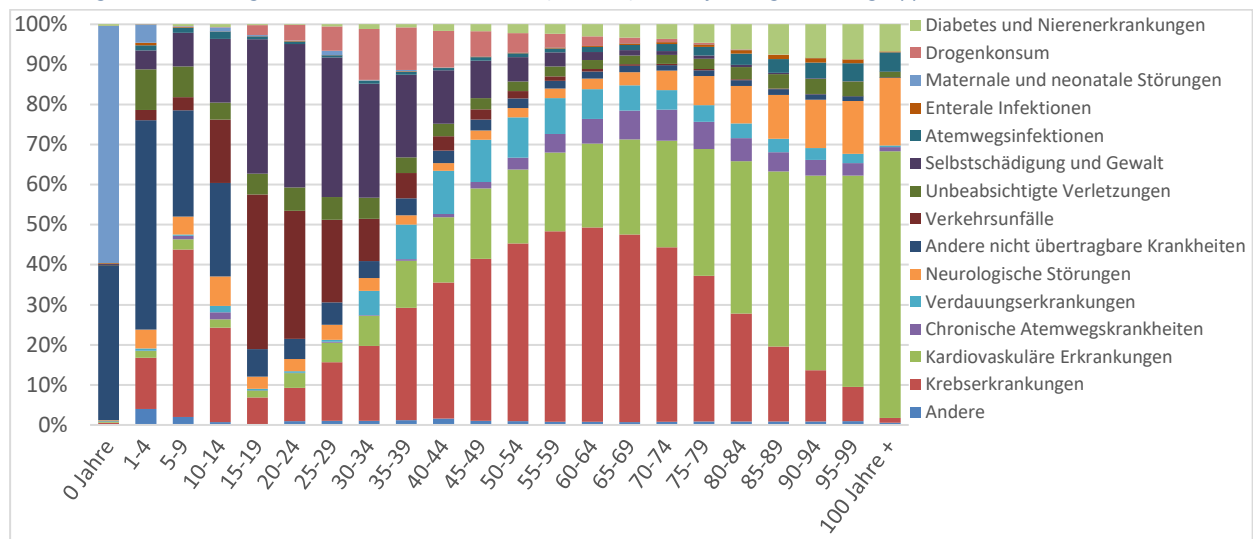


Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18], Statistische Bundesamt [42], eigene Berechnungen⁴

³ In den Daten des Statistischen Bundesamts (Sterbetafel 2016/2018) und in der Todesursachenstatistik (2017) sind 932.272 Sterbefälle vermerkt. Drei Sterbefälle wurden dabei als Totgeburten gemeldet. Diese werden für die Berechnung der Krankheitslast ausgeschlossen.

⁴ Anmerkung der Autor:innen: Sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern sind die Sterbefälle im Alter von 71 Jahren (also aus den Geburtenjahrgängen 1945/1946) im Jahr 2017 niedriger als in den Altersjahren davor und danach (s. dazu Tabelle 12613–003 in GENESIS-ONLINE mit den Gestorbenen nach Altersjahren und Geschlecht für 2017 [42]). Dies erklärt das Absinken der Linien in der Altersgruppe der 70 bis 74-Jährigen.

Abbildung 4 Verteilung der YLL nach Todesursachen (Ebene 2) in den jeweiligen Altersgruppen



Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18], eigene Berechnungen

Aufgeteilt auf 15 Untergruppen (Ebene 2) entfällt im Alter von 15 bis 29 Jahren fast ein Drittel aller YLL auf Selbstschädigung, dies gilt insbesondere für Männer (s. Abbildung 34 im Anhang). Verkehrsunfälle stellen die zweitwichtigste Todesursache in dieser Altersgruppe dar. Bei den mittleren Altersgruppen (40 bis 69 Jahre) sind Krebserkrankungen die wichtigste Todesursache, die in einigen Altersgruppen fast die Hälfte aller YLL verursachen. Bei den älteren Menschen (über 80 Jahre) sind kardiovaskuläre Erkrankungen die wichtigste Todesursache. Darüber hinaus nehmen mit zunehmendem Alter die YLL durch neurologische Störungen, hierbei insbesondere Demenzerkrankungen, zu (s. Abbildung 4). Damit ist mit den Daten eine differenzierte Betrachtung von einzelnen Todesursachen im Altersverlauf möglich. Ein weiteres Beispiel dafür ist im Anhang zu finden (s. Abbildung 35): Für fünf (von insgesamt 34) exemplarisch ausgewählte Krebsarten zeigen sich unterschiedliche YLL-Altersverläufe. Während *Hirn- und Zentralnervensystem-* sowie *Gebärmutterhalskrebs* die meisten YLL im Alter von 55 bis 59 Jahren verursachen, verursachen *Prostata-* und *Blasenkrebs* die meisten YLL bei den 75- bis 79-Jährigen. *Eierstockkrebs* liegt dazwischen und verursacht die meisten YLL in der Altersgruppe der 60- bis 64-Jährigen.

Insgesamt werden auf der dritten Ebene 131 Todesursachen separat ausgewiesen [s. auch 16]. Unter den 20 Todesursachen mit den höchsten YLL je 100.000 Personen entfielen 2017 sowohl bei Frauen als auch bei Männern die meisten YLL auf *koronare Herzkrankheiten* (Frauen 1.475, Männer 2.645 YLL je 100.000 Personen) (s. Abbildung 5). An zweiter Stelle steht für Frauen *Brustkrebs*. Für Männer liegen *Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs* auf dem zweiten Rang, bei den Frauen liegen diese auf dem dritten Rang. Mit 770 YLL je 100.000 Personen in der Bevölkerung stehen *Schlaganfälle* bei Männern an dritter und bei Frauen mit 764 YLL an vierter Stelle.

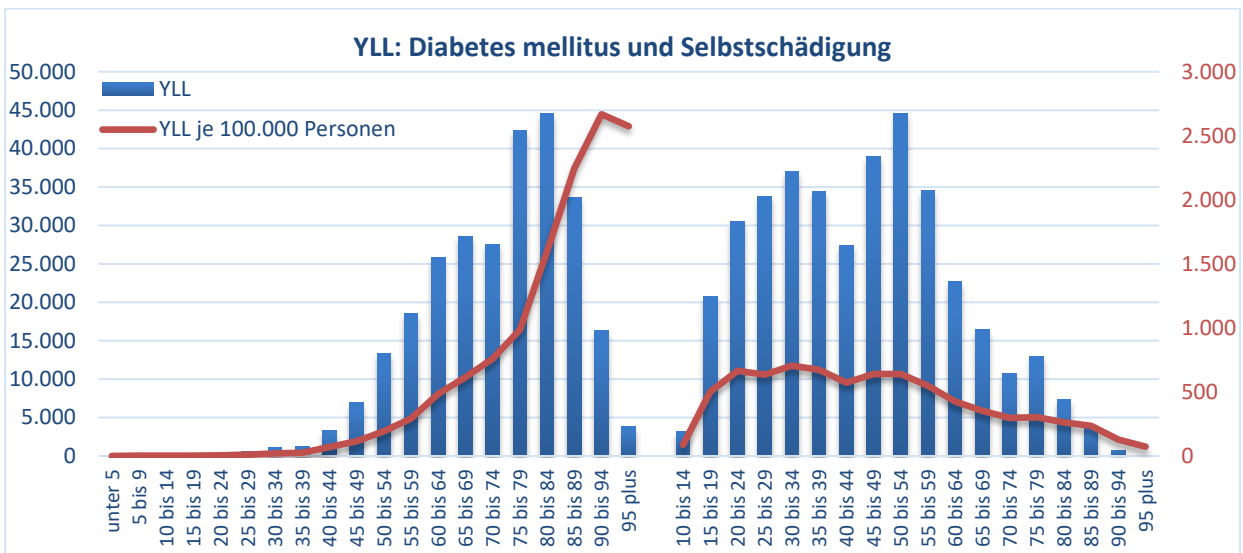
Abbildung 5 YLL pro 100.000 Personen auf Ebene 3 im Ranking (Top 19) nach Geschlecht



Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18], eigene Berechnungen

Im Altersverlauf weist die Altersgruppe der 80 bis 84-Jährigen den höchsten relativen Wert für Diabetes-YLL auf (44.576 YLL). Je 100.000 Personen sind bei den 90 bis 94-Jährigen die höchsten Werte zu finden (2.668 je 100.000 Personen). Dabei ist im Altersverlauf ein kontinuierlicher Anstieg der YLL je 100.000 Personen zu beobachten (s. Abbildung 6). Für Selbstschädigung zeigt sich ein gänzlich anderer Altersverlauf. Hier liegt der höchste Wert an YLL in der Altersgruppe der 50- bis 54-Jährigen (44.575). Auch die YLL je 100.000 Personen in der Bevölkerung weisen im Altersverlauf deutlich früher Maxima auf. Zwischen dem Alter von 20 bis 54 liegt der Wert auf einem ähnlich hohen Niveau. Dabei gingen z.B. in der Altersgruppe von 30 bis 34 Jahren 705 YLL je 100.000 Personen verloren.

Abbildung 6 YLL und YLL-Rate im Altersverlauf für Diabetes mellitus (links) und Selbstschädigung (rechts) (Deutschland, beide Geschlechter)

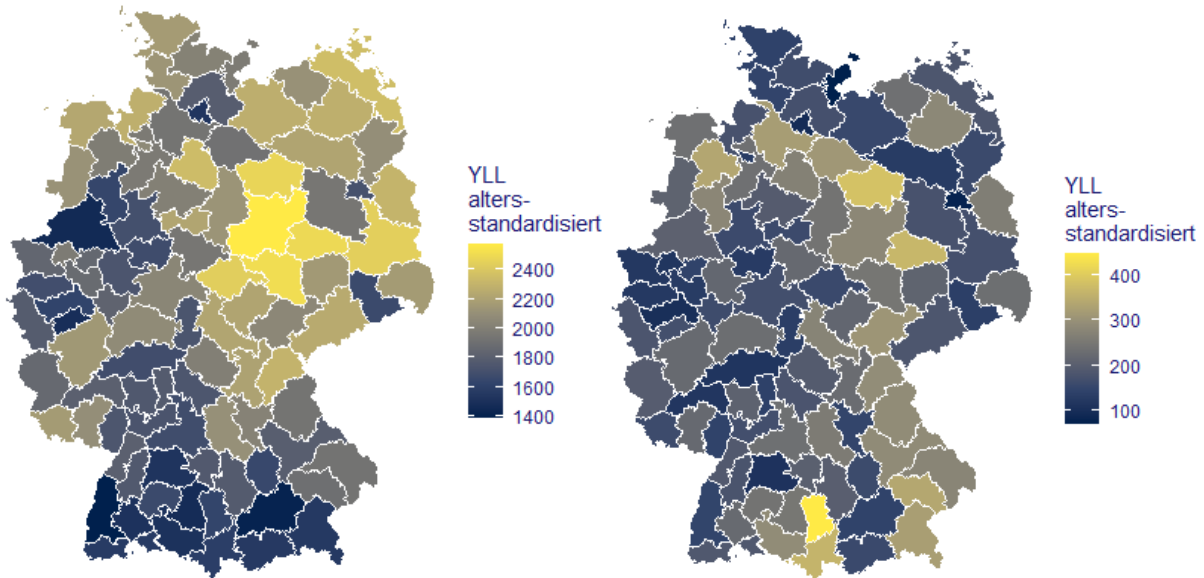


Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18], eigene Berechnungen

Die YLL variieren ebenfalls stark nach Raumordnungsregionen (ROR). Die höchsten YLL-Werte für alle Todesursachen insgesamt sind in Bremerhaven, Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg und der Altmark zu finden. Die niedrigsten YLL-Werte finden sich in Stuttgart, im Oberland und in München [16]. Am Beispiel der *koronaren Herzkrankheiten* zeigt sich, dass mit über 2.800 YLL

(altersstandardisiert, je 100.000 Personen) die ROR Halle/Salle, Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg und Magdeburg die höchsten Werte aufweisen (Abbildung 7). Die geringsten alterststandardisierten YLL sind in den ROR Südlicher Oberrhein (1.557 YLL) und München (1.565 YLL) zu finden.

Abbildung 7 YLL altersstandardisiert für koronare Herzkrankheit (links) und Straßenverkehrsunfälle (rechts) nach ROR – Karte (beide Geschlechter)



Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18], eigene Berechnungen

Die Mortalität aufgrund von *Straßenverkehrsunfällen* ist regional anders verteilt (s. Abbildung 7). Hier werden alterststandardisierte die höchsten YLL (446 je 100.000 Personen) in der ROR Donau-Iller gemessen, die niedrigsten sind hingegen in den Schleswig-Holstein Ost (70 YLL) und Berlin (77 YLL) zu finden.

6.2. Years lived with disability (YLD)

Durch die in BURDEN 2020 betrachteten Erkrankungen und Verletzungen gingen im Jahr 2017 in Deutschland bisher 5,73 Millionen Lebensjahre durch gesundheitliche Einschränkungen verloren. Davon tragen Frauen mit 3,25 Millionen YLD etwas mehr zur bisher betrachteten morbiditätsbedingten Krankheitslast bei als Männer mit 2,48 Millionen YLD. Die Reihenfolge gibt wieder, welche der ausgewählten Erkrankungen am meisten verlorene Lebensjahre durch gesundheitliche Einschränkungen verursachen (Abbildung 8). Es lässt sich erkennen, dass bei Frauen und Männern die gleichen Erkrankungen unter den ersten 10 Rängen zu finden sind, wenn auch in unterschiedlicher Rangfolge und Höhe. Ausnahmen bilden der *Prostatakrebs* bei Männern und der *Brustkrebs* bei Frauen.

Abbildung 8 YLD pro 100.000 Personen auf Ebene 3 im Ranking der ausgewählten Erkrankungen nach Geschlecht (Deutschland)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen (Erkrankungen mit YLD>1 dargestellt)

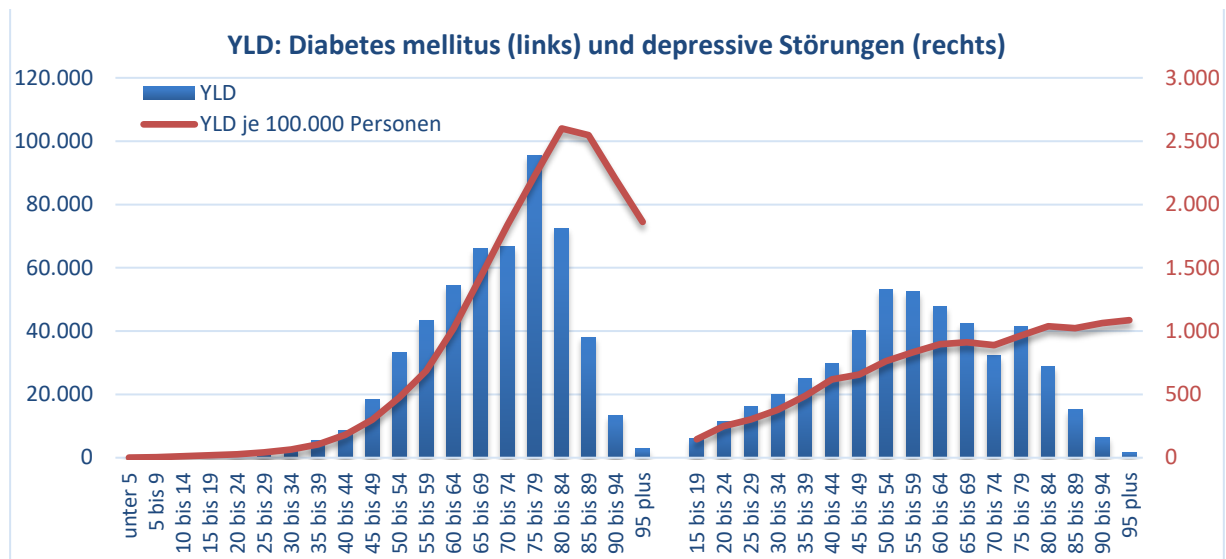
Betrachtet man die oberen fünf Ränge genauer, so tragen sowohl bei Frauen als auch bei Männern der *untere Rückenschmerz* und der *Kopfschmerz* (Spannungskopfschmerzen und Migräne) unter den ausgewählten Erkrankungen am meisten zur Krankheitslast bei.⁵ Während bei Männern der *Diabetes mellitus* den dritten Rang der ausgewählten Erkrankungen belegt, findet sich dieser bei Frauen erst an sechster Stelle. Letztere verlieren mehr gesunde Lebensjahre durch *Angststörungen* mit 794 YLD je 100.000 Personen (Rang drei) im Vergleich zu Männern (Rang vier; 412 YLD je 100.000 Personen). Im Vergleich verursacht der *Alkoholbezogene Störungen* unter Männern eine 2,4 Mal so hohe Krankheitslast als bei Frauen. Demgegenüber nehmen bei Frauen *depressive Störungen* mit 783 (je 100.000 Personen) verlorenen gesunden Lebensjahren Rang vier ein, bei Männern mit weniger als der Hälfte der YLD (348 je 100.000) Rang acht.

Zusammenfassend verursachen unter den ersten fünf der betrachteten Erkrankungen bei Frauen drei Schmerzerkrankungen, *Angst-* und *depressive Störungen* die höchste Krankheitslast durch Morbidität. Bei Männern verteilt sich der höchste Anteil der betrachteten Krankheitslast auf zwei *Schmerzerkrankungen*, *Diabetes mellitus*, *Angststörungen* und *COPD*. Die *Straßenverkehrsunfälle*, aus der Hauptgruppe der Unfälle und Verletzungen, belegen bei beiden Geschlechtern Rang 14. Bei übertragbaren Erkrankungen sind für das Berichtsjahr 2017 die *unteren Atemwegserkrankungen* auf Rang 17 der betrachteten Erkrankungen zu finden (zu COVID-19 s. Abschnitt 6.6).

Die YLD und die YLD-Rate für *Diabetes mellitus* und *depressive Störungen* unterscheiden sich hinsichtlich ihres Altersverlaufs deutlich (s. Abbildung 9). Der *Diabetes mellitus* (Typenunterscheidung, s. <https://www.daly.rki.de>) lässt sich durch einen starken Zusammenhang mit dem Alter charakterisieren. Die in absoluten Zahlen höchste Krankheitslast findet sich in der Altersgruppe 75 bis 79 Jahre (beide Geschlechter). Bei relativer Betrachtung als Rate je 100.000 Personen zeigt sich jedoch die höchste Krankheitslast in der Altersgruppe der 80- bis 84-Jährigen, welche dann allerdings stetig zurückgeht. Insgesamt ist die Krankheitslast in jüngeren Altersgruppen deutlich geringer und steigt erst ab der Altersgruppe 50 bis 54 Jahre über 20.000 YLD (Abbildung 9).

⁵ Zu den im Rahmen des Add-On-Surveys erfassten Prävalenzen der Schmerzerkrankungen in Deutschland sei auf Ergebnisse unter 6.6 und die zugrundeliegenden Publikationen [27, 28] verwiesen.

Abbildung 9 YLD und YLD-Rate im Altersverlauf für Diabetes mellitus und depressive Störungen (Deutschland, beide Geschlechter)

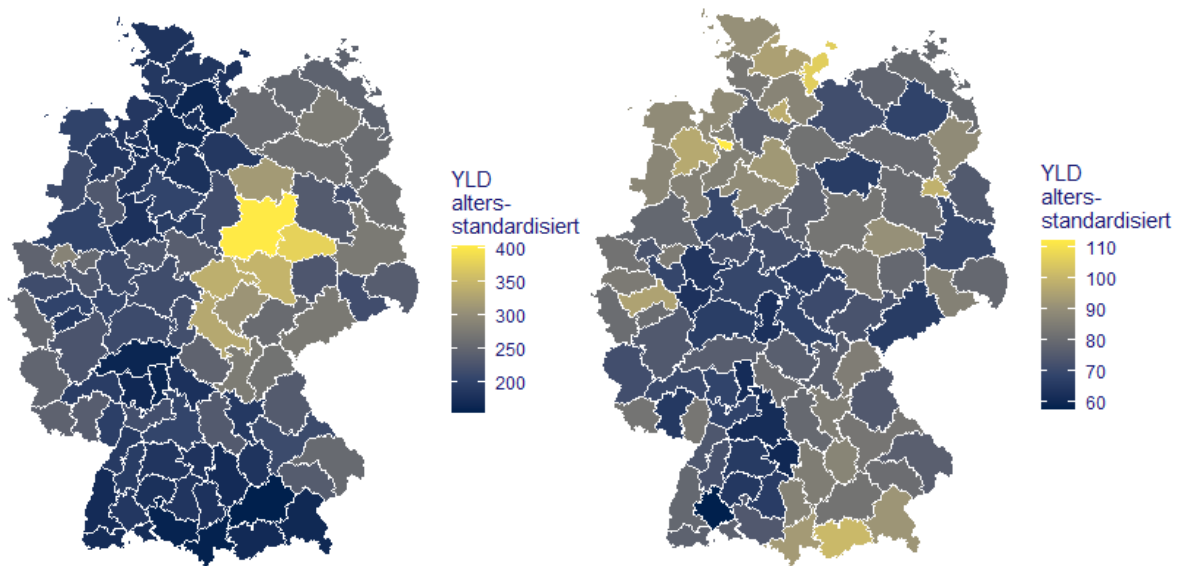


Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

Bei *depressiven Störungen* hingegen (s. Abbildung 9), die ausschließlich durch die Morbiditätskomponente zum DALY beitragen, findet sich in absoluten Zahlen die höchste Krankheitslast in der Altersgruppe der 50- bis 54-Jährigen (beide Geschlechter). Die Rate je 100.000 Personen steigt über den Altersverlauf betrachtet fast kontinuierlich an und erreicht den höchsten Wert in der Altersgruppe ab 95 Jahren. Die Krankheitslast aufgrund der gesundheitlichen Einschränkung im Zusammenhang mit *depressiven Störungen* zeigt bereits ab der Altersgruppe der 25- bis 29-Jährigen Werte von über 20.000 YLD und ist im Vergleich zum Diabetes mellitus für die mittleren Altersgruppen (ab 15 bis 54 Jahre) auf einem deutlich höheren Niveau.

Die Krankheitslast ist räumlich sehr unterschiedlich verteilt (s. z.B. Abbildung 10). Bei der *koronaren Herzkrankheit* zeigen sich im Vergleich der Raumordnungsregionen zwischen den besonders hohen bzw. niedrigen Werten Unterschiede von bis zu 250 YLD (altersstandardisiert, je 100.000 Personen). Magdeburg weist mit 403 YLD die höchste Krankheitslast durch die *koronare Herzkrankheit* auf, für München zeigt sich mit 155 YLD je 100.000 Personen der niedrigste Wert (Abbildung 10). Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass in ländlichen Räumen sowie Teilen Thüringens und Sachsen-Anhalts relativ gesehen mehr YLD auftreten. Demgegenüber verursachen *Straßenverkehrsunfälle* insgesamt deutlich geringere YLD und weisen eine andere regionale Verteilung auf, denn es treten vermehrt YLD in den städtischen Regionen Deutschlands auf (z. B. Berlin, Bremen und Hamburg). Hier sind die niedrigsten altersstandardisierten YLD in der ROR Schwarzwald-Baar-Heuberg (57 YLD je 100.000 Personen) und die höchsten in der ROR Bremen (112 YLD je 100.000 Personen) zu finden.

Abbildung 10 YLD altersstandardisiert für koronare Herzkrankheit (links) und Straßenverkehrsunfälle (rechts) nach ROR – Karte (beide Geschlechter)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

Die Krankheitslast

- ❖ durch Versterben (YLL) geht vornehmlich auf Krebs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen aber auch auf COPD, Alkoholbezogene Störungen oder Selbstschädigung (Suizide) zurück
- ❖ durch gesundheitliche Einschränkungen (YLD) wird daneben stärker durch Schmerzkrankungen, psychische Störungen oder Diabetes mellitus geprägt
- ❖ war im Jahr 2020 bereits in relevantem Ausmaß durch COVID-19 mitbestimmt
- ❖ unterscheidet sich krankheitsspezifisch stark nach Geschlecht und Alter, Region und sozialer Deprivation

6.3. Disability-adjusted life years (DALY) für ausgewählte Krankheiten und Verletzungen

Ein Mehrwert von Krankheitslaststudien ist es, Mortalität und Morbidität in einem standardisierten Maß (DALY) zu vereinen. Für Ergebnisse zu allen 19 in BURDEN 2020 betrachteten Erkrankungen und Verletzungen sei auf Tabelle 27 im Anhang (11.12.4) verwiesen. Die DALY-Ergebnisse wurden im Deutschen Ärzteblatt International im November 2022 publiziert [41].

Für die hier getroffene Auswahl an Erkrankungen und Verletzungen, für die YLD berechnet wurden, können nun durch Hinzunahme der YLL verlorene Lebensjahre (DALY) quantifiziert werden. Die Zusammenführung beider Indikatoren hat einige Veränderungen in der Rangliste bei beiden Geschlechtern im Vergleich zu den Einzelindikatoren zur Folge (s. YLL in Abbildung 5 und YLD in Abbildung 8). Bei Frauen zeigt sich die höchste Krankheitslast insgesamt durch den *unteren Rückenschmerz* (1.825 DALY je 100.000 Personen), nun gefolgt von der *koronaren Herzkrankheit* (1.691 DALY je 100.000 Personen) und *Kopfschmerzen* (1.274 DALY je 100.000 Personen) (Abbildung 11). Im Ranking deutlich aufgestiegen und nun mit Blick auf die gesamte Krankheitslast wichtiger sind der Brustkrebs auf Rang vier mit 1.130 DALY je 100.000 Personen und Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen an fünfter Stelle (912 DALY je 100.000

Personen). Demgegenüber nehmen die Angst- und depressiven Störungen an Bedeutung ab und die Erkrankungen *Diabetes mellitus*, *COPD*, *Schlaganfall* und *Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs* steigen im Ranking der DALY-Rate auf [siehe auch 41].

Abbildung 11 DALY pro 100.000 Personen auf Ebene 3 im Ranking nach Geschlecht



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

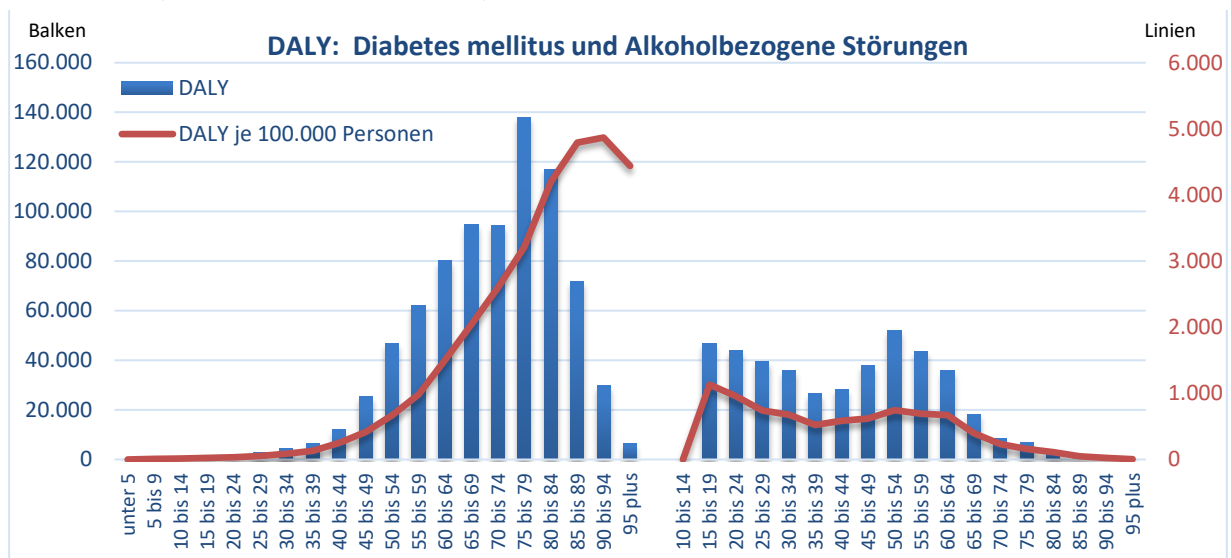
Bei Männern hingegen werden nun durch die *koronare Herzkrankheit* (2.972 DALY je 100.000 Personen) am meisten gesunde Lebensjahre verloren, gefolgt vom *unteren Rückenschmerz* (1.642 DALY je 100.000 Personen) und *Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs* (1.542 DALY je 100.000 Personen). Durch die Betrachtung der gesamten Krankheitslast rückt die COPD mit 1.117 DALY je 100.000 Personen nun auf den vierten Rang, gefolgt vom Diabetes mellitus mit 1.029 DALY je 100.000 Personen an fünfter Stelle. Weiterhin werden die Kopfschmerzen (Rang acht, 783 DALY je 100.000 Personen) und die Angst- und depressiven Störungen vom Schlaganfall (Rang sechs, 901 DALY je 100.000 Personen) sowie den Alkoholbezogenen Störungen auf Rang sieben (797 DALY je 100.000 Personen) im Ranking abgelöst.

Die höchste Krankheitslast unter den betrachteten Krebserkrankungen (*Brust-, Prostata-, Trachea-, Bronchial- und Lungen- sowie Darmkrebs*) wird bei Frauen mit 1.130 DALY je 100.000 Personen durch *Brustkrebs*, bei Männern mit 1.542 DALY pro 100.000 Personen durch *Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs* verursacht. Im direkten Geschlechtervergleich zeigt sich, dass obwohl die Krankheitslast aufgrund *koronarer Herzkrankheit* bei Frauen und Männern unter den beiden Erkrankungen mit der höchsten Krankheitslast ist (Rang zwei und eins), liegt sie bei Männern auf einem deutlich höheren Niveau (1,75-mal höher). Außerdem lässt sich ein deutlicher Unterschied bei den *Angst- und depressiven Störungen* erkennen. Bei Frauen ist die Krankheitslast dabei jeweils doppelt so hoch (z.B. *Angststörungen* bei Frauen 794 DALY je 100.000 Personen, bei Männern 412 DALY je 100.000 Personen). Dagegen ist DALY-Rate von *Alkoholbezogenen Störungen* bei Männern drei Mal höher als bei Frauen (Männer Rang sieben mit 797 DALY je 100.000 Personen, Frauen Rang 14 mit 245 DALY je 100.000 Personen).

Ein bedeutender Vorteil des Krankheitslastkonzepts ist es, unterschiedliche Erkrankungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Bevölkerungsgesundheit auch entlang der Altersgruppen zu vergleichen. So kann beispielsweise der DALY-Indikator im Zusammenhang mit *Alkoholbezogenen Störungen* direkt den Werten für *Diabetes mellitus* gegenübergestellt werden (s. Abbildung 12). Hinsichtlich des *Diabetes mellitus* zeigt sich ein kontinuierlicher Anstieg über den Altersverlauf, der ab dem Alter von 80 Jahren abnimmt: Während für die 35- bis 39-Jährigen 129 DALY je 100.000 Personen berechnet wurden, liegt der Wert bei den 80-

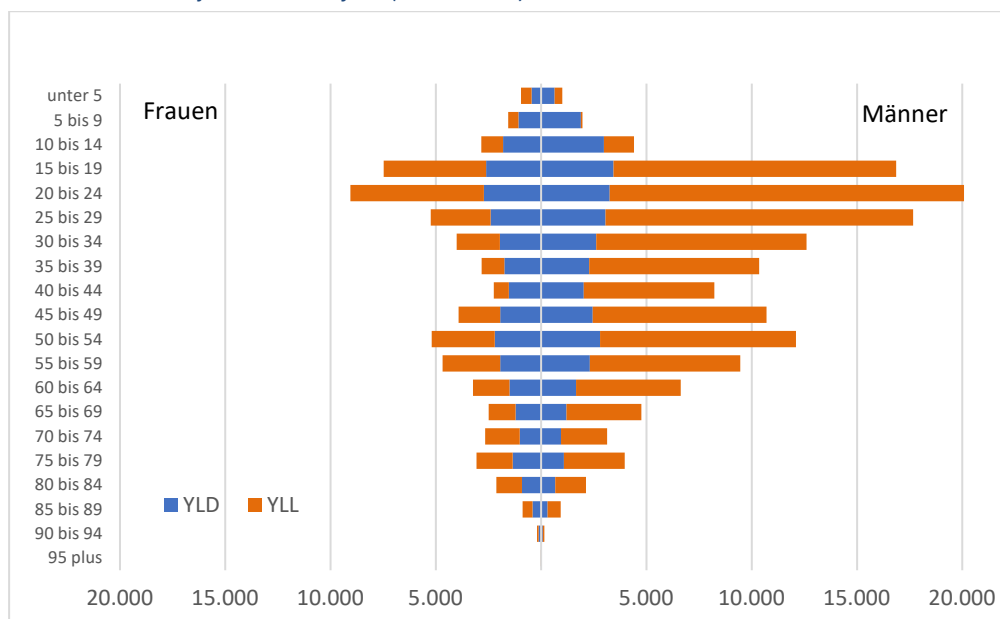
bis 84-Jährigen bei 4.198 DALY je 100.000 Personen, und somit mehr als 30-mal höher. Bedingt durch den sehr hohen Anteil an Typ II-Diabetes (nicht gezeigt, s. dazu <https://www.daly.rki.de>), fällt ein Großteil der Krankheitslast von *Diabetes mellitus* relativ gesehen in der älteren Bevölkerung an. Bei den *Alkoholbezogenen Störungen* fällt auf, dass das Gros der Krankheitslast insgesamt in jüngeren Altersgruppen anfällt mit beispielsweise 1.132 DALY je 100.000 Personen in der Altersgruppe der 15- bis 19-Jährigen. Dabei ist über die Altersgruppen kein kontinuierlicher Trend erkennbar, die Krankheitslast verläuft eher wellenförmig mit einem zweiten Peak in der Altersgruppe der 50 bis 54-Jährigen (746 DALY je 100.000 Personen). Am Beispiel Schlaganfall weiterhin veranschaulicht, werden auch Geschlechterunterschiede hinsichtlich der DALY im Altersverlauf sichtbar (Abbildung 38 im Anhang). Neben dem Anstieg der Schlaganfall-DALY im Altersverlauf bis zur Altersgruppe 75 bis 79 Jahre bei Männern und 80 bis 84 Jahre bei Frauen, liegt die relative Krankheitslast (je 100.000 Personen) von Männern bis zum Alter von 90 Jahren über jener der Frauen.

Abbildung 12 DALY und DALY-Rate im Altersverlauf für Diabetes mellitus (links) und Alkoholbezogene Störungen (rechts) (Deutschland, beide Geschlechter)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

Abbildung 13 DALY mit den Anteilen YLL und YLD für Frauen und Männer getrennt im Altersverlauf für Straßenverkehrsunfälle (Deutschland)

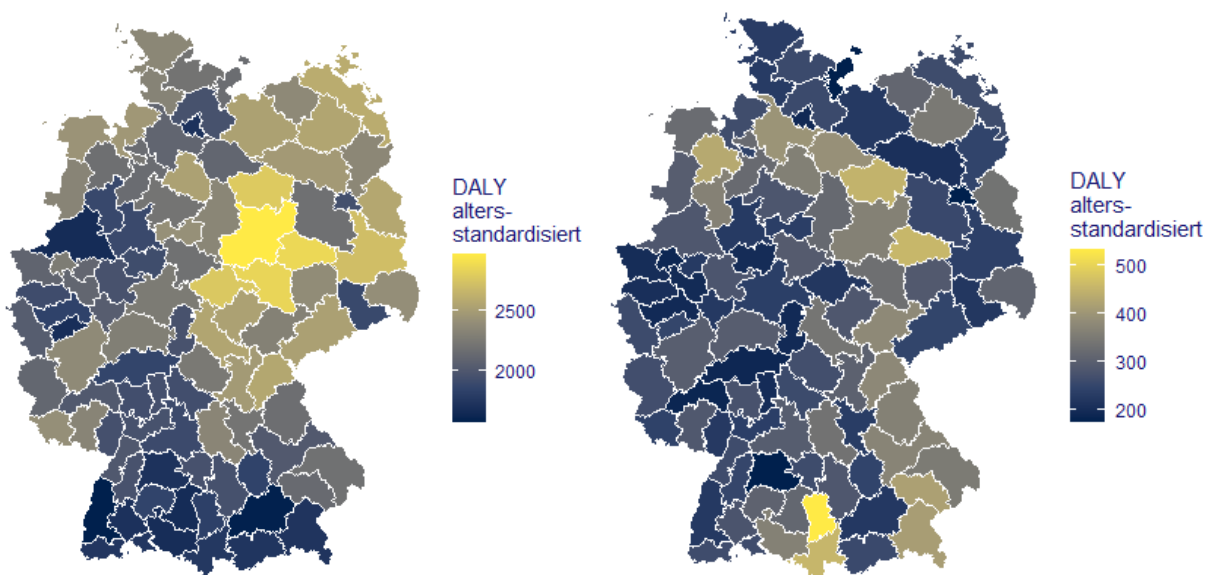


Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

Im Detail ist es nun außerdem möglich, den Beitrag von Mortalität und Morbidität zur Bevölkerungsgesundheit entlang der Altersgruppen zu analysieren. Beispielsweise lässt sich eine große Übereinstimmung zwischen dem Verlauf der Diabetes-YLD (s. Abbildung 9) und Diabetes-DALY (s. Abbildung 12) erkennen, was die Bedeutung der Morbidität an der Krankheitslast für *Diabetes mellitus* unterstreicht. Allerdings ist dieses Ergebnis nicht für den gesamten Altersverlauf gültig, denn ab der Altersgruppe der 90 bis 94-Jährigen überwiegt der Anteil der Mortalität an den DALY (über 50 %) (Abbildung 36 im Anhang). Bei Alzheimer- und anderen Demenzerkrankungen hingegen ist der Beitrag der YLL schon ab der Altersgruppe der 60 bis 64-Jährigen über 50 % der DALY. In Abbildung 13 ist die Krankheitslast von *Straßenverkehrsunfällen* exemplarisch dargestellt, da sie sich deutlich von typischen altersassoziierten Erkrankungen unterscheidet. Ein Großteil der Krankheitslast fällt bei beiden Geschlechtern in der Altersgruppe 20 bis 24 Jahre an. Darüber hinaus wird hier der Unterschied zwischen den Geschlechtern deutlich: Die Krankheitslast insgesamt (DALY) von Männern ist über alle Altersgruppen hinweg höher als die der Frauen. Es wird sichtbar, dass diese Unterschiede vor allem mortalitätsbedingt sind (YLL). Die Unterschiede in der morbiditätsbedingten Krankheitslast fallen zwischen den Geschlechtern deutlich geringer aus. Allgemein unterscheiden sich die Erkrankungen auch hinsichtlich ihres Anteils von YLD und YLL an den DALY.

Ein Blick in die Regionen zeigt, dass auch die DALY für *koronare Herzkrankheiten* stark nach Raumordnungsregionen (ROR) variieren (s. Abbildung 14). Für Magdeburg zeigt sich mit 2.977 altersstandardisierten DALY (je 100.000 Personen) dabei der höchste Wert, für die ROR Südlicher Oberrhein mit 1.557 DALY je 100.000 Personen der niedrigste Wert. Ganz andere regionale Variationen zeigen sich bei den Straßenverkehrsunfällen. Die höchsten altersstandardisierten DALY (je 100.000 Personen) sind mit 532 in der ROR Donau-Iller in Bayern zu finden, die niedrigsten (175 altersstandardisierte DALY) in Berlin, Schleswig-Holstein Ost und Stuttgart.

Abbildung 14 DALY altersstandardisiert für koronare Herzkrankheit (links) und Straßenverkehrsunfälle (rechts) nach ROR – Karte (beide Geschlechter)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

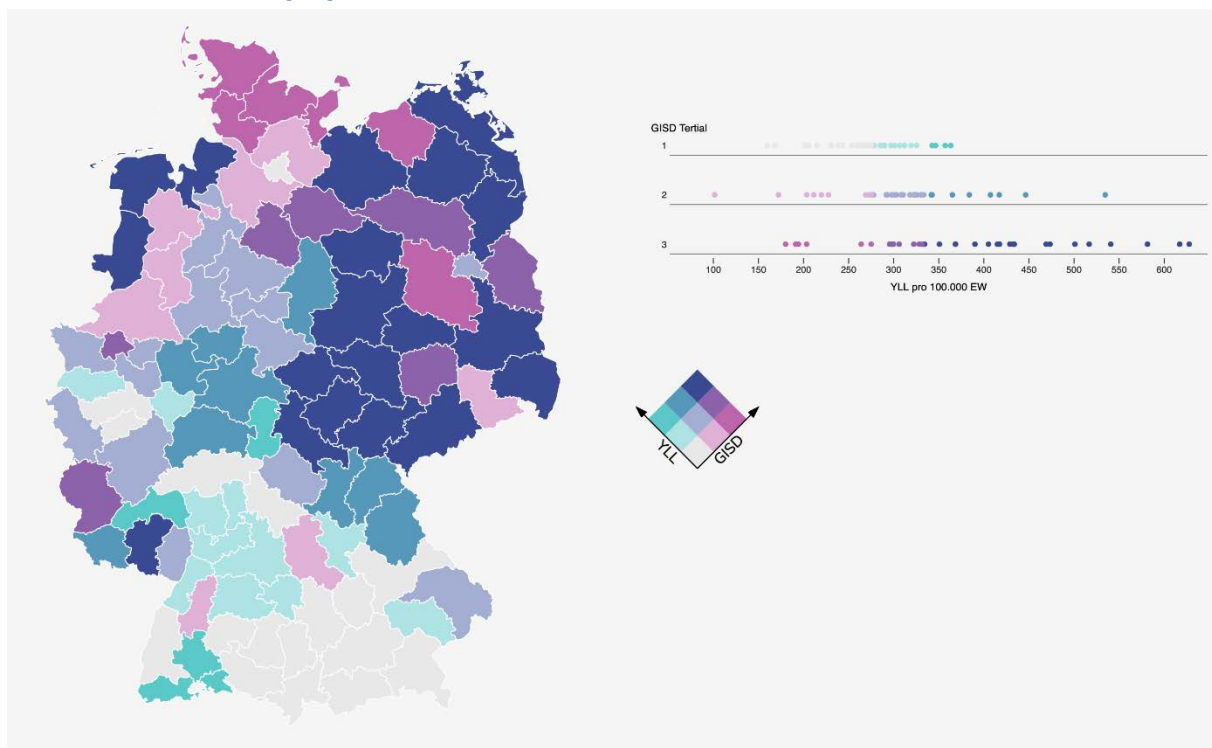
6.4. Krankheitslast und sozioökonomische Deprivation auf regionaler Ebene

Die Krankheitslast korreliert in unterschiedlichem Ausmaß mit Determinanten der Gesundheit, darunter auch sozialen Faktoren. Der Zusammenhang zwischen der sozioökonomischen Deprivation von Regionen und der Krankheitslast lässt sich am besten

über kartografische Darstellungen illustrieren. Im Informationssystem von BURDEN 2020 (<https://www.daly.rki.de>) werden bivariate Karten integriert, die den Grad der sozioökonomischen Deprivation (anhand des GISD) zusammen mit der Krankheitslast visualisieren. Am Beispiel *Diabetes mellitus* lässt sich verdeutlichen, dass, in Relation betrachtet, zwischen GISD und Krankheitslast ein Zusammenhang zuungunsten deprivierter Regionen besteht.

So geht in den dunkelblauen Regionen eine höhere Krankheitslast mit einer höheren Deprivation einher, in grauen Regionen ein niedriger GISD mit geringerer Krankheitslast. Andererseits zeigen einige Regionen ein konträres Bild. So finden sich auch Regionen mit höherer Deprivation und geringerer Krankheitslast (pink, einige ROR im Norden und Nordosten) und Regionen mit geringerer Deprivation und höherer Krankheitslast (türkis, einige ROR eher im Südwesten) (s. Abbildung 15). Einige dieser konträren Ergebnisse lassen sich unter anderem durch die unterschiedliche Altersstruktur erklären, da hier die Rate je 100.000 Personen als Indikator herangezogen wurde. Dennoch hilft dies zu verdeutlichen, in welchen Regionen ein höherer Präventionsbedarf besteht, inwieweit sozioökonomische Faktoren bei der Ausgestaltung von Maßnahmenentwicklung mitberücksichtigt bzw. wo ggf. auch alternative Erklärungsansätze zu suchen sind.

Abbildung 15 Zusammenhang zwischen sozialer Deprivation Krankheitslast (YLL) durch Diabetes auf Ebene der Raumordnungsregionen



Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017, eigene Berechnungen

6.5. Risikoattribution

Neben den Ergebnissen zur Krankheitslast für Erkrankungen und Verletzungen konnten im BURDEN 2020-Projekt auch wichtige Erkenntnisse für die Berechnung der attributablen Krankheitslast für ausgewählte Risikofaktoren generiert werden. Dabei lag ein Fokus auf der Identifikation und Prüfung vorhandener Daten für Deutschland und ihrer Anwendung in den Modellen. Im Projekt wurden einzelne Risikofaktoren berücksichtigt und zu ausgewählten Erkrankungen in Beziehung gesetzt. Die Auswahl der Risikofaktoren erfolgte bereits im Zuge der Antragstellung. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, Beispiele aus den drei Bereichen der umwelt-, der verhaltensbezogenen und der metabolischen Risikofaktoren zu berücksichtigen. Darüber hinaus wurden bei allen ausgewählten Risikofaktoren die

Arbeitsschritte 2 bis 6 der zentralen Arbeitsschritte der Risikoattribution (s. Kapitel 5.4) vollzogen (im Überblick s. Tabelle 2) (detailliert zu Schritt 2 und 4 s. Tabelle 23, zu Schritt 3 s. Tabelle 24, zu Schritt 5 s. Tabelle 25 und zu Schritt 6 s. Tabelle 26 alle unter 11.11.4 im Anhang). Die Berechnung der PAF selbst konnte nur für die umweltbezogenen Risikofaktoren Feinstaub und Verkehrslärm vollzogen werden (s. 6.5.1 und im Anhang 11.11, 11.12.6.2). Es ergab sich das Problem, dass die Expositionserfassung der metabolischen und verhaltensbezogenen Risikofaktoren auf Basis von Daten für Deutschland in den Schritten 3 und 4 nicht mit der Definition der Expositions-Wirkungsfunktionen mit der Methodik der GBD-Studie in Schritt 6 kompatibel war. So reichen beispielsweise die Angaben zum Risikofaktor *Rauchen* nicht aus, um die GBD-Originalmodelle zu replizieren. Der Risikofaktor wird im GBD-Modell als kontinuierliche Variable berücksichtigt. Zusätzliche Informationen über die Werte der verwendeten Funktionen werden benötigt, um die Modelle replizieren zu können. Außerdem fehlen relative Risiken für Ex-Raucher. Perspektivisch muss daher ein innovativer Ansatz entwickelt werden, bei dem der Risikofaktor als kategoriale statt einer kontinuierlichen Variablen verwendet werden kann. Zusätzliche Literaturrecherchen wurden unternommen (in der Tabelle 2 als „D“ gekennzeichnet), um alternative Ansätze in Betracht ziehen zu können. So wurde zu jedem Risk-Outcome-Pair (z. B. Rauchen-Diabetes) in der Literatur, vorwiegend in Studien nach Evidenz von Zusammenhängen (z. B. Relativen Risiken) recherchiert. Ziel war die berechneten kategorischen Variablen mit studienbasierten Werten zu vergleichen. Das Modell wird entwickelt und schließlich in einem Artikel zu den Gesamtergebnissen aller Risikofaktoren veröffentlicht (siehe Anhang 11.11.4).

Tabelle 2 In Burden 2020 berücksichtigte Risikofaktoren und durchgeführte Arbeiten

	1. Auswahl und Definition des Risikofaktors	2. Definition der Exposition gegenüber einem Risikofaktor	3. Expositionserfassung	4. Definition des counterfactual values	5. Identifikation relevanter risk-outcome-pairs	6. Identifikation von relativen Risiken / Expositions-Wirkungsfunktionen	7. Berechnung der PAF	8. Berechnung der attributablen Krankheitslast
Feinstaub (PM _{2,5})	A	B	C	B	B	B	B/C	C
Verkehrslärm	A	E	C	E	E	F	C	C
Blei	A	B	C	B	B	B	-	-
Rauchen	A	B	C	B	B	B/D	-	-
Übergewicht (BMI)	A	B	C	B	B	B/D	-	-
Bluthochdruck	A	B	C	B	B	B	-	-
Hoher Nüchternblutzuckerwert	A	B	-	B	B	B	-	-
Hohes LDL-Cholesterin	A	B	-	B	B	B	-	-
Geringer Gemüseverzehr	A	B	C	B	B	B	-	-
Geringer Obstverzehr	A	B	C	B	B	B	-	-
Alkoholkonsum	A	B	C	B	B	B/D	-	-

Legende: A – a priori, B – angelehnt an GBD, C – Berechnet mit nationalen Daten, D – eigene Literaturrecherche, E – angelehnt an WHO ENG, F – angelehnt an [44]

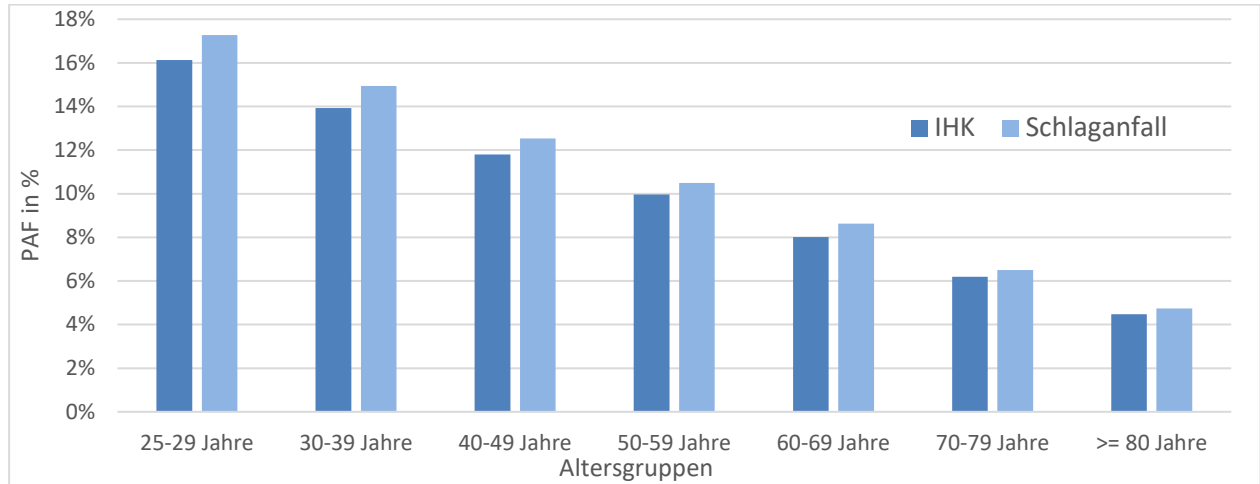
Quelle: BURDEN 2020, eigene Darstellung

6.5.1. Risikofaktor Feinstaub

Als Beispiel dafür, wie sich die errechneten PAF in attributable Krankheitslast umrechnen lassen, werden nachfolgend ausgewählte Ergebnisse für den Risikofaktor PM_{2,5} (Feinstaub) und seine Auswirkungen auf *IHK* und *Schlaganfall* dargestellt (weiterführende Ergebnisse s.

Anhang 11.12.5). Die PAF für *ischämische Herzkrankheit* (IHK) und *Schlaganfall* in Verbindung mit Feinstaubexposition liegen je nach Alter in einem Wertebereich von 4,5 bis 16,1 % für IHK und 4,7 bis 17,3 % für Schlaganfall. Die höchste PAF weist die Altersgruppe der 25 bis 29-jährigen Personen auf. Im weiteren Verlauf nimmt die PAF kontinuierlich ab und hat in der Altersgruppe der über 80-jährigen Personen den niedrigsten Wert (Abbildung 16).

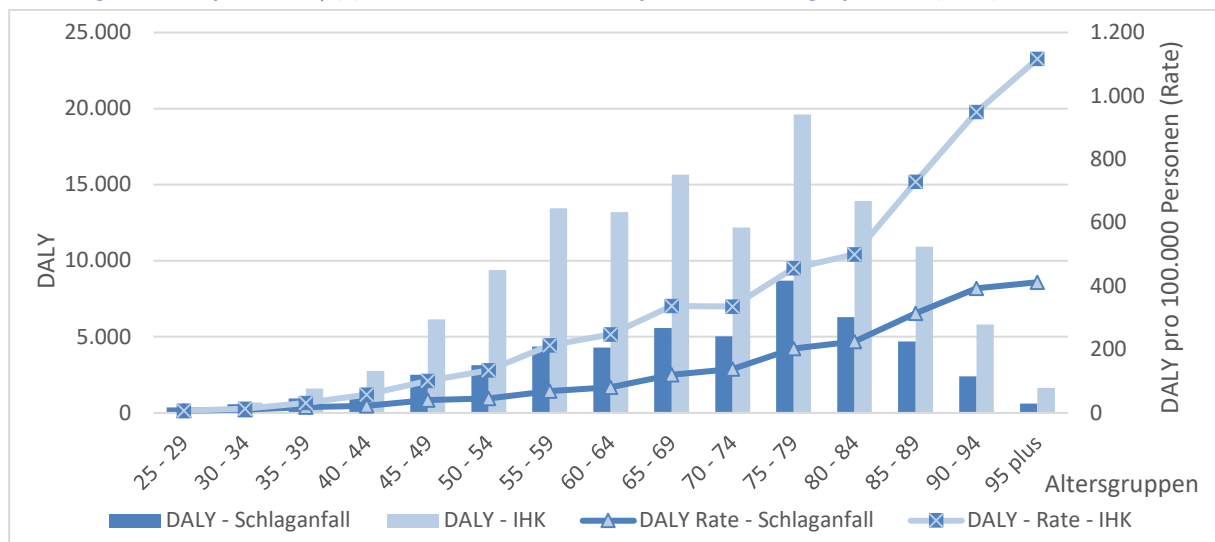
Abbildung 16 PAF für PM_{2,5} und die Gesundheitsendpunkte IHK und Schlaganfall für Deutschland 2017, stratifiziert nach Altersgruppen (eigene Berechnung)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [PAF: population attributable fraction; PM_{2,5}: Feinstaub]

Ergebnisse zu den PAF nach Bundesländern für *COPD*, *Diabetes mellitus Typ 2* (DMT2), *Lungenkrebs* und *ischämische Herzkrankheiten* (IHK, zusätzlich stratifiziert nach Altersgruppen) sind im Anhang (11.12.5) zu finden.

Abbildung 17 Risikofaktor PM_{2,5}(F): Attributable Krankheitslast für IHK und Schlaganfall 2017 (DALY)



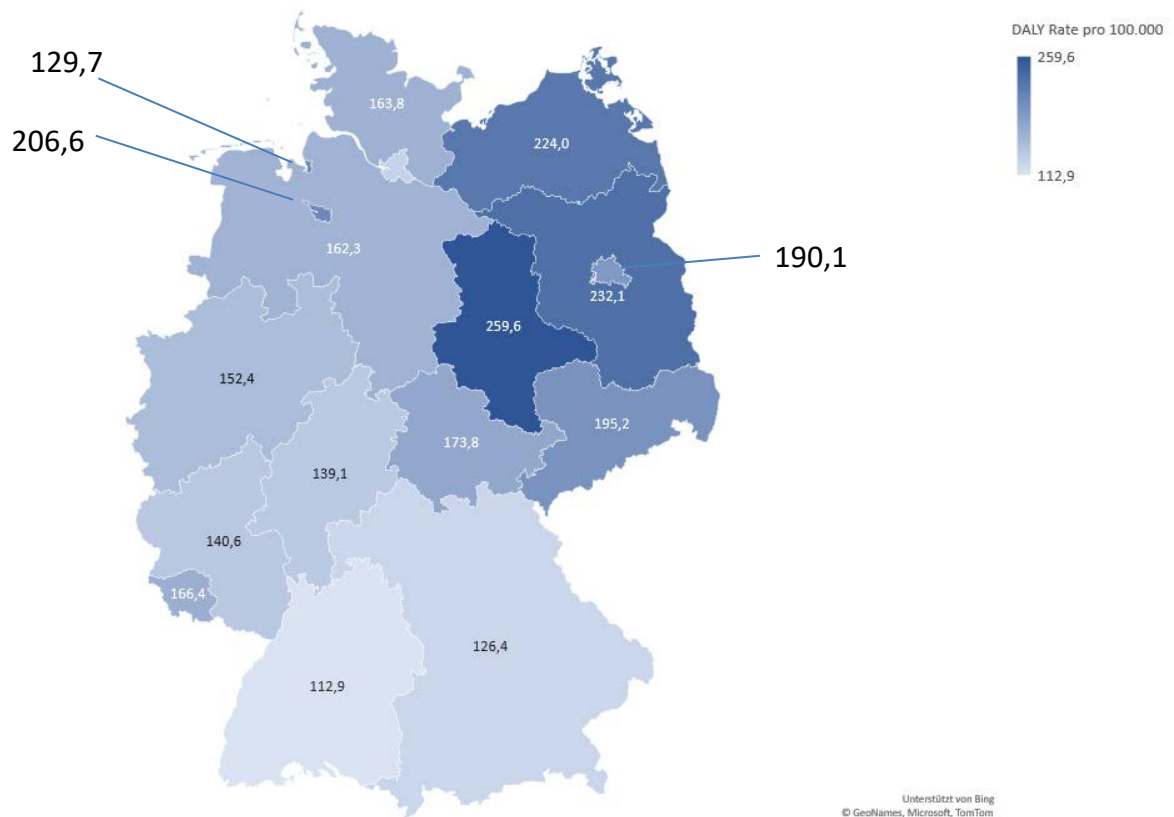
Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [PM_{2,5}: Feinstaub; IHK: ischämische Herzkrankheit]

Als Beispiel dafür, wie sich die errechneten PAF in attributable Krankheitslast umrechnen lassen, werden nachfolgend ausgewählte Ergebnisse für den Risikofaktor PM_{2,5} und dessen Auswirkungen auf *IHK* und *Schlaganfall* dargestellt. Obwohl die PAF für *Schlaganfall* größer als die für *IHK* sind, liegt die *IHK*-Krankheitslast, die auf Feinstaub zurückgeführt werden kann, aufgrund der deutlich höheren absoluten DALY von *IHK*, etwa doppelt so hoch. Mit dem Alter zeigen sich bei beiden Erkrankungen die höchsten DALY für die Altersgruppe der 75- bis 79-Jährigen. Die attributablen DALY pro 100.000 Personen steigen bei beiden Erkrankungen

kontinuierlich an, bei IHK besonders ab der Altersgruppe der 80- bis 84-Jährigen (s. Abbildung 17).

Ähnliche Verläufe der auf Feinstaub rückführbaren DALY und DALY-Raten nach Altersgruppen zeigen sich bei *DMT2* und *COPD* mit Höchstwerten bei den 85- bis 89-Jährigen. Deutlich anders ist der Verlauf für die absoluten und relativen attributablen DALY bei Lungenkrebs. Bereits jüngere Altersgruppen sind stark betroffen und die attributable Krankheitslast sinkt in den höheren Altersgruppen deutlich (Abbildung 41 im Anhang).

Abbildung 18 Risikofaktor $PM_{2,5}$ (Feinstaub): attributable Krankheitslast je 100.000 Personen für IHK für das Jahr 2017 (DALY)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [$PM_{2,5}$: Feinstaub; IHK: Ischämische Herzkrankheiten]

Die DALY pro 100.000 Personen bei *IHK* in Abbildung 18 zeigen deutlich die höhere attributable feinstaubbedingte Krankheitslast in den nordöstlichen Bundesländern. Die höchste DALY-Rate weist Sachsen-Anhalt mit 259,6 DALY und die niedrigste weist Baden-Württemberg mit 112,9 DALY auf.

6.6. Ergebnisse des Add-On Surveys zu Schmerzerkrankungen

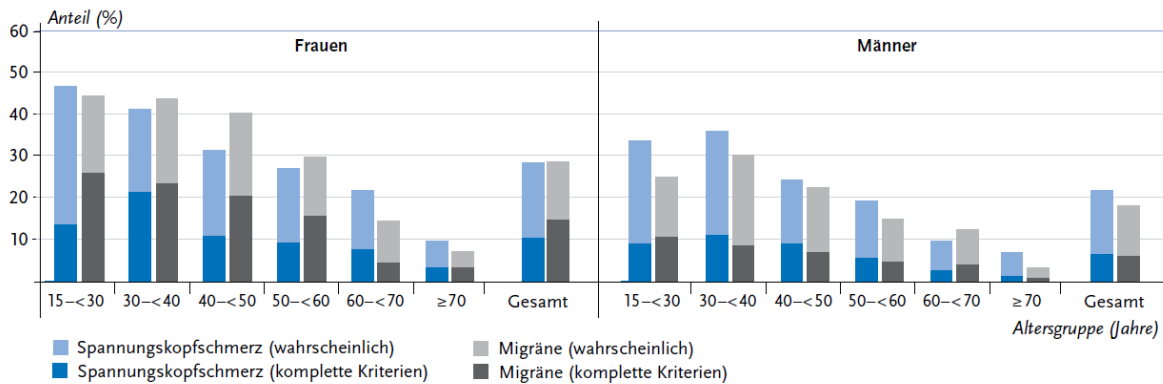
Um Datenlücken im Bereich der Schmerzerkrankungen zu schließen (siehe Kapitel 4 und 5.2), wurde im Projektverlauf ein Add-On-Survey durchgeführt. Dieser diente der Ermittlung von Prävalenz, Dauer und Schweregradverteilung von primären Kopfschmerzerkrankungen (Migräne und Spannungskopfschmerz), unterem Rücken- sowie Nackenschmerz. Die gewonnenen Erkenntnisse werden hier kurz vorgestellt und sind bereits im *Journal of Health Monitoring open access* publiziert [27, 28].

57,5 % der Frauen und 44,4 % der Männer berichten von Kopfschmerzen in den letzten zwölf Monaten vor der Befragung. 28,4 % der Frauen und 18,0 % der Männer leiden an einer Migräne.⁶ Im Altersverlauf zeigt sich, dass Migräne sowohl bei Frauen als auch bei Männern in den jüngeren Altersgruppen häufiger zu beobachten ist und mit steigendem Alter stetig

⁶ Damit sind auf Basis der diagnostischen Kriterien der International Classification of Headache Disorders (3rd edition) die wahrscheinliche Migräne und die Migräne, die alle Kriterien erfüllt, gemeint [siehe auch 27].

abnimmt. Bei Frauen ist die Prävalenz bei 18- bis 29-Jährigen am höchsten, bei den Männern in der Altersgruppe der 30- bis 39-Jährigen (siehe Abbildung 19). Migräne und Spannungskopfschmerzen treten somit vorwiegend im erwerbsfähigen Alter auf.

Abbildung 19 Prävalenz von Migräne und Spannungskopfschmerz in Deutschland (BURDEN 2020)

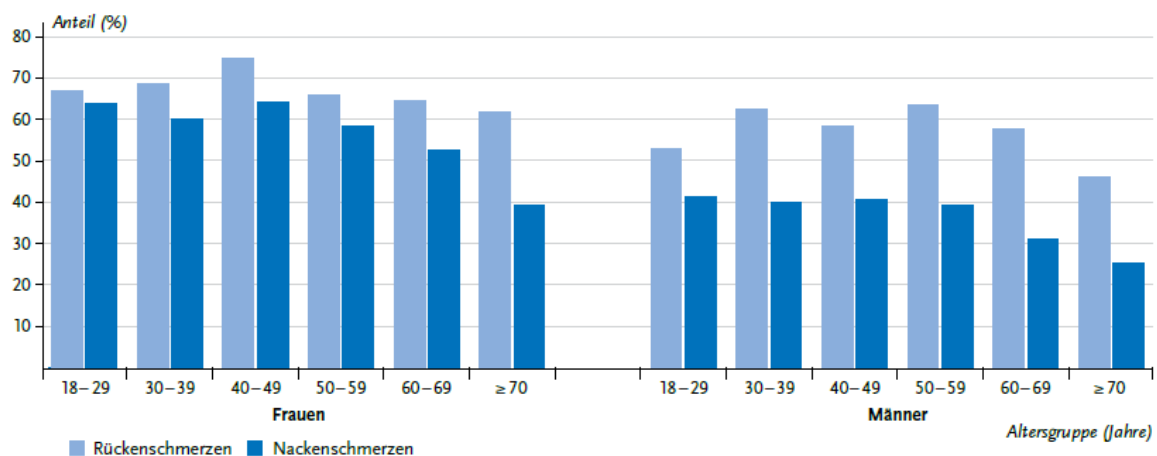


Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [27, S. 10]

14,8 % der Frauen und 6,0 % der Männer erfüllen die kompletten Kriterien für Migräne. 10,3 % der Frauen und 6,5 % der Männer die kompletten Kriterien für den Spannungskopfschmerz (siehe Abbildung 19). Migräne geht dabei häufig mit Begleiterkrankungen wie depressiven Symptomen oder Angststörungen einher. Der Versorgungsgrad bei Kopfschmerz-erkrankungen ist gering. Nur eine Minderheit der Betroffenen sucht binnen eines Jahres ärztliche Hilfe [siehe auch 27].

61,3 % der Befragten des Add-On-Surveys gaben an, in den letzten zwölf Monaten unter Rückenschmerzen gelitten zu haben. Schmerzen des unteren Rückens (Höhe der Lendenwirbelsäule, im Gesäß oder in der Hüfte) sind dabei etwa doppelt so häufig wie Schmerzen des oberen Rückens (Höhe der Brustwirbelsäule). 15,5 % der Befragten berichten von chronischen Rückenschmerzen (drei Monate oder länger anhaltende, fast täglich auftretende Schmerzen). Des Weiteren gaben 45,7 % an, dass sie im vergangenen Jahr Nackenschmerzen hatten. 15,6 % der Befragten hatten im letzten Jahr sowohl Schmerzen im unteren und oberen Rücken als auch im Nacken. Etwa die Hälfte der Befragten schätzt ihre Rücken- und Nackenschmerzen als mäßig stark ein [28].

Abbildung 20 Prävalenz von Rücken- und Nackenschmerz in Deutschland (Add-On-Survey BURDEN 2020)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [28, S. 6]

Frauen berichten mit einer Prävalenz von 66,0 % signifikant häufiger von Rückenschmerzen als Männer mit 56,4 %. Mit 54,9 % bei den Frauen und 36,2 % bei den Männern ist der Geschlechterunterschied bei den Nackenschmerzen etwas deutlicher ausgeprägt. Anders als

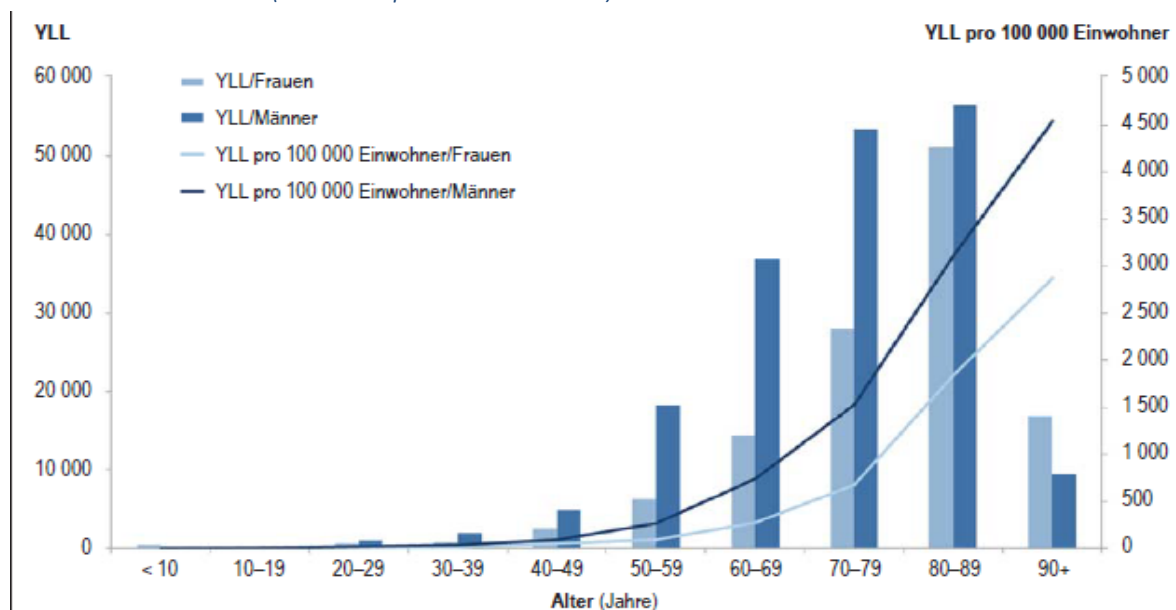
bei den Kopfschmerzen, zeigen sich im Altersverlauf der Rücken- und Nackenschmerzen keine markanten Veränderungen. Eine Ausnahme bildet die Gruppe der ab 70-Jährigen, die seltener von Rücken- und Nackenschmerzen berichtet als jüngere Befragte (Abbildung 20).

Die Ergebnisse aus dem Add-On-Survey fließen in das umfassende System der Krankheitslastrechnung ein (siehe auch daly.rki.de). Somit sind die hier und in den Publikationen [27, 28] dargestellten Ergebnisse ein Schritt zur Berechnung der Krankheitslastindikatoren YLD und DALY (YLL werden für Schmerzerkrankungen nicht berechnet, da sie nicht zum Tod führen).

6.7. COVID-19-Krankheitslast in Deutschland im Jahr 2020

Da das Coronavirus SARS-CoV-2 und die COVID-19-Erkrankung die Lebensumstände der Menschen und die gesundheitliche Forschungslandschaft in den vergangenen beiden Jahren stark bestimmt haben, wurde dieser Themenbereich im Projekt BURDEN 2020 zusätzlich adressiert. Danach gingen im Jahr 2020 in Deutschland 305.641 Lebensjahre durch COVID-19 verloren. Fast die gesamte COVID-19-Krankheitslast (99,3 %) entfiel auf verlorene Lebensjahre durch Versterben (YLL). Dabei zeigte sich, dass die YLL durch COVID-19 kurzzeitig die üblichen Tagesmittel infolge wichtiger nichtübertragbarer Krankheiten (NCD) überstiegen. Die über das gesamte Jahr 2020, also bis Beginn der zweiten Welle, kumulierten YLL durch COVID-19 blieben aber unterhalb des üblichen jährlichen Verlusts an Lebenszeit durch weitere wichtige Todesursachen. Mit dem Alter zeigt sich, dass die größte absolute Zahl an YLL zwar bei den 80- bis 89-Jährigen zu finden ist und bei den hochaltrigen zurückgeht, der relative Anteil je 100.000 Personen mit dem Alter aber stetig zunimmt (Abbildung 19). Auch wenn die ältere Bevölkerung stärker betroffen war, entfielen bei Männern 34,6 % der durch Tod verlorenen Lebensjahre auf Personen unter 70 Jahre, bei Frauen 20,6 %. Die Geschlechterunterschiede sind dadurch bedingt, dass Männer an COVID-19 häufiger als Frauen bereits vor Vollendung des sechsten Lebensjahrzehnts versterben. Daher verloren Männer mit etwa 11,0 Jahren auch im Mittel mehr Lebensjahre durch Versterben als Frauen mit etwa 8,1 Jahren. Die Analysen basierten auf den am RKI vorhandenen Meldedaten nach Infektionsschutzgesetz (Methoden und weiterführende Ergebnisse s. [40]).

Abbildung 21 Durch Tod verlorene Lebensjahre (YLL) 2020 bei Personen mit COVID-19 in Deutschland nach Alter und Geschlecht (Anzahl und pro 100.000 Personen)



Quelle: [40] Grafik 2

7. Diskussion der Projektergebnisse

7.1 Durch Tod verlorene Lebensjahre YLL

Die methodische Grundannahme, dass sich mortalitätsbezogene Indikatoren der Krankheitslast durch Kombination von demografischen Informationen und Todesursachenstatistik regional differenziert berechnen lassen, konnte im Projekt bestätigt werden. Ergebnisunterschiede im Vergleich zur GBD-Studie für Deutschland sind zum einen auf ein anderes Verfahren der Umverteilung nichtinformativer Codes [45], zum anderen auf Modellierungen z.B. zur Fortschreibung von Daten in der GBD-Studie zurückzuführen. Im Vergleich beider Studien zeigen sich nur geringfügige Abweichungen in der Rangordnung der Todesursachen für die YLL. Durch die Verwendung nationaler Sterbetafeln in BURDEN 2020 im Gegensatz zu global einheitlichen in der GBD-Studie zeigt sich aber ein anderes Niveau an YLL, das ein für Deutschland aussagekräftigeres Präventionspotenzial widerspiegelt. Ein weiterer Vorteil ist, dass nun für Deutschland regionale Auswertungen bis auf Ebene der 96 Raumordnungsregionen vorliegen.

Wie in anderen Krankheitslaststudien [23, 46] wurde in BURDEN 2020 für Frauen und Männer die gleiche Restlebenserwartung verwendet, obwohl die tatsächliche Lebenserwartung von Männern geringer als die von Frauen ist. Dies resultierte darin, dass für Männer mehr YLL als beim Anlegen einer geschlechterspezifischen Lebenserwartung berechnet wurden. Dieser Ansatz wurde gewählt, weil es aus der Forschung Hinweise darauf gibt, dass die biologischen Unterschiede in der Lebenserwartung geringer als ein Lebensjahr sind und die tatsächlich verbleibenden Unterschiede im Gesundheits- und Inanspruchnahme-Verhalten begründet sind [47, 48]. Daher spiegeln die markanten Geschlechterunterschiede in den YLL einen überwiegend vermeidbaren Verlust an Lebenszeit bei Männern wider.

Zur Berechnung der YLL waren umfangreiche Vorarbeiten notwendig, um den Anteil nichtinformativer ICD-Codes in der Todesursachenstatistik 2017 (25,8 %) zu bereinigen [45]. Limitationen ergeben sich daraus, dass für informative ICD-Codes angenommen werden muss, dass diese Todesursachen korrekt dokumentiert wurden. Diese Annahme muss jedoch nicht pauschal gültig sein [49]. Eine weitere Unsicherheit ergibt sich daraus, dass für nichtinformativ Codes Annahmen über wahrscheinliche Todesursachen getroffen wurden, da in Deutschland keine multikausalen Informationen zur Todesursache für eine individuelle Korrektur nichtinformativer Codes vorliegen. Um diese Unsicherheiten abzubilden, weisen die Ergebnisse nach Todesursachengruppen ein Unsicherheitsintervall auf [45].

7.2 Durch gesundheitliche Einschränkungen verlorene Lebensjahre YLD

Die methodische Grundannahme, dass sich die morbiditätsbezogenen Bestandteile der Krankheitslast auf Basis von nationalen Daten mit Raumbezug wie GKV-Abrechnungsdaten, gesundheitsbezogene Surveydaten oder Registerdaten schätzen lassen, konnte weitestgehend bestätigt werden. Lediglich die Datengrundlage für die Entität *Stürze* war nicht hinreichend verlässlich, was zu einem Ausschluss geführt hat. Für alle weiteren im Pilotprojekt ausgewählten Erkrankungen und Verletzungen war eine reliable Schätzung der Prävalenz sowie für einen Teil auch der Schweregradverteilungen anhand der verwendeten Quellen möglich. BURDEN 2020 leistet damit einen großen Beitrag bei der Quantifizierung und Bereitstellung kleinräumiger Ergebnisse für eine große Auswahl an Erkrankungen. Des Weiteren ließen sich bei der Schätzung von Prävalenzen und Schweregradverteilungen auf Basis der verwendeten Daten für Deutschland teils markante Unterschiede im Vergleich zu den Schätzungen der GBD-Studie für Deutschland feststellen, was die Notwendigkeit eigener Berechnungen unterstreicht. Vergleichswerte zu den YLD sind in den Ergebnissen der GBD-Studie 2019 zu sehen [25]. Hinsichtlich des Rankings anhand der YLD-Rate lassen sich nur kleinere Unterschiede erkennen. So wird in den hier vorliegenden Ergebnissen eine höhere Krankheitslast für *Kopfschmerzen* (1.032 YLD je 100.000 Personen [UI: 807 - 1.336]) berechnet verglichen mit der GBD-Studie (798 YLD je 100.000 Personen [UI: 174 - 1.725]). Dadurch

rücken die Kopfschmerzen auf den zweiten Rang (GBD: Rang drei). Ausgehend von der Breite des Unsicherheitsintervalls gehen wir allerdings von einer präziseren Schätzung in der vorliegenden Analyse auf Basis der spezifisch für Deutschland zusätzlich erhobenen Daten aus. Gleichzeitig wurden in BURDEN 2020 für *Diabetes mellitus* 638 YLD je 100.000 Personen quantifiziert, während GBD auf einen Wert von 853 YLD je 100.000 Personen kommt. Außerdem fällt auf, dass die *depressiven Störungen* im Ranking in der vorliegenden Analyse lediglich auf Rang sechs (BURDEN 2020) statt an vierter Stelle stehen (GBD), was somit auch zu einer Verschiebung der anderen Erkrankungen führt.

Insgesamt ist ein Vergleich mit den Ergebnissen der GBD-Studie nur begrenzt möglich. Einerseits sind Unterschiede im Ranking dadurch zu erklären, dass lediglich eine Auswahl an Erkrankungen berücksichtigt wurde. Viele wichtige Treiber der Krankheitslast wie die chronische Nierenerkrankung oder Zirrhosen konnten im Zuge dieses Pilotprojektes nicht berücksichtigt werden, was zum Teil zu einer Überschätzung der YLD bei den hier ausgewählten Erkrankungen führt. Andererseits kamen bei der Berechnung nationale Datenquellen und eigene Verfahren zum Tragen, wodurch ebenfalls Unterschiede erklärbar werden. Hinsichtlich der Prävalenzen und Inzidenzen kamen dazu zum einen Daten der AOK-Versicherten zum Einsatz. Ein Vorteil der Krankenkassenabrechnungsdaten sind große Fallzahlen und eine hohe Detailtiefe, so dass auch seltene Krankheiten oder Gesundheitszustände (wie Erblindungen bei Diabetes mellitus) spezifisch für Deutschland erfasst werden können. Zudem kann das tatsächliche Versorgungsgeschehen direkt abgebildet werden. Verzerrungen durch Interviewereffekte, Recall-Bias, Stichprobenziehung oder durch impliziten Ausschluss schwer erreichbarer Personengruppen sind in der Regel auszuschließen [50]. Folglich lassen sich mit Krankenkassenabrechnungsdaten komplexe Aufgreifkriterien zur Schätzung regional differenzierter Kennzahlen umsetzen [51]. Zu den Limitationen der verwendeten Datenquellen s. auch 11.13.1 im Anhang.

Einen wichtigen Beitrag leistet das BURDEN 2020-Projekt auch bei der Operationalisierung und Schätzung von nationalen *Schweregradverteilungen*. Diese sind eine entscheidende Komponente bei der Berechnung der YLD und werden bis dato in der GBD-Studie nicht länderspezifisch geschätzt sondern stark vereinfachend als global konstant angenommen [52]. In BURDEN 2020 konnten eigene Schätzungen von Schweregradverteilungen in der erkrankten Bevölkerung für die *koronare Herzkrankheit, Kopfschmerz, depressive Störungen, Diabetes mellitus, Krebs, Rücken- und Nackenschmerz* auf Basis der verwendeten Datenquellen spezifisch für Deutschland geschätzt werden. Mit den AOK-Abrechnungsdaten wurde dabei eine deutschlandweite Hochrechnung auf Basis der Alters- und Geschlechtsstruktur der Bevölkerung vorgenommen [38, 39]. Ähnliches gilt für (durchschnittliche) *Erkrankungsdauern*, die für jene Erkrankungen bestimmt werden müssen, welche im Verlauf eines Jahres nur in vereinzelt Episoden auftreten. Diese konnten im Rahmen von BURDEN 2020 für die *Majore Depression, Rücken- und Nackenschmerz* sowie für die berücksichtigten *primären Kopfschmerzerkrankungen* (Migräne und Spannungskopfschmerzen) auf Basis von Befragungs- und Untersuchungsdaten des RKI spezifisch für Deutschland bestimmt werden.

Lediglich bei den *disability weights* musste in vollem Umfang auf die Vorarbeiten der GBD-Studie zurückgegriffen werden [23]. Hinsichtlich dieser Komponente der YLD herrscht eine rege wissenschaftliche Diskussion, denn erst durch die Verwendung von *disability weights* erfolgt die Skalierung auf die Maßeinheit der verlorenen Lebensjahre, sodass ein Vergleich der YLD mit den YLL möglich wird. Das *disability weight* weist jedem Gesundheitszustand einen Wert zwischen 0 und 1 zu, welcher die Reduktion und Beeinträchtigung der Gesundheit widerspiegeln soll [23]. Kritik an den *disability weights* zielt einerseits auf die inhaltliche Bedeutung als gesundheitliche Funktionseinschränkung, welche individuelle Ressourcen wie den Zugang zu Hilfe bei täglichen Aktivitäten oder das Einkommen bei der Bewältigung dieser Einschränkungen vernachlässigt [14]. Andererseits wird kritisiert, dass bei der Quantifizierung der Gewichtungsfaktoren weniger der objektive Verlust an Gesundheit, sondern vielmehr die individuelle Bewertung des Verlusts adressiert wird [53]. Dies wird mit der laienverständlichen Beschreibung der Gesundheitszustände begründet, welche von Befragten hinsichtlich der

Schwere bewertet werden [54]. Auf Basis dieser Bewertung kommt es zur Schätzung der Gewichte [15, 55]. Außerdem wird angeführt, dass ein Einfluss von (sozialen) Kontexteffekten auf die Höhe der Gewichte nicht auszuschließen ist [15, 54, 56]. Zusammengefasst birgt gerade diese Komponente der YLD Kritik und damit Weiterentwicklungspotential, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss.

7.3 Sozioökonomische Deprivation

Das Projektziel der Abbildung der sozialen Dimension von Gesundheit in den Indikatoren der Krankheitslast über das Konzept der sozioökonomischen Deprivation auf regionaler Ebene konnte im Projekt BURDEN 2020 überwiegend realisiert werden. Wie die Krankheitslast selbst, liegt auch der *German Index of Socioeconomic Deprivation* (GISD) als Maß der Deprivation auf regionaler Ebene für die ROR in Deutschland vor. Der Zusammenhang wird in BURDEN 2020 über bivariate Karten dargestellt und im projekteigenen interaktiven Informationssystem verfügbar gemacht. Dabei zeigen sich die erwarteten Zusammenhänge zwischen Krankheitslast und Deprivation, aber es werden ebenso Regionen sichtbar, die diesem Muster widersprechen. Damit kann weiterer Forschungsbedarf identifiziert werden, zu der Frage welche protektiven Faktoren aber auch Risiken diese Inkonsistenzen in den betreffenden Regionen bedingen.



www.daly.rki.de

- ❖ hat einen [Nutzen für GBE und Surveillance in Bund und Ländern](#)
- ❖ lässt sich zeitnah für das [Pandemiemonitoring](#) nutzen
- ❖ informiert gesundheitspolitische [Akteure in Prävention und Versorgung](#)
- ❖ dient der [Gesundheitssystembewertung und Evaluation](#)
- ❖ bildet die Grundlage für ein künftiges [Health Impact Assessment](#)

7.4 Risikoattribution

Zum Zweck der Risikoattribution wurden umfangreiche Vorarbeiten durchgeführt, die aber nur im Falle der umweltbezogenen Risikofaktoren Feinstaub und Verkehrslärm in der Berechnung der PAF und der attributablen Krankheitslast mündeten. Hauptgrund war, dass zusätzliche Informationen über die verwendeten Expositions-Wirkungsfunktionen in der GBD-Studie fehlten, so dass die statistischen Modellierungen nicht replizierbar waren (s. 6.5). Die Alternativstrategie, ein System der Risikoattribution unabhängig von den Vorarbeiten von IHME aufzubauen und die Risikofaktoren als kategoriale Variable in das Model aufzunehmen, wurde zwar begonnen, konnte in der Projektlaufzeit aber nicht abgeschlossen werden.

Die Diskussion der Risikoattribution im Bereich der umweltbezogenen Risiken, für die eine Risikoattribution berechnet werden konnte, erfolgt am Beispiel Feinstaub (zur Diskussion der Risikofaktoren Verkehrslärm (siehe 11.13.2 im Anhang) und Blei (s. 11.13.3). Die Definition für Feinstaub PM_{2,5} erfolgte in Anlehnung an die GBD 2019-Studie, um im BURDEN 2020-Projekt eine vergleichbare Berechnungsbasis zu haben und die vom IHME bereitgestellte Expositions-Wirkungsfunktion (EWF) nutzen zu können (siehe auch 11.13.4). Dies war auch für das *theoretical minimum risk exposure level* (TMREL) notwendig. Im Hinblick auf die Exposition der Bevölkerung wurde entschieden, auf national verfügbare Daten zurückzugreifen. Durch die Verwendung von modellierten Expositionsverteilungsdaten aus dem UBA und der Verschneidung dieser Informationen mit Bevölkerungsdaten aus dem Zensus 2011 konnten

zwei Projektziele erfolgreich erreicht werden: eine Regionalisierung der Ergebnisse und der Einsatz national verfügbarer Daten. Durch die kleinräumige Darstellung der Exposition konnten erstmals bevölkerungsbezogene Belastungsdaten auf Ebene der ROR ermittelt werden. Dies erlaubte auch die Berechnung räumlich entsprechend differenzierter Informationen zur PAF. Ferner kann durch die Nachnutzung dieser Daten nun auch erstmals auf ROR-Ebene die attributable Krankheitslast zur Verfügung gestellt werden, die auf Feinstaub zurückgeführt werden kann.

Anhand der Regionalisierung können Gebiete identifiziert werden die eine hohe PAF aufweisen. Hier kann entsprechend auch von einer hohen bevölkerungsbezogenen Belastung ausgegangen werden und es sollten ggf. spezifische Maßnahmen zur Reduktion der Belastung eingeleitet werden. Bei der Rangfolge der Bundesländer mit aufsteigender PAF nimmt Thüringen den ersten Rang ein, Berlin den letzten. Eine genaue Analyse zeigt, dass die Expositionsverteilung der beiden Bundesländer sehr unterschiedlich ist. So ist die Bevölkerung ab dem Alter von 20 Jahren in Thüringen Feinstaubkonzentrationen zwischen 6,5 und 11,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft ausgesetzt, wohingegen für die Bevölkerung in Berlin Konzentrationen von 10,5 bis 17,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ modelliert wurden. Mit steigenden Altersgruppen sinken die PAF und die Differenz zwischen beiden Bundesländern verringert sich. Dazu trägt in geringerem Ausmaß bei, dass der Anteil der exponierten Bevölkerung ab 60 Jahren in Thüringen mit circa 29% leicht über dem von Berlin (circa 25%) liegt.

Hinsichtlich der Berechnung der attributablen Krankheitslast kann ein weiterer Erfolg verzeichnet werden. Die berechneten PAF können auf die Daten der Gesamtkrankheitslast aus AP 2 (YLL) und AP 3 (YLD) angewendet werden, die ebenfalls mit nationalen, projektspezifischen Daten ermittelt wurden. Auch in diesem Aspekt wurde das Projektziel erreicht, ein eigenes Datenmodell zu entwickeln und einzusetzen. Weitere Ausführungen zu den genutzten Daten (Bevölkerung, Expositionsverteilung) sind im Anhang zu finden (s. 11.11.2).

7.5 Fazit zu den methodischen Grundannahmen

Die methodischen Grundannahmen konnten im Projekt für die im Bereich YLD und DALY ausgewählten Erkrankungen unterschiedlich stark bestätigt werden (siehe im Anhang Tabelle 30). Die mortalitätsbedingte Krankheitslast (Grundannahme 1) konnte vollumfänglich berechnet werden. Über die ausgewählten Erkrankungen hinaus gilt dies für alle Erkrankungsursachen nach GBD-Nomenklatur (für YLL [16, eTabelle 3] und für YLD [17]) und deckt damit den gesamten ICD 10-Katalog ab. Keine YLL wurden aber für Erkrankungen berechnet, die nicht als gültige Todesursachen gelten (z.B. Rückenschmerz, depressive Störungen). Die morbiditätsbezogene Krankheitslast konnte auf Basis von Prävalenzen aus AOK-Abrechnungsdaten, Surveydaten und Statistiken für alle ausgewählten Erkrankungen berechnet werden (Grundannahme 2). Einschränkend ist zu erwähnen, dass bei einem Teil der Erkrankungen keine Schweregrade auf Basis der verfügbaren deutschen Daten berechnet werden konnten (z.B. *COPD*, *Angststörungen*) sondern auf Schätzungen aus der GBD-Studie zurückgegriffen werden musste. Des Weiteren konnte bei den auf Basis von Surveydaten berechneten YLD keine Regionalisierung vorgenommen werden. Über den Projektantrag hinaus wird derzeit an Verfahren der *Small Area Estimation* gearbeitet, um auf Basis der verwendeten bundesweiten Surveys kleinräumige Schätzer auf Raumordnungsebene nachliefern zu können. Die Attribution der Krankheitslast auf einzelne Risikofaktoren (Grundannahme 3) ist nur im Bereich der umweltbezogenen Risikofaktoren teilweise gelungen (siehe 6.5, 11.11 und 11.12.5). Die Gründe hierfür wurden entsprechend dargelegt. Da sich die Herausforderungen auf Basis der existierenden Daten für Deutschland nicht bewältigen lassen, ist von einem weitgehenden Neustart im Bereich der Risikoattribution im Rahmen einer weitergeführten Krankheitslaststudie auszugehen. Hier muss es das Ziel sein, angepasst an die verfügbaren Daten, ein System unabhängig von den methodischen Vorgaben der GBD-Studie zu entwickeln. Die Darstellung der Krankheitslast nach sozialer Deprivation (Grundannahme 4) konnte weitestgehend vollzogen werden. Bei den YLL ist dies für alle

Todesursachen möglich. Im Bereich YLD ist die Bestätigung dieser Annahme direkt von der Regionalisierung der YLD selbst abhängig. Erkrankungen, deren morbiditätsbezogene Krankheitslast auf Basis von Surveys berechnet wurde, konnten daher bislang nicht in Verbindung mit der sozialen Deprivation ausgewertet werden.

8. Verwendung der Ergebnisse nach Ende der Förderung

8.1. Mehrwert eines Informationssystems zur Krankheitslast in Deutschland

Indikatoren der Krankheitslast (Burden of Disease) erzeugen einen deutlichen Mehrwert gegenüber klassischen epidemiologischen Maßzahlen. Im Gegensatz zu Prävalenzwerten bilden die durch Krankheit und Tod verlorenen Lebensjahre die Auswirkungen von Erkrankungen auf die Bevölkerungsgesundheit vergleichbar ab. Die Krankheitslastindikatoren weisen Regionen aus, in denen das Potenzial, die Krankheitslast der Bevölkerung durch gesundheitspolitische Maßnahmen zu reduzieren besonders hoch ist. Dies unterstützt die Entwicklung einer zielgerichteten Prävention und passgenauen Gesundheitsversorgung der Bevölkerung.

Eine nationale Krankheitslaststudie wie BURDEN 2020 geht über international vergleichende Systeme wie die GBD-Studie hinaus und hat dadurch klare Vorteile:

- Es entsteht eine länderspezifische Expertise zum Thema Krankheitslast und darüber hinaus (s. bes. 8.7), auf die Entscheider:innen zurückgreifen können (*Kompetenz*).
- Es werden die besten, national verfügbaren Daten für Deutschland zur Krankheitslastrechnung verwendet (*Qualität*).
- Die verwendeten Daten sind bekannt, lassen sich aktualisieren und werden als verlässlich angesehen (*Akzeptanz*).
- Methodische Entscheidungen können nachvollziehbar begründet und Ergebnisse nationalen Stakeholdern besser vermittelt werden (*Transparenz*).
- Es entsteht ein Informationssystem, das auf die Bedarfe der Entscheidungsträger:innen in Deutschland zugeschnitten ist und um anschlussfähige Elemente erweitert werden kann (s. bes. 8.7) (*Flexibilität*).

Die Ergebnisse der Studie BURDEN 2020 werden in einem interaktiven Informationssystem über <https://www.daly.rki.de/> der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig werden die Studienresultate im Rahmen von wissenschaftlichen Publikationen präsentiert. Damit sind die Ergebnisse nach Ende der Förderung über die Gesundheitsberichterstattung des Bundes am RKI (GBE) nutzbar. Das interaktive Informationssystem zeigt die durch Tod verlorenen Lebensjahre (YLL) für 131 Todesursachen sowie die durch gesundheitliche Einschränkungen verlorenen Lebensjahre (YLD) und die Krankheitslast insgesamt (DALY) für 19 wichtige Erkrankungen. Die Ergebnisse sind, neben Alter und Geschlecht, differenzierbar auf Ebene der 16 Bundesländer und 96 Raumordnungsregionen in Deutschland. Ein weiteres Informationssystem des WHO stellt unter <https://krankheitslage-deutschland.de/> auf Basis der Krankenkassenabrechnungsdaten jene Informationen zur Verfügung, auf deren Basis die Krankheitslastberechnungen vorgenommen wurden. Hier lassen sich morbiditätsadjustierte Prävalenzen differenziert nach Alter, Geschlecht und Raumordnungsregionen sowie Schweregrade von Erkrankungen einsehen.

8.2. Nutzen für Surveillance und Gesundheitsberichterstattung in Bund und Ländern

Die nationale Krankheitslaststudie BURDEN 2020 führt fragmentierte Datenquellen zusammen, steht als interaktives Informationssystem nachhaltig zur Verfügung und wird in die Surveillance- und Berichterstattungssysteme am RKI integriert. Diabetes-, Mental Health Surveillance und Krebsberichterstattung stellen wichtige Bausteine im Aufbau einer umfassenden NCD-Surveillance am RKI für Deutschland dar. Bereits umgesetzt wurde die Integration von Indikatoren aus BURDEN 2020 im Rahmen der Diabetes-Surveillance, in deren

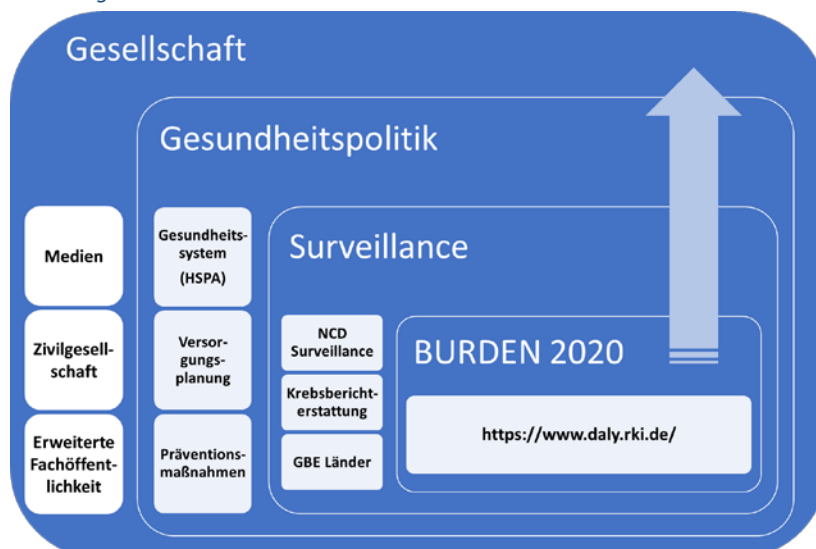
Indikatorensystem Informationen zur Krankheitslast, im Handlungsfeld 4 Krankheitslast und Krankheitskosten senken, einen festen Platz einnehmen [57]. Dies verdeutlicht die Relevanz von Krankheitslastindikatoren im Rahmen der Surveillance als Maß für die Verbesserung von Prävention und Versorgung. Ähnlich beinhaltet auch die im Aufbau befindliche Mental Health Surveillance ein Handlungsfeld, in dem die Identifikation von Bedarfen unter anderen über Indikatoren aus BURDEN 2020 erfolgen soll [58, 59]. Auch in die Neuauflage des Berichts zum Krebsgeschehen in Deutschland des Zentrums für Krebsregisterdaten am RKI sollen Ergebnisse aus BURDEN 2020 integriert werden. Neben der Surveillance auf nationaler Ebene wird auch für die GBE auf Länderebene durch BURDEN 2020 ein deutlicher Erkenntnisgewinn erzeugt. Als Kernaufgabe des ÖGD bekommt die GBE nun kleinräumig Kennzahlen für eine verdichtete Darstellung und Interpretation von Informationen, wo bislang nur limitierte Datenquellen wie die Krankenhausdiagnosestatistik zur Verfügung standen.

8.3. Nutzen von Krankheitslastanalysen in Pandemiezeiten

Eine fortlaufende nationale Krankheitslaststudie hält auch das Werkzeug bereit, um schnell auf Ereignisse zu reagieren und Auswirkungen von Pandemien zeitnah und dynamisch darzustellen. Auch hier entsteht ein Erkenntnisgewinn, indem Todesfälle und Inzidenzen in verlorene Lebensjahre umgerechnet und in einem System zusammengeführt werden. Im Projekt BURDEN 2020 wurde für Deutschland, als eins der ersten Länder überhaupt, eine umfassende Krankheitslastanalyse zu COVID-19 durchgeführt [40]. Dabei konnte gezeigt werden, wie sich die Krankheitslast im Verlauf der Pandemie darstellt und wie unterschiedlich die Auswirkungen auf Frauen und Männer, verschiedene Altersgruppen und Regionen sind. Indem auch Informationen zum Sterbealter, zu Hospitalisierung, zu Symptomen und zur Erkrankungsdauer einfließen, stehen zudem Indikatoren zur Verfügung, die über die Zahl der Neuerkrankungen (Inzidenz) hinaus auch die Auswirkungen der Pandemie auf die Bevölkerungsgesundheit zeitnah sichtbar machen. Zukünftig wäre es bei einer Fortschreibung der Krankheitslastrechnung möglich, nicht nur die direkten COVID-19-bedingten Pandemieeffekte, sondern auch die indirekten Effekte auf die Bevölkerungsgesundheit (z. B. psychische Gesundheit) zu messen.

8.4. Nutzen für Gesundheitspolitik und Selbstverwaltung

Abbildung 22 Datennutzen aus BURDEN 2020



Indem BURDEN 2020 fragmentierte Informationen zu einer regional differenzierten Informationsgrundlage zusammenführt, liefert es der Gesundheitspolitik von Bund und Ländern eine neue Grundlage zur Planung und zur Evaluation von Maßnahmen. Ein konkretes Beispiel sind die Bundesrahmenempfehlungen als Teil des Präventionsgesetzes, welche die Notwendigkeit einer datengestützten Bedarfsermittlung für Gesundheitsförderung und

Prävention betonen. BURDEN 2020 unterstützt dabei, indem Regionen mit hohem Präventionspotential oder einem besonderen Versorgungsbedarf identifiziert werden können. Dies hilft auch bei der morbiditätsorientierten Planung ambulanter und stationärer Gesundheitsleistungen. So wird BURDEN 2020 im Krankenhaus-Report 2021 explizit als ein Projekt hervorgehoben, das eine Grundlage für die morbiditätsorientierte Ausgestaltung der stationären Versorgungsplanung darstellen kann [60]. Konkret einbezogen wurden Krankheitslastindikatoren bereits als Morbiditätsindikatoren in Modellrechnungen zur Weiterentwicklung der ambulanten Bedarfsplanung im Auftrag des Gemeinsamen Bundesausschusses [61]. Indem BURDEN 2020 umfassender und methodisch komplexer angelegt ist, wird diese Nutzungsmöglichkeit durch die Projektergebnisse deutlich erweitert (s. auch Abbildung 20). Aber auch die übergeordnete Ebene der Gesundheitssystembewertung profitiert von BURDEN 2020. Das gemeinsam von BMG und Technischer Universität Berlin durchgeführte Vorhaben einer *Machbarkeitsstudie zur Messung der Leistungsfähigkeit des deutschen Gesundheitssystems (Health System Performance Assessment, HSPA)*, greift Indikatoren aus BURDEN 2020 auf [62]. Derzeit werden die Projektergebnisse in eine erste Pilotierung dieses Berichtssystems integriert.

8.5. Risikofaktoren und Health Impact Assessment

Eine kontinuierliche Krankheitslaststudie macht auch die Bedeutung verschiedener Risikofaktoren sichtbar. Hierfür wurden in BURDEN 2020 umfangreiche Vorarbeiten geleistet. Unter Verwendung des am RKI entwickelten sog. *German Index of Socioeconomic Deprivation (GISD)* lässt sich mithilfe bivariater Karten zeigen, inwieweit die regionale Verteilung von Krankheitslast mit der sozioökonomischen Deprivation der Bevölkerung in Deutschland zusammenhängt. Über die Methode der *Risikoattribution* konnte insbesondere für ausgewählte umweltbezogene Risikofaktoren der Anteil der Krankheitslast ermittelt werden, der auf spezifische Risiken zurückzuführen ist. Für verhaltensbezogene Risikofaktoren gelang dies in geringerem Ausmaß als geplant. Hier zeigte sich eine geringe Passung zwischen den methodischen Vorarbeiten der GBD-Studie und den für Deutschland verfügbaren Daten. Ein zentraler Forschungsbedarf, der sich aus der Studie BURDEN 2020 ergibt, ist daher in der Entwicklung eines eigenständigen methodischen Zugangs zur Risikoattribution unter Verwendung deutscher Daten zu sehen. Ein solches Vorhaben hätte ein großes Potenzial in Richtung eines anschließenden *Health Impact Assessments*. Denn Krankheitslastanalysen in Verbindung mit Risikoattribution ermöglichen es, modellhaft den Zugewinn an Lebensjahren durch evidenzbasierte Präventionsmaßnahmen zu quantifizieren und die Politikberatung in diesem Bereich datengestützt zu bereichern.

8.6. Kapazitätsaufbau und internationale Vernetzung

Auch wenn das Maß der verlorenen Lebensjahre intuitiv verständlich und anschaulich darstellbar ist, verbirgt sich hinter den Ergebnissen ein komplexes gesundheitsbezogenes Rechensystem. Zu den großen methodischen Herausforderungen des Projekts zählte die Umverteilung nichtinformativer Todesursachen, die Modellierung von Prävalenzen nach Alter und Geschlecht auf regionaler oder kleinräumiger Ebene, die Quantifizierung statistischer Unsicherheiten in einem System heterogener Daten sowie die Berücksichtigung von Multimorbiditäten bei der Berechnung der Krankheitslast. Dabei fand bei RKI, UBA und WIdO ein Aufbau von Kompetenzen und Kapazitäten statt, die es im Sinne einer Weiterführung von Krankheitslastanalysen für Deutschland abzusichern gilt. Diese fließen bereits in internationale Netzwerke ein, die im Sinne der Strategien von BMG und BMBF stark zur Internationalisierung von Wissenschaft und Gesundheitsschutz beitragen und das Ziel haben, methodischen Austausch und Wissenstransfer sicherzustellen. Zuvorderst zu nennen ist die Beteiligung von RKI und UBA als Mittragsteller am *European Burden of Disease Network* (burden-EU COST Action CA18218⁷). Hieran anschließend hat das RKI die Federführung für das

⁷ <https://www.burden-eu.net>

BMBF-geförderte Projekt *Capacities and infrastructures for health policy development - strengthening information systems for summary measures of population health* (CATINCA, Förderkennzeichen 01DK21017), das acht Partnerländer aus dem Südkaukasus und Zentralasien an burden-EU COST anschließt, um Synergien herzustellen. Das Projekt, *the Burden of Disease due to COVID-19. Towards a harmonization of population health metrics for the surveillance of dynamic outbreaks* (BoCO-19), gefördert durch das *Global Health Protection Programme* des BMG im Rahmen von *Corona Global*⁸, widmet sich mit 13 Ländern Asiens, Ost- und Südosteuropas der Entwicklung und Umsetzung von Methoden zur Berechnung der Krankheitslast von COVID-19. Schlussendlich bringt das Team von BURDEN 2020 am RKI seine Kompetenzen in den wissenschaftlichen Beirat zur Entwicklung einer französischen Krankheitslaststudie unter Federführung von *Santé Publique France* ein [63].

8.7. Fortführung und Weiterentwicklung

Bei BURDEN 2020 handelt es sich um ein Pilotprojekt, das die Grundlage für ein umfassendes interaktives Informationssystem zur Krankheitslast in Deutschland geschaffen hat. Das Projekt hat die Potenziale einer nationalen Krankheitslaststudie aufgezeigt und weist Perspektiven auf, die der Fachöffentlichkeit und Politik unmittelbar zugutekommen. Dabei zeigen sich folgende Forschungs- und Weiterentwicklungsbedarfe, die zu adressieren über die Pilotphase hinaus lohnen würde:

- Übertragung der Methoden zur Berechnung von YLD und DALY auf weitere Erkrankungen des ICD-10/11-Spektrums
- Erstellung retrospektiver Zeitreihen, auch um belastbare Prognosemodelle zu entwickeln
- Erweiterung des Informationssystems, um weitere Indikatoren und Summenmaße der Gesundheit, wie z.B. *healthy life years*, Exzessmortalität oder vermeidbare Krankheitslast
- Entwicklung eines Systems der Risikoattribution das losgelöst von den Methoden der GBD-Studie die Grundlagen eines *health impact assessment* für Deutschland legt
- Erhebung von Informationen zum Zusammenhang zwischen Risikofaktoren und gesundheitlichen Auswirkungen durch weitere Datenerhebung über die UBA GerES-Studie
- Entwicklung von Methoden für eine Regionalisierung der Ergebnisse auf Ebene der Kreise und kreisfreien Städte
- Fortlaufendes Monitoring der Krankheitslast durch COVID-19 und anderer Infektionskrankungen auf Basis von Meldedaten
- In langfristiger Perspektive: fortlaufendes Monitoring der Krankheitslast zur Quantifizierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit
- Entwicklung und Umsetzung eines Konzepts zum Transfer der Ergebnisse in Politik und Praxis zur Förderung von Nutzen und Anwendung

Die sukzessive Umsetzung dieser Vorhaben würden das gesundheitsbezogene Informationsangebot und die Evidenzgrundlage für politische Entscheidungen in Bund und Ländern aber auch für Akteure der Selbstverwaltung deutlich erweitern. Dabei sollte auch eine stärkere Nutzung von gesundheitsbezogenen Datenquellen erfolgen, die im Rahmen von Initiativen wie dem DaTraV-Forschungsdatenzentrum beim BfArM oder NFDI4health⁹ künftig besser zugänglich werden. Erste Voraussetzungen werden bereits im Rahmen einer Kooperation zwischen dem DaTraV-Forschungsdatenzentrum und dem RKI im Projekt *DaTraV-Daten und Ergebniszugang verbessern* (ReFern) geschaffen¹⁰, das die Datenbedarfe des Projekts BURDEN 2020 bereits für erste Erkrankungen berücksichtigt. Voraussetzung für die genannten Weiterentwicklungen wäre eine fortlaufende Finanzierung und Erweiterung der notwendigen Expertise. Die Zusammenarbeit zwischen staatlichen Akteuren und der Selbstverwaltung

⁸ <https://ghpp.de/de/projekte/boco-19>

⁹ <https://www.nfdi4health.de>

¹⁰ https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Studien/ReFern/ReFern_node.htm

Akronym: BURDEN 2020
Förderkennzeichen: 01VSF17007

sollte dabei fortgesetzt und ausgebaut werden. Daher gilt es, strukturelle und finanzielle Lösungen für eine Fortführung der geschaffenen Strukturen und Kooperationen zu finden.

9. Erfolgte bzw. geplante Veröffentlichungen

Tabelle 3 Erfolgte Veröffentlichungen

2022
Porst, Michael, Jan Breitzkreuz, Janko Leddin, Katrin Schüssel, Aline Anton, Annelene Wengler, Dietrich Plaß, Heike Gruhl, Helmut Schröder, Gabriela Brückner, Markus Busch, Hanne Neuhauser, Julia Thom, Ulfert Hapke, Benjamin Barnes, Sebastian Haller, Lukas Reitzle, Henriette Steppuhn, Thomas Ziese, Elena von der Lippe, Alexander Rommel. <i>Krankheitslast in Deutschland. Ergebnisse zu Disability-adjusted life years (DALY) im Projekt BURDEN 2020.</i> Dtsch Arztebl International, 119: 785-92.
Schüssel, Katrin, Jan Breitzkreuz, Gabriela Brückner, Helmut Schröder. <i>Nutzung von Krankenkassenroutinedaten zur Bestimmung von Krankheitshäufigkeiten im Projekt BURDEN 2020.</i> Das Gesundheitswesen.
2021
Rommel, Alexander, Elena von der Lippe, Dietrich Plaß, Thomas Ziese, Michaela Diercke, Matthias an der Heiden, Sebastian Haller und Annelene Wengler. <i>COVID-19-Krankheitslast in Deutschland im Jahr 2020. Durch Tod und Krankheit verlorene Lebensjahre im Verlauf der Pandemie.</i> Dtsch Arztebl International, 118: 145-51.
Wengler, Annelene, Alexander Rommel, Dietrich Plaß, Heike Gruhl, Janko Leddin, Thomas Ziese und Elena von der Lippe. <i>Verlorene Lebensjahre durch Tod.</i> Dtsch Arztebl International, 118: 137-44.
Haneef, Romana, Jürgen Schmidt, Anne Gallay, Brecht, Devleesschauwer, Ian Grant, Alexander Rommel, Grant MA Wyper, Herman Van Oyen, Henk Hilderink, Thomas Ziese und John Newton. <i>Recommendations to plan a national burden of disease study.</i> Arch Public Health 79, 126. https://doi.org/10.1186/s13690-021-00652-x
Wyper, Grant M. A., Ricardo M. A. Assunção, Edoardo Colzani, Ian Grant, Juanita A. Haagsma, Giske Lagerweij, Elena von der Lippe, Scott A. McDonald, Sara M. Pires, Michael Porst, Niko Speybroeck, and Brecht Devleesschauwer. <i>Burden of Disease Methods: A Guide to Calculate COVID-19 Disability-Adjusted Life Years.</i> International Journal of Public Health, 66.
Wengler, Annelene, Heike Gruhl, Dietrich Plaß, Janko Leddin, Alexander Rommel, Elena von der Lippe und die Burden study group. <i>Redistributing ill-defined causes of death – a case study from the BURDEN 2020-project in Germany.</i> Archives of Public Health, 79: 33.
Elena von der Lippe, Laura Krause, Michael Porst, Annelene Wengler, Janko Leddin, Anja Müller, Marie-Luise Zeisler, Aline Anton, Alexander Rommel und die BURDEN 2020 study group. <i>Prävalenz von Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland. Ergebnisse der Krankheitslast-Studie BURDEN 2020.</i> Journal of Health Monitoring, 6.
Wyper, Grant MA, Ricardo Assuncao, Eilidh Fletcher, Michelle Gourley, Ian Grant, Juanita A Haagsma, Henk Hilderink, Jane Idavain, Tina Lesnik, Elena von der Lippe, Marek Majdan, Gerry McCartney, M. Santric-Milicevic, Elena Pallari, Sara M. Pires, Dietrich Plass, Michael Porst, Joao V. Santos, Maria T. de Haro Moro, Diane L. Stockton und Brecht Devleesschauwer. <i>The increasing significance of disease severity in a burden of disease framework.</i> Scandinavian Journal of Public Health: 14034948211024478.
Breitzkreuz, Jan, Katrin Schüssel, Gabriela Brückner, Helmut Schröder. <i>Krankheitslastbestimmung mit Prävalenzen und Schweregraden.</i> Gesundheit und Gesellschaft Wissenschaft, 21(1): 24–34. Verfügbar unter: wido_ggw_012021_breitzkreuz_et_al_neu.pdf
Breitzkreuz, Jan, Katrin Schüssel, Gabriela Brückner, Helmut Schröder. <i>Methodik zur Bestimmung von Prävalenzen und Schweregraden mit Routinedaten im Projekt BURDEN 2020 - Falldefinitionen, Schweregrade, Prävalenzkonzept.</i> verfügbar unter: https://www.krankheitslage-deutschland.de/dokumente/methodendokumentation.pdf
<i>Ergebnisse zu Krankheitshäufigkeiten auf Basis von Routinedaten.</i> verfügbar unter https://www.krankheitslage-deutschland.de ; im Bereich „Hintergrundinformationen“ ist das Förderkennzeichen angegeben.
<i>Pressemitteilung zur Freischaltung der Webseite</i> https://www.krankheitslage-deutschland.de am 12.02.2021, verfügbar unter: https://www.wido.de/news-events/aktuelles/2021/krankheitslage/

Diabetes-Surveillance Ergebnisse zu years of life lost. abrufbar unter:
https://diabsurv.rki.de/Webs/Diabsurv/DE/diabetes-in-deutschland/4-37_Verlorene_Lebensjahre_YLL.html

2020

Porst, Michael, Annelene Wengler, Janko Leddin, Hanne Neuhauser, Zaza Katsarava, Elena von der Lippe, Aline Anton, Thomas Ziese und Alexander Rommel. *Migräne und Spannungskopfschmerz in Deutschland. Prävalenz und Erkrankungsschwere im Rahmen der Krankheitslast-Studie BURDEN 2020.* Journal of Health Monitoring, 5.

von der Lippe, Elena, Brecht Devleesschauwer, Michelle Gourley, Juanita Haagsma, Henk Hilderink, Michael Porst, Annelene Wengler, Grant Wyper und Ian Grant. *Reflections on key methodological decisions in national burden of disease assessments.* Archives of Public Health, 78: 137.

Wyper, Grant M. A., Ricardo Assunção, Sarah Cuschieri, Brecht Devleesschauwer, Eilidh Fletcher, Juanita A. Haagsma, Henk B. M. Hilderink, Jane Idavain, Tina Lesnik, **Elena von der Lippe**, Marek Majdan, Milena S. Milicevic, Elena Pallari, José L. Peñalvo, Sara M. Pires, **Dietrich Plaß**, João V. Santos, Diane L. Stockton, Sofie Theresa Thomsen und Ian Grant. *Population vulnerability to COVID-19 in Europe: a burden of disease analysis.* Archives of Public Health, 78: 47.

Anton, Aline, Michael Porst, Elena von der Lippe, Annelene Wengler, Dietrich Plaß, Janko Leddin, Heike Gruhl, Thomas Ziese, Alexander Rommel, für die BURDEN 2020 study group. *Die Berechnung der Krankheitslast im Rahmen des Projekts BURDEN 2020 – Methodisches Vorgehen bei der Durchführung einer Burden of Disease-Studie für Deutschland.* In: Robert Koch-Institut, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (Hrsg.) 'Über Prävention berichten – aber wie? Methodenprobleme der Präventionsberichterstattung. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes' RKI, Berlin

Mikkelsen, Lene, Kim Moesgaard Iburg, Tim Adair, Thomas Fürst, Michael Hegnauer, **Elena von der Lippe**, Lauren Moran, Shuhei Nomura, Haruka Sakamoto, Kenji Shibuya, **Annelene Wengler**, Stephanie Willbond, Patricia Wood und Alan D. Lopez. *Assessing the quality of cause of death data in six high-income countries: Australia, Canada, Denmark, Germany, Japan and Switzerland.* International Journal of Public Health, 65: 17-28.

2019

Heike Gruhl, Myriam Tobollik, Annelene Wengler, Michael Porst, Aline Anton, Alexander Rommel, Dirk Wintermeyer und Dietrich Plass. *Schätzung der umweltbedingten Krankheitslast im Rahmen des Projektes BURDEN 2020 – Projekthintergrund und methodisches Vorgehen.* UMID, 2: 37-50.

Wengler, Annelene, Alexander Rommel, Dietrich Plaß, Heike Gruhl, Janko Leddin, Michael Porst, Aline Anton und Elena von der Lippe. *ICD-Codierung von Todesursachen: Herausforderungen bei der Berechnung der Krankheitslast in Deutschland.* Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 62: 1485–92.

2018

Rommel, Alexander, Elena von der Lippe, Dietrich Plaß, Annelene Wengler, Aline Anton, Christian Schmidt, Katrin Schüssel, Gabriela Brückner, Helmut Schröder, Michael Porst, Janko Leddin, Myriam Tobollik, Jens Baumert, Christa Scheidt-Nave und Thomas Ziese. *BURDEN 2020—Burden of disease in Germany at the national and regional level.* Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 61: 1159-66.

Tabelle 4 Geplante Veröffentlichungen

Plaß, Dietrich, Heike Gruhl, Elena von der Lippe, Michael Porst und andere. *Risikofaktoren und attributable Krankheitslast – Ergebnisse aus dem Projekt BURDEN 2020*

Devleesschauwer, Brecht, **Dietrich Plaß, Elena von der Lippe** und andere. *Checklist for calculation of DALY*

10. Literaturverzeichnis

1. Ozegowski S, Sundmacher L: Wie „bedarfsgerecht“ ist die Bedarfsplanung? Gesundheitswesen 2012; 74: 618-26.
2. Mühlbacher AC, Wessels M: Neue Wege in der Bedarfsplanung in Deutschland. G&S 2011; 65: 53-63.
3. Augursky B, Beivers A, Straub N, Veltkamp C: Krankenhausplanung 2.0. Essen: RWI; 2014.
4. Diederichs C, Neuhauser H, Kroll L, et al.: Regionale Unterschiede in der Prävalenz von kardiovaskulären Risikofaktoren bei Männern und Frauen in Deutschland. Bundesgesundheitsbl 2017; 2.
5. Vogt V, Sundmacher L, Witzheller KB, Baier N, Creutz T, Henschke C: Mit Tabak- und Alkoholkonsum assoziierte Mortalität Gesundheitswesen 2016; 78: 378-86.
6. Holleder A: Adipositas in Nordrhein-Westfalen und dessen Kommunen im Mikrozensus 2009. DMW 2013; 138: 253-9.
7. Dornquast C, Kroll LE, Neuhauser HK, Willich SN, Reinhold T, Busch MA: Regionale Unterschiede in der Prävalenz kardiovaskulärer Erkrankungen. Dtsch Arztebl Int 2016; 113: 704-11.
8. Kopetsch T, Maier W: Analyse des Zusammenhangs zwischen regionaler Deprivation und Inanspruchnahme – Ein Diskussionsbeitrag zur Ermittlung des Arztbedarfes in Deutschland. Gesundheitswesen 2018; 80: 27-33.
9. Plass D, Vos T, Hornberg C, Scheidt-Nave C, Zeeb H, Krämer A: Trends in disease Burden in Germany. Dtsch Arztebl Int 2014; 111: 629-38.
10. Murray CJ: Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years. Bull World Health Organ 1994; 72: 429-45.
11. Murray CJL, Ezzati M, Flaxman AD, et al.: GBD 2010: design, definitions, and metrics. The Lancet 2012; 380: 2063-6.
12. Murray CJ, Lopez AD: On the comparable quantification of health risks: lessons from the Global Burden of Disease Study. Epidemiology 1999; 10: 594-605.
13. Murray CJ, Lopez AD, World Health Organization: The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020: summary: World Health Organization; 1996.
14. Anand S, Hanson K: Disability-adjusted life years: a critical review. Journal of health economics 1997; 16: 685-702.
15. Salomon JA, Haagsma JA, Davis A, et al.: Disability weights for the Global Burden of Disease 2013 study. The Lancet Global health 2015; 3: e712-23.
16. Wengler A, Rommel A, Plaß D, et al.: Verlorene Lebensjahre durch Tod. Dtsch Arztebl International 2021; 118: 137-44.
17. Global Burden of Disease Study 2019: Cause List Mapped to ICD Codes <https://ghdx.healthdata.org/record/ihme-data/gbd-2019-cause-icd-code-mappings> (last accessed on 29.10.2021).
18. FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Todesursachenstatistik 2017: DOI: 10.21242/23211.2017.00.00.1.1.0.
19. Wengler A, Gruhl H, Plaß D, et al.: Redistributing ill-defined causes of death – a case study from the BURDEN 2020-project in Germany. Archives of Public Health 2021; 79: 33.
20. Roth GA, Abate D, Abate KH, et al.: 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. The Lancet 2018; 392: 1736-88.
21. Naghavi M, Makela S, Foreman K, O'Brien J, Pourmalek F, Lozano R: Algorithms for enhancing public health utility of national causes-of-death data. Population Health Metrics 2010; 8: 9.
22. Lozano R, Naghavi M, Foreman K, et al.: Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. The Lancet 2012; 380: 2095-128.
23. 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. The Lancet 2018; 392: 1789-858.

24. Murray CJL, Salomon JA, Mathers CD, Lopez AD, World Health O: Summary measures of population health : concepts, ethics, measurement and applications / edited by Christopher J. L. Murray ... [et al.]. Geneva: World Health Organization 2002.
25. IHME: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>.
26. Breitkreuz JW, Christine; Ayyad, Grit; Zahn, Thomas P.: Chronische Kopfschmerzen. In: Nordost GINGdA, (ed.)2018.
27. Porst M, Wengler A, Leddin J, et al.: Migräne und Spannungskopfschmerz in Deutschland. Prävalenz und Erkrankungsschwere im Rahmen der Krankheitslast-Studie BURDEN 2020. Journal of Health Monitoring 2020; 5.
28. von der Lippe E, Laura Krause, Michael Porst, et al.: Prävalenz von Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland. Ergebnisse der Krankheitslast-Studie BURDEN 2020. Journal of Health Monitoring 2021; 6.
29. Burstein R, Fleming T, Haagsma J, Salomon JA, Vos T, Murray CJ: Estimating distributions of health state severity for the global burden of disease study. Population health metrics 2015; 13: 31.
30. Angrist JD, Pischke J-S: Mostly harmless econometrics: Princeton university press; 2008.
31. Müller-Gronbach T, Novak E, Ritter K: Monte Carlo-Algorithmen. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2012.
32. Hilderink HBM, Plasmans MHD, Snijders BEP, Boshuizen HC, Poos MJCR, van Gool CH: Accounting for multimorbidity can affect the estimation of the Burden of Disease: a comparison of approaches. Arch Public Health 2016; 74: 37-.
33. Fuchs J, Busch M, Lange C, Scheidt-Nave C: Prevalence and patterns of morbidity among adults in Germany. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2012; 55: 576-86.
34. Gellert P, von Berenberg P, Zahn T, Neuwirth J, Kuhlmeier A, Dräger D: Multimorbidity profiles in German centenarians: a latent class analysis of health insurance data. Journal of aging and health 2019; 31: 580-94.
35. Van den Bussche H, Koller D, Kolonko T, et al.: Which chronic diseases and disease combinations are specific to multimorbidity in the elderly? Results of a claims data based cross-sectional study in Germany. BMC public health 2011; 11: 1-9.
36. Kroll LE, Schumann M, Hoebel J, Lampert T: Regionale Unterschiede in der Gesundheit – Entwicklung eines sozioökonomischen Deprivationsindex für Deutschland. Journal of Health Monitoring 2017; 2: 103--20.
37. Murray CJL, Aravkin AY, Zheng P, et al.: Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. The Lancet 2020; 396: 1223-49.
38. Breitkreuz J, Schüssel K, Brückner G, Schröder H: Krankheitslastbestimmung mit Prävalenzen und Schweregraden auf Routinedatenbasis. G+G Wissenschaft (GGW) 2021; 21: 24-34.
39. Breitkreuz J, Schüssel K, Brückner G, Schröder H: Methodik zur Bestimmung von Prävalenzen und Schweregraden mit Routinedaten im Projekt BURDEN 2020 - Falldefinitionen, Schweregrade, Prävalenzkonzept. Berlin: Wissenschaftliches Institut der AOK (WiDO). Verfügbar über <https://www.krankheitslage-deutschland.de/dokumente/methodendokumentation.pdf> 2021.
40. Rommel A, von der Lippe E, Plaß D, et al.: COVID-19-Krankheitslast in Deutschland im Jahr 2020. Dtsch Arztebl International 2021; 118: 145-51.
41. Porst M, von der Lippe E, Leddin J, et al.: Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen - Ergebnisse zu den disability-adjusted life years (DALY) aus der Studie BURDEN 2020. Deutsches Aerzteblatt International 2022; 119: 785-92.
42. Statistisches Bundesamt: Sterbetafeln 2016/2018, nach Bundesländern, Durchschnittliche Lebenserwartung (Periodensterbetafel) <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online> (last accessed on 04.05.2020).
43. Statistisches Bundesamt: Ergebnisse der Todesursachenstatistik für Deutschland - Ausführliche vierstellige ICD10-Klassifikation - 2017 <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Todesursachen/Publikationen/Downloads-Todesursachen/todesursachenstatistik-5232101177015.html> (last accessed on 02.11.2021).
44. van Kempen E, Casas M, Pershagen G, Foraster M: WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. International journal of environmental research and public health 2018; 15: 379.
45. Wengler A, Gruhl H, Plaß D, Leddin J, Rommel A, Lippe E: Redistributing ill-defined deaths in the German causes of death statistics. Archives of Public Health 2020.

46. Cornez A, Devleeschauwer B: Belgian national burden of disease study. Guidelines for the calculation of DALYs in Belgium. Brussels: sciensano 2020.
47. Luy M: Causes of Male Excess Mortality: Insights from Cloistered Populations. Population and Development Review 2003; 29: 647-76.
48. Rogers RG, Everett BG, Onge JMS, Krueger PM: Social, behavioral, and biological factors, and sex differences in mortality. Demography 2010; 47: 555-78.
49. Zack F, Kaden A, Riepenhausen S, Rentsch D, Kegler R, Büttner A: Fehler bei der Ausstellung der Todesbescheinigung. Rechtsmedizin 2017; 27: 516-27.
50. Gerste B, Drogan D, Günster C: Diagnosehäufigkeit und Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen. In: Klauber J, Günster C, Gerste B, Robra BP, Schmacke N, (eds.): Versorgungs-Report 2015/2016. Stuttgart: Schattauer 2016; p. 391-445.
51. Swart E, Deh U, Robra B-P: Die Nutzung der GKV-Daten für die kleinräumige Analyse und Steuerung der stationären Versorgung. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 2008; 51: 1183-92.
52. Wyper GM, Assuncao R, Fletcher E, et al.: The increasing significance of disease severity in a burden of disease framework. Scandinavian Journal of Public Health 2021: 1-5.
53. Nord E: Disability weights in the Global Burden of Disease 2010: unclear meaning and overstatement of international agreement. Health policy 2013; 111: 99-104.
54. Chen A, Jacobsen KH, Deshmukh AA, Cantor SB: The evolution of the disability-adjusted life year (DALY). Socio-Economic Planning Sciences 2015; 49: 10-5.
55. Salomon JA, Vos T, Hogan DR, et al.: Common values in assessing health outcomes from disease and injury: disability weights measurement study for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet (London, England) 2012; 380: 2129-43.
56. 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. Population Health Metrics 2015; 13: 10.
57. Gabrys L, Schmidt C, Heidemann C, et al.: Diabetes-Surveillance in Deutschland – Auswahl und Definition von Indikatoren. Journal of Health Monitoring 2018: 3--22.
58. Mauz E, Peitz D, Kersjes C, Hölling H, Thom J: Rahmenmodell und Kernindikatoren für eine Mental Health Surveillance in Deutschland. Gesundheitswesen 2021; 83: [278].
59. Peitz D, Kersjes C, Thom J, Hoelling H, Mauz E: Indicators for Public Mental Health: A Scoping Review. Frontiers in Public Health 2021; 9.
60. Messerle R, Schreyögg J: Sektorenübergreifende Versorgungssteuerung. In: Klauber J, Wasem J, Beivers A, Mostert C, (eds.): Krankenhaus-Report 2021: Versorgungsketten – Der Patient im Mittelpunkt. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2021; p. 185-201.
61. Sundmacher L SL, Schüttig W, Flemming R,, Frank-Tewaag J GI, Brechtel T Gutachten zur Weiterentwicklung der Bedarfsplanung iSd §§ 99 ff. SGB V zur Sicherung der vertragsärztlichen Versorgung. Berlin: G-BA. https://www.g-ba.de/downloads/39-261-3493/2018-09-20_Endbericht-Gutachten-Weiterentwicklung-Bedarfsplanung.pdf; 2018.
62. Röttger J, Spanger A, Eckhardt H, Achstetter K, Busse R: Ergebnisbericht der Machbarkeitsstudie zur Messung der Leistungsfähigkeit ("Health System Performance Assessment") des deutschen Gesundheitssystems. Berlin: TU Berlin. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Gesundheit/Berichte/HSPA-Abschlussbericht.pdf; 2018.
63. Gallay A, Rachas A, Gastaldi-Ménager C, et al.: The French national Global Burden of Disease (GBD) evaluation project. European Journal of Public Health 2020; 30.
64. Breikreuz J, Brückner G, Burgard JP, et al.: Schätzung kleinräumiger Krankheitshäufigkeiten für die deutsche Bevölkerung anhand von Routinedaten am Beispiel von Typ-2-Diabetes. AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv 2019; 13: 35-72.
65. Institut für Therapieforchung M: Repräsentativerhebung zum Gebrauch und Missbrauch psychoaktiver Substanzen bei Erwachsenen in Deutschland (Epidemiologischer Suchtsurvey 2018). GESIS Datenarchiv, Köln. ZA7751 Datenfile Version 1.0.0, <https://doi.org/10.4232/1.13723> 2021.
66. FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Statistik der Straßenverkehrsunfälle 2017: DOI: 10.21242/46241.2017.00.00.1.1.0. 2017.

67. Lange C, Jentsch F, Allen J, et al.: Data Resource Profile: German Health Update (GEDA)—the health interview survey for adults in Germany. *International Journal of Epidemiology* 2015; 44: 442-50.
68. Hoffmann R, Lange M, Butschalowsky H, et al.: Querschnitterhebung von KiGGS Welle 2 – Teilnehmendengewinnung, Response und Repräsentativität. Robert Koch-Institut, *Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung* 2018.
69. Vos T, Barber RM, Bell B, et al.: Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet* 2015; 386: 743-800.
70. Troeger C, Blacker B, Khalil IA, et al.: Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of lower respiratory infections in 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet infectious diseases* 2018; 18: 1191-210.
71. Zhang Y, Lazzarini PA, McPhail SM, van Netten JJ, Armstrong DG, Pacella RE: Global disability burdens of diabetes-related lower-extremity complications in 1990 and 2016. *Diabetes Care* 2020; 43: 964-74.
72. Haagsma JA, Graetz N, Bolliger I, et al.: The global burden of injury: incidence, mortality, disability-adjusted life years and time trends from the Global Burden of Disease study 2013. *Injury prevention* 2016; 22: 3-18.
73. Jacobi F, Mack S, Gerschler A, et al.: The design and methods of the mental health module in the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1-MH). *International journal of methods in psychiatric research* 2013; 22: 83-99.
74. World Health Organization: *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. 2018.
75. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME): *Relative Risiken und TMREL für Feinstaub PM2,5 aus GBD 2019 (MR-BRT) im csv-Format (persönliche Datenbereitstellung)*. 2020.
76. Bundesinstitut für Bau- S-uRB: *Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung (INKAR)*. Datenbank <https://www.inkar.de/> 21.01.2022).
77. Fricke U, Günther J, Zawinell A, Niepraschk-von Dollen K: Anatomisch-therapeutisch-chemische Klassifikation mit Tagesdosen für den deutschen Arzneimittelmarkt ATC-Index mit DDD-Angaben für den deutsche Arzneimittelmarkt <https://www.wido.de/publikationen-produkte/arsneimittel-klassifikation/> (last accessed on 01.02.2021).
78. Gerste B: Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen durch Patienten mit koronarer Herzkrankheit oder Herzinsuffizienz In: Günster C KJ, Schmacke N (Hrsg.) (ed.): *Versorgungs-Report 2011*. Stuttgart: Schattauer Verlag 2011; p. 103–27.
79. WIdO: *Gesundheitsatlas Deutschland - Diabetes mellitus Typ 2: Verbreitung in der Bevölkerung Deutschlands und seinen Regionen. Ursachen, Folgen und Präventionsmöglichkeiten. Abschnitt 3.5.2.2. Falldefinition AOK-Patienten mit Typ 2-Diabetes.* Seiten 92-94 https://www.wido.de/fileadmin/Dateien/Dokumente/Publikationen_Produkte/Buchreihen/Gesundheitsatlas/wido_int_gesundheitsatlas_deutschland_1119.pdf (last accessed on 30.7.2021).
80. Schulz A DG: Aktueller und zukünftiger Krankenbestand von Demenz in Deutschland auf Basis der Routinedaten der AOK. In: Günster C KJ, Schmacke N (Hrsg.) (ed.): *Versorgungs-Report 2012*. Stuttgart: Schattauer Verlag 2012; p. 161-75.
81. WIdO: *Gesundheitsatlas Deutschland - COPD: Verbreitung in der Bevölkerung Deutschlands und seiner Regionen. Ursachen, Folgen und Präventionsmöglichkeiten. Abschnitt 4.5.2.2. Falldefinition für AOK-Patienten mit COPD.* Seiten 97-98 https://www.wido.de/fileadmin/Dateien/Dokumente/Publikationen_Produkte/Buchreihen/Gesundheitsatlas/wido_int_gesundheitsatlas_copd_Deutschland_0521.pdf (last accessed on 4.8.2021).
82. Kreienbrock L PI, Ahrens W *Vergleiche von Erkrankungshäufigkeit bei aggregierten Daten*. In: Kreienbrock L PI, Ahrens W (Hrsg) (ed.): *Epidemiologische Methoden*. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum 2012; p. 32-9.
83. Wagner C: Die Population unter Risiko bei Prävalenz- und Inzidenzschätzungen – Nennerkonzepte. In: Swart E IP, Gothe H, Matusiewicz D (Hrsg.) (ed.): *Routinedaten im Gesundheitswesen – Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven*. Bern: Verlag Hans Huber 2014; p. 376-88.
84. Hoffmann F, Icks A: Diabetes 'Epidemic' in Germany? A Critical Look at Health Insurance Data Sources. *Experimental and clinical endocrinology & diabetes* 2012; 120: 410-5.
85. Hoffmann F, Koller D: *Verschiedene regionen, verschiedene Versichertenpopulationen? Soziodemografische und gesundheitsbezogene Unterschiede zwischen Krankenkassen*. *Das Gesundheitswesen* 2017; 79: e1-e9.

86. Huber J, Lampert T, Mielck A: Unterschiede bei Gesundheitsrisiken, Morbidität und gesundheitlicher Versorgung zwischen Kindern GKV-bzw. PKV-versicherter Eltern: Ergebnisse aus dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). *Das Gesundheitswesen* 2012; 74: 627-38.
87. Kriwy P, Mielck A: Versicherte der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) und der privaten Krankenversicherung (PKV): Unterschiede in Morbidität und Gesundheitsverhalten. *Das Gesundheitswesen* 2006; 68: 281-8.
88. Washington State Department of Health: Guidelines for Using Confidence Intervals for Public Health <https://www.doh.wa.gov/Portals/1/Documents/1500/ConfIntGuide.pdf> (last accessed on 26.11.2021).
89. Goffrier B, Schulz M, Bätzing-Feigenbaum J: Administrative Prävalenzen und Inzidenzen des Diabetes mellitus von 2009 bis 2015. *Versorgungsatlas 17/03*. Berlin Zi; 2017.
90. Koch-Institut ND-SaR: Diabetes in Deutschland – Bericht der Nationalen Diabetes-Surveillance https://diabsurv.rki.de/SharedDocs/downloads/DE/DiabSurv/diabetesbericht2019.pdf?__blob=publicationFile&v=12#download=1 (last accessed on 30.07.2021).
91. James SLA: 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 - Appendix. *The Lancet* 2018; 392: 1789-858.
92. Robert Koch-Institut (Hrsg) und die Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (Hrsg.): *Krebs in Deutschland 2015/2016*. Berlin: RKI und GEKID 2019.
93. Vos T, Abajobir AA, Abate KH, et al.: Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet* 2017; 390: 1211-59.
94. Wyper GMA, Grant I, Fletcher E, McCartney G, Stockton DL: The impact of worldwide, national and sub-national severity distributions in Burden of Disease studies: A case study of cancers in Scotland. *PLOS ONE* 2019; 14: e0221026.
95. Schmich PL, J.; Zeisler, M.-L.; Müller, A.; Allen, J.; Wetzstein, M.: Ad-hoc-Studien im Robert Koch-Institut. *Journal of Health Monitoring* 2018; 3: 75-86.
96. ADM: Forschungsprojekt Dual-Frame-Ansätze – Forschungsbericht, Technischer Bericht. In: e.V. ADM-uS, (ed.). Frankfurt 2012.
97. Berger K: Volkskrankheit Kopfschmerzen. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2014; 57: 913-8.
98. Andrée C, Vaillant M, Barre J, et al.: Development and validation of the EUROLIGHT questionnaire to evaluate the burden of primary headache disorders in Europe. *Cephalalgia* 2010; 30: 1082-100.
99. Steiner TJ, Gururaj G, Andrée C, et al.: Diagnosis, prevalence estimation and burden measurement in population surveys of headache: presenting the HARSHIP questionnaire. *The Journal of Headache and Pain* 2014; 15: 3.
100. Ellert U, Wirz J, Ziese T: Telefonischer Gesundheitssurvey des RKI (2. Welle)–Deskriptiver Ergebnisbericht. 2006.
101. Yoon M, Obermann M, Fritsche G, et al.: Population-based validation of a German-language self-administered headache questionnaire. *Cephalalgia* 2008; 28: 605-8.
102. Fritsche G, Hueppe M, Kukava M, et al.: Validation of a German language questionnaire for screening for migraine, tension-type headache, and trigeminal autonomic cephalgias. *Headache: The Journal of Head and Face Pain* 2007; 47: 546-51.
103. Elena von der Lippe, Laura Krause, Michael Porst, et al.: Prävalenz von Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland. Ergebnisse der Krankheitslast-Studie BURDEN 2020. *Journal of Health Monitoring* 2021; 6.
104. American Association For Public Opinion Research: Standard Definitions: Final Dispositions of Case Codes and Outcome Rates for Surveys. Washington, DC: AAPOR; 2016.
105. Wengler A, Rommel A, Plaß D, et al.: ICD-Codierung von Todesursachen: Herausforderungen bei der Berechnung der Krankheitslast in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2019; 62: 1485–92.
106. Porst M, Wengler A, Leddin J, et al.: Migraine and tension-type headache in Germany. Prevalence and disease severity from the BURDEN 2020 Burden of Disease Study. *Journal of Health Monitoring* 2020: 1–24.

107. Carsey TM, Harden JJ: Monte Carlo Simulation and Resampling Methods for Social Science: SAGE Publications; 2013.
108. Limpert E, Stahel WA, Abbt M: Log-normal distributions across the sciences: keys and clues. *BioScience* 2001; 51: 341-52.
109. Angrist JD, Pischke J-S: Mastering'metrics: The path from cause to effect: Princeton university press; 2014.
110. Hilderink HB, Plasmans MH, Snijders BE, Boshuizen HC, Poos MR, van Gool CH: Accounting for multimorbidity can affect the estimation of the Burden of Disease: a comparison of approaches. *Archives of Public Health* 2016; 74: 1-16.
111. Fuchs J, Busch M, Lange C, Scheidt-Nave C: Prevalence and patterns of morbidity among adults in Germany. 2012.
112. Nicholson K, Makovski TT, Griffith LE, Raina P, Stranges S, van den Akker M: Multimorbidity and comorbidity revisited: refining the concepts for international health research. *Journal of clinical epidemiology* 2019; 105: 142-6.
113. Catala-Lopez F, Alonso-Arroyo A, Page MJ, Hutton B, Tabares-Seisdedos R, Aleixandre-Benavent R: Mapping of global scientific research in comorbidity and multimorbidity: A cross-sectional analysis. *PloS one* 2018; 13: e0189091.
114. Zucchelli E, Jones AM, Rice N: The evaluation of health policies through microsimulation methods. *Health, Econometrics and Data Group (HEDG) Working Papers* 2010; 10: 2.
115. Murray, Ezzati M, Lopez A, Rodgers A, Vander Hoorn S: Comparative quantification of health risks: Conceptual framework and methodological issues. *Population Health Metrics* 2003; 1: 1.
116. Stanaway JD, Afshin A, Gakidou E, et al.: Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet (London, England)* 2018; 392: 1923-94.
117. Rommel A, von der Lippe E, Plaß D, et al.: BURDEN 2020—Burden of disease in Germany at the national and regional level. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2018; 61: 1159-66.
118. Tobollik M, Plaß D, Steckling N, Zeeb H, Wintermeyer D, Hornberg C: Das Konzept der umweltbedingten Krankheitslast. *Gesundheitswesen* 2018; 80: 154-9.
119. Angerer J, Ewers U, Wilhelm M: Human biomonitoring: State of the art. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 2007; 210: 201-28.
120. Tobollik M, Plaß D, Steckling N, et al.: Umweltbedingte Krankheitslasten in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2018; 61: 747-56.
121. Gruhl H, Tobollik M, Wengler A, et al.: Schätzung der umweltbedingten Krankheitslast im Rahmen des Projektes BURDEN 2020 – Projekthintergrund und methodisches Vorgehen. *UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst* 2019: 37-50.
122. Kim KH, Kabir E, Kabir S: A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environ Int* 2015; 74: 136-43.
123. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME): Risikofaktor Feinstaub, Blei und Temperatur: Daten zur attributablen Krankheitslast für Deutschland aus GBD 2019. IHME GBD Result Tool: <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool?params=gbd-api-2019-permalink/1e401b2e68b10af0a1aa794f139de955>. In: IHME, (ed.). IHME Result Tool2021.
124. Tobollik M, Kienzler S, Schuster C, Wintermeyer D, Plaß D: Burden of disease due to ambient particulate matter in Germany – explaining the difference. *Population Health Metrics* eingereicht.
125. Turner MC, Krewski D, Diver WR, et al.: Ambient Air Pollution and Cancer Mortality in the Cancer Prevention Study II. *Environ Health Perspect* 2017; 125: 087013.
126. Brauer M: Persönliche Kommunikation: Bestätigung, dass die RR für Morbidität und RR für Mortalität für Feinstaub (PM_{2,5}) sich nicht signifikant unterscheiden. In: Plass D, (ed.)2019.
127. van Kamp I, Kempen EEMMv, Simon SN, Baliatsas C: Review of evidence relating to environmental noise exposure and annoyance, sleep disturbance, cardio-vascular and metabolic health outcomes in the context of ICGB(N). *RIVM Report* 2019-0088. 2019.

128. European Commission: Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. Official Journal of the European Communities 2002: 12-25.
129. Europäische Kommission, Generaldirektion Umwelt: Delegierte Richtlinie (EU) 2021/1226 der Kommission vom 21. Dezember 2020 zur Änderung des Anhangs II der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich gemeinsamer Methoden zur Lärmbewertung zwecks Anpassung an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt (Text von Bedeutung für den EWR) 2020.
130. Tobollik, Hintzsche, Wothge J, Myck T, Plass D: Burden of Disease Due to Traffic Noise in Germany. International Journal of Environmental Research and Public Health 2019; 16: 2304.
131. Robert Koch-Institut (RKI): BURDEN 2020 - Studie zur Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen <https://www.daly.rki.de/> (last accessed on 03.05.2022).
132. Abbas S, Ihle P: Bestimmung von Behandlungs- und Erkrankungsperioden in Routinedaten. In: Swart E, Ihle P, Gothe H, Matusiewicz D, (eds.): Routinedaten im Gesundheitswesen – Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven. Bern: Huber 2014; p. 369-75.
133. Schubert I, Ihle P, Köster I: Interne Validierung von Diagnosen in GKV-Routinedaten: Konzeption mit Beispielen und Falldefinition. Das Gesundheitswesen 2010; 72: 316-22.
134. Schubert I, Köster I: Krankheitsereignis: Operationalisierung und Falldefinition. In: Swart E, Ihle P, Gothe H, Matusiewicz D, (eds.): Routinedaten im Gesundheitswesen – Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven. Bern: Huber 2014; p. 358-68.
135. Glaeske G, Rebscher H, Willich S: Versorgungsforschung: Auf gesetzlicher Grundlage systematisch ausbauen. Deutsches Aerzteblatt 2010; 107: 1295-7.
136. Ohlmeier C, Frick J, Prütz F, et al.: Nutzungsmöglichkeiten von Routinedaten der Gesetzlichen Krankenversicherung in der Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 2014; 57: 464-72.
137. Flegal AR, Smith DR: Lead levels in preindustrial humans. N Engl J Med 1992; 326: 1293-4.
138. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes: Aktualisierung der Referenzwerte für Blei im Blut von Erwachsenen. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2019; 62: 1280-4.

11. Anhang

- 11.1 Arbeitspakete im Projekt BURDEN 2020
- 11.2 Datenaufbereitung und Datenquellen
- 11.3 Berechnung YLD und DALY
- 11.4 Auswahl der Erkrankungen für YLD und DALY
- 11.5 Methodik – Krankheiten und Schweregrade basierend auf Krankenkassenabrechnungsdaten
- 11.6 Projektergebnisse WiDO
- 11.7 Add-On-Survey zu Schmerzerkrankungen
- 11.8 Straßenverkehrsunfälle
- 11.9 Datenaufbereitung und Unsicherheitskonzept
- 11.10 Adjustierung um Multimorbidität (MUMO-Adjustierung)
- 11.11 Risikoattribution
- 11.12 Weitere Ergebnisse

12. Anlagen

- 12.1 Krankenkassenabrechnungsdaten: Ergebnisse und Methoden
- 12.2 Ergebnisse BURDEN 2020
- 12.3 Podcastbeiträge
- 12.4 Spotlights COST
- 12.5 Fragebogen Add-on Survey

Anhänge:

11.1. Arbeitspakete im Projekt BURDEN 2020

Tabelle 5 *Arbeitspakete des Projekts BURDEN 2020 (laut Antrag)*

Arbeitspakete		Bezeichnung
AP 1	Vorbereitung & Begleitung	AP 1.1 Rekrutierung des Beirats
		AP 1.2 Delphi: Erkrankungen, Risikofaktoren & Raumtiefe
		AP 1.3 Beiratssitzungen: Vorbereitung & Durchführung
AP 2	Mortalität	AP 2.1 Zuordnung von nichtinformativen ICD-10-Codes
		AP 2.2 Schätzung der altersspezifischen Mortalität
AP 3	Morbidität	AP 3.1 Definition Prävalenzen in Abrechnungsdaten
		AP 3.2 Recherche Komorbiditäten
		AP 3.3 Entwicklung von Skripten
		AP 3.4 Schätzung von Prävalenzen aus Abrechnungsdaten
		AP 3.5 Hochrechnung Abrechnungsdaten auf Bevölkerung
		AP 3.6 Berücksichtigung nichtdiagnostizierter Prävalenz
AP 4	Risikofaktoren	AP 4.1 Schätzung verhaltensbezogener Risiken
		AP 4.2 Schätzung umweltbedingter Risiken
AP 5	Add-On-Survey	AP 5 Konzeption, Durchführung, Auswertung
AP 6	Synthese	AP 6.1 Berechnung von Indikatoren der Krankheitslast
		AP 6.2 Berücksichtigung von Komorbidität
		AP 6.3 Attribution von Risiken zu Krankheiten
		AP 6.4 Auswertungen: Krankheitslast & sozioökonomische Deprivation
AP 7	Verwertung & Berichte	AP 7.1 Gesundheitsberichterstattung; Integration in IS-GBE
		AP 7.2 Zwischenberichte

Methodik

11.2. Datenaufbereitung und Datenquellen

Tabelle 6 gibt eine Übersicht zu den verwendeten Datenquellen nach Indikator und Bestandteil. Dabei war es im Rahmen dieser Krankheitslaststudie stets das Leitmotiv eine adäquate Datenbasis zur Bestimmung von Todesfällen, Prävalenzen/Inzidenzen, Schweregradverteilungen und disability weights in die Gesamtrechnung einzubeziehen. Dies führte zu einer hohen Anzahl an unterschiedlichen Datengrundlagen, die jede für sich mit spezifischen Limitationen behaftet ist. Auf eine Vielzahl dieser konnte durch geeignete Verfahren und Methoden eingegangen werden. Es kam jedoch bspw. zum Ausschluss einer Erkrankung, den Stürzen, aufgrund einer fehlenden adäquaten Datenbasis. Ein Mehrwert des Projekts BURDEN 2020 ist die Verschränkung und Zusammenführung verfügbarer Datengrundlagen, worunter nicht nur Primärdaten, sondern auch Sekundärdaten diverser Institute bzw. Datenhalter zählen. Neben Befragungsdaten des RKI, fanden Abrechnungsdaten der AOK-Versicherten, die Todesursachenstatistik, die Straßenverkehrsunfallstatistik sowie Ergebnisse zur Konzentration von Feinstaub und Verkehrslärm Berücksichtigung. Bei der Erfüllung des Leitmotives war es allerdings nicht immer möglich das Berichtsjahr 2017 einzuhalten.

Die Heterogenität an Datenquellen erfordert gleichermaßen die Etablierung einer Dateninfrastruktur. Jede dieser Datenquellen erforderte eine spezifische Aufbereitung und Analyse. Somit war es wichtig bei der Weiterverarbeitung der Ergebnismengen einen hohen Grad an Harmonisierung zu gewährleisten. Dies ging mit der Etablierung eines Managementsystems aus Vorlagen zu Datenabfragen und die Verknüpfung der Ergebnismengen über Schlüsseltabellen einher. Somit konnte auch ein hoher Grad an

Harmonisierung in der Datenhaltung gewährleisten werden, was letztlich die Zuordnung der beiden Kernindikatoren YLL und YLD zu DALY automatisiert möglich machte.

Die folgende Übersichtstabelle fasst die verwendeten Datenquellen je Themenbereich und Erkrankung zusammen:

Tabelle 6 Übersicht Datenquellen

Indikator	Kontext	Datenquelle (Jahr)
YLD		
Prävalenz	Untere Atemwegsinfektionen, Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs, Brustkrebs, Prostatakrebs, Kolon- und Rektumkrebs, Koronare Herzkrankheit, Ischämischer Schlaganfall, Intrazerebrale Blutung, Subarachnoidalblutung, Hypertensive Herzkrankheit, Chronische obstruktive Lungenerkrankung, Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen, Majore Depression, Dysthymie, Angststörungen, Diabetes mellitus Typ 1, Diabetes mellitus Typ 2	AOK Abrechnungsdaten (2017) [38, 39, 64]
	Migräne, Spannungskopfschmerz, Unterer Rückenschmerz, Nackenschmerz	Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen, RKI (2019/2020) [27, 28]
	Alkoholbezogene Störungen	Epidemiologischer Suchtsurvey (2018) [65]
	Straßenverkehrsunfälle	Statistik der Straßenverkehrsunfälle (2017) und RKI-Befragungsdaten (2010, 2014-2017) [66-68]
Severity distribution	Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs, Brustkrebs, Prostatakrebs, Kolon- und Rektumkrebs, Koronare Herzkrankheit (Myokardinfarkt, Herzinsuffizienz), Hypertensive Herzkrankheit, Majore Depression, Diabetes mellitus Typ 1, Diabetes mellitus Typ 2	AOK Abrechnungsdaten (2017) [38, 39]
	Untere Atemwegsinfektionen, Koronare Herzkrankheit (Angina Pectoris), Ischämischer Schlaganfall, Intrazerebrale Blutung, Subarachnoidalblutung, Chronische obstruktive Lungenerkrankung, Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen, Alkoholbezogene Störungen, Dysthymie, Angststörungen, Straßenverkehrsunfälle	GBD (2013, 2017) [23, 29, 69, 70]
	Migräne, Spannungskopfschmerz, Unterer Rückenschmerz, Nackenschmerz	Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen, RKI (2019/2020) [27, 28]
Disability weight	Für alle Ursachen	GBD (2017) [23, 71, 72]
Dauer	Untere Atemwegsinfektionen	GBD (2017) [23, 70]
	Majore Depression	RKI-Untersuchungsdaten (DEGS1-MH) [73]
	Unterer Rückenschmerz, Nackenschmerz	Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen, RKI (2019/2020) [27, 28]
YLL		
Sterbefallzahl	Alle Todesursachen	Todesursachenstatistik 2017 [18]
Restlebenserwartung		Sterbetafel 2016/2018, nach Bundesländern, Geschlecht und Alter [42]
Risikoattribution		

Prävalenzen/ Expositions- daten	Alkohol, Rauchen	RKI Survey Daten
	Verkehrslärm, Feinstaub	UBA intern
Expositions- Wirkungszusa mmenhang	Verkehrslärm Feinstaub	[44, 74, 75]
Weitere Datenquellen		
	Bevölkerungszahlen Deutschland	Destatis
	Altersstandardisierung	Europäische Standardbevölkerung

Quelle: BURDEN 2020, eigene Darstellung

Wie bereits im Kapitel 5 erläutert, ist die BURDEN-Nomenklatur hierarchisch aufgebaut. Bei der Datenstrukturierung wurde jeder Krankheitslastursache, egal welcher Ebene innerhalb der Krankheitslasthierarchie, eine eindeutige Identifikationsnummer zugewiesen. Das sogenannte Datenlinkage zwischen der BURDEN 2020-Logik und den aus den Datenquellen gewonnenen Ergebnismengen erfolgte über ICD-10 Kodierungen (Todesursachenstatistik, WIdO), Falldefinitionen (Add-on Survey, GEDA) oder anderen direkt zuordenbaren Eigenschaften, wie bspw. der detaillierten Erhebung der *Art der Verkehrsbeteiligung* in der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik.

Die strukturelle Regionalisierung der Daten erfolgte mittels Referenztabellen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung [76], über Bundesländer bis hinunter auf Raumordnungsregionsebene. Alle verwendeten Datenquellen erfüllten diesbezüglich eine entsprechende regionale Detailgradtiefe. Zur Berechnung bevölkerungsbezogener Anteile und Altersstandardisierungen wurde auf Bevölkerungstabellen des Statistischen Bundesamtes sowie der europäischen Standardbevölkerung zurückgegriffen.

Neben Standard-Office-Anwendungen kamen für spezielle kapazitätsaufwendige Rechnungen RKI eigene, auf Linux-Servern basierende Rechnerverbundsysteme, sogenanntes High-Performance-Computing, zum Einsatz. Folgende Software wurde für statistische Analysen eingesetzt: SAS 9.4, STATA 17, R, MS Excel 2019, MS SQL Server.

11.3. Berechnung YLD und DALY

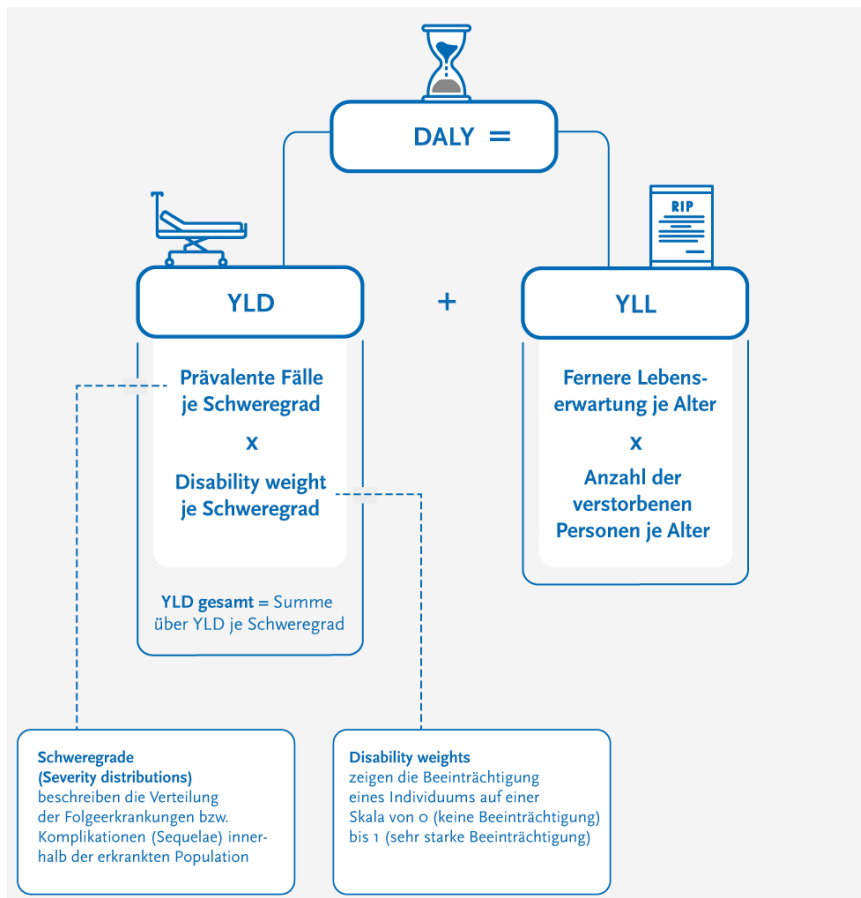
Die *Morbiditätskomponente* wird je Ursache des Verlusts gesunder Lebensjahre (c) über die Summe der Schweregrad-spezifischen (j) prävalenten Fälle p , welche auf Basis der (Punkt-) Prävalenzen geschätzt wurden, (nach Altersgruppe [a], Geschlecht [s] und Region [r]) multipliziert mit dem Schweregrad-spezifischen *disability weight* (dw) berechnet. Letzteres entspricht einem Gewichtungsfaktor, der die Schwere des Gesundheitszustandes widerspiegelt und zwischen 0 (keine Einschränkung) und 1 (Tod) variiert [15].

$$[2] YLD_{a,s,r,c} = \sum_{j=1}^k p_{a,s,r,c,j} * dw_{c,j}$$

wobei k je nach Ursache (c) zwischen eins und acht liegen kann und der Anzahl an Schweregraden je Erkrankung entspricht. Bei den im Pilotprojekt ausgewählten Erkrankungen lag die Maximalanzahl an Schweregraden bei acht.

Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der Erkrankungen zueinander zu gewährleisten, werden sowohl die 1-Jahres-Prävalenzen als auch die Inzidenzen anhand der durchschnittlichen Dauer der jeweiligen Erkrankung umgerechnet. Denn die Dauer spielt bei Erkrankungen, wie Migräne oder Spannungskopfschmerz, eine Rolle, die innerhalb eines Jahres nur in vereinzelt, kurzzeitigen Episoden auftreten [27]. Bei chronischen Erkrankungen wie dem Typ-2-Diabetes stellt die 12-Monats-Prävalenz die Punktprävalenz dar (Dauer = 1 Jahr).

Abbildung 23 Berechnung der YLD (years lived with disability), YLL (years of life lost) und DALY (disability-adjusted life years)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Darstellung

Zur Berechnung der Bestandteile der YLD wurden unterschiedliche Datenquellen herangezogen (s. Tabelle 6 im Anhang Abschnitt 11.2). Dabei dienten für zahlreiche Erkrankungen die Abrechnungsdaten der mehr als 27 Millionen AOK-Versicherten als Grundlage für Prävalenz-, Inzidenzzahlen sowie Schweregradverteilungen [38].¹¹ Die erkrankten Personen werden in den AOK-Abrechnungsdaten unter Verwendung spezifischer Falldefinitionen auf Basis ärztlich dokumentierter Diagnosen (ICD-10-GM) aus der ambulanten und stationären Versorgung erfasst (s. Anhang 11.5.1). Hinzu kommen ambulante Leistungsziffern nach dem Einheitlichen Bewertungsmaßstab (EBM), Operationen nach dem Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) sowie Arzneimittelverordnungen nach der Anatomisch-therapeutisch-chemischen Klassifikation (ATC) [39, 77]. Die Falldefinitionen wurden auf den Krankenkassenabrechnungsdaten der AOK-Versicherten unter Berücksichtigung eines spezifischen Zähler-Nenner-Konzepts angewendet. Dieses Konzept berücksichtigt die Dynamik der offenen Kohorte der Versichertenpopulation mit permanenten Zu- und Abgängen aufgrund von Geburten, Todesfällen, Ein- und Austritten aus der Versicherung sowie regionalen Veränderungen aufgrund von unterjährigen Umzügen (s. Anhang 11.5.2). Für die Bestimmung der Prävalenzen und Raten in der gesamten Bevölkerung findet ein alters-, geschlechts- und morbiditätsadjustierendes Hochrechnungsverfahren Anwendung, das eine regionale Differenzierung der Ergebnisse auf Ebene der Raumordnungsregionen beinhaltet [64] (s. Anhang 11.5.3). Die Schweregrade werden nach Altersgruppen und Geschlecht ohne regionale Differenzierung auf die Bevölkerung extrapoliert.

¹¹ Die methodische Vorgehensweise zur Ermittlung der benötigten Kennzahlen auf Basis der Krankenkassenroutinedaten ist im Anhang 0 beschrieben sowie online verfügbar unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de/dokumente/methodendokumentation.pdf>.

Die Maßeinheit für YLL und YLD sind jeweils verlorene (gesunde) Lebensjahre, wodurch beide Dimensionen in den DALY vereint werden können. Wichtig für das Verständnis des Begriffs *disability* im Kontext von *Burden of Disease* (BoD)-Studien ist, dass er nicht äquivalent mit der deutschen Übersetzung (*Behinderung*) und der damit verbundenen Konnotation der körperlichen oder geistigen Behinderung gesehen werden darf, sondern als jegliche quantifizierbare (prozentuale) Abweichung vom optimalen Gesundheitszustand verstanden wird.

Tabelle 7 Gesundheitszustände bei den in BURDEN 2020 betrachteten Krankheitslastursachen

Krankheitslastursache (Ebene 3)	Krankheitslastursache (Ebene 4/5)	Gesundheitszustand (Ebene 6, resp. Folgeerkrankungen)
Koronare Herzkrankheit	Myokardinfarkt	Akuter Myokardinfarkt (3 bis 28 Tage) Akuter Myokardinfarkt (ersten 2 Tage)
	Angina Pectoris	Asymptomatische Angina infolge koronarer Herzkrankheit Milde Angina infolge koronarer Herzkrankheit Moderate Angina infolge koronarer Herzkrankheit Schwere Angina infolge koronarer Herzkrankheit
	Herzinsuffizienz	Milde Herzinsuffizienz infolge koronarer Herzkrankheit Moderate Herzinsuffizienz infolge koronarer Herzkrankheit Schwere Herzinsuffizienz infolge koronarer Herzkrankheit
Hypertensive Herzkrankheit	Hypertensive Herzkrankheit	Milde Herzinsuffizienz infolge hypertensiver Herzkrankheit Moderate Herzinsuffizienz infolge hypertensiver Herzkrankheit Schwere Herzinsuffizienz infolge hypertensiver Herzkrankheit
Schlaganfall	Intrazerebraler Schlaganfall	Asymptomatisch Schweregrad 1 Schweregrad 2 Schweregrad 3 Schweregrad 4 Schweregrad 5
	Ischämischer Schlaganfall	Asymptomatisch Schweregrad 1 Schweregrad 2 Schweregrad 3 Schweregrad 4 Schweregrad 5
	Subarachnoidalblutung	Asymptomatisch Schweregrad 1 Schweregrad 2 Schweregrad 3 Schweregrad 4 Schweregrad 5
Diabetes mellitus	Diabetes mellitus Typ 1	Unkomplizierter Diabetes mellitus Diabetische Neuropathie ohne diabetischen Fuß oder Amputation Diabetische Neuropathie mit diabetischem Fuß Diabetische Neuropathie mit Amputation Moderate Sehbeeinträchtigung infolge der diabetischen Retinopathie Schwere Sehbeeinträchtigung infolge der diabetischen Retinopathie Erblindung infolge der diabetischen Retinopathie
	Diabetes mellitus Typ 2	Unkomplizierter Diabetes mellitus Diabetische Neuropathie ohne diabetischen Fuß oder Amputation Diabetische Neuropathie mit diabetischem Fuß Diabetische Neuropathie mit Amputation

Krankheitslastursache (Ebene 3)	Krankheitslastursache (Ebene 4/5)	Gesundheitszustand (Ebene 6, resp. Folgeerkrankungen)
		Moderate Sehbeeinträchtigung infolge der diabetischen Retinopathie Schwere Sehbeeinträchtigung infolge der diabetischen Retinopathie Erblindung infolge der diabetischen Retinopathie
Unterer Rückenschmerz	Unterer Rückenschmerz mit Ausstrahlung ins Bein	Asymptomatisch Mild Moderat Schwer Sehr schwer
	Unterer Rückenschmerz ohne Ausstrahlung ins Bein	Asymptomatisch Mild Moderat Schwer Sehr schwer
Nackenschmerz	Nackenschmerz	Asymptomatisch Mild Moderat Schwer Sehr schwer
Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	Diagnostische Phase und Primärtherapie Kontrollierte Phase Metastasierende Phase Terminale Phase
Brustkrebs	Brustkrebs	Diagnostische Phase und Primärtherapie Kontrollierte Phase mit Mastektomie Kontrollierte Phase ohne Mastektomie Metastasierende Phase Terminale Phase
Prostatakrebs	Prostatakrebs	Diagnostische Phase und Primärtherapie Kontrollierte Phase mit Impotenz Kontrollierte Phase mit Inkontinenz Kontrollierte Phase mit Impotenz und Inkontinenz Kontrollierte Phase ohne Impotenz oder Inkontinenz Metastasierende Phase Terminale Phase
Kolon- und Rektumkrebs	Kolon- und Rektumkrebs	Diagnostische Phase und Primärtherapie Kontrollierte Phase mit Stoma Kontrollierte Phase ohne Stoma Metastasierende Phase Terminale Phase
Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	Mild Moderat Schwer
Kopfschmerzzerkrankungen	Migräne (komplette Kriterien)	Anteil des Jahres mit Symptomen
	Wahrscheinliche Migräne	Anteil des Jahres mit Symptomen
	Medikamentenübergebrauchskopfschmerz infolge von Migräne	Anteil des Jahres mit Symptomen
	Spannungskopfschmerz	Anteil des Jahres mit Symptomen
	Medikamentenübergebrauchskopfschmerz infolge von Spannungskopfschmerz	Anteil des Jahres mit Symptomen
Depressive Störungen	Majore Depression	Asymptomatisch Mild Moderat Schwer
	Dysthymie	Anteil des Jahres mit Symptomen

Krankheitslastursache (Ebene 3)	Krankheitslastursache (Ebene 4/5)	Gesundheitszustand (Ebene 6, resp. Folgeerkrankungen)
Angststörungen	Angststörungen	Asymptomatisch Mild Moderat Schwer
Alkoholbezogene Störungen	Alkoholbezogene Störungen	Asymptomatisch Sehr mild Mild Moderat Schwer
Chronisch obstruktive Lungenerkrankung	Chronisch obstruktive Lungenerkrankung	Asymptomatisch Mild Moderat Schwer
Straßenverkehrsunfälle	Straßenverkehrsunfall, Fußgänger	Amputationen Verbrennungen Brüche Kopfverletzungen Verletzungen der Wirbelsäule Leichte Verletzungen Andere Verletzungen
	Straßenverkehrsunfall, Radfahrer	Amputationen Verbrennungen Brüche Kopfverletzungen Verletzungen der Wirbelsäule Leichte Verletzungen Andere Verletzungen
	Straßenverkehrsunfall, Motorradfahrer	Amputationen Verbrennungen Brüche Kopfverletzungen Verletzungen der Wirbelsäule Leichte Verletzungen Andere Verletzungen
	Straßenverkehrsunfall, Kraftfahrzeuginsasse	Amputationen Verbrennungen Brüche Kopfverletzungen Verletzungen der Wirbelsäule Leichte Verletzungen Andere Verletzungen
	Anderer Straßenverkehrsunfall	Amputationen Verbrennungen Brüche Kopfverletzungen Verletzungen der Wirbelsäule Leichte Verletzungen Andere Verletzungen
Andere Verkehrsunfälle	Andere Verkehrsunfälle	Amputationen Verbrennungen Brüche Kopfverletzungen Verletzungen der Wirbelsäule Leichte Verletzungen Andere Verletzungen
Untere Atemwegsinfektionen	Untere Atemwegsinfektionen	Moderat Schwer

Quelle: GBD [23]

11.4. Auswahl der Erkrankungen für YLD und DALY

Tabelle 8 Ausgewählte Erkrankungen zur Berechnung der years lived with disability; gelistet nach Anteil an allen DALY im Jahr 2017

Ranking	Ursache (Ebene 3)	Anteil and DALY gesamt für Deutschland ¹ (in %)
1	Koronare Herzkrankheit	9,3
2	Unterer Rückenschmerz	6,6
3	Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	4
4	Schlaganfall	4
5	Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD)	3,9
6	Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	3,6
7	Diabetes mellitus	2,9
8	Kopfschmerzen	2,7
9	Nackenschmerz	2,3
10	Depressive Störungen	2,2
11	Kolon- und Rektumkrebs	2,1
12	Angststörungen	1,9
13	Brustkrebs	1,7
14	Alkoholbezogene Störungen	1,3
15	Straßenverkehrsunfälle ²	1,3
16	Untere Atemwegsinfektionen	1,2
17	Prostatakrebs	1
18	Hypertensive Herzkrankheit	1
	Gesamt	53

¹Die Ergebnisse schwanken aufgrund methodischer Anpassungen im Rahmen der GBD-Studie und werden auch für frühere Jahrgänge mit jeder Welle neu berechnet; die hier berichteten exakten Werte (GBD-Studie 2018) sind daher in den Informationssystemen der GBD-Studie nicht mehr auffindbar.

²Aus der Berechnung der Straßenverkehrsunfälle ergab sich hier noch die Gruppe der *anderen Verkehrsunfälle*, die hier nicht explizit aufgelistet wird. Hierzu zählen beispielsweise Straßenverkehrsunfälle durch landwirtschaftliche Zugmaschinen, Lastkraftwagen mit Spezialaufbau, Tankkraftwagen, Silofahrzeuge, Viehtransportwagen oder Langmaterialfahrzeuge. Sie sind die 19. betrachtete Entität.

Tabelle 9 BURDEN2020: Auswahl der Erkrankungen ab Ebene 3 - Morbidität (YLD)

Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5 (nur für die Berechnung relevant)
Untere Atemwegsinfektionen	→ Untere Atemwegsinfektionen	
Kolon- und Rektumkrebs	→ Kolon- und Rektumkrebs	
Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	→ Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	
Brustkrebs	→ Brustkrebs	
Prostatakrebs	→ Prostatakrebs	
		Myokardinfarkt
Koronare Herzkrankheit	→ Koronare Herzkrankheit	Angina Pectoris
		Herzinsuffizienz
		Ischämischer Schlaganfall
Schlaganfall		Intrazerebrale Blutung
		Subarachnoidalblutung
Hypertensive Herzkrankheit		
Chronische obstruktive Lungenerkrankung		
Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen		
		Migräne (komplette Kriterien)
Kopfschmerzen	Migräne	Wahrscheinliche Migräne
		Medikamentenübergebrauchskopfschmerz infolge von Migräne

	Spannungskopfschmerz	Medikamentenübergebrauchskopfschmerz infolge von Spannungskopfschmerz Spannungskopfschmerz
Depressive Störungen	Majore Depression Dysthymie	
Angststörungen	→ Angststörungen	
Alkoholbezogene Störungen	→ Alkoholbezogene Störungen	
Diabetes mellitus	Diabetes mellitus Typ 1 Diabetes mellitus Typ 2	
Unterer Rückenschmerz	→ Unterer Rückenschmerz	Unterer Rückenschmerz mit Ausstrahlung ins Bein Unterer Rückenschmerz ohne Ausstrahlung ins Bein
Nackenschmerz	→ Nackenschmerz	
Straßenverkehrsunfälle	Straßenverkehrsunfall, Fußgänger	
	Straßenverkehrsunfall, Radfahrer	
	Straßenverkehrsunfall, Motorradfahrer	
	Straßenverkehrsunfall, Kraftfahrzeuginsasse	
	Anderer Straßenverkehrsunfall	
Andere Verkehrsunfälle		

Quelle: BURDEN 2020, eigene Darstellung; → Ebene 3 und 4 identisch

11.5. Methodik – Krankheiten und Schweregrade basierend auf Krankenkassenabrechnungsdaten

Die methodische Vorgehensweise bei der Ermittlung der Kennzahlen zur Krankheitslastberechnung auf Basis der Krankenkassenabrechnungsdaten der AOK-Versicherten im WIdO umfasst die folgenden Teilschritte:

- Entwicklung von Falldefinitionen für Krankheitshäufigkeiten und ggf. Schweregrade
- Anwendung eines Prävalenzkonzepts zur Ermittlung von Krankheitshäufigkeiten in der offenen Kohorte der Versichertenpopulation
- Hochrechnung auf die Gesamtbevölkerung

Nachfolgend findet sich eine übersichtliche Darstellung der methodischen Vorgehensweise. Die ausführliche Dokumentation der Falldefinitionen (inkl. detaillierter Angaben zu verwendeten Codes und Abrechnungsziffern) findet sich im Methodendokument unter: <https://www.krankheitslage-deutschland.de/dokumente/methodendokumentation.pdf>.

Auch die angewendeten Prävalenzkonzepte zur Ermittlung von regionalisierten Kennzahlen zur Krankheitshäufigkeit sind dort detailliert dargelegt.

Tabelle 10 Übersicht der Kennzahlen zu Prävalenzen, Raten und Schweregraden für das Projekt BURDEN 2020, die im WIdO anhand von AOK-Abrechnungsdaten erstellt wurden

Krankheit	Kennzahl	BURDEN 2020-Schweregrade
Kardiovaskuläre Krankheiten		
Koronare Herzkrankheit	1-Jahres-Prävalenz (nicht für DALY-Berechnungen verwendet)	-
Herzinsuffizienz aufgrund koronarer Herzkrankheit	1-Jahres-Prävalenz	mild, moderat, schwer
Angina pectoris	1-Jahres-Prävalenz	-
Herzinfarkte	Rate je 100.000 Personenjahre (Versicherungszeiten)	Bestimmung von Zeiten in verschiedenen Phasen nach dem Infarktereignis (0 bis 2, 3 bis 28 Tage)
Herzinsuffizienz aufgrund hypertensiver Herzkrankheit	1-Jahres-Prävalenz	mild, moderat, schwer
Schlaganfall	10-Jahres-Prävalenz	Unterteilung in drei Schlaganfallformen (ischämischer Schlaganfall, intrazerebrale Blutung, Subarachnoidalblutung)
Diabetes		
Diabetes Typ 1	1-Jahres-Prävalenz	Neuropathie, diabetischer Fuß, Amputation / Sehverlust, Blindheit
Diabetes Typ 2	1-Jahres-Prävalenz	Neuropathie, diabetischer Fuß, Amputation / Sehverlust, Blindheit
Krebserkrankungen		
Lungenkrebs	10-Jahres-Prävalenz	Therapiephase, kontrollierte Phase, metastasierte Phase, terminale Phase
Brustkrebs	10-Jahres-Prävalenz	Therapiephase, kontrollierte Phase (mit bzw. ohne Mastektomie), metastasierte Phase, terminale Phase
Darmkrebs	10-Jahres-Prävalenz	Therapiephase, kontrollierte Phase (mit bzw. ohne Stoma), metastasierte Phase, terminale Phase
Prostatakrebs	10-Jahres-Prävalenz	Therapiephase, kontrollierte Phase (mit bzw. ohne Inkontinenz bzw. Impotenz), metastasierte Phase, terminale Phase
Psychische Störungen		
Depression (major)	1-Jahres-Prävalenz	asymptomatisch, mild, moderat, schwer
Dysthymie	1-Jahres-Prävalenz	-
Angst- und Belastungsstörungen	1-Jahres-Prävalenz	-
Neurologische Krankheiten		
Alzheimer und andere Demenzerkrankungen	1-Jahres-Prävalenz	-
Chronische Atemwegserkrankungen		
COPD	1-Jahres-Prävalenz	-
Übertragbare Krankheiten		
untere Atemwegsinfekte	Rate je 100.000 Personenjahre (Versicherungszeiten)	-

Die Methoden und Ergebnisse zu den Kennzahlen sind vollständig unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de> veröffentlicht.

11.5.1. Falldefinitionen für Krankheitshäufigkeiten und -Schweregrade

Bei der Ermittlung der Kennzahlen zu Krankheitshäufigkeiten und Schweregraden anhand von Krankenkassenabrechnungsdaten wurden spezifische Falldefinitionen angewendet. Die

Falldefinitionen beinhalten die datenseitige Umsetzung der Aufgreifkriterien von Erkrankungen, also der Operationalisierung der Krankheitsdefinition anhand von Abrechnungsdaten. Damit werden anhand der krankheitsspezifisch ausgewählten dokumentierten Leistungsanspruchnahme die Versicherten in den Abrechnungsdaten bestimmt, die nach den in den Falldefinitionen festgelegten Kriterien unter einer bestimmten Erkrankung leiden oder bei denen ein bestimmter Schweregrad der Krankheit vorliegt.

11.5.1.1 Kardiovaskuläre Erkrankungen

1-Jahres-Prävalenz von Herzinsuffizienz mit Schweregrad mild/moderat/schwer

Für die Krankheitslastberechnung im BURDEN 2020-Projekt wird die Herzinsuffizienz nicht für sich betrachtet, sondern nur ursachenspezifisch im Zusammenhang mit der koronaren Herzkrankheit beziehungsweise der hypertensiven Herzkrankheit ermittelt.

Die Falldefinition von Patient:innen mit Herzinsuffizienz erfolgte in Anlehnung an bestehende Falldefinitionen, wie sie im Versorgungsreport des WIdO genutzt wurden [78]. Zur Erfassung von Personen mit einer Herzinsuffizienz werden Patient:innen mit Diagnosen aus dem ambulanten und stationären Bereich erfasst (ICD I50). Bei den vertragsärztlichen ambulanten Diagnosen werden grundsätzlich alle gesicherten Diagnosen berücksichtigt, wobei in mindestens 2 von 4 Quartalen des Auswertungsjahres eine Zieldiagnose dokumentiert sein muss und auch die Verordnung relevanter Arzneimittel erfolgt sein muss.

Die Einteilung in die Schweregrade erfolgt anhand der dokumentierten Diagnosen (NYHA-Stadien). Dabei wird im betrachteten Jahreszeitraum jeweils der höchste dokumentierte Schweregrad berücksichtigt. Krankenhauseinweisungen aufgrund einer Herzinsuffizienz (Kriterium: ICD I50 als Hauptdiagnose) werden immer als schwere Fälle gewertet. Wenn kein NYHA-Stadium dokumentiert ist, werden die Fälle als milde Fälle klassifiziert.

1-Jahres-Prävalenz von Herzinsuffizienz aufgrund einer hypertensiven Herzkrankheit mit Schweregrad mild/moderat/schwer

Zur Ermittlung von Personen mit hypertensiver Herzkrankheit (HHK) werden Patient:innen mit Diagnosen aus dem ambulanten und stationären Bereich erfasst (ICD I11, I13). Im stationären Bereich sind bei einmaliger Diagnose-Dokumentation die Aufgreifkriterien erfüllt. Bei den vertragsärztlichen ambulanten Diagnosen werden grundsätzlich alle gesicherten Diagnosen berücksichtigt, wobei in mindestens 2 von 4 Quartalen des Auswertungsjahres eine Zieldiagnose dokumentiert sein muss. Ist lediglich eine Diagnose dokumentiert, aber ein relevantes Arzneimittel verordnet worden, gelten die Aufgreifkriterien ebenfalls als erfüllt.

Die Erfassung der Patient:innen mit hypertensiver Herzkrankheit erfolgt anhand dokumentierter Diagnosen (ICD I11 oder I13). Abweichend von der GBD-Studie wird die hypertensive Herz- und Nierenkrankheit (ICD I13) ebenfalls erfasst, da auch dies inhaltlich Fälle mit hypertensiver Herzkrankheit sind. Diese Festlegung erfolgte vor dem Hintergrund, dass im BURDEN 2020-Projekt abweichend zur GBD-Studie die Nierenerkrankungen nicht gesondert berücksichtigt werden. In der GBD-Studie wurde der ICD-Code I13 dagegen den Nierenerkrankungen zugeordnet.

Die Schnittmenge aus Patient:innen mit hypertensiver Herzkrankheit und Herzinsuffizienz bildet die Grundlage für die Prävalenz der Herzinsuffizienz aufgrund einer hypertensiven Herzkrankheit. Die Schweregrade werden anhand der NYHA-Stadien der Herzinsuffizienz wie oben beschrieben abgebildet.

1-Jahres-Prävalenz von Koronarer Herzkrankheit (KHK)

Die Falldefinition von Patient:innen mit koronarer Herzkrankheit erfolgte in Anlehnung an bestehende Falldefinitionen, wie sie im Versorgungsreport des WIdO genutzt wurden [78]. Zur Ermittlung von Personen mit einer koronaren Herzkrankheit (KHK) werden Patient:innen mit Diagnosen (ICD I20 bis I25) oder einschlägigen Operationen und Prozeduren (verschiedene OPS-Codes zu Bypassoperationen oder zur koronaren Revaskularisation) aus dem ambulanten und stationären Bereich erfasst. Bei den ambulanten Diagnosen und den Diagnosen der ambulanten Krankenhausbehandlung werden grundsätzlich alle gesicherten und „Zustand

nach“-Diagnosen berücksichtigt. Bei den ambulanten, vertragsärztlichen Diagnosen muss in mindestens 2 von 4 Quartalen des Auswertungsjahres eine Zieldiagnose dokumentiert worden sein und auch die Verordnung relevanter Arzneimittel erfolgt sein. Bei stationären Diagnosen gelten Personen bereits bei einmaliger Dokumentation einer Zieldiagnose als erkrankt.

1-Jahres-Prävalenz von Herzinsuffizienz aufgrund einer KHK mit Schweregrad mild/moderat/schwer

Die Schnittmenge aus koronarer Herzkrankheit und Herzinsuffizienz bildet die Grundlage für die Prävalenz der Herzinsuffizienz aufgrund einer koronaren Herzkrankheit. Die Schweregrade werden anhand der NYHA-Stadien der Herzinsuffizienz wie oben beschrieben abgebildet.

1-Jahres-Prävalenz von Angina pectoris

Zur Ermittlung von Personen mit Angina pectoris werden Patient:innen mit mindestens einmalig dokumentierter Diagnose (I20) aus dem ambulanten oder stationären Bereich oder mit einer spezifischen Arzneimittelverordnung (ATC C01DA Organische Nitrate oder C01DX12 Molsidomin) erfasst. Darüber hinaus muss zugleich das Profil der IHK erfüllt sein.

Rate der Myokardinfarkte mit Schweregradverteilung (bis 2 bzw. 3 bis 28 Tage ab Infarkt)

Zur Ermittlung von Personen mit einem Myokardinfarkt werden ausschließlich stationäre Krankenhausfälle mit einer entsprechenden Hauptdiagnose (ICD I20, I21) ausgewertet. Myokardinfarkte werden als Rate ermittelt (Fallzahlen je 100.000 Personenjahre), wobei Mehrfachinfarkte (mehrere Fälle pro Jahr und Patient) berücksichtigt werden. Dabei werden Krankenhausfälle, die innerhalb des Zeitfensters von 28 Tagen auftreten, nicht mehrfach gezählt. Das heißt, ein Myokardinfarkt zählt nur dann als akutes Ereignis, wenn der zeitliche Abstand zum vorangegangenen Myokardinfarkt größer als 28 Tage ist.

Für die ermittelten Herzinfarkte werden Schweregradverteilungen anhand der Abrechnungsdaten in Abhängigkeit von der Zeit seit dem Herzinfarkt-Ereignis ermittelt (bis 2 Tage bzw. 3 bis 28 Tage nach dem Infarkt).

10-Jahres-Prävalenz von Schlaganfällen mit Unterteilung in Unterformen

Zur Ermittlung von Personen mit einem Schlaganfall (10-Jahres-Prävalenz) werden ausschließlich stationäre Krankenhausfälle mit einer entsprechenden Hauptdiagnose ausgewertet (ICD I60, I61, I63, I64). Für die 10-Jahres-Prävalenz erfolgt auf Basis der bundesweiten AOK-Daten nach Altersgruppen und Geschlecht eine Differenzierung in drei Unterformen:

- ischämischer Schlaganfall (ICD I63 Hirninfarkt)
- intrazerebrale Blutung (ICD I61)
- Subarachnoidalblutung (ICD I60)

Die Diagnose I64 (Schlaganfall, nicht als Blutung oder Infarkt bezeichnet) zählt zu den Schlaganfällen, allerdings ist nicht ableitbar, um welche der zu differenzierenden spezifischen Form des Schlaganfalls es sich handelt. Daher werden diese Fälle anhand der beobachteten Häufigkeiten der spezifisch dokumentierten Fälle umverteilt. Diese Umverteilung erfolgt in Patient:innengruppen unterteilt nach 5-Jahres-Altersgruppen und Geschlecht.

11.5.1.2 Diabetes

1-Jahres-Prävalenz von Typ-1 und Typ-2-Diabetes und Schweregradverteilungen (Neuropathie, Sehverlust)

Für das Krankheitsbild Diabetes wird nach dem Diabetestyp (Typ 1 oder Typ 2) differenziert. Dazu werden jeweils 1-Jahres-Prävalenzen sowie Schweregradverteilungen ermittelt. Die Falldefinitionen von Diabetes werden anhand ausgewählter Codes (ICD E10 bis E14) operationalisiert. Zur Erfassung von Personen, die an Diabetes mellitus Typ-1 oder Typ-2 erkrankt sind, wird ein hierarchischer Algorithmus angewandt, bei dem zusätzlich Arzneimittelvalidierungen erfolgen. Die Falldefinition ist damit eng an bestehende Diabetes-Falldefinitionen angelehnt, wie sie im WIdO-Gesundheitsatlas genutzt wurden [79].

Darüber hinaus erfolgt eine Einteilung in verschiedene Schweregrade, wobei die Folgezustände getrennt für die Diabetestypen (Typ1, Typ2) ermittelt werden. Als Schweregrade werden Neuropathien mit den Folgezuständen diabetischer Fuß und Amputation sowie Sehverlust in unterschiedlichen Schweregraden (moderater oder schwerer Sehverlust und Blindheit) berücksichtigt. Da Sehverlust die beiden Augen unterschiedlich stark betreffen kann, wurde für eine konservative Schätzung jeweils das Auge mit dem milderen Schweregrad als ausschlaggebend berücksichtigt. Das heißt also, dass Blindheit nur dann gewertet wird, wenn der Sehverlust auf beiden Augen vorliegt.

11.5.1.3 Krebserkrankungen

10-Jahresprävalenzen von Lungen-, Darm-, Brust- und Prostatakrebs und krebspezifische Schweregrade anhand von Krankheitsphasen

Zur Ermittlung von Personen mit einer der betrachteten Krebserkrankungen werden Patient:innen mit Diagnosen aus dem ambulanten und stationären Bereich aus den zurückliegenden 10 Jahren erfasst. Die Falldefinitionen der Erkrankungshäufigkeiten werden anhand ausgewählter Codes operationalisiert. Bei den vertragsärztlichen ambulanten Diagnosen sowie den Diagnosen der ambulanten Krankenhausbehandlung werden grundsätzlich alle gesicherten Krebsdiagnosen berücksichtigt. Folgt auf eine dokumentierte, gesicherte Zieldiagnose in einem Quartal des betrachteten Zehnjahreszeitraum in mindestens einem der drei Folgequartale eine weitere gesicherte Zieldiagnose, gilt der Versicherte als prävalent. Werden gesicherte Zieldiagnosen in mindestens zwei unterschiedlichen Betriebsstätten – gegebenenfalls auch innerhalb desselben Quartals – dokumentiert, gilt der Versicherte ebenfalls als prävalent. Im stationären Setting ist die einmalige Dokumentation einer Zieldiagnose als Haupt- oder Nebendiagnose ausreichend, um einen Versicherten als erkrankt zu werten.

Bei den betrachteten Krebserkrankungen werden krebspezifische Schweregrade anhand von verschiedenen Krankheitsphasen (Therapiephase, kontrollierte Phase, metastasierte Phase, terminale Phase) ermittelt. Die verschiedenen Phasen werden anhand ausgewählter Codes operationalisiert. Zur Einteilung in die Phasen werden krebspezifisch verschiedene Informationen genutzt. Zu diesen gehören Chemotherapien, Bestrahlungen, relevante Operationen, Diagnosen sowie das Todesdatum von Erkrankten. Die Zuordnung der Phasen erfolgt tagesgenau in dem jeweils betrachteten Zeitraum. Sind zeitgleich die Kriterien mehrerer Phasen erfüllt, wird je erkrankter Person nur die nach dem disability weight schwerwiegendste Phase gewertet.

11.5.1.4 Psychische Störungen

1-Jahres-Prävalenz Major-Depressionen und Schweregrade asymptomatisch, leicht, moderat, schwer

Zur Ermittlung von Personen mit einer Major-Depression werden Patient:innen mit Diagnosen aus dem ambulanten und stationären Bereich erfasst (ICD F32, F33). Bei den vertragsärztlichen ambulanten Diagnosen werden grundsätzlich alle gesicherten Diagnosen berücksichtigt, wobei in mindestens 2 von 4 Quartalen des Auswertungsjahres eine Zieldiagnose dokumentiert sein muss. Bei stationären Diagnosen und bei Diagnosen aus der

ambulanten Krankenhausversorgung gelten Personen bei einmaliger Dokumentation einer Zieldiagnose als erkrankt. Versicherte, bei denen die Diagnose einer manischen Episode oder einer bipolaren affektiven Störung dokumentiert wurde (ICD F30, F31), werden ausgeschlossen.

Schweregrade werden mit einer Unterteilung in asymptomatische, leichte, moderate oder schwere Fälle auf Basis der vierten Stelle der dokumentierten ICD-Codes ermittelt. Dabei werden Diagnosen von spezialisierten Fachärzten (Psychiater, Neurologe, Psychotherapeut) prioritär berücksichtigt. Bei Patient:innen mit ausschließlich unspezifisch dokumentierten Diagnosen erfolgt eine Umverteilung nach 5-Jahres-Altersgruppen und Geschlecht innerhalb der Patient:innengruppen mit bzw. ohne Kontakt zu spezialisierten Fachärzten.

1-Jahres-Prävalenz von Dysthymie

Zur Ermittlung von Personen mit einer Dysthymie werden Patient:innen mit Diagnosen aus dem ambulanten und stationären Bereich erfasst (ICD F43.1). Bei den vertragsärztlichen ambulanten Diagnosen werden grundsätzlich alle gesicherten Diagnosen berücksichtigt, wobei in mindestens 2 von 4 Quartalen des Auswertungsjahres eine Zieldiagnose dokumentiert sein muss. Bei stationären Diagnosen und bei Diagnosen aus der ambulanten Krankenhausversorgung gelten Personen bei einmaliger Dokumentation einer Zieldiagnose als erkrankt. Versicherte, bei denen die Diagnose einer manischen Episode oder einer bipolaren affektiven Störung dokumentiert wurde (ICD F30, F31), werden ausgeschlossen.

1-Jahres-Prävalenz von Angst- und Belastungsstörungen

Zur Ermittlung von Personen mit Angst- und Belastungsstörungen werden Patient:innen mit Diagnosen aus dem ambulanten und stationären Bereich erfasst (ICD F40 bis F44, F93.0, F93.1, F93.2). Bei den vertragsärztlichen ambulanten Diagnosen werden grundsätzlich alle gesicherten Diagnosen berücksichtigt, wobei in mindestens 2 von 4 Quartalen des Auswertungsjahres eine Zieldiagnose dokumentiert sein muss. Bei stationären Diagnosen und bei Diagnosen aus der ambulanten Krankenhausversorgung gelten Personen bei einmaliger Dokumentation einer Zieldiagnose als erkrankt.

11.5.1.5 Neurologische Krankheiten

1-Jahres-Prävalenz von Alzheimer- und anderen Demenzerkrankungen

Die Falldefinition von Alzheimer- und anderen Demenzerkrankungen erfolgte in Anlehnung an bestehende Falldefinitionen, wie sie im Versorgungsreport des WIdO genutzt wurden [80]. Zur Ermittlung von Personen mit einer Demenz werden Patient:innen mit Diagnosen aus dem ambulanten und stationären Bereich erfasst (ICD F00 bis F03, G30, G31.0, G31.82). Bei den ambulanten Diagnosen werden alle gesicherten Diagnosen berücksichtigt. Abgesehen von den stationären Hauptdiagnosen, bei denen die einmalige Dokumentation eines Zielcodes ausreichend ist, müssen sämtliche anderen Diagnosen in mindestens zwei von vier Quartalen dokumentiert worden sein (M2Q-Kriterium).

11.5.1.6 Chronische Atemwegserkrankungen

1-Jahres-Prävalenz von COPD und anderen chronischen Krankheiten der unteren Atemwege exklusive Asthma

Die Falldefinition von COPD erfolgte in Anlehnung an eine bestehende Falldefinition, wie sie im Gesundheitsatlas des WIdO genutzt wurde [81]. Zur Ermittlung von Personen mit einer COPD und anderen chronische Krankheiten der unteren Atemwege (exklusive Asthma) werden Patient:innen mit Diagnosen aus dem ambulanten und stationären Bereich erfasst (ICD J41 bis J44). Bei den vertragsärztlichen ambulanten Diagnosen werden grundsätzlich alle gesicherten Diagnosen berücksichtigt, wobei dabei entweder in mindestens 2 von 4 Quartalen des Auswertungsjahres eine Zieldiagnose dokumentiert sein muss (M2Q-Kriterium) oder neben einer einmaligen Diagnosedokumentation ein relevantes Arzneimittel verordnet worden sein muss (M1Q plus Arzneimittel). Bei stationären Diagnosen und bei Diagnosen aus der ambulanten Krankenhausversorgung gelten Personen bei einmaliger Dokumentation einer Zieldiagnose als erkrankt.

11.5.1.7 Übertragbare Krankheiten

Rate der unteren Atemwegsinfekte

Zur Ermittlung von Personen mit einem unteren Atemwegsinfekt (UAI) werden Patient:innen mit Diagnosen aus dem ambulanten und stationären Bereich erfasst. Die Falldefinitionen der Erkrankungshäufigkeiten werden anhand ausgewählter Codes operationalisiert. Dabei werden ICD-Codes aus den ICD-Gruppen J09 bis J18 (Grippe und Pneumonie) und ICD J20 bis J22 (akute Infektionen der unteren Atemwege) sowie ausgewählte weitere ICD-Codes berücksichtigt. Da es sich um akute Erkrankungen handelt, ist die einmalige Dokumentation einer Diagnose ausreichend.

Die Häufigkeit der unteren Atemwegsinfekte wird als Rate ermittelt (Fallzahl je 100.000 Personenjahre), wobei Mehrfachzählungen je Patient:in (mehrere Fälle pro Jahr und Patient:in) möglich sind. Eine Limitierung der Krankenkassenabrechnungsdaten ist dabei allerdings, dass pro Quartal und Arztkontakt immer nur ein Fall in den vertragsärztlichen Abrechnungsdaten generiert wird – unabhängig davon, wie oft im Quartal ein Patient mit ggf. verschiedenen UAI-Episoden beim Arzt war.

11.5.2. Prävalenzkonzept zur Ermittlung von Krankheitshäufigkeiten

Unter der Prävalenz wird allgemein der Anteil der Erkrankten an allen untersuchten Personen verstanden [82]. Zur Bestimmung der Prävalenz ist es daher nötig, sowohl den Zähler (also die erkrankten Personen, die die Falldefinition erfüllen) als auch den Nenner (alle untersuchten Personen der Grundgesamtheit) zu ermitteln. Im Projekt BURDEN 2020 wurde ein spezifisches Prävalenzkonzept als Grundlage zur Bestimmung der Erkrankungshäufigkeiten angewendet. Das Prävalenzkonzept bildet auf Basis der Krankenkassenabrechnungsdaten eine Annäherung an die Situation in epidemiologischen Querschnittstudien ab, in denen Prävalenzen auf Basis einer Befragung zu einem bestimmten Stichtag ermittelt werden. In dem Prävalenzkonzept ist festgelegt, welche Versicherten Teil der zu untersuchenden Grundgesamtheit im Nenner sind und wie die regionale Zuordnung im Zieljahr 2017 erfolgt. Je nach zu bestimmender Kennzahl (1-Jahresprävalenz, 10-Jahres-Prävalenz, Erkrankungsrate) wird ein angepasstes Prävalenzkonzept angewendet.

Bei der Bestimmung der Grundgesamtheit in GKV-Abrechnungsdaten ist allgemein zu beachten, dass die Versichertenpopulation eine dynamische, offene Kohorte darstellt. Aufgrund natürlicher Bevölkerungsbewegungen (Geburten, Todesfälle) wie auch Versichertenbewegungen (Ein- und Austritte) gibt es stetig Zu- und Abgänge im Versichertenkollektiv [83]. Zudem ist bei der Ermittlung regionalisierter Prävalenzen eine räumliche Zuordnung der Versicherten notwendig, die sich im Zeitverlauf aufgrund von Umzügen ändern kann. Um diese Faktoren adäquat zu berücksichtigen, wurden Zähler-/Nennerkonzepte (Prävalenzkonzepte) angewendet, die in der ausführlichen Methodendokumentation dargestellt sind [39].

Je nach betrachteter Krankheit und zu ermittelnder Kennzahl wurden Anteilswerte in Form von Prävalenzen oder Raten bestimmt. Im Folgenden werden die Vorgehensweisen zur Ermittlung der jeweiligen Grundgesamtheit im Nenner sowie der zugehörigen Anzahl im Zähler dargestellt. Da jeweils verschiedene Zeiträume betrachtet wurden, ist es notwendig, zwischen verschiedenen Begrifflichkeiten zu differenzieren:

- „Zielquartale“ sind die Quartale innerhalb des BURDEN 2020-Zieljahres 2017.
- „Bewertungs“-Zeiträume sind die Zeiträume, in denen untersucht wurde, ob die Aufgreifkriterien zur Falldefinition erfüllt waren.

Alle Werte für das BURDEN 2020-Zieljahr 2017 wurden innerhalb dieses Zieljahres in vier Teilmengen pro Quartal bestimmt – also in den vier Zielquartalen des Jahres 2017. Bei sämtlichen Prävalenzen bzw. Erkrankungsraten erfolgte also eine quartalsweise rollierende Betrachtung. Die regionale Zuordnung der Versicherten erfolgte jeweils quartalsweise, so dass unterjährige Zu- und Wegzüge aus einer Region berücksichtigt werden konnten. Der Gesamtwert für die jeweilige Kennzahl wurde als gewichteter Mittelwert aus den

Einzelwerten für die vier Quartale des BURDEN 2020-Zieljahres 2017 bestimmt. Bei allen Kennzahlen wurden zur Berechnung nicht die Anzahl Personen, sondern die Versicherungsdauern im BURDEN 2020-Zielquartal herangezogen. Im Ergebnis stellen die Prävalenzen bzw. Raten in den Alters- und Geschlechtsgruppen beziehungsweise der regionalen Zuordnung einen Mittelwert dar, der die unterjährigen Veränderungen im Versichertenkollektiv berücksichtigt.

Bei sämtlichen Prävalenzen (1- und 10-Jahres-Prävalenzen) muss eine durchgängige Versicherungszeit vorliegen (4 bzw. 40 Quartale), um vollständige Versicherungshistorien und damit Vollständigkeit der Abrechnungsdaten zur Falldefinition sicherzustellen. Als „durchgängig versichert“ werden alle Versicherten berücksichtigt, die im betrachteten Zeitraum (4 oder 40 Vorquartale) in jedem Quartal versichert waren und deren Summe der Versicherungstage des betrachteten Gesamtzeitraumes (4 bzw. 40 Quartale) mindestens einen Anteil von 361/365igstel an der Solldauer (100%) hat. Liegt die tatsächliche Versicherungsdauer darunter, werden die Versicherten nicht berücksichtigt. Ausnahmen stellen hier die im Zielquartal Verstorbenen und die im Bewertungszeitraum Neugeborenen dar: Bei den Neugeborenen werden die Versicherungszeiten ab dem Datum der Geburt berücksichtigt. Dabei gilt zusätzlich ein Kulanzzeitraum, d.h. Neugeborene müssen erst ab dem 2. Quartal nach der Geburt durchgängig versichert gewesen sein. In solchen Fällen werden rückwirkend alle Zeiten ab der Geburt als versichert gewertet. Bei den im Zielquartal Verstorbenen werden nur Zeiten bis zum Todestag zur Berechnung der Sollversicherungsdauer für das Kriterium „durchgängig versichert“ herangezogen. Personen, die bis zum Todestag im Zielquartal durchgängig versichert waren, sind somit erfasst.

Bei den Raten für die Myokardinfarkte und die unteren Atemwegsinfekte wird lediglich das jeweilige Zielquartal aus dem Jahr 2017 betrachtet. Hier werden alle Versicherten mit mindestens einem Versicherungstag im betrachteten Zielquartal berücksichtigt. Es werden Fälle (Anzahl der Myokardinfarkte bzw. Anzahl der Episoden von unteren Atemwegsinfekten) gezählt und Raten bezogen auf die Summe der Versicherungszeiten im Nenner bestimmt. Im Ergebnis werden bspw. die Anzahl der Myokardinfarkt-Fälle je 100.000 Versichertenjahre ausgewiesen.

11.5.3. Hochrechnung auf die Bevölkerung

Die auf Basis der Krankenkassenabrechnungsdaten ermittelten Kennzahlen zu den Krankheitshäufigkeiten sollen genutzt werden, um Aussagen zur Krankheitslast für die Gesamtheit aller Einwohner:innen Deutschlands zu treffen. Da das Versichertenkollektiv einer einzelnen Krankenkasse jedoch keine Zufallsstichprobe der Bundesbevölkerung darstellt, ist mitunter keine Repräsentativität gewährleistet [84-87]. Deshalb ist es notwendig, die kassenspezifischen Prävalenzen auf die gesamte Bevölkerung zu extrapolieren.

In Kooperation mit dem Wirtschafts- und Sozialstatistischen Lehrstuhl der Universität Trier hat das WIdO ein Hochrechnungsverfahren entwickelt, das neben den demografischen Unterschieden auch die AOK-spezifischen Morbiditätsunterschiede gegenüber der Bevölkerung in Deutschland korrigiert und kleinräumig gegliederte Ergebnisse liefert [64]. So lassen sich ausgehend von den anonymisierten Daten der AOK-Versicherten Krankheitsprävalenzen bis auf Landkreisebene für die gesamte Bevölkerung schätzen. Dieses Verfahren wurde im WIdO bisher zur Ermittlung regionaler Krankheitshäufigkeiten für die Publikationsreihe „Gesundheitsatlas“ eingesetzt (www.gesundheitsatlas-deutschland.de). Das Verfahren wurde nun auch im BURDEN 2020-Projekt angewendet, um Krankheitshäufigkeiten (Prävalenzen und Raten) für die gesamte Bevölkerung Deutschlands regionalisiert bis auf Ebene der 96 Raumordnungsregionen zu schätzen. Im Rahmen des Hochrechnungsverfahrens werden die Patient:innenzahlen in der Bevölkerung auf Basis von Hilfsinformationen mit verschiedenen Regressionsmodellen geschätzt. Als Hilfsinformationen dienen Krankenhausdiagnosehäufigkeiten, die regionalisiert nach Altersgruppen vorliegen. Auf Basis der Verteilung der erhaltenen Schätzwerte aus den einzelnen Regressionsmodellen

werden plausible Intervalle konstruiert, die die Unsicherheit in dem Hochrechnungsverfahren abbilden.

Bei den Schweregradverteilungen kommen manche Schweregrade nur sehr selten vor (beispielsweise Majoramputationen bei Diabetes mellitus). Hier konnte aufgrund der teils geringen Fallzahlen keine Regionalisierung erfolgen. Auch die Anwendung des oben angegebenen Hochrechnungsverfahrens auf die Gesamtbevölkerung erwies sich wegen teils geringer Fallzahlen als nicht umsetzbar. Daher wurden die Schweregrade im BURDEN 2020-Projekt nicht regionalisiert bestimmt, sondern ausschließlich bundesweit auf Basis der AOK-Abrechnungsdaten nach 5-Jahres-Altersgruppen und Geschlecht differenziert. Unsicherheitsintervalle für die Schweregradanteile wurden aufgrund der teils sehr kleinen zugrundeliegenden Fallzahlen mit Wilson-Score-Intervallen ermittelt [88].

An die Hochrechnung der Kennzahlen schloss sich eine interne und externe Plausibilisierung der Ergebnisse (Prävalenzen und Raten sowie Schweregrade) an. Die Ergebnisse wurden extern auf Basis publizierter Untersuchungen plausibilisiert. Falls deutschlandweit vergleichbare Untersuchungen vorlagen, zeigten die Ergebnisse häufig eine gute Korrelation mit anderen methodisch vergleichbaren Abrechnungsdatenbasierten Untersuchungen, sowohl in der ermittelten Höhe als auch nach den regionalen Verteilungsmustern. In einigen Fällen existieren aber keine geeigneten Publikationen für externe Vergleiche. Dies liegt teilweise daran, dass für die Krankheitslastberechnung im BURDEN 2020-Projekt notwendigerweise spezifische Festlegungen in Anlehnung an die Definitionen der „Global Burden of Disease“-Studie (GBD-Studie) getroffen wurden, die in dieser Form bisher nicht Gegenstand anderer Untersuchungen waren. Insbesondere die Schweregradverteilungen sind spezifisch für die Berechnung der Krankheitslast entwickelt worden und daher nicht mit anderen Untersuchungen vergleichbar. Dies gilt beispielsweise für die spezifischen Schweregrade bzw. Folgezustände bei Diabetes oder die Phasen bei Krebserkrankungen.

Bei der Hochrechnung der AOK-Krankheitshäufigkeiten auf die gesamte Wohnbevölkerung in den Regionen Deutschlands unter Anwendung des zitierten Verfahrens zur alters-, geschlechts- und morbiditätsadjustierenden Extrapolation [64] ist es aus Gründen der Modellstabilität notwendig, Altersgruppen zu größeren Einheiten (Altersklassen) zusammenzufassen, um ausreichend statistisch stabile Werte zu erhalten. Für das Projekt BURDEN 2020 wurde jedoch angestrebt, alle Ergebnisse differenziert nach einzelnen Altersgruppen in 5-Jahres-Schritten zu erstellen. Daher war es notwendig, die Hochrechnungsergebnisse aus den gröberen Altersklassen wieder in die fein gegliederten 5-Jahres-Altersgruppen zurück zu übersetzen. Dazu wurde ein Disaggregationsverfahren entwickelt, das als Hilfsinformation die Verteilung der Krankheitshäufigkeiten in den 5-Jahres-Altersgruppen bei den AOK-Versicherten nutzt.

11.6. Projektergebnisse WIdO

Im Rahmen des BURDEN 2020-Projekts wurden Erkrankungshäufigkeiten für insgesamt 19 Krankheiten und Schweregradverteilungen bestimmt, davon für 11 Krankheiten auf Basis der AOK-Abrechnungsdaten. Alle Ergebnisse beziehen sich auf das Jahr 2017, welches als Berichtsjahr im BURDEN 2020-Projekt festgelegt wurde.

Tabelle 11 enthält eine Übersicht zu den ermittelten Prävalenzen und Erkrankungsraten. Die Kennzahlen zur koronaren Herzkrankheit wurden zwar ermittelt, werden aber nicht direkt zur Krankheitslastberechnung (YLD und DALY) verwendet. Grund ist, dass die koronare Herzkrankheit für die Krankheitslastberechnung nur im Zusammenhang mit symptomatischen Folgezuständen relevant ist, nämlich Angina pectoris und Herzinsuffizienz aufgrund einer koronaren Herzkrankheit. Trotzdem werden alle Ergebnisse zu den epidemiologischen Kennzahlen (Krankheitshäufigkeiten als Prävalenzen und Raten) zu 18 Krankheiten auf dem Informationssystem <https://www.krankheitslage-deutschland.de> dargestellt. Dort finden sich auch die anhand von Abrechnungsdaten ermittelten Schweregradverteilungen für ausgewählte Krankheiten (Diabetes, Krebs, Herzinsuffizienz, Depression, Schlaganfall).

Da Kennzahlen für eine Vielzahl verschiedener Erkrankungen bestimmt wurden, können die Ergebnisse im Detail nicht vollständig präsentiert werden. Um das Potential der Ergebnisfülle darzulegen werden im Folgenden exemplarisch die Ergebnisse für Typ-2-Diabetes und Lungenkrebs dargestellt und diskutiert.

Tabelle 11 Prävalenzen und Raten der im Projekt BURDEN 2020 betrachteten Krankheiten unter allen Einwohner:innen Deutschlands im Jahr 2017

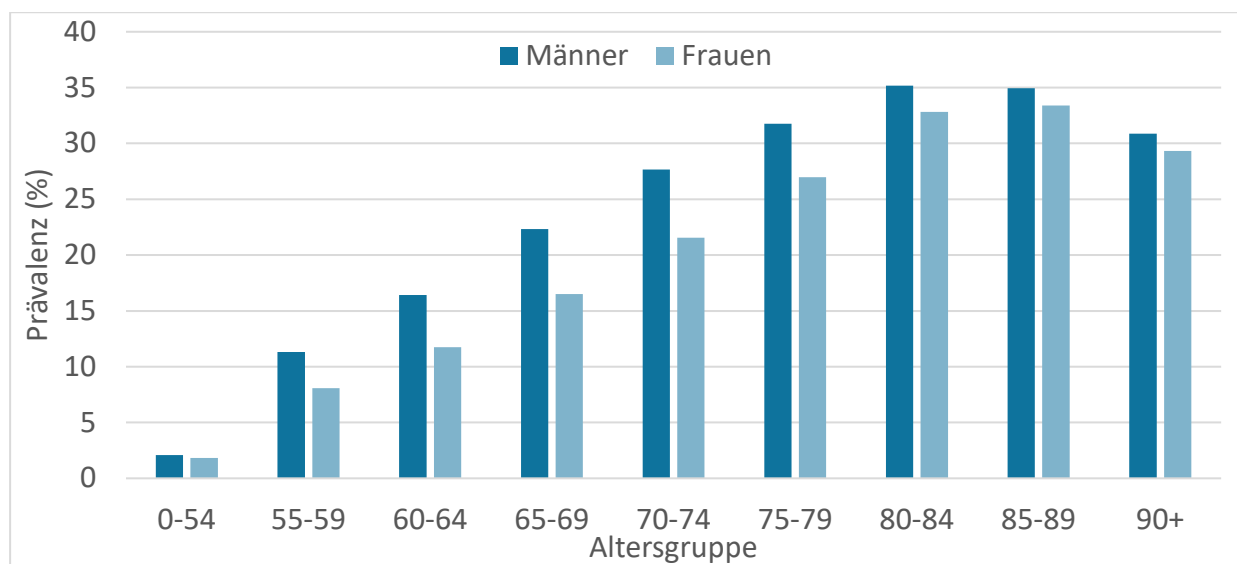
Krankheit	Kennzahl	Anzahl erkrankter Personen bzw. Fälle (bei Raten)	Prävalenz bzw. Rate
Kardiovaskuläre Krankheiten			
Koronare Herzkrankheit	1-Jahres-Prävalenz (nicht für DALY-Berechnungen verwendet)	4.910.000	5,94 %
Herzinsuffizienz aufgrund koronarer Herzkrankheit	1-Jahres-Prävalenz	1.610.000	1,94 %
Angina pectoris	1-Jahres-Prävalenz	1.250.000	1,52 %
Herzinfarkte	Rate (Fälle je 100.000 Personenjahre)	186.000	225 je 100.000
Herzinsuffizienz aufgrund hypertensiver Herzkrankheit	1-Jahres-Prävalenz	1.040.000	1,94 %
Schlaganfall	10-Jahres-Prävalenz	1.170.000	1,94 %
Diabetes			
Diabetes Typ 1	1-Jahres-Prävalenz	236.000	0,29 %
Diabetes Typ 2	1-Jahres-Prävalenz	7.110.000	8,60 %
Krebserkrankungen			
Lungenkrebs	10-Jahres-Prävalenz	171.000	0,21 %
Brustkrebs (nur Frauen)	10-Jahres-Prävalenz	894.000	2,14 %
Darmkrebs	10-Jahres-Prävalenz	509.000	0,62 %
Prostatakrebs	10-Jahres-Prävalenz	630.000	1,55 %
Psychische Störungen			
Depression (major)	1-Jahres-Prävalenz	7.460.000	9,02 %
Dysthymie	1-Jahres-Prävalenz	652.000	0,79 %
Angst- und Belastungsstörungen	1-Jahres-Prävalenz	5.040.000	6,10 %
Neurologische Krankheiten			
Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	1-Jahres-Prävalenz	1.540.000	1,86 %
Chronische Atemwegserkrankungen			
COPD	1-Jahres-Prävalenz	3.850.000	4,66 %
Übertragbare Krankheiten			
untere Atemwegsinfekte	Rate (Fälle je 100.000 Personenjahre)	9.700.000	11.700 je 100.000

Diese Ergebnisse sind vollständig unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de> veröffentlicht.

11.6.1 1-Jahres-Prävalenz und Schweregrade bei Typ-2-Diabetes

Basis für die Ermittlung der 1-Jahres-Prävalenz von Typ-2-Diabetes anhand der AOK-Abrechnungsdaten sind die dokumentierten Diagnosen (ICD E10–E14) sowie ein hierarchischer Zuteilungsalgorithmus zu den Diabetestypen mit interner Diagnosevalidierung in Anlehnung an die im WIdO entwickelten Falldefinitionen [64, 79]. Die so ermittelte 1-Jahres-Prävalenz auf Basis der AOK-Abrechnungsdaten wurde mit dem alters-, geschlechts- und morbiditätsadjustierenden Hochrechnungsverfahren für die Bundesbevölkerung hochgerechnet [64]. Anschließend erfolgte die Unterteilung in Schweregrade (Folgestandards des Diabetes) in Anlehnung an die internationale GBD-Studie [23]. Dabei wurden Sehverlust bis zur vollständigen Erblindung, Neuropathien, das diabetische Fußsyndrom und Amputationen betrachtet. Neben den Diabetiker:innen mit diesen Folgestandards wurden auch sogenannte unkomplizierte Fälle bestimmt, bei denen keine dieser Folgen zu beobachten war. Aufgrund der Komplexität der Operationalisierung sei an dieser Stelle auf die ausführliche Methodendokumentation verwiesen [39].

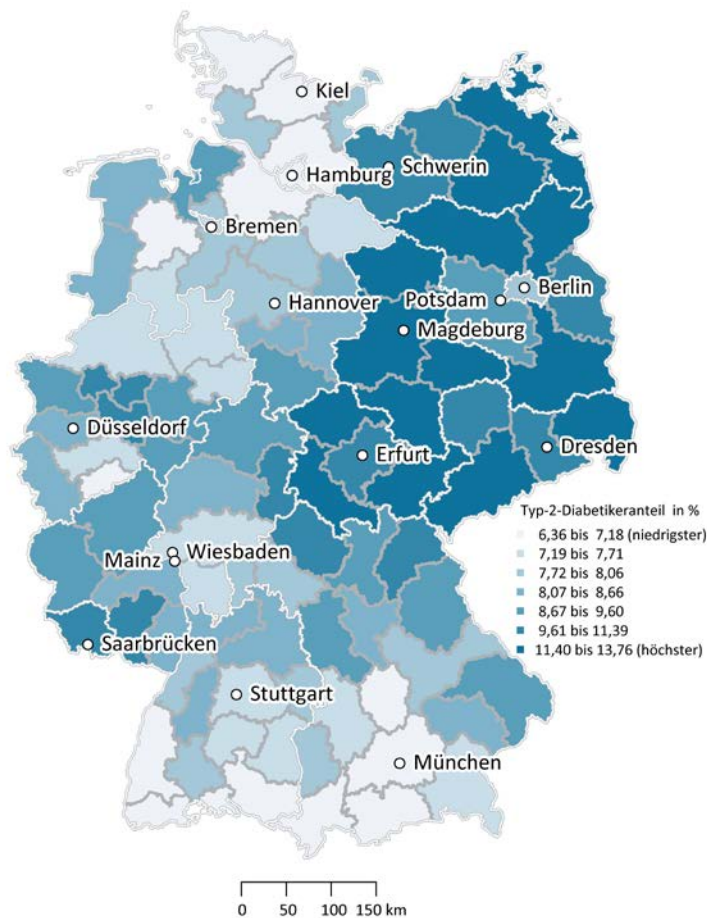
Abbildung 24 1-Jahres-Prävalenz des Typ-2-Diabetes nach Alter und Geschlecht unter allen Einwohner:innen in Deutschland im Jahr 2017



Diese Ergebnisse sind vollständig unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de> veröffentlicht.

Unter den insgesamt 82,7 Millionen Einwohner:innen Deutschlands im Jahr 2017 waren 7,1 Millionen an Typ-2-Diabetes erkrankt, entsprechend einer Prävalenz von 8,6 Prozent. Mit zunehmendem Lebensalter steigt die Prävalenz deutlich an (Abbildung 22). Der Prävalenzgipfel liegt zwischen 80 und 89 Jahren: Hier sind etwa ein Drittel aller Personen an Typ-2-Diabetes erkrankt. Regional ist die Prävalenz des Typ-2-Diabetes in den östlichen Bundesländern (mit Ausnahme von Berlin) überdurchschnittlich hoch (Abbildung 23). Diese Ergebnisse stehen in guter Übereinstimmung zu anderen Untersuchungen zur Diabetesprävalenz [89, 90]. Die Folgestandards des Diabetes treten mit zunehmendem Alter häufiger auf (Tabelle 12). Neuropathien und das diabetische Fußsyndrom kommen vergleichsweise häufig vor (Abbildung 23). Die ermittelten Anteilswerte liegen teils deutlich über den im Rahmen der Diabetes-Surveillance berichteten Häufigkeiten [90], was durch Unterschiede in den jeweils angewendeten Falldefinitionen erklärbar ist. Amputationen und Sehbeeinträchtigungen sind vergleichsweise selten (unter ein Prozent aller Diabetiker). Für diese seltenen Folgestandards liegen nach Kenntnis des WIdO keine Ergebnisse bundesweiter Untersuchungen vor, die methodisch vergleichbar sind und deren Zahlen für einen Ergebnisvergleich herangezogen werden könnten.

Abbildung 25 1-Jahres-Prävalenz des Typ-2-Diabetes im Jahr 2017 - Karte auf Ebene der Raumordnungsregionen



Diese Ergebnisse sind vollständig unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de> veröffentlicht.

Tabelle 12 Anteil der Typ-2-Diabetiker mit dem jeweiligen Schweregrad in Prozent nach Altersgruppen

Altersgruppe	Neuropathie und Folgezustände			Sehverlust		
	Neuropathie	Diabetischer Fuß	Majoramputation	mittelgradig	schwer	Blindheit
0 bis 54 Jahre	8,0	5,4	0,13	0,03	0,01	0,06
55 bis 59 Jahre	12,0	8,3	0,27	0,06	0,02	0,08
60 bis 64 Jahre	14,0	9,7	0,33	0,06	0,02	0,10
65 bis 69 Jahre	15,5	10,9	0,36	0,07	0,02	0,12
70 bis 74 Jahre	17,3	11,9	0,36	0,08	0,03	0,14
75 bis 79 Jahre	18,7	12,5	0,34	0,09	0,04	0,16
80 bis 84 Jahre	19,6	13,1	0,31	0,11	0,04	0,19
85 bis 89 Jahre	18,9	12,7	0,32	0,09	0,05	0,20
90 Jahre und älter	16,3	12,0	0,31	0,09	0,04	0,25

Diese Ergebnisse sind vollständig unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de> veröffentlicht.

11.6.2 10-Jahres-Prävalenz und Schweregrade bei Lungenkrebs

Für die Krebserkrankungen wurden 10-Jahres-Prävalenzen bestimmt. Die internationale GBD-Studie bestimmt die Schweregrade von Krebserkrankungen über eine mathematische Modellierung, bei der die prävalenten Fälle auf Basis inzidenter Fälle über Methoden der Überlebenszeitanalyse bestimmt werden [23]. Für Deutschland konnte dagegen die Ermittlung der Krebsprävalenzen sowie der Schweregrade anhand der AOK-Abrechnungsdaten erfolgen. Für die Operationalisierung der 10-Jahres-Prävalenz von Lungenkrebs galt ein Fall in den AOK-Abrechnungsdaten als prävalent, wenn eine der relevanten Diagnosen (ICD C33/C34) im zurückliegenden Zehn-Jahres-Zeitraum dokumentiert

wurde. Auch bei Lungenkrebs erfolgt eine interne Diagnosevalidierung [39]. Für die Schweregradeinteilung sind vier Krebsphasen definiert:

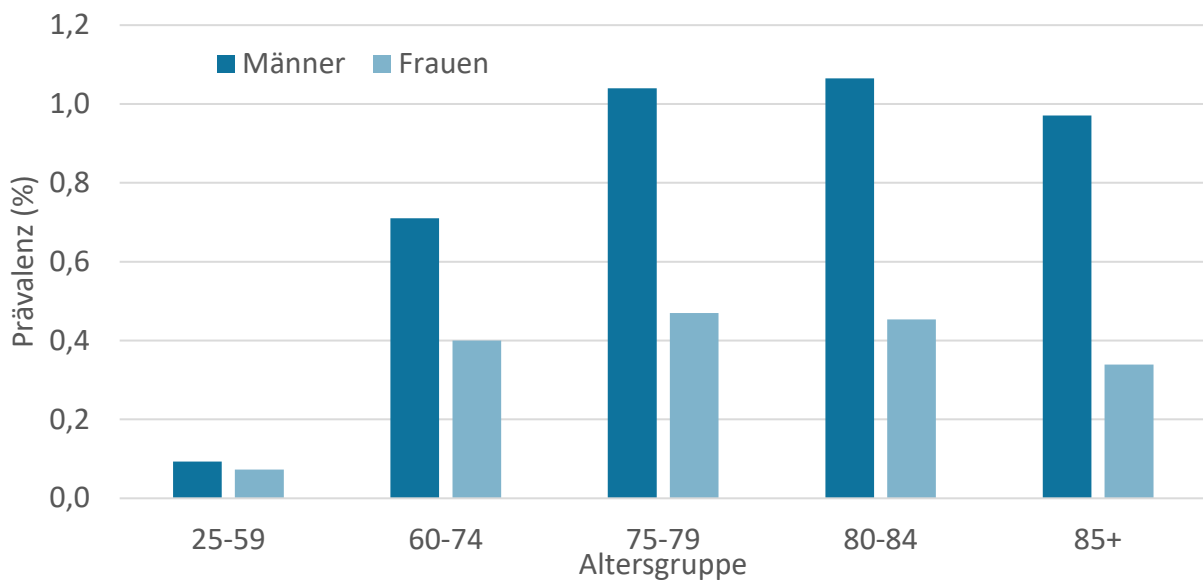
- Diagnose- und Primärtherapiephase,
- kontrollierte Phase,
- metastasierte Phase und
- terminale Phase.

Diese Phasen sind nicht im Sinne klinischer Tumorstadien zu verstehen, sondern als Krankheitsphasen, die anhand ihrer gesundheitlichen Auswirkungen definiert sind und über die Gewichtungsfaktoren (disability weights) in die Krankheitslastberechnung eingehen [91]. Die Einteilung in die vier Phasen erfolgte über Versicherungszeiten für jeden prävalenten Lungenkrebsfall tagesgenau. Waren zeitgleich die Kriterien mehrerer Phasen erfüllt, wurde die nach dem Gewichtungsfaktor schwerwiegendste Phase gewertet. Die angenommene Dauer der Diagnose- und Primärtherapiephase ist krebsspezifisch und beträgt bei Lungenkrebs 3,3 Monate. In den GKV-Abrechnungsdaten kann diese Phase durch einschlägige Operationen sowie Chemo- und Strahlentherapien erfasst werden. Dies bedeutet, dass die verschiedenen Phasen durch die Versorgungsrealität gut abbildbar sind: Erhält ein Erkrankter beispielsweise nach einer längeren Behandlungspause (erneut) eine Chemotherapie, wird diese Person auch erneut der Therapiephase zugeordnet, da abermals von einer relevanten gesundheitlichen Beeinträchtigung durch die Nebenwirkungen der Therapie auszugehen ist. Dokumentierte Metastasen-Diagnosen sind ein Hinweis, dass der Erkrankte sich in der metastasierten Phase befindet. Analog zur GBD-Studie wurde als Dauer der terminalen Phase ein Monat vor dem Versterben des Erkrankten angesetzt. Für die sogenannte kontrollierte Phase wird die geringste gesundheitliche Beeinträchtigung angenommen. Diese Phase wird den Zeiträumen zugewiesen, in denen keine der anderen drei Phasen zutreffend ist.

Für das Jahr 2017 wurde die 10-Jahres-Prävalenz mit 171 Tausend erkrankten Personen beziehungsweise einer Prävalenz von 0,21 Prozent ermittelt. Das Zentrum für Krebsregisterdaten (ZfKD) am Robert Koch-Institut prognostiziert auf Basis der Krebsregisterdaten für das Jahr 2020 für die 10-Jahres-Prävalenz von Lungenkrebs bundesweit 133 Tausend Fälle [92]. Diese Differenz erscheint angesichts der methodischen Unterschiede (GKV-Abrechnungsdaten versus Krebsregister) plausibel und hat zwei Hauptgründe: Zum einen werden anhand der Abrechnungsdaten die dokumentierten 10-Jahres-Prävalenzen ermittelt. Somit sind auch Fälle erfasst, deren inzidente Diagnose mehr als zehn Jahre zurückliegt. Denn auch diese Fälle sind für die Krankheitslastberechnung relevant, weil sie noch mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung einhergehen können. Zum anderen werden in der ZFKD-Methodik keine Personen erfasst, die im Berichtsjahr verstorben sind. Für die Krankheitslastberechnung im BURDEN 2020-Projekt werden diese Fälle jedoch anteilig mit der entsprechenden gesundheitlichen Beeinträchtigung in den jeweiligen Krebsphasen berücksichtigt.

Zwischen den Geschlechtern bestehen die aus Krebsregistern bekannten Unterschiede mit einer deutlich höheren Prävalenz bei Männern als bei Frauen (Abbildung 24). Dieser Geschlechtsunterschied zeigt sich in allen Altersgruppen, ist aber bei den älteren Patient:innen ab 75 Jahren besonders stark ausgeprägt. Auch regional sind deutliche Unterschiede zu erkennen: Besonders hohe Lungenkrebsprävalenzen sind in weiten Teilen Nordrhein-Westfalens, des Saarlands und Sachsen-Anhalts zu sehen (Abbildung 25), besonders niedrige dagegen in Baden-Württemberg, Bayern und Sachsen.

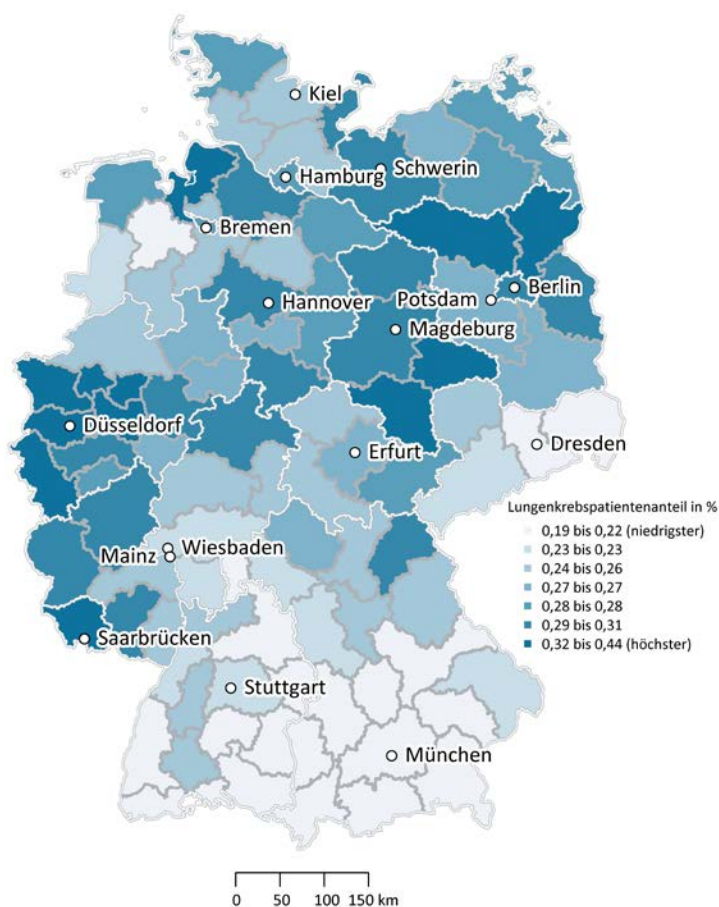
Abbildung 26 10-Jahres-Prävalenz von Lungenkrebs nach Alter und Geschlecht unter allen Einwohner:innen in Deutschland im Jahr 2017



Diese Ergebnisse sind vollständig unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de> veröffentlicht.

Bei den Lungenkrebs-Schweregraden überwiegt die sogenannte kontrollierte Phase (Tabelle 13). Auch in der GBD-Studie sowie in einer nationalen Untersuchung in Schottland entfiel der höchste Anteil auf die kontrollierte Phase [93: Appendix 2, SR Tabelle 2, Seite 38, 94]. Insbesondere zwei mögliche Ursachen kommen dafür in Betracht: Zum einen findet bei der 10-Jahres-Prävalenz eine Akkumulation von „Langzeitüberlebenden“ statt, die, wenn kurativ operiert, tatsächlich keiner Akuttherapie bedürfen und so zur quantitativen Bedeutung der kontrollierten Phase beitragen. Zum anderen beruhen die Aufgreifkriterien der kontrollierten Phase auf der Abwesenheit von dokumentierten Diagnosen und Behandlungen. Die Gründe der Abwesenheit sind jedoch unklar, weshalb nicht zwangsläufig von einer „kontrollierten Erkrankung“ im medizinischen Sinne ausgegangen werden kann, etwa bei als austerapiert geltenden Patient:innen. Mit steigendem Lebensalter nimmt der Anteil der kontrollierten Phase sowie der terminalen Phase deutlich zu, der Anteil der Diagnose- und Therapiephase sowie der metastasierten Phase hingegen ab. Die Zunahme der kontrollierten Phase könnte ein Hinweis darauf sein, dass in den höheren Altersgruppen der Anteil der „Langzeitüberlebenden“ akkumuliert. Die Zunahme der terminalen Phase ist auch dadurch bedingt, dass die Definition der Phase den Zeitraum von einem Monat vor dem Tod umfasst, allerdings steigt mit höherem Alter die Sterbewahrscheinlichkeit an. Insgesamt müssen daher die ermittelten Schweregrade bei Krebserkrankungen unter Berücksichtigung der methodischen Vorgehensweise interpretiert werden.

Abbildung 27 10-Jahres-Prävalenz von Lungenkrebs 2017 - Karte auf Ebene der Raumordnungsregionen



Diese Ergebnisse sind vollständig unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de> veröffentlicht.

Tabelle 13 Anteil der Lungenkrebs-Patient:innen mit dem jeweiligen Schweregrad

Altersgruppe	Phase 1: Diagnose und Primärtherapiephase	Phase 2: kontrollierte Phase	Phase 3: metastasierte Phase	Phase 4: terminale Phase
25 bis 59 Jahre	4,1	55,2	38,5	2,1
60 bis 74 Jahre	4,9	56,7	35,8	2,6
75 bis 79 Jahre	4,5	62,2	30,2	3,2
80 bis 84 Jahre	3,6	67,2	25,6	3,5
85 Jahre und älter	2,4	74,2	18,7	4,7

Diese Ergebnisse sind vollständig unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de> veröffentlicht.

11.7. Add-On-Survey zu Schmerzerkrankungen

Zwischen Oktober 2019 und März 2020 wurde eine Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland als bundesweite telefonische Querschnittbefragung durchgeführt. Befragt wurden deutschsprachige Personen ab 18 Jahren mit einem Wohnsitz in Deutschland. Die Studie wurde im RKI konzipiert und vom Markt- und Sozialforschungsinstitut USUMA GmbH durchgeführt. Umsetzung und Qualitätssicherung der Befragung orientierten sich an einem standardisierten Konzept [95]. Zur Kontaktierung der Teilnehmenden wurde zufällig je eine Stichprobe aus Festnetz- und Mobilfunknummern auf Basis des Telefonstichprobensystems des Arbeitskreises Deutscher Markt und Sozialforschungsinstitute gezogen [96]. Die Gesamtstichprobe setzt sich aus 60 % Festnetz- und 40 % Mobilfunknummern zusammen. Alle in der Bundesrepublik Deutschland nutzbaren Telefonnummern können Teil der Stichprobe sein, sodass die Studie für alle potenziell in Deutschland telefonisch erreichbaren Privathaushalte repräsentativ ist. Die Auswahl der

Teilnehmenden erfolgt bei Festnetzanschlüssen zufällig anhand des sogenannten Schwedenschlüssels (auch Kish-Selection-Grid) [95]. Die Konzeption des Fragebogens (siehe Anlage 12.1) orientierte sich an anderen telefonischen Studien des Gesundheitsmonitorings am RKI [95]. Zur Vergleichbarkeit und zur Bestimmung von zeitlichen Trends wurden für die Erhebung validierte Instrumente zur Messung von Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen im Vorfeld gesichtet und im Fragebogen umgesetzt [97-102]. In der Studie wurden umfangreiche Informationen zu Charakteristiken der einzelnen Schmerzerkrankungen sowie zur allgemeinen Gesundheit und Lebenszufriedenheit erhoben. Darüber hinaus wurden Angaben zum Medikamentengebrauch bei Personen mit Kopfschmerzen erfasst. Insgesamt nahmen in ungewichteten Zahlen 5.009 Befragte an der Studie teil, darunter 2.634 Frauen (52,6 %) und 2.375 Männer (47,4 %) [27, 103]. Die durchschnittliche Interviewzeit betrug 23 Minuten. Der Fragebogen ist als Anlage unter 12.1 zu finden. Die Responserate wurde nach den Kriterien der AAPOR (American Association for Public Opinion Research) berechnet [104]. Sie belief sich auf 24,0 %.

11.8. Straßenverkehrsunfälle

Unfälle (z.B. Straßenverkehrsunfälle) sind auf Krankenkassenabrechnungsdaten nicht verlässlich ermittelbar. Zur Ermittlung der Zahl und Schwere der Straßenverkehrsunfälle in Deutschland wurde deshalb auf die amtliche Straßenverkehrsunfallstatistik [66] zurückgegriffen. Diese Registerdaten gelten als vollständig für polizeilich erfasste Straßenverkehrsunfälle (STVU). Der Anteil nicht-polizeilich erfasster STVU wurde aus den RKI eigenen Erhebungsdaten der GEDA Studie ermittelt. In dieser Befragung konnten Studienteilnehmende Angaben sowohl zu Art und Umfang, eventueller Beteiligungen an Straßenverkehrsunfällen, als auch zur polizeilichen Erfassung der STVU machen. Aus beiden Quellen (amtl. STVU und RKI Befragungsdaten) wurde eine gemeinsame Prävalenz und Schweregrade für Straßenverkehrsunfälle zusammengesetzt.

11.9. Datenaufbereitung und Unsicherheitskonzept

11.9.1. Years of life lost (YLL)

Umverteilung von nichtinformativen ICD-10-Codes und daraus resultierende Unsicherheiten

Im Jahr 2017 wiesen in der Todesursachenstatistik 25,8 % der Sterbefälle einen – im Sinne einer Krankheitslastrechnung – nichtinformativen ICD-10-Code als ursächliche Todesursache auf [105]. Nichtinformativ können ICD-Codes sein, die zum Beispiel Folgeerkrankungen, Krankheitssymptome oder unspezifische Todesursachen beschreiben. Um auch diese Sterbefälle für die Berechnung der YLL nutzen zu können, werden nichtinformative ICD-Codes zu informativen ICD-Codes umverteilt. Dies erfolgt in Anlehnung an die GBD-Studie [20-22]. Für alle Sterbefälle mit einem nichtinformativen ICD-Code wird somit eine Annahme über tatsächliche Todesursachen getroffen und sogenannte Zielcodes definiert. Für einen nichtinformativen ICD-10-Code in der Todesursachenstatistik stehen dabei verschiedene informative ICD-10-Codes als Zielcodes zur Verfügung, die somit als mögliche tatsächliche Todesursache betrachtet werden können.

So kann zum Beispiel ein unspezifischer Schlaganfall einem ischämischen Schlaganfall, einer intrazerebralen Blutung oder einer Subarachnoidalblutung zugeordnet werden [s. auch 16]. Die Verteilungen der Zielcodes bzw. Todesursachen variieren dabei in der Bevölkerung nach Alter und Geschlecht. Sodass die Umverteilung entsprechend separat nach Alters-, Geschlechts- und regionalen Gruppen vorgenommen wird. Ein unspezifischer Schlaganfall wird mit variierenden Wahrscheinlichkeiten entlang der eben genannten Merkmale auf die drei Schlaganfallarten umverteilt.

Für jede Person mit nichtinformativem ICD-10-Code wird der Prozess der Umverteilung (zu informativen ICD-10-Codes) 1.000 Mal wiederholt. Damit soll die Variation verschiedener möglicher tatsächlicher Todesursachen abgebildet werden. Die 1.000 gebildeten Werte erlauben für jede Todesursache die Beschreibung eines Unsicherheitsintervalls in dem 95%

der Fälle liegen. Zusammenfassend bildet das Unsicherheitsintervall den Bereich der Sterbefallzahlen beziehungsweise YLL ab, in dem der wirkliche Wert liegt. Das Verfahren der Umverteilung wurde bereits an anderer Stelle publiziert [s. 19].

Imputation gesperrter Fallzahlen

Um das Sterbe geschehen möglichst regional abzubilden, wurden die Daten der Todesursachenstatistik im Forschungsdatenzentrum (FDZ) ausgewertet [18]. Diese Daten ermöglichen – anders als die freiverfügbaren Bundesdaten [43] – aufgrund eines zusätzlichen Merkmals zum Wohnort des Verstorbenen eine bundeslandspezifische Umverteilung von nichtinformativen ICD-Codes auf informative ICD-Codes [s. 19]. Um eine Re-Identifizierung von Personen auszuschließen, werden Felder mit weniger als 3 Fällen vor der Bereitstellung durch das FDZ gesperrt (Primärspernung nach Mindestfallzahlregel). Zusätzlich kann es zu sogenannten Sekundärspernungen kommen, wenn sich aufgrund von Addition oder Subtraktion mit Hilfe dieser Felder Rückschlüsse auf gesperrte Zellen mit weniger als 3 Fällen ziehen lassen (Sekundärspernung nach Randwertregel).

Aufgrund der Vielzahl von möglichen Kombinationen aus 131 Todesursachen, 96 Raumordnungsregionen, über 20 Altersgruppen und zwei Geschlechtern und der damit verbundenen stark differenzierten YLL-Betrachtung ergab sich eine relativ hohe Anzahl an gesperrten Feldern, welche nachträglich imputiert wurden. Bei dieser Imputation mussten verschiedene Referenzrahmen berücksichtigt werden. Zum einen ist die Gesamtsterblichkeit (*all cause mortality*) gegeben, welche im Jahr 2017 absolut bei 932.269 Sterbefällen in Deutschland lag. Darüber hinaus sind auf Basis der Sterbetafeln des Statistischen Bundesamts [42] auch Werte nach Geschlecht (474.512 Frauen und 457.757 Männer), Alter und Region (hier: Raumordnungsregionen, kurz ROR) bekannt.

Die Imputation erfolgte in einem iterativen Prozess: Zuerst (1) wurde der Datensatz mit den Sterbefallzahlen je Todesursache für Deutschland (Gesamalter und Gesamtgeschlecht) imputiert. Anschließend (2) wurde der Datensatz nach Todesursachen und Raumordnungsregionen (Gesamalter, Gesamtgeschlecht) imputiert. Die aus den freiverfügbaren Bundesdaten bekannten Verteilungen der Fälle über die Todesursachen wurden dabei herangezogen. Hiermit ließ sich abschätzen, wie die zu imputierenden Fälle (Differenz zwischen vorhandenen Fällen und 932.269) über die gesperrten Todesursachen verteilt sind. Die Imputation erfolgt iterativ, da zuerst anteilig (entsprechend der Bundesproportionen) die zu verteilenden Fälle (siehe Differenz) auf die gesperrten Todesursachen verteilt wurden. Anschließend erfolgte ein Abgleich mit der Gesamtsterblichkeit und, falls nötig, eine Korrektur der Imputation.

11.9.2. Years lived with disability (YLD)

Im Detail wird im Folgenden auf die Bestimmung des 95%-Unsicherheitsintervalls (UI) unter der Verwendung einer stochastischen Simulation eingegangen, welche auch unter dem Begriff der *Monte Carlo-Simulation* bekannt ist [31].

Zur Berechnung der Punktschätzer und der UI über die Dimensionen Alter (a), Geschlecht (s), Region (r) und Ursache (c) gilt folgende Formel:

$$YLD_{a,s,r,c} = \sum_{j=1}^k p^*_{a,s,r,c,j} * t^*_{a,s,c} * dw_{c,j} \quad [2.1]$$

wobei k je nach Ursache (c) zwischen eins und acht liegen kann und der Anzahl an Schweregraden entspricht. Für die hier berichtete Auswahl an Erkrankungen wurden maximal acht Schweregrade beobachtet.

Für jede *Ursache* (c) sind dies Informationen zur Prävalenz bzw. Inzidenz (p^*), zur (durchschnittlichen) Dauer der *Ursache* in Tagen innerhalb eines Jahres (t), zur Schweregradverteilung (j) sowie zum Grad der Beeinträchtigung (dw). Die Dauer spielt bei *Ursachen* eine Rolle, die innerhalb eines Jahres nur in vereinzelten, kurzzeitigen Episoden auftreten. Als Beispiele sind hier die Migräne oder der Spannungskopfschmerz zu nennen, an denen Betroffene nur an einem gewissen Anteil des Jahres leiden [27]. Für diese Erkrankungen

wird die Punktprävalenz (p) über eine Gewichtung der 12-Monats-Prävalenz (p^*) mit einem Zeitfaktor $t^* = \frac{t}{365,25}$ [2.2] über $p = p^* * t^*$ [2.3] berechnet. Daraus folgt, dass sich für chronische Erkrankungen wie dem Typ-2-Diabetes, welcher per Annahme gesundheitliche Einschränkungen an jedem Tag im Jahr verursacht, eine Gewichtung von $t^* = 1$ ergibt und damit $p^* = p$ ist.

Die Punktschätzer und 95%-Konfidenzintervalle (KI) je Erkrankung und Input-Variable wurden auf Basis mehrerer Datenquellen sowie unter Nutzung von verschiedenen Methoden geschätzt. Des Weiteren sind diese zu einem gewissen Anteil aus bereits veröffentlichten GBD-Studienergebnissen entnommen und werden somit in der Berechnung lediglich sekundär genutzt [23]. Dies hat zur Folge, dass das KI, je nachdem welche Erkrankung und Input-Variable betrachtet wird, eine andere Quelle der Unsicherheit adressiert. Während beispielsweise bei der Schätzung von Prävalenzen auf Basis von Abrechnungsdaten mögliche Selektionseffekte durch Versichertenkollektive korrigiert wurden, spiegelt die Unsicherheit in den Befragungssurveys des RKI sowohl die Auswahlwahrscheinlichkeit einzelner Personen in die Stichprobe sowie die Anpassung an die Bevölkerungsstruktur wieder [64, 106]. Dies hat zur Folge, dass sich die Bedeutung der KI durch die Zusammenführung zu den *YLD* ändert, da mehrere Unsicherheitsquellen vereint werden. Deshalb wird bei der Berechnung des Outcomes lediglich von Unsicherheitsintervallen (UI) gesprochen.

Stochastische Simulation

Zur Approximation der UI wird eine mögliche Verteilung des Outcomes (*YLD*) durch Verwendung eines Algorithmus simuliert. Dabei leisten einerseits klassische *Monte-Carlo-Verfahren* Orientierung, welche häufig in der Numerik bei der Berechnung von Integralen Anwendung finden. Eine beliebige reelle Zahl q wird dabei über n -maliges und zufälliges ziehen aus unabhängigen, identisch verteilten (meist gleichverteilten) Zufallsvariablen mit Erwartungswert q approximiert [s. dazu 31]. Je größer die Anzahl an Wiederholungen, desto exakter lässt sich die reelle Zahl q abbilden. Andererseits kommen Anwendungsfelder des *bootstrapping* zum Tragen, was eine Alternative der Inferenzstatistik bei der Berechnung von Standardfehlern durch asymptotische Formeln darstellt. Auf Basis dieses Verfahrens gehen wir davon aus, dass die Verteilung unsere Zufallsvariablen der der Population entspricht (N) und wir n -mal Stichproben (sog. *bootstrap samples*) daraus ziehen können. Nach n -maliger Wiederholung erhalten wir im Resultat eine *bootstrap sample* Verteilung, die eine gute Approximation unserer ursprünglichen anvisierten Verteilung darstellt.

Davon ausgehend basiert die Simulation auf folgendem Algorithmus: (1) Alle Input-Variablen (p^*, t^*, j, dw) werden als Zufallsvariable mit bekanntem Mittelwert und bekannter Standardabweichung betrachtet, welche im Folgenden in Großbuchstaben geschrieben werden. (2) Fortlaufend wird dann zufällig und unabhängig aus den Input-Variablen mit Hilfe eines Zufallszahlengenerator eine Realisierung gezogen und (3) in die Gleichung [2.1] zur Berechnung des *YLD* eingesetzt, welche als deterministisch, also ohne weitere zufällige Komponenten, angenommen wird [107]. (4) Dieses Verfahren wird $n = 1.000$ -mal wiederholt, was zu 1.000 möglichen Realisierungen und somit zur Approximation einer möglichen Verteilung der *YLD* führt [s. 23]. (5) Das 95%-UI wird auf Basis dieser Verteilung über das 2,5%-Perzentil (unteres Band) und 97,5%-Perzentil (oberes Band) entnommen. Als Verteilungsannahme gilt für jede Input-Variable in der einfachen Form die Log-Normalverteilung [108]:

$$\begin{aligned}
 P_{a,s,r,c,j}^* &\sim LN(\hat{\mu}_{a,s,r,c,j}, \hat{\sigma}_{a,s,r,c,j}) \\
 T_{a,s,c}^* &\sim LN(\hat{\mu}_{a,s,c}, \hat{\sigma}_{a,s,c}) \\
 J_{k,a,s,c} &\sim LN(\hat{\mu}_{k,a,s,c}, \hat{\sigma}_{k,a,s,c}) \\
 DW_{c,j} &\sim LN(\hat{\mu}_{c,j}, \hat{\sigma}_{c,j}) \\
 YLD_{a,s,r,c} &= \sum_{J_{a,s,c}=1}^k P_{a,s,r,c,j}^* * T_{a,s,c}^* * DW_{c,j}
 \end{aligned}$$

Da die Punktschätzer in einigen Fällen nicht symmetrisch im 95%-KI liegen, wird der Mittelwert $\hat{\mu}$ über $\hat{\mu} = \frac{\hat{\mu}_{lb} + \hat{\mu}_{ub}}{2}$ approximiert, was zu einem exakteren Abbild des KI führt. Aus den 95%-KI ($\hat{\mu}_{lb}$; $\hat{\mu}_{ub}$) wird die Standardabweichung $\hat{\sigma}$ aus der Formel $\hat{\sigma} = \frac{\hat{\mu}_{ub} - \hat{\mu}_{lb}}{3,92}$ hergeleitet [durch Umformung 109, S. 43]. Die Simulation berücksichtigt außerdem eine Nebenbedingung: Da sich die Schweregradverteilung in der Regel auf 100% aufaddiert, werden die Realisierungen aus $J_{k,a,s,c}$ ($J_{1,a,s,c,1}, J_{2,a,s,c,1}, \dots, J_{l,a,s,c,1}$) anhand der Punktschätzer auf den Nenner $\sum_{k=1}^l j_{a,s,c}$ skaliert.

11.9.3. Disability-Adjusted Life Years (DALY)

Die Disability-adjusted life years (*DALY*) ergeben sich aus der Summe von *YLL* und *YLD*. Für die Berechnung des 95%-UI wurde der gleiche Algorithmus angewendet, welcher im Abschnitt 11.9.2 zu den *YLD* skizziert wurde. Hierzu wurden beide Input-Variablen (*YLL*, *YLD*) als Zufallsvariablen mit bekanntem Mittelwert und bekannter Standardabweichung betrachtet. Der Punktschätzer $\hat{\mu}$ wird über $\hat{\mu} = \frac{\hat{\mu}_{lb} + \hat{\mu}_{ub}}{2}$ approximiert und die Standardabweichung $\hat{\sigma}$ wiederum aus der Formel $\hat{\sigma} = \frac{\hat{\mu}_{ub} - \hat{\mu}_{lb}}{3,92}$ hergeleitet. Als Verteilungsannahme gilt für jede Input-Variable die Log-Normalverteilung.

$$\begin{aligned} YLL_{a,s,r,c} &\sim LN(\hat{\mu}_{a,s,r,c}, \hat{\sigma}_{a,s,r,c}) \\ YLD_{a,s,r,c} &\sim LN(\hat{\mu}_{a,s,r,c}, \hat{\sigma}_{a,s,r,c}) \\ DALY_{a,s,r,c} &= YLL_{a,s,r,c} + YLD_{a,s,r,c} \end{aligned}$$

Das 95%-UI wurde wiederum anhand der Verteilung von 1.000 möglichen *DALY*-Realisierungen über das 2,5%-Perzentil (unteres Band) und 97,5%-Perzentil (oberes Band) berechnet. Ebenso wie bei der Zusammenführung der Input-Variablen zur Bestimmung der *YLD* lässt sich die Quelle der Unsicherheit bei den *DALY* nicht exakt definieren, da durch die Zusammenführung mit den *YLL* eine weitere Unsicherheitsursache hinzukommt.

11.10. Adjustierung um Multimorbidität (MUMO-Adjustierung)

Bei der Quantifizierung der verlorenen Lebensjahre durch gesundheitliche Einschränkungen (*YLD*) ist eine Korrektur für Multimorbidität bzw. Komorbidität notwendig, da es sonst zu einer Überschätzung des morbiditätsbedingten Teils der Krankheitslast kommt [23, 110]. Studien für Deutschland weisen darauf hin, dass ein Großteil der Bevölkerung über 50 Jahren an mehr als einer Erkrankung leidet, die Anzahl von Erkrankungen mit dem Alter stetig steigt und sich Muster von Erkrankungen bei Betroffenen zeigen [34, 35, 111]. Häufig wird hier vom Begriff *Multimorbidität* gesprochen, welcher von dem Begriff *Komorbidität* abzugrenzen ist [112]. Bei der *Komorbidität* wird davon ausgegangen, dass eine der Erkrankungen als Indexerkrankung zu sehen ist und die Komorbiditäten als solche nur hinzukommen [112, 113]. *Multimorbidität* hingegen ist definiert als das Vorhandensein von zwei oder mehr Gesundheitszuständen ohne Festlegung einer sogenannten Indexerkrankung, bei der alle Gesundheitszustände zueinander gleichbedeutend sind. Im Folgenden definieren wir das Vorhandensein von zwei und mehr Gesundheitszuständen als Multimorbidität und betrachten in der Simulation alle Gesundheitszustände als gleichwertig. Anders als in der GBD-Studie verwenden wir deshalb den Begriff *Multimorbiditätsadjustierung*, kurz *MUMO*, und nicht *Komorbiditätsadjustierung* (engl. comorbidity adjustment, kurz *COMO*) [23].

Zur Korrektur der *YLD* wird eine *Mikrosimulation* angewendet, da die Adjustierung nicht auf Bevölkerungs- sondern auf Individualebene erfolgt [23]. Mikrosimulationen werden unter anderem zur Evaluation (gesundheits-)politischer Maßnahmen und Interventionen genutzt. In diesen Verfahren wird in der Regel ein synthetischer Datensatz unter Verwendung statistischer Methoden generiert, mit dessen Hilfe Effekte von (gesundheits-)politischen Maßnahmen oder Interventionen auf bspw. das Verhalten von Individuen (oder Simulanten)

vorhergesagt werden [114]. Krankheitslaststudien nutzen hier häufig statische Modelle, die sich lediglich auf einen Zeitpunkt beziehen [23]. Im Folgenden werden die Rahmenbedingungen der Mikrosimulation skizziert, die sich an die GBD-Studie orientieren.

Rahmenbedingungen der Mikrosimulation

Für jede Kombination aus Alter (a), Geschlecht (s) und Region (r) wird ein synthetischer Datensatz von 40.000 Pseudo-Individuen (auch Simulanten bezeichnet) generiert. Mit Hilfe der Informationen zu den Prävalenzen ($P_{a,s,r,c}$) je Ursache (c) wird jedem Simulanten auf Basis von Bernoulli-Experimenten ein Vektor an Erkrankungen zugewiesen bei dem gilt $P_{a,s,r,c} \sim B(p)$. Hierzu wird die Prävalenz als Wahrscheinlichkeit betrachtet und es gilt $E[P_{a,s,r,c}] = p$. Dabei ist zu beachten, dass Erkrankungen, deren Prävalenz in der Bevölkerung weniger als 0,01 % ($= \frac{1}{40.000} * 100$) beträgt, über das Bernoulli-Experiment nicht zugewiesen werden können und somit keine Adjustierung unter diesen Rahmenbedingungen möglich ist. Die Zuweisung der Erkrankungen erfolgte unabhängig, was gleichermaßen bedeutet, dass das Vorhandensein einer Erkrankung ($P_{a,s,r,1}$) keinen Einfluss auf das Vorhandensein einer weiteren Erkrankung ($P_{a,s,r,2}$) hat. Studienergebnisse zur Multimorbidität bei Älteren haben allerdings gezeigt, dass sich häufig Cluster von Erkrankungen zeigen und somit mit einer gewissen Abhängigkeit bzw. Korrelation zu rechnen ist [34, 111]. Da ein solches Verfahren eine deutlich höhere Datenmenge benötigt und diese im Rahmen der vorliegenden Studie nicht generiert werden konnte, wird in dieser Version der Simulation, wie in der GBD-Studie, lediglich eine unabhängige Zuweisung angewendet. Dies hat zur Folge, dass die Höhe der *YLD* auch mit einer unabhängigen MUMO-Adjustierung noch überschätzt wird [110].

Verfahren der MUMO-Adjustierung

Im Folgenden werden die Berechnungsschritte (bzw. der Algorithmus) der Mikrosimulation und der *YLD*-Adjustierung skizziert. Die Korrektur findet dabei auf der Ebene der Individuen und der disability weights (*DW*) statt, indem ein adjustierter Beitrag jedes erkrankungsspezifischen Gewichtes an der individuellen, kombinierten Gesamtbeeinträchtigung (bzw. individuellem *YLD*) berechnet wird. Dabei gehen die einzelnen Erkrankungen zunächst jeweils mit einem Gewicht von 1 in die Berechnungen ein, da der Einfluss einer einzelnen Erkrankung an der Gesamtbeeinträchtigung des Individuums als unbekannt angenommen wird. Nach der Generierung des synthetischen Datensatzes, der pro Simulanten einen Vektor an Erkrankungen enthält, werden sog. durchschnittliche *DW* (im Folgenden als *avdw* bezeichnet) angespielt, welche die mittlere Beeinträchtigung eines Individuums durch eine Erkrankung ausdrücken. Diese lassen sich über die folgende Formel beschreiben:

$$avdw_{a,s,c} = \sum_{j_{a,s,c}=1}^k dw_{c,j} * t^*_{a,s,c} * j_{a,s,c}$$

Die Korrektur der Gewichte (bzw. individuelle *YLD*) erfolgt dann proportional zur Höhe des jeweiligen *avdw* innerhalb eines Individuums, welcher den Beitrag jeder Erkrankung zur individuellen Gesamtbeeinträchtigung widerspiegeln soll. Somit ist die Adjustierung des individuellen *YLD* bei jenen Erkrankungen relativ gesehen höher, bei denen eine höhere Beeinträchtigung anhand des *avdw* angenommen wird. In Tabelle 14 werden die adjustierten und die nicht adjustierten *YLD* gegenübergestellt, wobei sich in allen Fällen eine Reduktion der *YLD* zeigt. Dabei unterscheidet sich die Höhe der Korrektur sowohl nach Häufigkeit als auch nach Höhe der Beeinträchtigung je Erkrankung. Im Zuge der Korrektur kommt es weiterhin zum einen zur Berechnung der Summe aller individuellen *avdw* über $\sum_{c=1}^v avdw_{sim,c}$, wobei *sim* der Index für den Simulanten und c die Anzahl an zugewiesenen Erkrankungen bedeutet. Zum anderen werden kumulierte *avdw* (im Folgenden als *cavdw* bezeichnet), welche eine korrigierte Gesamtbeeinträchtigung ausdrücken, über folgende multiplikative Formel berechnet:

$$cavdw_{sim} = 1 - ((1 - avdw_{sim,1}) * (1 - avdw_{sim,2}) * \dots * (1 - avdw_{sim,c}))$$

Aus mathematischer Sicht wird gewährleistet, dass die individuelle, kumulierte Beeinträchtigung den Wert 1 nicht erreicht, sondern lediglich dazu konvergiert [54]. Im Rahmen von Krankheitslaststudien wird demzufolge angenommen, dass sich bei Betroffenen, die an mehr als einer Erkrankung leiden, der Verlust an Lebensqualität nicht einfach *aufaddieren* lässt. Disability weights spiegeln die Beeinträchtigung der jeweiligen Erkrankung in einer Skala von 0 (keine Beeinträchtigung) bis 1 (Zustand gleich dem Tod) wider [23]. Würde eine einfache Addition der *avdw* angewendet werden, käme es in manchen Fällen zu einem Wert weit größer als 1. Dies würde bedeuten, dass eine lebende, aber erkrankte Person in einem Querschnittsjahr einen höheren Verlust an Lebensjahren für dieses Jahr zu verzeichnen hätte als eine Person, die an dieser Erkrankung gestorben ist. Deshalb wird jedes *avdw* im Weiteren über folgende Formel relativ zu seiner Höhe auf den Nenner $cavdw_{sim,u}$ skaliert:

$$avdw_{adj,sim,c} = \frac{avdw_{sim,c}}{\sum_{c=1}^v avdw_{sim,c}} * cavdw_{sim}$$

Die adjustierten *YLD* werden im letzten Schritt aus der synthetischen Population auf die Bevölkerung (im Folgenden mit $b_{a,s,r,c}$ bezeichnet) nach Alter, Geschlecht und Region über folgende Formel hochgerechnet:

$$YLD_{adj,a,s,r,c} = \left(\frac{1}{n} \sum_{sim=1}^n avdw_{adj,sim,c} \right) * b_{a,s,r,c}$$

wobei $n = 40.000$ entspricht.

Tabelle 14 Gegenüberstellung der adjustierten zu den nicht adjustierten YLD auf Ebene 3 der Krankheitslastursachen (insgesamt, beide Geschlechter)

Krankheitslastursache (Ebene 3)	YLD_unadj	YLD_adj	Reduktion (in %)
Koronare Herzkrankheit	212080,9	202781,5	-4,4%
Unterer Rückenschmerz	1485972,0	1434132,0	-3,5%
Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	35045,9	33464,0	-4,5%
Schlaganfall	106608,7	102268,8	-4,1%
Chronische obstruktive Lungenerkrankung	311586,8	301819,1	-3,1%
Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	249555,4	235566,2	-5,6%
Diabetes mellitus	541972,2	526822,9	-2,8%
Kopfschmerzerkrankungen	878128,4	853028,3	-2,9%
Nackenschmerz	486411,4	473412,9	-2,7%
Depressive Störungen	478367,4	469767,3	-1,8%
Kolon- und Rektumkrebs	62269,5	59502,2	-4,4%
Angststörungen	510356,2	500130,3	-2,0%
Brustkrebs	105120,2	101444,9	-3,5%
Alkoholbezogene Störungen	215066,2	208714,8	-3,0%
Straßenverkehrsunfälle	65375,6	64581,3	-1,2%
Untere Atemwegsinfektionen	13117,3	13041,5	-0,6%
Prostatakrebs	73377,0	69976,4	-4,6%
Hypertensive Herzkrankheit	77827,6	74197,5	-4,7%

Quelle: BURDEN 2020, eigene Zusammenstellung

Unsicherheitsintervall adjustierte YLD

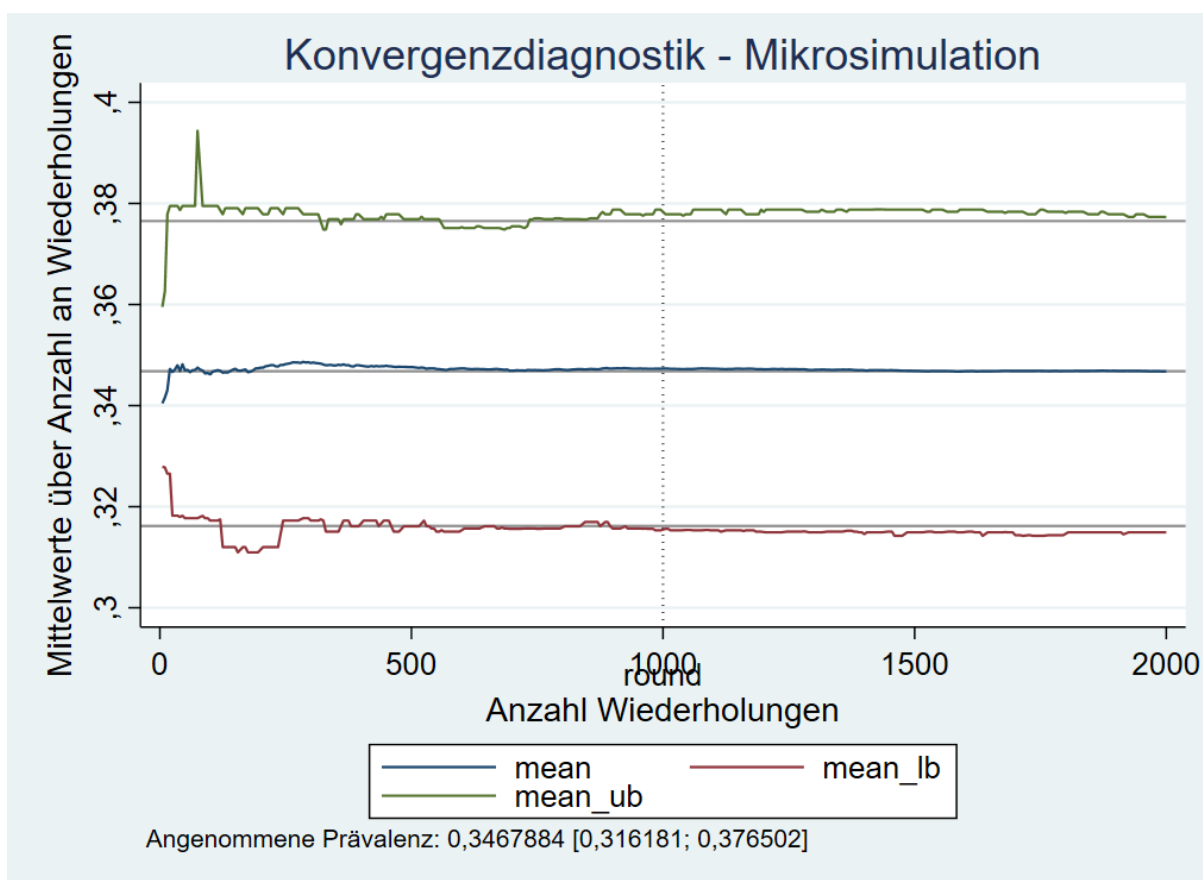
Das Unsicherheitsintervall der adjustierten *YLD* wird aus einer Kombination der eben skizzierten Mikrosimulation in Verbindung mit der in Abschnitt 11.9 zum Unsicherheitskonzept beschriebenen stochastischen Simulation entnommen. Alle Input-Variablen (p^* , t^* , j , dw) werden zu diesem Zweck als log-normalverteilte Zufallsvariablen mit bekanntem Mittelwert und Standardabweichung betrachtet, aus welchen tausendmal zufällig und unabhängig jeweils eine Realisierung gezogen und in den eben beschriebenen Algorithmus zur Mikrosimulation eingesetzt wird. Dies führt zu 1.000 Realisierungen und damit einer möglichen Verteilung der adjustierten *YLD*. Das 95%-UI wird auf Basis dieser Verteilung über das 2,5%-Perzentil (unteres Band) und 97,5%-Perzentil (oberes Band) entnommen.

Konvergenzdiagnostik

Im Folgenden wird darauf eingegangen, inwiefern und ab welcher Anzahl an Wiederholungen die (Mikro-)Simulation ihr Ziel, eine hinreichend gute Replikation der Verteilungen aller Input-Variablen zu erzeugen (Prävalenzen, Inzidenzen, Schweregradverteilungen, *disability weights* und Dauern), erreicht. Denn bei der Berechnung der Zielgrößen (*YLD*, *DALY*), mit Hilfe der stochastischen Simulation, werden alle Input-Variablen als Zufallsvariablen mit gegebenem Mittelwert und einer gegebenen Streuung (berechnet über das untere und obere 95 %-Konfidenz- bzw. Unsicherheitsintervall) betrachtet (siehe Beschreibung des Verfahrens 11.9.2). Die daraus ableitbaren Verteilungen zu den einzelnen Input-Variablen werden dann verwendet, um die Verteilungen der Zielgrößen zu simulieren, da diese nicht bekannt sind. Im Detail soll geprüft werden, ab welcher Anzahl an Wiederholungen die Verteilung einer Zufallsvariable, gemessen am Mittelwert sowie unterem und oberem Band (Ausgangswerte), unter der Annahme der log-Normalverteilung repliziert werden kann. Eine zusätzliche Quelle der Variabilität stellen dabei die unabhängigen Bernoulli-Experimente (s.o.) dar.

Hierzu wurde das Verfahren für eine nicht näher definierte Erkrankung mit einer Prävalenz von 0,3468 [95%-UI: 0,3161-0,3765] angewendet. Folgende Schritte wurden bei der Diagnostik durchgeführt: (1) Bestimmung aller Parameter unter der Annahme der log-Normalverteilung. (2) Zufälliges (log-normalverteiltes) Ziehen einer möglichen Prävalenz aus dem 95%-UI. Generierung eines synthetischen Datensatzes mit 40.000 Pseudo-Individuen. Verwendung der Prävalenz als (Bernoulli-verteilte) Zufallsvariable, um einen Erkrankungs-Indikator (1/0) unter den 40.000 Pseudo-Individuen vorherzusagen. (3) Berechnung und Speicherung der Prävalenz aus dem Bernoulli-Experiment unter den Pseudo-Individuen. (4) Wiederholung des Vorgangs bis zu 2.000 Mal. (5) Schrittweise Berechnung (5-er Schritte) der (durchschnittlichen) Prävalenz sowie des unteren (2,5 % Perzentil der Verteilung) und oberen Bandes (97,5 % Perzentil der Verteilung).

In Abbildung 26 sind die Ergebnisse der Konvergenzdiagnostik dargestellt. Zu sehen ist die Entwicklung des Mittelwerts, des unteren und oberen Bandes mit steigender Anzahl an Wiederholungen. Zum einen zeigt sich deutlich, dass zu Beginn der Simulation die Verteilung der Zielgröße nicht hinreichend stabil repliziert werden kann. Erst mit steigender Anzahl an Wiederholungen konvergieren die Parameter zu ihren Ausgangswerten. Für die vorliegende Analyse wurde deshalb eine Anzahl von 1.000 Wiederholungen gewählt, da sich die Genauigkeit der Replikation im nachfolgenden (bis 2.000) nicht wesentlich verbessert. Gleichmaßen müssen dabei die Dauer der Simulation sowie die vorliegenden Rechenkapazitäten berücksichtigt werden. Die Berechnung der 1.000 Wiederholungen nahm beispielsweise ca. 21-24 Tage in Anspruch. Die Replikation der Zielgrößen wäre bei einer Wiederholung von 2.000 (und mehr) zwar etwas genauer, konnte aber unter den gegebenen Restriktionen nicht umgesetzt werden.



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

11.11. Risikoattribution

11.11.1. Methodik – Erfassung der attributablen Krankheitslast

Der im Projekt verwendete CRA-Ansatz (*comparative risk assessment*) ermöglicht die risikoassoziierte Krankheitslast einer Bevölkerung für die unterschiedlichen gesundheitlichen Dimensionen, wie Mortalität (Sterbefälle oder YLL), Morbidität (YLD) oder die Summe dieser in DALY zu quantifizieren. Grundlage hierfür ist die Quantifizierung der allgemeinen Krankheitslast auf Basis der Sterbefälle und dem Auftreten von Krankheiten und Verletzungen unter Nutzung der Messgrößen Todesfälle, YLL (AP2), YLD (AP3) und DALY (AP6). Ein großer Vorteil des CRA liegt in der Möglichkeit verschiedene Risikofaktoren basierend auf einer standardisierten Methode vergleichen zu können.

Das CRA wurde im Rahmen der Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Studie (GBD) entwickelt [115]. Es ist seither die Methode der Wahl und wird vom IHME bei den regelmäßigen Aktualisierungen der GBD-Studie heute noch angewandt und kontinuierlich weiterentwickelt. In der Studie von 2017 untersuchte das IHME 84 Risikofaktoren [116]; zwei Jahre später waren es bereits 87 Risikofaktoren [37]. Grundsätzlich lehnen sich die Arbeiten im Rahmen des BURDEN 2020-Projekts an die Herangehensweise des IHME an. Dies betrifft vor allen die grundlegende Vorgehensweise beim Einsatz des CRA und häufig auch die Auswahl der relevanter Gesundheitsendpunkte, sog. *risk-outcome-pairs*, und der dazugehörigen quantitativen Informationen zum Zusammenhang zwischen der Exposition mit dem Risikofaktor und den jeweiligen gesundheitlichen Effekten.

Um die Berechnungen der attributablen Krankheitslast im Rahmen von BURDEN 2020 stärker an die Situation in Deutschland anzupassen, wurden insbesondere im Hinblick auf die Belastung mit den jeweiligen Risikofaktoren für Deutschland spezifische Informationen

ausgewählt. Dies betrifft beispielsweise die Exposition der Bevölkerung mit Feinstaub oder die Raucherprävalenz. Zudem wird die PAF auf die für Deutschland spezifischen in den AP 2 und 3 erhobenen Daten zur Krankheitslast angewandt [117].

Im Arbeitspaket 4 war das UBA für die Berechnung der attributablen Krankheitslast der Umweltrisiken und das RKI für die der verhaltensbezogenen und metabolischen Risiken zuständig. Insgesamt betrachtet wurden bisher für Deutschland auf nationaler oder regionaler Ebene nur für einzelne Risikofaktoren CRA-Berechnungen durchgeführt. Ein Vergleich der Krankheitslast einzelner Risikofaktoren basierend auf diesen Studien ist nur sehr eingeschränkt möglich, da diese unterschiedliche Bezugszeiträume oder nicht einheitliche Modellannahmen verwendet haben [118]. Daher lag insbesondere ein Fokus der Arbeit zur Risikoattribution im Rahmen des Projektes auf der Identifikation und Prüfung vorhandener Daten und Modellierungen auf Basis von nationalen Datensätzen. Wo möglich und nötig wurden spezifische Anpassungen für Deutschland vorgenommen. Diese werden in den folgenden Abschnitten 11.11.2 und 11.11.3) beschrieben.

Im Folgenden werden zur Erklärung der Methodik die Einzelschritte des CRA vorgestellt:

- Schritt 1* Auswahl und Definition des Risikofaktors
- Schritt 2* Definition der Exposition gegenüber einem Risikofaktor
- Schritt 3* Expositionserfassung
- Schritt 4* Definition des sog. *counterfactual values*
- Schritt 5* Identifikation relevanter Gesundheitsendpunkte der sog. *risk-outcome-pairs*
- Schritt 6* Identifikation des quantitativen Zusammenhangs zwischen Risikofaktor und Gesundheitswirkung (z.B. Relatives Risiko, Expositions-Wirkungsfunktion)
- Schritt 7* Berechnung der PAF
- Schritt 8* Berechnung der Attributablen Krankheitslast

Schritt 1: Auswahl und Definieren des Risikofaktors

Die Auswahl der Risikofaktoren erfolgte bereits im Zuge der Antragstellung. Da es sich bei BURDEN 2020 um eine Pilotstudie handelt, bei der verschiedene Methoden getestet werden sollten, wurde darauf geachtet Risikofaktoren auszuwählen, die von gesundheitspolitischer Relevanz sind und unterschiedliche methodische Herausforderungen mit sich bringen. Dies war notwendig, um im Nachgang der Pilotstudie ein methodisches Repertoire vorweisen zu können, dass es erlaubt weitere Risikofaktoren zu berücksichtigen.

Schritt 2: Definition der Belastung / Exposition mit / gegenüber einem Risikofaktor

Zur genauen Eingrenzung der Exposition ist eine exakte Definition notwendig. Die Definition legt nicht nur fest was gemessen werden soll, sondern auch, wie die Exposition erfasst werden muss und somit auch welche Datenquellen genutzt werden können. Die Definition der Exposition ist insbesondere für die operativen Schritte von großer Bedeutung. So sollten die Definitionen der berücksichtigten Studien korrespondieren, um die Ergebnisse vergleichen und ggf. kombinieren zu können. Für die spätere Verknüpfung von Exposition und gesundheitlichem Effekt müssen die Definitionen ggf. abgestimmt und adjustiert werden.

Am Beispiel Rauchen lässt sich die Vielfalt der Definitionsausprägungen verdeutlichen. So kann das Rauchverhalten dichotom erfasst sein (Rauchen Ja/Nein), kategoriell (0-5, 6-10, etc. Zigaretten/Tag) oder metrisch skaliert sein (genaue Anzahl der einzelnen Zigaretten pro Zeiteinheit). Darüber hinaus können je nach untersuchter gesundheitlicher Auswirkung, unterschiedliche Varianten der Erfassung zum Einsatz kommen. So wird vom IHME in Zusammenhang mit Schlaganfall die Belastung in Anzahl Zigaretten pro Raucher und Tag ausgedrückt, bei den meisten Krebsarten jedoch in Packungsjahren [37]. Weiter kann der gesundheitliche Endpunkt ausschlaggebend für den Ort der Erhebung oder das Untersuchungsmedium sein. So werden z.B. für die Bewertung der akuten Auswirkungen von, in der Regel hohen Bleibelastungen, die Blut-Konzentration berücksichtigt und bei

Auswirkungen von chronischen, in der Regel vergleichsweise niedrigen Belastungen, die Bleikonzentration im Knochen verwendet.

Je nach Risikofaktor können zudem unterschiedliche Datenquellen genutzt werden um die Belastung in der Bevölkerung einzuschätzen. Die Belastung von Kindern mit Passivrauch kann bspw. zum einen über die Abfrage des Aufenthalts in Räumen, in denen geraucht wird, erfasst werden. Zum anderen gibt der Gehalt von Cotinin, einem Abbauprodukt des Nikotins, im Urin einen Hinweis auf eine Belastung mit Zigarettenrauch.

Dem Projektteam war es wichtig keine eigenen, neuen Definitionen zu erstellen, sondern auf international etablierte Definitionen zurückzugreifen, um eine gewisse Vergleichbarkeit sicher zu stellen. Priorität hatten, soweit vorhanden, die Definitionen des IHME aus den GBD-Studien. Bei Risikofaktoren, die in der GBD-Studie nicht berücksichtigt werden, wurde auf Informationen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zurückgegriffen.

Schritt 3: Expositionserfassung

Ist die Exposition definiert, muss im nächsten Schritt die Exposition gegenüber dem Risikofaktor bzw. die Verteilung des Risikofaktors in der Bevölkerung erfasst werden. Dies kann mithilfe unterschiedlicher Vorgehensweisen, wie z.B. über die direkte Messung, Modellierung oder über Befragungen in möglichst repräsentativen Bevölkerungsstudien erfolgen. Eines der Hauptziele beim Einsatz des CRA im Projekt war es zu prüfen, welche national verfügbaren Befragungs- und Messdaten direkt in die Berechnungen der attributablen Krankheitslast oder in die Modellierung der Exposition einfließen können.

Abhängig vom Risikofaktor kann eine annähernde Erfassung der Exposition auch über die Belastung der Umgebung des Menschen erfolgen. Bei Umweltrisikofaktoren wird die vorhandene Konzentration in der Umwelt häufig von speziellen Messstationen nach vorgegebenen Methoden erfasst und diese Daten mittels geeigneter Modelle mit der Bevölkerungsinformationen in definierten Gebieten kombiniert. Die Erfassung von Verkehrslärm und Feinstaub, zwei der wichtigsten Umweltrisikofaktoren, sind Beispiele bei denen diese Verfahrensweise angewandt wird. Die individuelle Belastung eines Menschen oder die tatsächliche Belastung einer Bevölkerungsgruppe kann mit Umwelt-Messdaten jedoch nur annähernd wiedergegeben werden, da aktuell keine unmittelbaren und direkten Messungen der Lärm- oder Feinstaubbelastung für Individuen vorliegen.

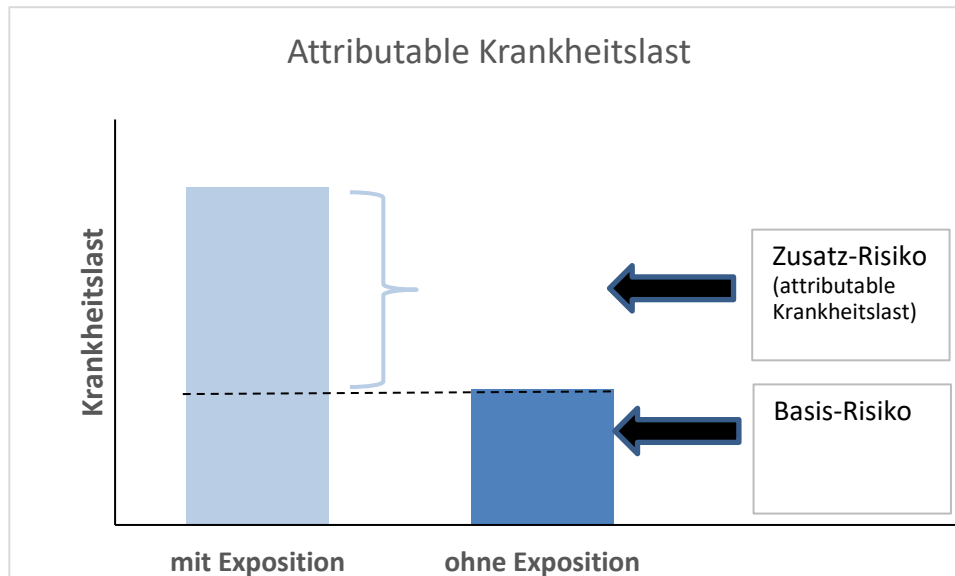
Die Erfassung der Belastung, besonders bei verhaltensbedingten Risikofaktoren, erfolgt häufig durch Befragungen in Bevölkerungsstudien (Selbstauskunft), so z.B. zum Rauchverhalten oder Konsum spezieller Lebensmittelgruppen. Die Informationen werden auf individueller Ebene erfasst und für definierte Bevölkerungsgruppen hochgerechnet. Für metabolische Risikofaktoren erfolgen oftmals Messungen am Körper, z.B. Blutdruck. Für die Untersuchung von Schadstoffbelastungen im Menschen bietet sich speziell das Human-Biomonitoring (HBM) an. HBM bezeichnet die Untersuchung von human-biologischen Materialien, wie beispielsweise Blut, Harn oder Speichel auf Schadstoffe, deren Abbauprodukte oder humane Metaboliten unter Nutzung von chemischen Analysen [119]. Liegt ein repräsentativer Datensatz vor, kann von den Individualwerten auf die Belastung der Bevölkerung geschlossen werden. In BURDEN 2020 wurde für jeden Risikofaktor geprüft, ob eine Stratifizierung auf Basis der 96 Raumordnungsregionen (ROR) Deutschlands möglich ist, oder lediglich eine Aussage auf nationaler Ebene oder auf Bundeslandebene erfolgen kann.

Schritt 4: Definition des sog. counterfactual values

Um den attributablen Anteil eines Risikofaktors an der Krankheitslast bestimmen zu können, müssen unterschiedliche Annahmen getroffen werden. Ein wichtiger Bestandteil der Berechnung ist der Vergleichswert der Exposition (engl. *counterfactual value*), der auch als untere Quantifizierungsgrenze bezeichnet wird. In der Berechnung wird das Risiko beim tatsächlichen Expositionswert dem Risiko beim Vergleichswert, z.B. entsprechend dem relativen Risiko (RR) von 1, gegenübergestellt. Damit kann errechnet werden, wie hoch die Krankheitslast wäre, die theoretisch durch die Reduktion der Exposition bis zum

Vergleichswert hätte vermieden werden können. Hierbei vergleicht man in den Berechnungen die aktuelle Belastungssituation mit einem hypothetischen Szenario (niedrigere Exposition) [115].

Abbildung 29 Attributabler Anteil als Zusatzrisiko bei Exposition (modifiziert nach [120])



Quelle: BURDEN 2020, eigene Darstellung

Je nach Risikofaktor können unterschiedliche Werte für den *counterfactual value* gewählt werden, die wie folgt definiert werden [12]:

- das absolute Minimum oder geringstes Level (*theoretical minimum*)
- ein mit heutiger Technologie und aktuellem Wissen erreichbarer Wert (*feasible minimum*)
- ein durch kosteneffektive Maßnahmen erreichbarer Wert (*cost-effective minimum*)
- ein durch Maßnahmen mit gesetzlichen Vorgaben zu erreichender Wert, zum Beispiel ein politisch gesetzter Grenzwert [118].

In der GBD-Studie wird als Vergleichswert das theoretische Minimum verwendet und als sogenanntes *TMREL* bezeichnet. Dieses wird von den niedrigsten beobachteten Expositionsniveaus in den jeweilig relevanten Studien abgeleitet, bei denen für alle Gesundheitseffekte das Risiko am geringsten oder vollständig reduziert ist. In der aktuellen GBD-Studie werden für viele Risikofaktoren nicht einzelne Mittelwerte als *TMREL* angegeben, sondern Wertebereiche, die zusätzlich mit ausgewählten Verteilungen hinterlegt werden können, wie z.B. das *TMREL* für Nüchternblutzucker, das bei 4.8-5.4 mmol/L liegt. Dies ermöglicht den Einbezug der tatsächlichen Varianz aus den betrachteten Studien und erlaubt zudem die Berücksichtigung dieser Unsicherheit bei den weiteren Modellierungsschritten hin zur attributablen Krankheitslast.

Grundsätzlich zeichnet sich das *TMREL* dadurch aus, dass es theoretisch möglich ist, diese niedrigen Belastungen zu erreichen, um das Risiko zu minimieren. Dadurch wird bei Nutzung des *TMREL* als Vergleichswert der maximale attributable Anteil an der Krankheitslast für den Risikofaktor abgeleitet [37]. Operationalisiert liegt zum Beispiel der *TMREL* für aktives Rauchen bei 0 Zigaretten (lebenslang Nichtraucher:innen) und für Bluthochdruck bei einem systolischen Wert von 140 (mmHg). Das *TMREL* für Blutdruck wird entsprechend nicht auf null gesetzt, da ein Blutdruck von null bei lebenden Menschen nicht vorkommt. Ab einem Wert von 140 (mmHg) steigt hingegen das Risiko für diverse Herz-Kreislauf-Erkrankungen an [116]. Bei Risikofaktoren mit einer Wirkschwelle kann auch diese als Vergleichswert hinzugezogen werden. Die Entscheidung darüber, welches Vergleichsniveau angelegt wird, ist von besonderer Relevanz, weil dieser Wert erheblich die Höhe der Krankheitslast beeinflusst.

Schritt 5: Identifikation relevanter Gesundheitsendpunkte der sog. risk-outcome-pairs

Die Auswahl der Gesundheitsendpunkte erfolgt in einem zweistufigen Prozess. In der ersten Stufe orientierte sich die Auswahl an den durch das IHME oder die WHO identifizierten Erkrankungen bzw. Einschränkungen, die in einem Zusammenhang mit einem Risikofaktor stehen. In einer zweiten Stufe wurde diese Auswahl weiter auf die im Rahmen des Pilotprojektes ausgewählten 19 gesundheitlichen Endpunkte reduziert. Dies war notwendig, da aufgrund des Pilotcharakters von BURDEN 2020 nicht alle Erkrankungen berücksichtigt werden konnten (s. AP1 bis AP3).

Das IHME berücksichtigt in ihren Krankheitslaststudien *risk-outcome-pairs* nur, wenn diese die Kriterien des World Cancer Research Fund für eine überzeugende (*convincing*), oder eine wahrscheinliche (*probable*) Evidenz erfüllen [116]. Eine überzeugende Evidenz basiert auf Nachweisen, die auf epidemiologischen Studien beruhen, die konsistente Zusammenhänge zwischen Exposition und Krankheit zeigen und wenig oder keine gegenteiligen Nachweise enthalten. Die dargestellten Assoziationen sollten auf einer ausreichend großen Anzahl von Studien, einschließlich prospektiver Beobachtungsstudien und, wo relevant, auch auf randomisiert kontrollierten Studien von ausreichender Größe, Dauer und Qualität basieren, die konsistente Effekte zeigen. Der Zusammenhang muss zudem biologisch plausibel sein [116].

Die Einschätzung einer wahrscheinlichen Evidenz beruht auf epidemiologischen Studien, die einen nahezu konsistenten Zusammenhang zwischen Exposition und Krankheit aufweisen, jedoch aufgrund von Unzulänglichkeiten in den verfügbaren Nachweisen oder gegenteiligen Nachweisen, kein eindeutiges Urteil ermöglichen. Unzulänglichkeiten können beispielsweise eine unzureichende Dauer der Versuche oder Studien, eine unzureichende Anzahl verfügbarer Versuche oder Studien, ein unzureichender Stichprobenumfang oder eine unvollständige Nachbeobachtung sein. Wie bei der überzeugenden Evidenz muss der Zusammenhang biologisch plausibel sein [116].

Schritt 6: Identifikation des quantitativen Zusammenhangs zwischen Risikofaktor und Gesundheitswirkung (z.B. Relatives Risiko, Expositions-Wirkungsfunktion)

Für das Projekt BURDEN2020 wurden keine eigenen quantitativen Zusammenhangsanalysen durchgeführt, sondern auf die Daten des IHME und der WHO zurückgegriffen. Der Wirkungszusammenhang zwischen Risiko und gesundheitlichem Endpunkt wird im CRA-Konzept durch das *relative Risiko* (RR) oder das *Hazard Ratio* (HR) quantifiziert, wobei das HR für die Berechnungen wie ein RR interpretiert wird. Das relative Risiko für Mortalität oder Morbidität je Expositionslevel oder Ursache kann aus den Ergebnissen veröffentlichter Studien abgeleitet werden.

Das IHME hat Informationen aus randomisierten kontrollierten Studien, Kohorten-, gepoolten Kohorten- und Fall-Kontroll-Studien synthetisiert und nutzt diese Daten zur Bestimmung des relativen Risikos für die in den GBD enthaltenen *risk-outcome-pairs* [116]. Dabei nutzt das IHME in der GBD-2019 Studie für verschiedene Risikogruppen mit kontinuierlicher Expositionsverteilung zwei unterschiedliche Herangehensweisen: zum einen die Konvertierung in RR pro Einheitszuwachs oder eine kontinuierliche Funktion mit der Bezeichnung MR-BRT (Meta Regression – Bayesian, Regularized, Trimmed).

Für Risiken, die anhand einer kontinuierlichen Expositionsverteilung geschätzt wurden und bei denen die Effektgröße in gepoolten Studien oder Meta-Analysen in Kategorien berichtet wurden, hat das IHME diese Kategorien in RR pro Einheit Anstieg der Exposition umgerechnet und einen linearen Anstieg des Logarithmus des RR und der Exposition angenommen. Dies betrifft die Risikofaktoren: Ozon in der Außenluft, Radon, Blei, erhöhter Nüchternblutzuckerwert, hohes LDL Cholesterin, hoher systolischer Blutdruck, hoher Body Mass Index und niedrige Knochendichte. In vielen Meta-Analysen wurde aus pragmatischen Gründen das RR in einen Anstieg pro Einheit konvertiert, insbesondere wenn in Studien unterschiedliche Kategorien gewählt wurden, die sonst nicht vergleichbar gewesen wären [116].

Die MR-BRT Methode wurde ausführlich vom Murray und Kolleg:innen beschrieben [37]. Die neue Vorgehensweise zur Ermittlung der Funktion zum Zusammenhang mittels MR-BRT

wurde für alle ernährungsbedingten Risikofaktoren, geringe physische Aktivität, Nierendysfunktion und Luftverschmutzung durch Feinstaub angewandt. Neben den unterschiedlichen Ausprägungen der Expositionserfassung (dichotom, polytom oder kontinuierlich; s. auch Abschnitt Definition der Exposition) können RR je nach *risk-outcome-pair* sehr unterschiedliche Charakteristika aufweisen und sich hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für Morbidität und Mortalität, Geschlecht und Alter unterscheiden.

Für den Risikofaktor Lärm weist die WHO beispielsweise unterschiedliche RR für Mortalität und Morbidität aus [74]. Auch das IHME setzt bei gegebener Evidenz für unterschiedliche Wirkungszusammenhänge RR stratifiziert nach Mortalität und Morbidität ein. Die Analysen zeigten, dass RR für Mortalität nicht konsistent über oder unter denen für Morbidität sind. Für *risk-outcome-pairs*, für die nur Evidenz für Mortalität oder Morbidität verfügbar ist, wird angenommen, dass die geschätzten RRs für beide Dimensionen eingesetzt werden können [37].

Aufgrund von fehlenden Informationen wird für viele Risikofaktoren keine Differenzierung der RR für die *risk-outcome-pairs* vorgenommen. Dies kann zu einer Unter- oder Überschätzung der jeweilig attributablen Krankheitslast führen. Für den Risikofaktor Rauchen bietet das IHME stratifizierte Risikoschätzer an, weil ausreichen Evidenz für eine differenzierte Betrachtung vorliegt. Für einige Risikofaktoren muss zudem eine Altersdifferenzierung vorgenommen werden. Einige *risk-outcome-pairs*, wie z.B. der Zusammenhang von Bleivergiftungen und IQ-Einschränkungen treten nur bei Kindern auf. Andererseits kann ein feinstaubbedingter Lungenkrebs erst nach einer langen kumulativen Belastung auftreten, so dass das RR erst ab einem Alter von 25 Jahren angewandt werden sollte.

Schritt 7: Berechnung der PAF

Die PAF stellt den Anteil der Krankheitslast dar, der auf eine Belastung der Bevölkerung in der Vergangenheit zurückzuführen ist. Hierbei vergleicht man in den Berechnungen die aktuelle Belastungssituation mit einem hypothetischen Szenario (niedrigere Exposition), s. Schritt 4. Für die Berechnung der PAF werden unterschiedlichen mathematische Formeln eingesetzt. Je nach Definition der Exposition gegenüber einem Risikofaktor (z.B. dichotom, kategoriell oder kontinuierlich) muss die passende Formel eingesetzt werden.

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Formeln vorgestellt und auch die Ableitungen dieser erklärt. Die Basisformel beschreibt den einfachen Sachverhalt, bei dem die das Auftreten einer Erkrankung (Inzidenz) in der Bevölkerung auf eine vorangegangene Exposition zurückgeführt werden kann:

$$PAF = \frac{I_{pop} - I_{unexponiert}}{I_{pop}}$$

Somit wird durch die Kombination der inzidenten Fälle (I) in der Gesamtbevölkerung und der in der nicht exponierten Bevölkerung die PAF bestimmt.

Setzt man statt Proportionen Verteilungen ein, wie es bei CRAs üblich ist wird folgende Formel angewandt:

$$PAF = \frac{\int P(x)RR(x)dx - \int P'(x)RR(x)dx}{\int P(x)RR(x)dx}$$

Wobei $P(x)$ die beobachtet Verteilung der Exposition beschreibt, $P'(x)$ die alternative Verteilung gemäß TMREL und $RR(x)$ das Relative Risiko an einem bestimmten Punkt der Funktion zum Zusammenhang zwischen Exposition und gesundheitlicher Wirkung.

Für kategorielle Expositionsverteilungen (wie z.B. Gewicht, klassifiziert nach normal-, übergewichtig, oder schwer übergewichtig) wird die oben genannte Formel weiter reduziert:

$$PAF = \frac{\sum_{i=1}^n P_i RR_i - \sum_{i=1}^n P'_i RR_i}{\sum_{i=1}^n P_i RR_i}$$

Wobei P_i die beobachtete Anzahl von z. B. Personen in der Belastungsklasse i darstellt, P'_i ist die Besetzung der Vergleichsklasse entsprechend dem TMREL, und RR_i das Relative Risiko der Expositions-kategorie i im Vergleich zu dem RR entsprechend dem TMREL.

Bei dichotomen Expositionsszenarien (z.B. Rauchende vs. Nicht-Rauchende) wird die Formel weiter reduziert:

$$PAF = \frac{(P - P')(RR - 1)}{P(RR - 1) + 1}$$

Wenn zudem auch noch die eine der beiden Expositions-kategorie das TMREL darstellt ($P' = 1$), kann die Formel zu der unten stehenden Variante reduziert werden (Levin's Formel)

$$PAF = \frac{P(RR - 1)}{P(RR - 1) + 1}$$

Wenn zusätzlich die Gesamtbevölkerung von der Exposition betroffen ist, wie es beim Feinstaub der Fall ist, kann die Formel zu ihrer einfachsten Variante reduziert werden.

$$PAF = \frac{RR - 1}{RR}$$

Je nach verfügbaren RR erfolgt die Berechnung der PAF spezifisch für Mortalität, Morbidität, Altersgruppe und Geschlecht. Soweit Expositions- und Belastungsdaten auf regionaler Ebene vorliegen, werden gebiets-spezifische PAF ermittelt. Letzteres ist z.B. der Fall für den Risikofaktor Feinstaub in der Außenluft ($PM_{2,5}$), für den die Berechnung der PAF im Rahmen des Projekts 2020 spezifisch für die 96 ROR erfolgt [121]. Die RR werden mit einem 95%-Unsicherheitsintervall von IHME und WHO zur Verfügung gestellt, sodass auch für die PAF neben den mittleren PAF minimale und maximale PAF berechnet werden können.

Schritt 8: Berechnung der Attributablen Krankheitslast

Die Berechnung der attributablen Krankheitslast erfolgt nach dem Grundprinzip

$$\text{Attributable Krankheitslast}_{t,casrt} = \text{Gesamtkrankheitslast}_{t,casrt} * PAF_{t,casrt}$$

mit Ursache c , bei Risikofaktor f , für die Altersgruppe a , das Geschlecht s , das Gebiet r , und das Jahr t .

Bei der Berechnung ist es möglich, auf die Mortalität (Sterbefälle, YLL) oder Morbidität (YLD) zu fokussieren und dies als Gesamtkrankheitslast in der Formel einzusetzen. Zentrale Zielgröße für Aussagen zur Bevölkerungsgesundheit ist jedoch das Summenmaß DALY.

DALY	=	YLL	+	YLD
disability-adjusted life-year		years of life lost		years lived with disability

Bei der Berechnung der attributablen Krankheitslast muss berücksichtigt werden, dass Risikofaktoren häufig nicht singulär auftreten und auch kombinatorische Wirkungen haben können. So sind kardiovaskuläre Erkrankungen häufig eine Folge des Zusammenspiels mehrerer Risikofaktoren. Auch ist es möglich, dass ein Risikofaktor die Wirkung eines anderen Risikofaktors beeinflusst, so dass sie zwar beide Bestandteile der Kausalkette sind, jedoch nur einer der final auslösende Risikofaktor der Erkrankungen ist. Somit führt der Risikofaktor nicht direkt zu einer gesundheitlichen Einschränkung, sondern wirkt sich über einen anderen Risikofaktor negativ auf die Gesundheit aus. So wird angenommen, dass die negativen Auswirkungen der chronische Bleibelastung über die Steigerung des Blutdrucks, also einen anderen Risikofaktor, erfolgt. Eine Aufsummierung der attributablen Krankheitslast aller untersuchten Risikofaktoren würde somit die tatsächliche Krankheitslast, die Risikofaktoren zugeschrieben werden kann, überschätzen. Eine simple Aufsummierung der dargestellten Ergebnisse ist daher nicht zulässig.

11.11.2. Umweltrisikofaktor Feinstaub $PM_{2,5}$

Schritt 1: Auswahl und Definition des Risikofaktors

Feinstaub besteht aus einem komplexen Gemisch fester und flüssiger Partikel. Abhängig von der Größe der Partikel in unterschiedlichen Fraktionen werden diese unterteilt in PM₁₀ (PM, particulate matter), mit einem maximalen Durchmesser von 10 Mikrometer (µm), PM_{2,5} (max. 2,5 µm) und ultrafeine Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 0,1 µm. Die Partikelgröße beeinflusst die Eindringtiefe der Partikel in den Körper und somit die gesundheitlichen Effekte der verschiedenen Feinstaub-Fraktionen. Während Partikel mit einem Durchmesser von etwa 10 µm beim Menschen meist in der Nasenhöhle abgefangen werden können, dringen Teilchen von 2,5 µm Durchmesser über die Luftröhre bis zum Hauptbronchus der Lunge vor. Ultrafeine Partikel können über die Bronchien, Bronchiolen bis in die Lungenbläschen und das Lungengewebe und sogar in den Blutkreislauf eindringen [122]. Im Fokus des Projekts BURDEN 2020 stand der Risikofaktor Feinstaub, wobei ausschließlich die nach aktuellem Wissensstand für die Gesundheit relevanteste Fraktion, PM_{2,5}, berücksichtigt wurde.

Zum Zeitpunkt der Auswahl der Risikofaktoren und nach heutigem Kenntnisstand ist Feinstaub in der Außenluft der Umweltrisikofaktor, auf den sowohl global als auch in Deutschland die höchste Krankheitslast zurückgeführt werden kann. Dies untermauern die Ergebnisse der aktuellen GBD Studie für 2019. Global betrachtet konnten 2019 ca. 118 Mio. DALY (95 %KI: 96-138 Mio.) und ca. vier Mio. Todesfälle (95 %KI: 3,5 – 4,8 Mio.) auf diesen Risikofaktor zurückgeführt werden. Für Deutschland schätzt das IHME eine Gesamtkrankheitslast von ca. 565 Tsd. DALY und ca. 27 Tsd. Todesfällen (95%-KI: 20-35 Tsd.). Damit führt Feinstaub in der Außenluft in Deutschland die Liste der untersuchten Umweltrisikofaktoren an und belegt hinsichtlich der attributablen Todesfälle den zweiten Rang nach dem Risikofaktor niedriger Temperatur [123]. Diese Daten zeigen die gesundheitspolitische Relevanz dieses Risikofaktors und die Notwendigkeit für Maßnahmen zur Reduktion der Exposition und entsprechend der durch Feinstaub verursachten Krankheitslast.

Ein weiteres Kriterium für die Auswahl dieses Risikofaktors ist die vorhandene Datenbasis zur Expositionsverteilung. Da umfangreiche Mess- und Modelldaten für Feinstaub vorliegen, kann eine Modellierung auf Ebene der 96 Raumordnungsregionen (ROR) erfolgen [121]. Dies ermöglicht für diesen Risikofaktor erstmalig eine Schätzung der Krankheitslast für jede dieser 96 Raumeinheiten.

Schritt 2: Definition der Exposition

Die Definition der Exposition wurde entsprechend der Vorgaben der GBD 2019 festgelegt.

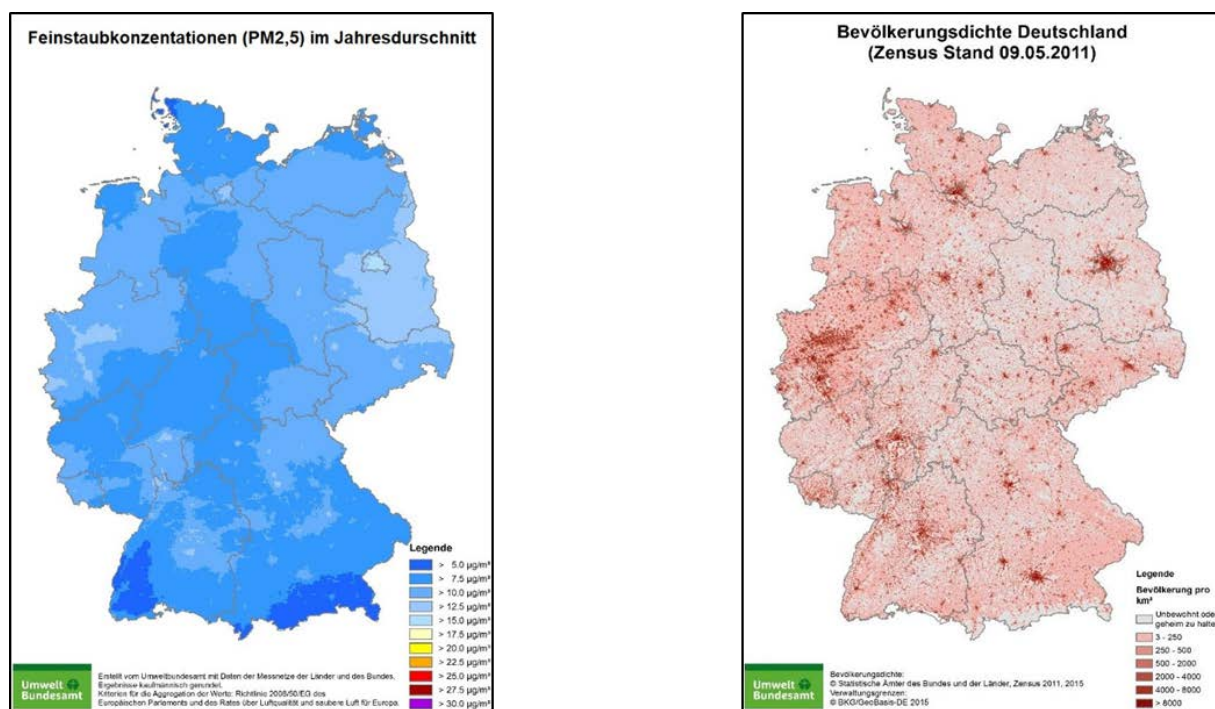
Definition:

Bevölkerungsgewichteter Jahresdurchschnitt der Massekonzentration von Partikeln mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 2,5 Mikrometer (PM_{2,5}) in einem Kubikmeter Luft. Die Messung erfolgt entsprechend in µg/m³.

Quelle: [37]

Schritt 3: Expositionserfassung

Abbildung 30 Verschneidung der Expositionsdaten mit den Bevölkerungsdaten für Deutschland (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2015, Umweltbundesamt 2021)



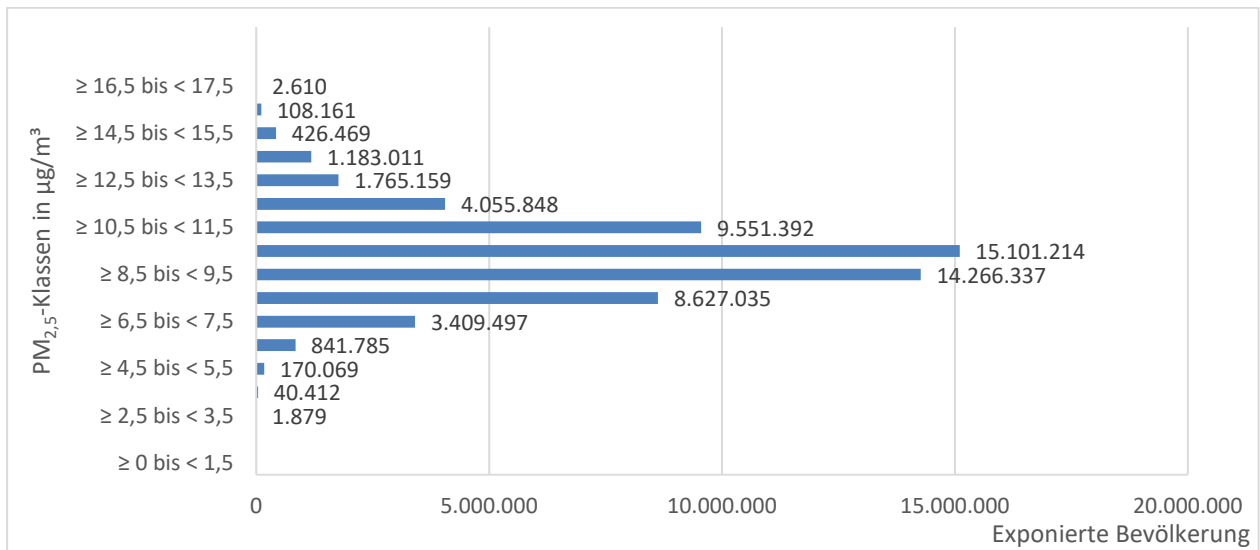
Ergebnis: Flächendeckende bevölkerungsgewichtete Feinstaubkonzentration in $2 \times 2 \text{ km}^2$

Quelle: BURDEN 2020, eigene Darstellung, die Grundlage der Bevölkerungsdichte sind Zensus-Daten in einer Auflösung von $100 \times 100 \text{ m}^2$

Da keine personengenauen Belastungsdaten für Deutschland vorliegen, wurde zur Annäherung auf vorhandene Daten für die mittlere jährliche Feinstaubkonzentration der Bevölkerung am Wohnort zurückgegriffen. Datenbasis für die Berechnung sind die stündlichen Messdaten der städtischen und ländlichen Hintergrundmessstationen des Messnetzes der Bundesländer und des UBA. Mit Hilfe eines Aerosol-Chemie-Transport-Modells (REM-CALGRID) wurden diese Daten flächendeckend auf die gesamte Bundesrepublik für ein Raster von $2 \times 2 \text{ km}$ modelliert und dem Projektteam bereitgestellt. Dabei wurden die Modelldaten anhand der Daten an den Messstationen adjustiert. Da zur Projektlaufzeit keine ausreichende Anzahl von Messwerten für $\text{PM}_{2,5}$ verfügbar waren, wurde die benötigte Verteilung aus den modellierten Daten für PM_{10} mit einem konstanten Umrechnungsfaktor von 0,7 abgeleitet [124]. Für die Arbeiten im Projekt wurde das Jahr 2017 als Bezugsjahr für die Berechnungen ausgewählt und somit auch die Expositionsdaten für dieses Jahr herangezogen. Die Daten über die Bevölkerungsdichte wurden aus Daten von Destatis zur Zensususerhebung 2011 entnommen und lagen in einem Raster von $250\text{m} \times 250\text{m}$ vor. Die $\text{PM}_{2,5}$ -Expositions- und die Bevölkerungsverteilung wurden für das Projekt auf ROR-Ebene miteinander verschritten (s. Abbildung 28).

Nach der Umrechnung der PM_{10} - in $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen wurden $\text{PM}_{2,5}$ -Klassen mit einer Klassenbreite von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Bereich 0 bis $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ modelliert. Verwendet wurde eine Skala, bei der der Klassenmittelpunkt bei ganzzahligen $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Werten liegt (z.B. $4,5$ - $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Klassenmittelpunkt: $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Für das Jahr 2017 befanden sich die Klassen in einem Wertebereich von $3,5$ bis $17,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (s. Abbildung 28 und Tabelle 10).

Abbildung 31 PM_{2,5} exponierte Bevölkerung 2017 – gesamt (Quelle: Modellierung UBA)



Quelle: UBA-Daten

Die verwendeten Bevölkerungsdaten von Destatis mit Angaben zu Alter und Geschlecht standen in 10-Jahresaltersgruppe zur Verfügung. Bei der Verschneidung der Daten zur Schätzung der exponierten Personen, stratifiziert nach dem Alter, wurde diese 10-Jahres-Einteilung übernommen. Eine geschlechtsspezifische Auswertung erfolgt nicht, da in den Datensätzen die Geschlechts- und Altersmerkmale nicht miteinander kombiniert ausgewertet und interpretiert werden können. Somit wird im Rahmen des Projektes angenommen, dass die Exposition in allen Altersgruppen für beide Geschlechter gleich ist. Aufgrund von Datenschutzbestimmungen und fehlenden Altersangaben bei den Zensus-Daten weicht die Gesamtsumme der Exponierten, stratifiziert nach Altersgruppen, in Höhe von 78 Mio. von der Anzahl der Gesamtbevölkerung in Deutschland für das Jahr 2017 (82 Mio.) ab.

Tabelle 15 PM_{2,5}-exponierte Bevölkerung im Jahr 2017, stratifiziert nach Altersgruppen (Modellierung UBA)

PM _{2,5} [µg/m ³]	< 10 Jahre	10-19 Jahre	20-29 Jahre	30-39 Jahre	40-49 Jahre	50-59 Jahre	60-69 Jahre	70-79 Jahre	≥ 80 Jahre	Summe
>=0 bis <1,5										
>=1,5 bis <2,5										
>=2,5 bis <3,5										
>=3,5 bis <4,5	190	295	286	266	418	317	371	239	125	2.507
>=4,5 bis <5,5	3.954	5.517	5.436	5.457	8.799	6.971	6.905	6.500	3.062	52.601
>=5,5 bis <6,5	20.514	27.013	24.550	24.464	39.442	32.660	26.682	23.326	11.220	229.871
>=6,5 bis <7,5	100.135	134.361	117.414	119.605	199.377	168.984	125.270	115.816	54.026	1.134.988
>=7,5 bis <8,5	387.348	505.389	481.976	483.444	788.489	699.857	503.612	469.819	223.288	4.543.223
>=8,5 bis <9,5	980.596	1.261.281	1.216.657	1.251.997	2.004.264	1.769.405	1.272.344	1.172.103	548.594	11.477.241
>=9,5 bis <10,5	1.617.202	1.968.547	2.069.109	2.103.748	3.249.774	2.848.199	2.140.893	1.960.877	928.291	18.886.641
>=10,5 bis <11,5	1.694.885	1.934.754	2.358.564	2.304.765	3.347.195	2.954.935	2.240.921	2.071.984	1.002.132	19.910.135
>=11,5 bis <12,5	1.086.974	1.159.495	1.689.334	1.609.170	2.067.451	1.760.084	1.370.671	1.264.281	635.068	12.642.528
>=12,5 bis <13,5	452.721	450.712	831.562	774.400	860.663	701.343	552.557	487.268	263.836	5.375.062
>=13,5 bis <14,5	199.092	200.644	335.258	310.086	374.667	320.729	258.359	222.945	110.744	2.332.524
>=14,5 bis <15,5	139.884	129.451	228.337	234.477	257.697	207.940	165.171	135.956	67.601	1.566.514
>=15,5 bis <16,5	48.284	41.485	99.500	96.850	87.990	67.882	53.955	47.097	22.945	565.988
>=16,5 bis <17,5	14.650	12.633	29.169	24.662	22.448	17.509	13.861	10.437	4.659	150.029
>=17,5 bis <18,5	431	456	425	558	617	490	315	296	122	3.709
	6.746.860	7.832.034	9.487.577	9.343.949	13.309.291	11.557.305	8.731.887	7.988.944	3.875.714	78.873.561

Quelle: UBA-Daten

Schritt 4: Theoretical Minimum Risk Exposure Level - TMREL

Bei dem für die Analysen im Projekt gewählten TMREL für PM_{2,5} handelt es sich nicht um einen spezifisch ausgewählten Wert, sondern um einen Mittelwert, der aus einem Wertebereich mit einer entsprechenden Verteilung abgeleitet wurde. Das IHME leitete diesen aus

nordamerikanischen Kohortenstudien zu Feinstaub in der Außenluft ab. Dabei wurden ausschließlich Studien berücksichtigt, deren PM_{2,5}-Konzentrationswerte für das fünfte Perzentil kleiner waren als 8,2 µg/m³, dem von Turner et al. 2017 berichteten fünften Perzentil für PM_{2,5} in der American Cancer Society Cancer Prevention II (CPSII) Studie [125]. Die Definition des TMREL wurde entsprechend der Vorgaben der GBD 2019 festgelegt.

Definition:

Für das TMREL bei Feinstaub in der Außenluft wird der Mittelwert von 1000 Ziehungen aus einer Verteilung (uniform) zwischen 2,4 und 5,9 µg/m³ angenommen.

Quelle: [37]

Das IHME lieferte dem Projektteam im Oktober 2020 eine Datei mit 1000 Ziehungen für das TMREL, aus denen ein Mittelwert von 4,2 µg/m³ für das TMREL abgeleitet werden konnte. Dieser diente zur Ermittlung der RR für die PAF Berechnung.

Schritt 5: Identifikation der risk-outcome-pairs

Beim Abgleich der relevanten Gesundheitsendpunkte im Zusammenhang mit einer Feinstaubexposition in der GBD 2019 mit den 19 in BURDEN 2020 ausgewählten Gesundheitsendpunkten konnten sechs Überschneidungen identifiziert werden. Von diesen wurden fünf Gesundheitsendpunkte für die Berechnung der attributablen Krankheitslast ausgewählt:

- Ischämische/koronare Herzkrankheiten (IHK/KHK)
- Ischämischer Schlaganfall und intrazerebrale Blutung (im Weiteren zusammengefasst mit dem Begriff Schlaganfall)
- chronische obstruktive Lungenerkrankungen (COPD)
- Diabetes mellitus Typ 2 (DMT2)
- Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs (im Weiteren zusammengefasst mit dem Begriff Lungenkrebs)

Akute Infektionen der unteren Atemwege wurden nicht berücksichtigt, da aktuell keine ausreichenden Daten zur kurzfristigen Exposition der Gesamtbevölkerung vorliegen. Für die Operationalisierung wurden die Definitionen aus den Arbeitspaketen AP2 und AP3 übernommen.

Schritt 6: Identifikation des quantitativen Zusammenhangs zwischen Risikofaktor und Gesundheitswirkung

Zur Ermittlung der Expositions-Wirkungsfunktion (EWF) berücksichtigte das IHME in GBD 2019-Studienergebnisse zu Feinstaub im Innenraum, in der Außenluft und Passivrauch, abweichend zu GBD 2017 jedoch nicht mehr das aktive Rauchen. In GBD 2019 setzte das IHME zur Berechnung der RR erstmalig das MR-BRT-Modell ein. Bei diesem wird das RR einer Expositions-Wirkungsfunktion 1000-mal simuliert. Den Mittelwert aus diesen wiederholten Ziehungen sowie der damit verbundenen 95% Konfidenzintervalle stellte das IHME dem BURDEN 2020-Team für jeden betrachteten gesundheitlichen Endpunkt zur Verfügung [37]. Die Expositionsklassen beginnen mit einer Granularität von 0,01 µg/m³, wobei diese mit höherer Konzentration gröber wird. Erste Analysen des IHME zeigten für Feinstaub, dass die RR für Mortalität und Morbiditätseffekte nicht signifikant voneinander abweichen [126].

Für die meisten *risk-outcome-pairs* konnte keine Differenzierung des RR nach Alter vorgenommen werden. Für IHK und Schlaganfall lagen jedoch ausreichend Daten vor, und das RR konnte stratifiziert nach 5-Jahres-Altersgruppen in den Modellen eingesetzt werden (s. Tabelle 16).

Tabelle 16 Beschreibung der Expositions-Wirkungsfunktion für Feinstaub

Risiko- faktor	Gesundheits- endpunkt	Berechnung für		Expositions-Wirkungsfunktion /RR				Quelle
		Mort.	Morb.	RR /Morb.	Mort.	Geschlecht	Alter		Art
PM _{2,5}	IHK	Ja	Ja	Unspezifisch	Unspezifisch	Spezifisch	RR aus MR-BRT	[37]
PM _{2,5}	Schlaganfall	Ja	Ja	Unspezifisch	Unspezifisch	Spezifisch	RR aus MR-BRT	[37]
PM _{2,5}	COPD	Ja	Ja	Unspezifisch	Unspezifisch	Unspezifisch	RR aus MR-BRT	[37]
PM _{2,5}	Lungenkrebs	Ja	Ja	Unspezifisch	Unspezifisch	Unspezifisch	RR aus MR-BRT	[37]
PM _{2,5}	DMT2	Ja	Ja	Unspezifisch	Unspezifisch	Unspezifisch	RR aus MR-BRT	[37]

Quelle: BURDEN 2020, eigene Zusammenstellung

Schritt 7+8: Berechnung der PAF und der Attributablen Krankheitslast

Die Ergebnisse auf Bundes- und Bundeslandebene sind bereits im Ergebnisteil (s. Abschnitt 6.5) dargestellt.

Tabelle 17 PAF für den Risikofaktor PM_{2,5} und den Gesundheitsendpunkt ischämische Herzkrankheiten (2017), stratifiziert nach ROR und Altersgruppen

SN_	ROR	25-29 Jahre			30-39 Jahre			40-49 Jahre			50-59 Jahre			60-69 Jahre			70-79 Jahre			>= 80 Jahre		
		PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max
0101	Schleswig-Holstein Mitte	16,6%	10,5%	23,5%	14,2%	8,9%	19,9%	12,2%	8,0%	17,4%	10,3%	6,3%	14,5%	8,2%	5,1%	11,7%	6,4%	3,8%	9,1%	4,6%	2,9%	6,8%
0102	Schleswig-Holstein Nord	15,3%	9,5%	21,9%	13,1%	8,1%	18,5%	11,3%	7,3%	16,3%	9,6%	5,8%	13,6%	7,6%	4,7%	10,9%	5,9%	3,5%	8,5%	4,3%	2,6%	6,3%
0103	Schleswig-Holstein Ost	16,6%	10,4%	23,6%	14,3%	9,0%	20,0%	12,3%	8,1%	17,7%	10,4%	6,4%	14,7%	8,3%	5,2%	11,8%	6,5%	3,9%	9,2%	4,7%	2,9%	6,8%
0104	Schleswig-Holstein Süd	15,8%	9,9%	22,5%	13,7%	8,6%	19,3%	11,8%	7,7%	17,1%	10,0%	6,2%	14,2%	8,1%	5,0%	11,5%	6,3%	3,7%	9,0%	4,5%	2,8%	6,6%
0105	Schleswig-Holstein Süd-West	16,0%	10,0%	22,7%	13,8%	8,6%	19,4%	12,0%	7,8%	17,2%	10,1%	6,2%	14,3%	8,1%	5,0%	11,5%	6,3%	3,7%	9,0%	4,5%	2,8%	6,6%
0201	Hamburg	18,5%	11,8%	25,7%	16,1%	10,2%	22,2%	13,8%	9,2%	19,4%	11,6%	7,2%	16,2%	9,3%	5,8%	13,1%	7,2%	4,4%	10,2%	5,2%	3,2%	7,6%
0301	Braunschweig	14,9%	9,2%	21,3%	12,8%	7,9%	18,1%	10,9%	7,1%	15,7%	9,2%	5,6%	13,0%	7,3%	4,5%	10,4%	5,6%	3,3%	8,1%	4,1%	2,5%	6,0%
0302	Bremen-Umland	16,7%	10,5%	23,7%	14,5%	9,1%	20,3%	12,5%	8,3%	18,0%	10,6%	6,5%	14,9%	8,5%	5,3%	12,1%	6,6%	4,0%	9,5%	4,8%	3,0%	7,0%
0303	Bremerhaven	16,2%	10,2%	23,0%	14,0%	8,7%	19,6%	12,0%	7,9%	17,2%	10,2%	6,3%	14,4%	8,1%	5,0%	11,6%	6,3%	3,8%	9,0%	4,6%	2,8%	6,7%
0304	Emsland	17,1%	10,8%	24,2%	14,8%	9,4%	20,7%	12,9%	8,5%	18,4%	10,9%	6,8%	15,4%	8,8%	5,5%	12,4%	6,8%	4,1%	9,7%	4,9%	3,1%	7,2%
0305	Göttingen	13,1%	8,0%	19,1%	11,0%	6,7%	15,8%	9,4%	6,0%	13,7%	7,9%	4,7%	11,4%	6,3%	3,8%	9,0%	4,8%	2,8%	7,0%	3,5%	2,1%	5,1%
0306	Hamburg-Umland-Süd	14,7%	9,1%	21,1%	12,6%	7,8%	17,9%	10,9%	7,1%	15,8%	9,2%	5,6%	13,2%	7,4%	4,5%	10,5%	5,7%	3,4%	8,2%	4,1%	2,5%	6,1%
0307	Hannover	15,6%	9,7%	22,3%	13,5%	8,4%	18,9%	11,5%	7,5%	16,6%	9,7%	6,0%	13,8%	7,8%	4,8%	11,1%	6,0%	3,6%	8,6%	4,3%	2,7%	6,4%
0308	Hildesheim	13,9%	8,5%	20,1%	11,9%	7,3%	17,0%	10,2%	6,6%	14,9%	8,6%	5,2%	12,4%	6,9%	4,2%	9,9%	5,3%	3,1%	7,7%	3,9%	2,3%	5,7%
0309	Lüneburg	13,5%	8,3%	19,6%	11,6%	7,1%	16,6%	10,0%	6,4%	14,6%	8,5%	5,1%	12,2%	6,8%	4,2%	9,7%	5,2%	3,1%	7,6%	3,8%	2,3%	5,6%
0310	Oldenburg	17,1%	10,8%	24,1%	14,8%	9,3%	20,6%	12,8%	8,4%	18,2%	10,8%	6,7%	15,2%	8,7%	5,4%	12,3%	6,7%	4,0%	9,6%	4,9%	3,0%	7,1%
0311	Osnabrück	16,9%	10,7%	23,9%	14,6%	9,2%	20,4%	12,6%	8,3%	18,0%	10,7%	6,6%	15,0%	8,5%	5,3%	12,1%	6,6%	4,0%	9,4%	4,8%	2,9%	7,0%
0312	Ost-Friesland	15,1%	9,4%	21,6%	13,1%	8,1%	18,5%	11,3%	7,3%	16,3%	9,6%	5,8%	13,6%	7,6%	4,7%	10,9%	5,9%	3,5%	8,5%	4,3%	2,6%	6,2%
0313	Südheide	15,1%	9,4%	21,7%	13,1%	8,1%	18,5%	11,3%	7,4%	16,3%	9,6%	5,8%	13,6%	7,6%	4,7%	10,9%	5,9%	3,5%	8,5%	4,3%	2,6%	6,3%
0401	Bremen	19,1%	12,3%	26,4%	16,6%	10,6%	22,9%	14,3%	9,6%	20,1%	12,2%	7,6%	16,9%	9,7%	6,1%	13,7%	7,5%	4,6%	10,7%	5,4%	3,4%	7,9%
0501	Aachen	16,1%	10,1%	22,8%	13,8%	8,7%	19,4%	11,8%	7,7%	16,9%	10,0%	6,1%	14,1%	8,0%	5,0%	11,4%	6,2%	3,7%	8,8%	4,5%	2,8%	6,5%
0502	Arnsberg	14,3%	8,8%	20,7%	12,4%	7,7%	17,6%	10,7%	6,9%	15,5%	9,0%	5,5%	12,9%	7,2%	4,4%	10,3%	5,6%	3,3%	8,0%	4,0%	2,4%	5,9%
0503	Bielefeld	17,6%	11,2%	24,7%	15,3%	9,7%	21,2%	13,2%	8,7%	18,7%	11,1%	6,9%	15,6%	8,9%	5,6%	12,7%	7,0%	4,2%	9,9%	5,0%	3,1%	7,3%
0504	Bochum/Hagen	16,7%	10,6%	23,5%	14,5%	9,1%	20,2%	12,4%	8,2%	17,6%	10,5%	6,5%	14,8%	8,4%	5,3%	12,0%	6,6%	3,9%	9,3%	4,8%	3,0%	7,0%
0505	Bonn	14,9%	9,2%	21,3%	12,8%	7,9%	18,1%	10,9%	7,1%	15,7%	9,1%	5,6%	13,0%	7,3%	4,5%	10,4%	5,6%	3,3%	8,1%	4,1%	2,5%	6,0%
0506	Dortmund	17,4%	11,0%	24,5%	15,1%	9,5%	21,0%	12,9%	8,6%	18,5%	11,0%	6,8%	15,4%	8,8%	5,5%	12,4%	6,8%	4,1%	9,7%	4,9%	3,0%	7,2%
0507	Duisburg/Essen	19,9%	12,9%	27,3%	17,3%	11,1%	23,7%	14,9%	10,1%	20,8%	12,7%	8,0%	17,5%	10,2%	6,5%	14,3%	7,9%	4,9%	11,1%	5,7%	3,6%	8,3%
0508	Düsseldorf	17,2%	10,9%	24,2%	14,9%	9,4%	20,8%	12,8%	8,5%	18,3%	10,8%	6,7%	15,2%	8,7%	5,4%	12,3%	6,7%	4,1%	9,6%	4,8%	3,0%	7,1%
0509	Emscher-Lippe	20,1%	13,1%	27,6%	17,5%	11,3%	24,0%	15,2%	10,3%	21,1%	12,9%	8,1%	17,8%	10,4%	6,6%	14,6%	8,1%	5,0%	11,3%	5,9%	3,7%	8,5%
0510	Köln	16,1%	10,1%	22,8%	14,0%	8,8%	19,6%	11,7%	7,7%	16,8%	9,8%	6,0%	13,9%	7,9%	4,9%	11,3%	6,1%	3,6%	8,7%	4,4%	2,7%	6,5%
0511	Münster	16,9%	10,7%	23,9%	14,7%	9,2%	20,5%	12,7%	8,4%	18,1%	10,7%	6,6%	15,1%	8,6%	5,3%	12,2%	6,7%	4,0%	9,5%	4,8%	3,0%	7,0%
0512	Paderborn	16,2%	10,2%	23,0%	13,9%	8,7%	19,6%	11,9%	7,8%	17,1%	10,1%	6,2%	14,2%	8,1%	5,0%	11,5%	6,2%	3,7%	8,9%	4,5%	2,8%	6,6%

SN_	ROR	25-29 Jahre			30-39 Jahre			40-49 Jahre			50-59 Jahre			60-69 Jahre			70-79 Jahre			≥ 80 Jahre		
		PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max
0513	Siegen	12,6%	7,7%	18,4%	10,8%	6,6%	15,5%	9,3%	5,9%	13,6%	7,8%	4,7%	11,3%	6,3%	3,8%	9,0%	4,8%	2,8%	7,0%	3,5%	2,1%	5,1%
0601	Mittelhessen	15,9%	10,0%	22,6%	13,5%	8,4%	19,0%	11,5%	7,5%	16,6%	9,7%	6,0%	13,8%	7,8%	4,8%	11,1%	6,0%	3,6%	8,6%	4,4%	2,7%	6,4%
0602	Nordhessen	14,8%	9,2%	21,2%	12,6%	7,8%	17,8%	10,6%	6,9%	15,4%	9,0%	5,5%	12,8%	7,2%	4,4%	10,3%	5,5%	3,3%	8,0%	4,0%	2,4%	5,9%
0603	Osthessen	13,9%	8,5%	20,0%	11,9%	7,3%	16,9%	10,1%	6,5%	14,7%	8,6%	5,2%	12,3%	7,0%	4,3%	10,0%	5,4%	3,2%	7,7%	3,9%	2,4%	5,8%
0604	Rhein-Main	16,4%	10,3%	23,1%	14,2%	9,0%	19,9%	11,8%	7,8%	16,9%	9,9%	6,1%	14,0%	7,9%	4,9%	11,3%	6,1%	3,7%	8,7%	4,4%	2,7%	6,5%
0605	Starkenburg	16,5%	10,4%	23,4%	14,2%	8,9%	19,9%	12,1%	7,9%	17,3%	10,2%	6,3%	14,4%	8,2%	5,1%	11,6%	6,3%	3,8%	9,0%	4,6%	2,8%	6,7%
0701	Mittelrhein-Westerwald	12,9%	7,9%	18,8%	11,1%	6,8%	15,9%	9,5%	6,1%	13,8%	8,0%	4,8%	11,5%	6,4%	3,9%	9,2%	4,9%	2,9%	7,2%	3,6%	2,2%	5,3%
0702	Rheinhessen-Nahe	16,0%	10,1%	22,7%	13,6%	8,5%	19,1%	11,4%	7,5%	16,4%	9,6%	5,8%	13,5%	7,7%	4,8%	11,0%	5,9%	3,5%	8,5%	4,3%	2,6%	6,3%
0703	Rheinpfalz	15,9%	9,9%	22,5%	13,7%	8,6%	19,3%	11,6%	7,6%	16,7%	9,8%	6,0%	13,8%	7,8%	4,9%	11,2%	6,1%	3,6%	8,7%	4,4%	2,7%	6,4%
0704	Trier	11,4%	6,9%	16,8%	9,5%	5,7%	13,8%	8,0%	5,1%	11,7%	6,7%	4,0%	9,7%	5,3%	3,2%	7,7%	4,1%	2,4%	6,0%	3,0%	1,8%	4,5%
0705	Westpfalz	13,6%	8,3%	19,7%	11,6%	7,1%	16,6%	10,0%	6,4%	14,6%	8,4%	5,1%	12,1%	6,7%	4,1%	9,7%	5,2%	3,1%	7,5%	3,8%	2,3%	5,5%
0801	Bodensee-Oberschwaben	10,7%	6,4%	15,8%	9,1%	5,5%	13,3%	7,7%	4,9%	11,4%	6,5%	3,9%	9,5%	5,3%	3,2%	7,6%	4,1%	2,4%	6,0%	3,0%	1,8%	4,4%
0802	Donau-Iller (BW)	14,0%	8,6%	20,1%	12,0%	7,4%	17,0%	10,1%	6,5%	14,7%	8,5%	5,2%	12,2%	6,9%	4,2%	9,9%	5,3%	3,1%	7,7%	3,9%	2,4%	5,7%
0803	Franken	14,9%	9,2%	21,4%	12,9%	8,0%	18,3%	11,1%	7,2%	16,0%	9,4%	5,7%	13,3%	7,5%	4,6%	10,7%	5,8%	3,5%	8,4%	4,2%	2,6%	6,2%
0804	Hochrhein-Bodensee	13,0%	7,9%	18,8%	11,2%	6,8%	16,0%	9,5%	6,1%	13,8%	8,0%	4,8%	11,4%	6,4%	3,9%	9,2%	5,0%	2,9%	7,2%	3,6%	2,2%	5,3%
0805	Mittlerer Oberrhein	16,9%	10,7%	23,8%	14,5%	9,1%	20,3%	12,4%	8,2%	17,7%	10,5%	6,5%	14,7%	8,4%	5,2%	11,9%	6,5%	3,9%	9,2%	4,7%	2,9%	6,8%
0806	Neckar-Alb	12,6%	7,6%	18,3%	10,7%	6,5%	15,4%	9,1%	5,9%	13,3%	7,7%	4,6%	11,0%	6,1%	3,7%	8,9%	4,7%	2,8%	6,8%	3,4%	2,1%	5,1%
0807	Nordschwarzwald	13,0%	8,0%	19,0%	11,3%	6,9%	16,1%	9,6%	6,2%	14,0%	8,1%	4,9%	11,6%	6,5%	4,0%	9,3%	5,0%	2,9%	7,2%	3,6%	2,2%	5,4%
0808	Ostwürttemberg	14,4%	8,9%	20,8%	12,5%	7,7%	17,7%	10,7%	6,9%	15,6%	9,1%	5,5%	12,9%	7,2%	4,5%	10,4%	5,6%	3,3%	8,1%	4,1%	2,5%	6,0%
0809	Schwarzwald-Baar-Heuberg	10,6%	6,4%	15,8%	9,2%	5,5%	13,4%	7,8%	4,9%	11,5%	6,6%	3,9%	9,6%	5,3%	3,2%	7,6%	4,0%	2,3%	5,9%	2,9%	1,8%	4,4%
0810	Stuttgart	16,1%	10,1%	22,8%	14,0%	8,7%	19,6%	11,9%	7,8%	17,1%	10,1%	6,2%	14,2%	8,1%	5,0%	11,5%	6,3%	3,8%	9,0%	4,5%	2,8%	6,6%
0811	Südlicher Oberrhein	12,3%	7,5%	17,9%	10,5%	6,4%	15,1%	8,9%	5,8%	13,0%	7,6%	4,6%	10,9%	6,0%	3,7%	8,6%	4,6%	2,7%	6,7%	3,3%	2,0%	4,9%
0812	Unterer Neckar	16,7%	10,5%	23,5%	14,4%	9,1%	20,1%	12,2%	8,0%	17,4%	10,3%	6,3%	14,5%	8,3%	5,2%	11,8%	6,4%	3,9%	9,2%	4,7%	2,9%	6,8%
0901	Allgäu	8,5%	5,0%	12,8%	7,2%	4,3%	10,7%	6,1%	3,9%	9,1%	5,2%	3,0%	7,6%	4,1%	2,4%	6,0%	3,1%	1,8%	4,6%	2,3%	1,4%	3,4%
0902	Augsburg	14,5%	8,9%	20,8%	12,4%	7,7%	17,6%	10,5%	6,8%	15,3%	8,9%	5,4%	12,7%	7,2%	4,4%	10,3%	5,6%	3,3%	8,0%	4,1%	2,5%	6,0%
0903	Bayerischer Untermain	15,0%	9,3%	21,5%	13,0%	8,1%	18,4%	11,1%	7,2%	16,1%	9,4%	5,7%	13,4%	7,6%	4,7%	10,8%	5,8%	3,5%	8,4%	4,2%	2,6%	6,2%
0904	Donau-Iller (BY)	13,0%	7,9%	18,9%	11,2%	6,8%	16,0%	9,5%	6,1%	13,8%	8,0%	4,8%	11,5%	6,4%	3,9%	9,3%	4,9%	2,9%	7,2%	3,6%	2,2%	5,3%
0905	Donau-Wald	15,1%	9,4%	21,5%	12,8%	8,0%	18,1%	11,0%	7,2%	15,9%	9,3%	5,7%	13,2%	7,5%	4,6%	10,8%	5,8%	3,5%	8,4%	4,3%	2,6%	6,3%
0906	Industrieregion Mittelfranken	19,0%	12,3%	26,3%	16,4%	10,6%	22,6%	13,8%	9,2%	19,4%	11,7%	7,3%	16,2%	9,5%	6,0%	13,3%	7,3%	4,5%	10,4%	5,4%	3,4%	7,8%
0907	Ingolstadt	14,3%	8,8%	20,6%	12,4%	7,7%	17,6%	10,5%	6,8%	15,3%	8,9%	5,4%	12,7%	7,2%	4,4%	10,4%	5,6%	3,3%	8,1%	4,1%	2,5%	6,0%
0908	Landshut	14,9%	9,2%	21,4%	12,9%	8,0%	18,2%	11,1%	7,2%	16,0%	9,4%	5,7%	13,3%	7,5%	4,6%	10,8%	5,9%	3,5%	8,4%	4,3%	2,6%	6,2%
0909	Main-Rhön	13,1%	8,0%	19,0%	11,2%	6,9%	16,1%	9,6%	6,2%	13,9%	8,1%	4,9%	11,6%	6,5%	4,0%	9,4%	5,1%	3,0%	7,3%	3,7%	2,3%	5,5%
0910	München	16,2%	10,2%	22,9%	14,0%	8,8%	19,6%	11,6%	7,6%	16,6%	9,8%	6,0%	13,8%	7,9%	4,9%	11,2%	6,0%	3,6%	8,6%	4,4%	2,7%	6,4%
0911	Oberfranken-Ost	14,4%	8,9%	20,7%	12,2%	7,5%	17,3%	10,4%	6,7%	15,1%	8,8%	5,3%	12,5%	7,1%	4,3%	10,1%	5,4%	3,2%	7,8%	4,0%	2,4%	5,8%

SN_ ROR	ROR	25-29 Jahre			30-39 Jahre			40-49 Jahre			50-59 Jahre			60-69 Jahre			70-79 Jahre			≥ 80 Jahre		
		PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max
0912	Oberfranken-West	15,2%	9,5%	21,7%	13,0%	8,1%	18,3%	11,1%	7,2%	16,0%	9,3%	5,7%	13,3%	7,5%	4,6%	10,7%	5,8%	3,5%	8,3%	4,2%	2,6%	6,2%
0913	Oberland	7,7%	4,5%	11,6%	6,6%	3,9%	9,8%	5,7%	3,6%	8,4%	4,8%	2,8%	7,1%	3,7%	2,2%	5,4%	2,8%	1,6%	4,2%	2,0%	1,2%	3,0%
0914	Oberpfalz-Nord	13,4%	8,2%	19,4%	11,5%	7,1%	16,5%	9,9%	6,4%	14,5%	8,4%	5,1%	12,0%	6,7%	4,1%	9,7%	5,2%	3,1%	7,5%	3,8%	2,3%	5,6%
0915	Regensburg	15,3%	9,6%	21,8%	13,0%	8,1%	18,3%	10,9%	7,1%	15,7%	9,2%	5,6%	13,0%	7,4%	4,6%	10,6%	5,7%	3,4%	8,2%	4,3%	2,6%	6,3%
0916	Südostoberbayern	13,2%	8,1%	19,1%	11,4%	7,0%	16,2%	9,7%	6,3%	14,2%	8,3%	5,0%	11,9%	6,5%	4,0%	9,4%	5,1%	3,0%	7,3%	3,7%	2,2%	5,4%
0917	Westmittelfranken	14,4%	8,8%	20,7%	12,4%	7,7%	17,6%	10,7%	6,9%	15,6%	9,1%	5,5%	12,9%	7,2%	4,5%	10,4%	5,6%	3,3%	8,1%	4,1%	2,5%	6,0%
0918	Würzburg	15,1%	9,4%	21,6%	12,7%	7,9%	18,0%	10,8%	7,0%	15,7%	9,1%	5,6%	13,0%	7,4%	4,5%	10,5%	5,7%	3,4%	8,2%	4,2%	2,5%	6,1%
1001	Saar	13,9%	8,5%	20,0%	11,9%	7,3%	16,9%	10,1%	6,5%	14,7%	8,6%	5,2%	12,2%	6,8%	4,2%	9,8%	5,3%	3,1%	7,6%	3,8%	2,3%	5,6%
1101	Berlin	22,6%	15,0%	30,5%	19,8%	13,1%	26,8%	17,0%	11,7%	23,3%	14,5%	9,3%	19,5%	11,6%	7,5%	16,1%	9,1%	5,6%	12,5%	6,6%	4,2%	9,4%
1201	Havelland-Fläming	18,1%	11,5%	25,3%	15,8%	10,1%	21,9%	13,6%	9,1%	19,3%	11,5%	7,1%	16,0%	9,2%	5,8%	13,0%	7,2%	4,3%	10,1%	5,2%	3,2%	7,5%
1202	Lausitz-Spreewald	18,1%	11,5%	25,3%	15,6%	9,9%	21,6%	13,5%	8,9%	19,1%	11,4%	7,1%	15,9%	9,2%	5,8%	13,0%	7,1%	4,3%	10,1%	5,1%	3,2%	7,5%
1203	Oderland-Spree	17,8%	11,3%	25,0%	15,4%	9,8%	21,4%	13,4%	8,9%	19,0%	11,3%	7,0%	15,8%	9,1%	5,7%	12,9%	7,1%	4,3%	10,0%	5,1%	3,2%	7,4%
1204	Prignitz-Oberhavel	16,7%	10,5%	23,7%	14,6%	9,2%	20,4%	12,6%	8,3%	18,0%	10,6%	6,5%	14,9%	8,5%	5,3%	12,1%	6,6%	4,0%	9,4%	4,7%	2,9%	6,9%
1205	Uckermark-Barnim	17,5%	11,1%	24,6%	15,1%	9,6%	21,0%	13,0%	8,6%	18,5%	11,0%	6,8%	15,4%	8,8%	5,5%	12,5%	6,8%	4,1%	9,6%	4,9%	3,0%	7,1%
1301	Mecklenburgische Seenplatte	15,1%	9,4%	21,7%	13,0%	8,1%	18,4%	11,2%	7,3%	16,2%	9,5%	5,8%	13,5%	7,6%	4,7%	10,9%	5,9%	3,5%	8,5%	4,2%	2,6%	6,2%
1302	Mittleres Mecklenburg/Rostock	17,8%	11,3%	24,9%	15,2%	9,6%	21,2%	13,0%	8,6%	18,5%	11,0%	6,8%	15,4%	8,9%	5,6%	12,6%	6,9%	4,2%	9,9%	5,0%	3,1%	7,3%
1303	Vorpommern	15,7%	9,8%	22,5%	13,6%	8,5%	19,1%	11,7%	7,6%	16,9%	9,9%	6,1%	14,0%	7,9%	4,9%	11,2%	6,1%	3,7%	8,8%	4,4%	2,7%	6,5%
1304	Westmecklenburg	17,8%	11,3%	24,9%	15,3%	9,7%	21,3%	13,3%	8,8%	18,9%	11,3%	7,0%	15,8%	9,1%	5,7%	12,9%	7,1%	4,3%	10,0%	5,1%	3,2%	7,4%
1401	Oberes Elbtal/Ost erzgebirge	17,3%	11,0%	24,3%	14,6%	9,2%	20,4%	12,3%	8,1%	17,7%	10,4%	6,4%	14,6%	8,4%	5,2%	11,9%	6,6%	3,9%	9,4%	4,7%	2,9%	6,9%
1402	Oberlausitz-Niederschlesien	16,6%	10,4%	23,4%	14,2%	8,9%	19,9%	12,3%	8,1%	17,7%	10,4%	6,4%	14,7%	8,4%	5,2%	11,9%	6,5%	3,9%	9,3%	4,7%	2,9%	6,8%
1403	Südsachsen	14,7%	9,1%	21,1%	12,5%	7,8%	17,7%	10,8%	7,0%	15,6%	9,0%	5,5%	12,9%	7,3%	4,5%	10,4%	5,7%	3,4%	8,1%	4,1%	2,5%	6,0%
1404	Westsachsen	16,9%	10,7%	23,9%	14,6%	9,2%	20,4%	12,5%	8,2%	17,9%	10,5%	6,5%	14,8%	8,4%	5,2%	12,0%	6,6%	3,9%	9,4%	4,7%	2,9%	6,9%
1501	Altmark	15,2%	9,4%	21,7%	13,1%	8,1%	18,5%	11,3%	7,4%	16,3%	9,6%	5,8%	13,6%	7,7%	4,7%	11,0%	5,9%	3,5%	8,5%	4,3%	2,6%	6,3%
1502	Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg	17,0%	10,7%	24,0%	14,7%	9,3%	20,5%	12,7%	8,4%	18,2%	10,7%	6,6%	15,1%	8,6%	5,4%	12,2%	6,7%	4,0%	9,6%	4,8%	3,0%	7,1%
1503	Halle/S.	16,1%	10,1%	22,9%	13,8%	8,6%	19,3%	11,8%	7,7%	16,9%	9,9%	6,1%	14,0%	8,0%	4,9%	11,3%	6,2%	3,7%	8,8%	4,4%	2,7%	6,5%
1504	Magdeburg	16,3%	10,3%	23,1%	13,9%	8,7%	19,5%	11,9%	7,8%	17,0%	10,0%	6,1%	14,1%	8,0%	5,0%	11,4%	6,3%	3,8%	8,9%	4,5%	2,8%	6,6%
1601	Mittelthüringen	13,4%	8,2%	19,4%	11,5%	7,0%	16,4%	9,8%	6,3%	14,3%	8,2%	5,0%	11,8%	6,6%	4,0%	9,4%	5,1%	3,0%	7,4%	3,7%	2,2%	5,4%
1602	Nordthüringen	13,2%	8,0%	19,1%	11,3%	6,9%	16,2%	9,8%	6,3%	14,2%	8,2%	5,0%	11,8%	6,6%	4,0%	9,5%	5,1%	3,0%	7,4%	3,7%	2,2%	5,4%
1603	Ostthüringen	14,0%	8,6%	20,2%	12,0%	7,4%	17,0%	10,3%	6,7%	15,0%	8,7%	5,3%	12,4%	7,0%	4,3%	10,0%	5,4%	3,2%	7,8%	3,9%	2,4%	5,7%
1604	Südthüringen	11,5%	6,9%	16,9%	9,9%	6,0%	14,3%	8,5%	5,4%	12,5%	7,2%	4,3%	10,4%	5,7%	3,5%	8,3%	4,4%	2,6%	6,4%	3,2%	1,9%	4,7%

Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

Tabelle 18 PAF für den Risikofaktor PM_{2,5} und den Gesundheitsendpunkt Schlaganfall (2017), stratifiziert nach ROR und Altersgruppen

SN_	ROR	25-29 Jahre			30-39 Jahre			40-49 Jahre			50-59 Jahre			60-69 Jahre			70-79 Jahre			≥ 80 Jahre		
		PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max
0101	Schleswig-Holstein Mitte	17,8%	12,5%	23,3%	15,2%	10,9%	20,0%	12,9%	9,2%	17,1%	10,8%	7,7%	14,3%	8,8%	6,2%	12,2%	6,7%	4,6%	9,4%	4,9%	3,5%	6,8%
0102	Schleswig-Holstein Nord	16,4%	11,4%	21,8%	14,0%	10,0%	18,7%	12,0%	8,5%	15,9%	10,1%	7,1%	13,4%	8,2%	5,7%	11,4%	6,2%	4,2%	8,8%	4,5%	3,2%	6,4%
0103	Schleswig-Holstein Ost	17,8%	12,5%	23,3%	15,3%	11,0%	20,1%	13,1%	9,3%	17,3%	11,0%	7,9%	14,5%	9,0%	6,3%	12,3%	6,8%	4,6%	9,5%	4,9%	3,5%	6,8%
0104	Schleswig-Holstein Süd	16,9%	11,8%	22,4%	14,7%	10,5%	19,4%	12,6%	8,9%	16,7%	10,6%	7,5%	14,0%	8,7%	6,1%	12,0%	6,5%	4,5%	9,2%	4,8%	3,4%	6,6%
0105	Schleswig-Holstein Süd-West	17,1%	12,0%	22,6%	14,8%	10,6%	19,5%	12,7%	9,0%	16,8%	10,7%	7,6%	14,1%	8,7%	6,1%	12,0%	6,6%	4,5%	9,3%	4,8%	3,4%	6,6%
0201	Hamburg	19,8%	14,1%	25,5%	17,2%	12,5%	22,1%	14,6%	10,5%	19,2%	12,3%	8,9%	16,0%	10,0%	7,1%	13,6%	7,6%	5,2%	10,6%	5,5%	4,0%	7,5%
0301	Braunschweig	15,9%	11,1%	21,2%	13,7%	9,7%	18,2%	11,5%	8,1%	15,4%	9,6%	6,8%	12,8%	7,8%	5,4%	10,9%	5,9%	4,0%	8,3%	4,3%	3,0%	6,0%
0302	Bremen-Umland	17,9%	12,6%	23,4%	15,5%	11,2%	20,3%	13,3%	9,5%	17,6%	11,2%	8,0%	14,8%	9,2%	6,5%	12,6%	7,0%	4,8%	9,8%	5,1%	3,6%	7,0%
0303	Bremerhaven	17,4%	12,2%	22,8%	14,9%	10,7%	19,7%	12,7%	9,1%	16,9%	10,7%	7,7%	14,2%	8,7%	6,1%	12,0%	6,6%	4,5%	9,3%	4,8%	3,4%	6,7%
0304	Emsland	18,3%	12,9%	23,9%	15,9%	11,4%	20,7%	13,7%	9,8%	18,1%	11,5%	8,3%	15,2%	9,5%	6,7%	12,9%	7,2%	4,9%	10,1%	5,2%	3,7%	7,1%
0305	Göttingen	14,0%	9,7%	19,1%	11,8%	8,3%	16,1%	9,9%	6,9%	13,5%	8,3%	5,8%	11,2%	6,7%	4,6%	9,5%	5,0%	3,4%	7,2%	3,6%	2,5%	5,3%
0306	Hamburg-Umland-Süd	15,7%	10,9%	21,0%	13,5%	9,6%	18,1%	11,5%	8,1%	15,4%	9,7%	6,9%	12,9%	7,9%	5,5%	11,0%	6,0%	4,1%	8,5%	4,3%	3,1%	6,1%
0307	Hannover	16,7%	11,7%	22,1%	14,4%	10,3%	19,1%	12,2%	8,7%	16,2%	10,2%	7,3%	13,6%	8,3%	5,8%	11,6%	6,3%	4,3%	8,9%	4,6%	3,2%	6,4%
0308	Hildesheim	14,8%	10,3%	20,0%	12,7%	9,0%	17,2%	10,8%	7,6%	14,6%	9,0%	6,4%	12,1%	7,4%	5,1%	10,4%	5,6%	3,8%	7,9%	4,1%	2,8%	5,8%
0309	Lüneburg	14,5%	10,0%	19,6%	12,4%	8,8%	16,9%	10,6%	7,4%	14,3%	8,9%	6,3%	12,0%	7,3%	5,0%	10,2%	5,5%	3,7%	7,8%	4,0%	2,8%	5,7%
0310	Oldenburg	18,3%	12,9%	23,9%	15,8%	11,4%	20,6%	13,6%	9,7%	17,9%	11,4%	8,2%	15,0%	9,3%	6,6%	12,8%	7,1%	4,8%	9,9%	5,2%	3,7%	7,1%
0311	Osnabrück	18,1%	12,8%	23,7%	15,7%	11,3%	20,5%	13,4%	9,6%	17,7%	11,2%	8,1%	14,8%	9,2%	6,5%	12,6%	6,9%	4,8%	9,8%	5,1%	3,6%	7,0%
0312	Ost-Friesland	16,2%	11,3%	21,5%	14,0%	9,9%	18,6%	12,0%	8,5%	15,9%	10,0%	7,1%	13,4%	8,2%	5,7%	11,4%	6,2%	4,2%	8,7%	4,5%	3,2%	6,3%
0313	Südheide	16,2%	11,3%	21,6%	14,0%	10,0%	18,7%	12,0%	8,5%	16,0%	10,1%	7,1%	13,4%	8,2%	5,7%	11,4%	6,2%	4,2%	8,8%	4,5%	3,2%	6,3%
0401	Bremen	20,5%	14,6%	26,2%	17,8%	13,0%	22,7%	15,3%	11,0%	19,9%	12,9%	9,3%	16,7%	10,5%	7,5%	14,1%	7,9%	5,5%	11,0%	5,8%	4,2%	7,8%
0501	Aachen	17,3%	12,1%	22,7%	14,8%	10,6%	19,4%	12,5%	8,9%	16,6%	10,5%	7,5%	13,8%	8,6%	6,0%	11,8%	6,5%	4,4%	9,1%	4,7%	3,4%	6,5%
0502	Arnsberg	15,3%	10,6%	20,6%	13,2%	9,4%	17,8%	11,3%	8,0%	15,2%	9,5%	6,7%	12,7%	7,7%	5,4%	10,8%	5,8%	3,9%	8,3%	4,2%	3,0%	6,0%
0503	Bielefeld	18,9%	13,4%	24,5%	16,4%	11,8%	21,2%	14,0%	10,0%	18,4%	11,8%	8,5%	15,4%	9,7%	6,8%	13,1%	7,3%	5,0%	10,2%	5,3%	3,8%	7,3%
0504	Bochum/Hagen	17,9%	12,6%	23,4%	15,5%	11,2%	20,2%	13,1%	9,4%	17,3%	11,1%	8,0%	14,6%	9,1%	6,4%	12,4%	6,9%	4,7%	9,6%	5,1%	3,6%	7,0%
0505	Bonn	15,9%	11,1%	21,2%	13,7%	9,7%	18,3%	11,5%	8,1%	15,4%	9,6%	6,8%	12,8%	7,8%	5,4%	10,9%	5,9%	4,0%	8,4%	4,3%	3,0%	6,1%
0506	Dortmund	18,6%	13,2%	24,2%	16,2%	11,6%	21,0%	13,7%	9,8%	18,1%	11,6%	8,3%	15,2%	9,5%	6,7%	12,9%	7,1%	4,9%	10,0%	5,2%	3,7%	7,1%
0507	Duisburg/Essen	21,3%	15,4%	27,0%	18,6%	13,6%	23,5%	15,9%	11,6%	20,6%	13,5%	9,8%	17,3%	11,0%	7,9%	14,7%	8,4%	5,8%	11,5%	6,1%	4,4%	8,1%
0508	Düsseldorf	18,4%	13,0%	23,9%	16,0%	11,6%	20,8%	13,6%	9,7%	17,9%	11,4%	8,2%	15,0%	9,4%	6,6%	12,8%	7,1%	4,8%	9,9%	5,1%	3,7%	7,0%
0509	Emscher-Lippe	21,6%	15,6%	27,3%	18,9%	13,8%	23,8%	16,2%	11,8%	20,9%	13,7%	10,0%	17,5%	11,3%	8,1%	15,0%	8,6%	6,0%	11,8%	6,3%	4,5%	8,3%
0510	Köln	17,2%	12,1%	22,7%	15,0%	10,7%	19,7%	12,4%	8,8%	16,5%	10,4%	7,4%	13,7%	8,5%	5,9%	11,7%	6,4%	4,4%	9,0%	4,7%	3,3%	6,5%
0511	Münster	18,1%	12,8%	23,7%	15,7%	11,3%	20,5%	13,5%	9,6%	17,8%	11,3%	8,1%	14,9%	9,3%	6,5%	12,6%	7,0%	4,8%	9,9%	5,1%	3,6%	7,0%
0512	Paderborn	17,4%	12,2%	22,8%	14,9%	10,7%	19,7%	12,7%	9,0%	16,8%	10,6%	7,6%	14,0%	8,7%	6,1%	12,0%	6,5%	4,5%	9,2%	4,7%	3,4%	6,6%
0513	Siegen	13,5%	9,2%	18,4%	11,5%	8,1%	15,8%	9,8%	6,8%	13,4%	8,2%	5,7%	11,1%	6,7%	4,6%	9,5%	5,0%	3,4%	7,2%	3,6%	2,5%	5,3%

SN_	ROR	25-29 Jahre			30-39 Jahre			40-49 Jahre			50-59 Jahre			60-69 Jahre			70-79 Jahre			≥ 80 Jahre		
		PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max
0601	Mittelhessen	17,1%	12,0%	22,5%	14,4%	10,3%	19,1%	12,2%	8,7%	16,2%	10,2%	7,3%	13,6%	8,4%	5,9%	11,6%	6,3%	4,3%	8,9%	4,6%	3,3%	6,4%
0602	Nordhessen	15,8%	11,0%	21,1%	13,4%	9,5%	18,0%	11,3%	8,0%	15,1%	9,4%	6,7%	12,6%	7,7%	5,4%	10,8%	5,8%	3,9%	8,2%	4,2%	2,9%	5,9%
0603	Osthessen	14,8%	10,3%	20,0%	12,7%	9,0%	17,1%	10,7%	7,5%	14,4%	9,0%	6,4%	12,1%	7,5%	5,2%	10,4%	5,6%	3,8%	7,9%	4,1%	2,9%	5,9%
0604	Rhein-Main	17,5%	12,4%	23,0%	15,2%	11,0%	19,9%	12,5%	8,9%	16,6%	10,5%	7,5%	13,8%	8,5%	6,0%	11,7%	6,4%	4,4%	9,0%	4,7%	3,3%	6,5%
0605	Starkenburger	17,7%	12,5%	23,2%	15,2%	10,9%	19,9%	12,8%	9,1%	17,0%	10,7%	7,7%	14,2%	8,8%	6,2%	12,1%	6,6%	4,5%	9,3%	4,9%	3,4%	6,7%
0701	Mittelrhein-Westerwald	13,8%	9,5%	18,8%	11,9%	8,4%	16,2%	10,0%	7,0%	13,6%	8,4%	5,9%	11,3%	6,9%	4,7%	9,7%	5,2%	3,5%	7,4%	3,8%	2,6%	5,4%
0702	Rheinhessen-Nahe	17,1%	12,1%	22,5%	14,6%	10,4%	19,2%	12,1%	8,6%	16,1%	10,0%	7,2%	13,3%	8,3%	5,8%	11,4%	6,2%	4,2%	8,7%	4,5%	3,2%	6,3%
0703	Rheinpfalz	17,0%	11,9%	22,4%	14,7%	10,5%	19,4%	12,3%	8,8%	16,4%	10,3%	7,3%	13,6%	8,4%	5,9%	11,6%	6,4%	4,3%	9,0%	4,6%	3,3%	6,4%
0704	Trier	12,2%	8,3%	16,9%	10,1%	7,1%	14,1%	8,4%	5,8%	11,7%	6,9%	4,8%	9,5%	5,7%	3,9%	8,2%	4,2%	2,8%	6,1%	3,1%	2,2%	4,6%
0705	Westpfalz	14,5%	10,0%	19,7%	12,4%	8,8%	16,9%	10,6%	7,4%	14,3%	8,8%	6,2%	11,9%	7,2%	5,0%	10,2%	5,4%	3,7%	7,7%	4,0%	2,8%	5,7%
0801	Bodensee-Oberschwaben	11,4%	7,7%	15,9%	9,7%	6,8%	13,5%	8,1%	5,7%	11,4%	6,8%	4,8%	9,3%	5,6%	3,8%	8,0%	4,3%	2,8%	6,2%	3,1%	2,2%	4,6%
0802	Donau-Iller (BW)	14,9%	10,3%	20,1%	12,8%	9,1%	17,3%	10,7%	7,5%	14,4%	8,9%	6,3%	12,0%	7,4%	5,1%	10,4%	5,5%	3,8%	7,9%	4,1%	2,9%	5,8%
0803	Franconien	16,0%	11,1%	21,3%	13,8%	9,8%	18,4%	11,7%	8,3%	15,7%	9,9%	7,0%	13,1%	8,1%	5,6%	11,2%	6,1%	4,2%	8,6%	4,4%	3,1%	6,3%
0804	Hochrhein-Bodensee	13,9%	9,6%	18,8%	11,9%	8,4%	16,2%	10,0%	7,0%	13,6%	8,3%	5,9%	11,2%	6,9%	4,8%	9,7%	5,2%	3,5%	7,4%	3,8%	2,6%	5,4%
0805	Mittlerer Oberrhein	18,1%	12,8%	23,6%	15,5%	11,2%	20,3%	13,1%	9,4%	17,4%	11,0%	7,9%	14,5%	9,0%	6,3%	12,3%	6,8%	4,7%	9,5%	5,0%	3,5%	6,8%
0806	Neckar-Alb	13,4%	9,2%	18,3%	11,5%	8,1%	15,7%	9,6%	6,7%	13,2%	8,0%	5,6%	10,8%	6,6%	4,5%	9,3%	4,9%	3,3%	7,1%	3,6%	2,5%	5,2%
0807	Nordschwarzwald	13,9%	9,6%	18,9%	12,0%	8,5%	16,4%	10,1%	7,1%	13,8%	8,5%	6,0%	11,4%	7,0%	4,8%	9,8%	5,2%	3,5%	7,5%	3,8%	2,7%	5,5%
0808	Ostwürttemberg	15,4%	10,7%	20,7%	13,3%	9,4%	17,9%	11,3%	8,0%	15,2%	9,5%	6,7%	12,7%	7,8%	5,4%	10,9%	5,9%	4,0%	8,3%	4,3%	3,0%	6,1%
0809	Schwarzwald-Baar-Heuberg	11,3%	7,7%	15,8%	9,8%	6,8%	13,7%	8,2%	5,7%	11,5%	6,9%	4,8%	9,4%	5,6%	3,8%	8,0%	4,2%	2,8%	6,1%	3,1%	2,1%	4,5%
0810	Stuttgart	17,2%	12,1%	22,7%	14,9%	10,7%	19,6%	12,6%	9,0%	16,8%	10,6%	7,6%	14,0%	8,7%	6,1%	12,0%	6,6%	4,5%	9,3%	4,8%	3,4%	6,6%
0811	Südlicher Oberrhein	13,1%	9,0%	17,9%	11,2%	7,9%	15,3%	9,4%	6,6%	12,9%	7,9%	5,6%	10,7%	6,4%	4,4%	9,1%	4,8%	3,3%	6,9%	3,5%	2,4%	5,0%
0812	Unterer Neckar	17,9%	12,6%	23,3%	15,5%	11,1%	20,2%	13,0%	9,3%	17,1%	10,8%	7,7%	14,2%	8,9%	6,3%	12,2%	6,7%	4,6%	9,4%	4,9%	3,5%	6,8%
0901	Allgäu	9,0%	6,1%	12,9%	7,7%	5,3%	10,9%	6,4%	4,4%	9,3%	5,4%	3,7%	7,5%	4,3%	2,9%	6,3%	3,3%	2,2%	4,8%	2,4%	1,6%	3,5%
0902	Augsburg	15,5%	10,7%	20,7%	13,3%	9,4%	17,8%	11,2%	7,9%	15,0%	9,4%	6,6%	12,5%	7,7%	5,4%	10,8%	5,8%	4,0%	8,3%	4,3%	3,0%	6,1%
0903	Bayerischer Untermain	16,1%	11,2%	21,4%	13,9%	9,9%	18,5%	11,8%	8,3%	15,7%	9,9%	7,0%	13,1%	8,1%	5,7%	11,3%	6,1%	4,2%	8,7%	4,5%	3,2%	6,3%
0904	Donau-Iller (BY)	13,9%	9,6%	18,9%	11,9%	8,4%	16,2%	10,0%	7,0%	13,7%	8,4%	5,9%	11,3%	6,9%	4,7%	9,7%	5,2%	3,5%	7,4%	3,8%	2,6%	5,4%
0905	Donau-Wald	16,1%	11,3%	21,4%	13,7%	9,8%	18,3%	11,7%	8,3%	15,6%	9,8%	7,0%	13,0%	8,1%	5,6%	11,2%	6,1%	4,2%	8,6%	4,5%	3,2%	6,4%
0906	Industrieregion Mittelfranken	20,4%	14,6%	26,0%	17,7%	12,9%	22,5%	14,7%	10,6%	19,2%	12,4%	8,9%	16,0%	10,2%	7,3%	13,8%	7,7%	5,4%	10,7%	5,7%	4,1%	7,7%
0907	Ingolstadt	15,3%	10,6%	20,6%	13,2%	9,4%	17,8%	11,2%	7,9%	15,0%	9,4%	6,6%	12,5%	7,8%	5,4%	10,8%	5,8%	4,0%	8,3%	4,3%	3,0%	6,1%
0908	Landshut	15,9%	11,1%	21,3%	13,7%	9,8%	18,4%	11,7%	8,3%	15,6%	9,9%	7,0%	13,1%	8,1%	5,6%	11,3%	6,1%	4,2%	8,7%	4,5%	3,2%	6,3%
0909	Main-Rhön	14,0%	9,7%	19,0%	12,0%	8,5%	16,3%	10,1%	7,1%	13,8%	8,5%	6,0%	11,4%	7,0%	4,9%	9,8%	5,3%	3,6%	7,5%	3,9%	2,7%	5,6%
0910	München	17,4%	12,2%	22,8%	15,0%	10,8%	19,6%	12,3%	8,7%	16,3%	10,3%	7,3%	13,6%	8,5%	5,9%	11,6%	6,3%	4,3%	8,9%	4,6%	3,3%	6,5%
0911	Oberfranken-Ost	15,4%	10,7%	20,7%	13,0%	9,2%	17,5%	11,0%	7,7%	14,8%	9,2%	6,5%	12,3%	7,6%	5,3%	10,6%	5,7%	3,8%	8,1%	4,2%	2,9%	5,9%
0912	Oberfranken-West	16,3%	11,4%	21,6%	13,9%	9,9%	18,5%	11,7%	8,3%	15,7%	9,8%	7,0%	13,0%	8,1%	5,6%	11,2%	6,1%	4,1%	8,6%	4,5%	3,2%	6,3%

SN_ ROR	25-29 Jahre			30-39 Jahre			40-49 Jahre			50-59 Jahre			60-69 Jahre			70-79 Jahre			≥ 80 Jahre			
	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	
0913	Oberland	8,2%	5,5%	11,7%	7,0%	4,8%	10,0%	6,0%	4,1%	8,6%	5,0%	3,4%	6,9%	3,9%	2,6%	5,7%	2,9%	1,9%	4,3%	2,1%	1,4%	3,1%
0914	Oberpfalz-Nord	14,3%	9,9%	19,4%	12,3%	8,7%	16,8%	10,5%	7,4%	14,2%	8,8%	6,2%	11,8%	7,2%	5,0%	10,1%	5,4%	3,7%	7,7%	4,0%	2,8%	5,7%
0915	Regensburg	16,4%	11,5%	21,7%	13,9%	9,9%	18,4%	11,5%	8,2%	15,5%	9,6%	6,8%	12,8%	8,0%	5,6%	11,1%	6,0%	4,1%	8,5%	4,5%	3,2%	6,3%
0916	Südostoberbayern	14,1%	9,7%	19,1%	12,1%	8,6%	16,5%	10,3%	7,2%	14,0%	8,7%	6,1%	11,7%	7,0%	4,8%	9,9%	5,3%	3,6%	7,6%	3,9%	2,7%	5,5%
0917	Westmittelfranken	15,3%	10,6%	20,6%	13,3%	9,4%	17,9%	11,3%	8,0%	15,2%	9,5%	6,7%	12,7%	7,8%	5,4%	10,9%	5,9%	4,0%	8,3%	4,3%	3,0%	6,1%
0918	Würzburg	16,2%	11,3%	21,5%	13,6%	9,6%	18,2%	11,5%	8,1%	15,4%	9,6%	6,8%	12,8%	7,9%	5,5%	11,0%	6,0%	4,1%	8,5%	4,4%	3,1%	6,2%
1001	Saar	14,8%	10,3%	20,0%	12,7%	9,0%	17,2%	10,7%	7,5%	14,5%	9,0%	6,3%	12,0%	7,3%	5,1%	10,3%	5,5%	3,7%	7,8%	4,0%	2,8%	5,7%
1101	Berlin	24,4%	17,9%	30,2%	21,4%	15,9%	26,4%	18,3%	13,4%	23,3%	15,4%	11,3%	19,3%	12,6%	9,2%	16,5%	9,6%	6,8%	13,0%	7,0%	5,1%	9,2%
1201	Havelland-Fläming	19,4%	13,8%	25,0%	17,0%	12,3%	21,8%	14,5%	10,4%	19,0%	12,1%	8,7%	15,8%	10,0%	7,0%	13,5%	7,5%	5,2%	10,5%	5,5%	3,9%	7,4%
1202	Lausitz-Spreewald	19,4%	13,8%	25,0%	16,7%	12,1%	21,5%	14,3%	10,3%	18,8%	12,0%	8,6%	15,7%	9,9%	7,0%	13,4%	7,5%	5,2%	10,5%	5,5%	3,9%	7,4%
1203	Oderland-Spree	19,1%	13,5%	24,7%	16,6%	12,0%	21,4%	14,2%	10,2%	18,7%	12,0%	8,6%	15,7%	9,8%	6,9%	13,3%	7,4%	5,1%	10,4%	5,4%	3,9%	7,3%
1204	Prignitz-Oberhavel	17,9%	12,6%	23,4%	15,6%	11,2%	20,4%	13,4%	9,6%	17,7%	11,2%	8,0%	14,8%	9,2%	6,5%	12,6%	6,9%	4,7%	9,7%	5,0%	3,6%	6,9%
1205	Uckermark-Barnim	18,8%	13,3%	24,4%	16,2%	11,7%	21,0%	13,8%	9,9%	18,1%	11,6%	8,3%	15,2%	9,5%	6,7%	12,9%	7,1%	4,9%	10,0%	5,2%	3,7%	7,1%
1301	Mecklenburgische Seenplatte	16,2%	11,3%	21,6%	13,9%	9,9%	18,6%	11,9%	8,4%	15,8%	10,0%	7,1%	13,3%	8,2%	5,7%	11,4%	6,2%	4,2%	8,7%	4,5%	3,2%	6,3%
1302	Mittleres Mecklenburg/Rostock	19,1%	13,5%	24,7%	16,3%	11,8%	21,1%	13,8%	9,9%	18,2%	11,6%	8,3%	15,2%	9,6%	6,8%	13,1%	7,3%	5,0%	10,2%	5,3%	3,8%	7,2%
1303	Vorpommern	16,8%	11,8%	22,3%	14,5%	10,4%	19,2%	12,4%	8,8%	16,5%	10,4%	7,4%	13,8%	8,5%	5,9%	11,7%	6,4%	4,4%	9,1%	4,7%	3,3%	6,5%
1304	Westmecklenburg	19,0%	13,5%	24,6%	16,5%	11,9%	21,3%	14,1%	10,1%	18,6%	11,9%	8,6%	15,6%	9,8%	6,9%	13,3%	7,4%	5,1%	10,4%	5,4%	3,9%	7,4%
1401	Oberes Elbtal/Osterggebirge	18,5%	13,1%	24,1%	15,7%	11,3%	20,5%	13,1%	9,3%	17,3%	10,9%	7,8%	14,4%	9,0%	6,3%	12,4%	6,9%	4,7%	9,7%	5,0%	3,6%	6,9%
1402	Oberlausitz-Niederschlesien	17,7%	12,5%	23,2%	15,2%	10,9%	20,0%	13,1%	9,3%	17,3%	11,0%	7,9%	14,5%	9,0%	6,3%	12,4%	6,8%	4,7%	9,6%	5,0%	3,5%	6,8%
1403	Südsachsen	15,7%	10,9%	21,0%	13,4%	9,5%	17,9%	11,4%	8,1%	15,3%	9,5%	6,7%	12,7%	7,8%	5,4%	10,9%	5,9%	4,0%	8,4%	4,3%	3,0%	6,1%
1404	Westsachsen	18,1%	12,8%	23,6%	15,6%	11,2%	20,4%	13,3%	9,5%	17,5%	11,1%	7,9%	14,6%	9,1%	6,4%	12,5%	6,9%	4,7%	9,7%	5,0%	3,6%	6,9%
1501	Altmark	16,2%	11,3%	21,6%	14,0%	9,9%	18,6%	12,0%	8,5%	16,0%	10,1%	7,1%	13,4%	8,3%	5,8%	11,5%	6,2%	4,2%	8,8%	4,5%	3,2%	6,3%
1502	Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg	18,2%	12,8%	23,8%	15,7%	11,3%	20,5%	13,5%	9,6%	17,8%	11,3%	8,1%	14,9%	9,3%	6,5%	12,7%	7,1%	4,8%	9,9%	5,1%	3,7%	7,0%
1503	Halle/S.	17,2%	12,1%	22,7%	14,7%	10,5%	19,5%	12,5%	8,9%	16,6%	10,4%	7,4%	13,8%	8,6%	6,0%	11,8%	6,5%	4,4%	9,1%	4,7%	3,3%	6,5%
1504	Magdeburg	17,5%	12,3%	22,9%	14,9%	10,7%	19,5%	12,6%	9,0%	16,7%	10,5%	7,5%	13,9%	8,6%	6,1%	11,9%	6,6%	4,5%	9,2%	4,7%	3,4%	6,6%
1601	Mittelthüringen	14,3%	9,9%	19,4%	12,3%	8,6%	16,7%	10,3%	7,3%	14,0%	8,6%	6,1%	11,6%	7,0%	4,9%	9,9%	5,3%	3,6%	7,6%	3,9%	2,7%	5,5%
1602	Nordthüringen	14,1%	9,7%	19,2%	12,1%	8,5%	16,5%	10,3%	7,2%	14,0%	8,6%	6,1%	11,6%	7,0%	4,8%	9,9%	5,3%	3,6%	7,6%	3,8%	2,7%	5,5%
1603	Ostthüringen	14,9%	10,3%	20,1%	12,8%	9,0%	17,3%	10,9%	7,7%	14,7%	9,1%	6,5%	12,2%	7,5%	5,2%	10,5%	5,6%	3,8%	8,0%	4,1%	2,9%	5,8%
1604	Südthüringen	12,2%	8,3%	17,0%	10,6%	7,4%	14,6%	9,0%	6,3%	12,4%	7,5%	5,2%	10,2%	6,1%	4,2%	8,7%	4,6%	3,1%	6,6%	3,3%	2,3%	4,8%

Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

Tabelle 19 PAF für den Risikofaktor PM_{2,5} und den Gesundheitsendpunkte COPD, Diabetes mellitus Typ 2 (DMT2) und Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs (Lungenkrebs) (2017), stratifiziert nach ROR und Altersgruppen

SN_ROR	ROR	COPD			DMT2			Lungenkrebs		
		25 - 95+ Jahre			25 - 95+ Jahre			25 - 95+ Jahre		
		PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max	PAF mean	PAF min	PAF max
0101	Schleswig-Holstein Mitte	6,5%	4,6%	8,5%	10,0%	6,6%	12,3%	7,2%	5,2%	9,4%
0102	Schleswig-Holstein Nord	6,0%	4,2%	7,8%	9,3%	6,1%	11,5%	6,7%	4,7%	8,7%
0103	Schleswig-Holstein Ost	6,6%	4,6%	8,6%	10,1%	6,7%	12,4%	7,3%	5,2%	9,5%
0104	Schleswig-Holstein Süd	6,3%	4,4%	8,2%	9,7%	6,4%	12,0%	7,0%	5,0%	9,2%
0105	Schleswig-Holstein Süd-West	6,3%	4,4%	8,3%	9,8%	6,5%	12,0%	7,1%	5,0%	9,2%
0201	Hamburg	7,4%	5,3%	9,6%	11,2%	7,5%	13,6%	8,2%	5,9%	10,7%
0301	Braunschweig	5,7%	4,0%	7,5%	9,0%	5,9%	11,2%	6,4%	4,5%	8,4%
0302	Bremen-Umland	6,7%	4,7%	8,7%	10,3%	6,8%	12,5%	7,4%	5,3%	9,7%
0303	Bremerhaven	6,4%	4,5%	8,3%	9,8%	6,5%	12,1%	7,1%	5,1%	9,3%
0304	Emsland	6,9%	4,9%	9,0%	10,5%	7,0%	12,8%	7,7%	5,5%	10,0%
0305	Göttingen	4,9%	3,4%	6,4%	7,8%	5,0%	9,9%	5,5%	3,9%	7,2%
0306	Hamburg-Umland-Süd	5,7%	4,0%	7,5%	9,0%	5,9%	11,2%	6,4%	4,6%	8,4%
0307	Hannover	6,1%	4,3%	8,0%	9,5%	6,2%	11,7%	6,8%	4,8%	8,9%
0308	Hildesheim	5,3%	3,7%	7,0%	8,5%	5,5%	10,6%	6,0%	4,2%	7,9%
0309	Lüneburg	5,2%	3,6%	6,9%	8,3%	5,4%	10,5%	5,9%	4,2%	7,7%
0310	Oldenburg	6,8%	4,8%	8,9%	10,4%	6,9%	12,7%	7,6%	5,4%	9,9%
0311	Osnabrück	6,7%	4,7%	8,8%	10,3%	6,9%	12,6%	7,5%	5,4%	9,8%
0312	Ost-Friesland	5,9%	4,2%	7,8%	9,3%	6,1%	11,5%	6,7%	4,7%	8,7%
0313	Südheide	6,0%	4,2%	7,8%	9,3%	6,1%	11,5%	6,7%	4,7%	8,7%
0401	Bremen	7,8%	5,5%	10,1%	11,6%	7,8%	14,0%	8,6%	6,1%	11,1%
0501	Aachen	6,3%	4,4%	8,2%	9,7%	6,4%	11,9%	7,0%	5,0%	9,1%
0502	Arnsberg	5,6%	3,9%	7,3%	8,8%	5,7%	11,0%	6,3%	4,5%	8,2%
0503	Bielefeld	7,1%	5,0%	9,2%	10,7%	7,2%	13,1%	7,8%	5,6%	10,2%
0504	Bochum/Hagen	6,7%	4,7%	8,7%	10,1%	6,8%	12,4%	7,4%	5,3%	9,6%
0505	Bonn	5,7%	4,0%	7,5%	9,0%	5,9%	11,1%	6,4%	4,5%	8,4%
0506	Dortmund	6,9%	4,9%	9,0%	10,6%	7,1%	12,9%	7,7%	5,5%	10,0%
0507	Duisburg/Essen	8,2%	5,8%	10,6%	12,0%	8,2%	14,5%	9,0%	6,5%	11,7%
0508	Düsseldorf	6,9%	4,8%	8,9%	10,5%	7,0%	12,8%	7,6%	5,4%	9,9%
0509	Emscher-Lippe	8,4%	5,9%	10,8%	12,2%	8,3%	14,7%	9,1%	6,6%	11,9%
0510	Köln	6,2%	4,4%	8,1%	9,6%	6,4%	11,9%	7,0%	5,0%	9,1%
0511	Münster	6,8%	4,8%	8,8%	10,4%	6,9%	12,7%	7,5%	5,4%	9,8%

SN_ ROR	ROR	COPD			DMT2			Lungenkrebs		
		25 - 95+ Jahre PAF mean	25 - 95+ Jahre PAF min	PAF max	25 - 95+ Jahre PAF mean	25 - 95+ Jahre PAF min	PAF max	25 - 95+ Jahre PAF mean	25 - 95+ Jahre PAF min	PAF max
0512	Paderborn	6,4%	4,5%	8,3%	9,8%	6,5%	12,1%	7,1%	5,0%	9,2%
0513	Siegen	4,8%	3,3%	6,3%	7,7%	5,0%	9,8%	5,4%	3,8%	7,1%
0601	Mittelhessen	6,1%	4,3%	8,0%	9,5%	6,3%	11,7%	6,8%	4,9%	8,9%
0602	Nordhessen	5,6%	3,9%	7,4%	8,8%	5,8%	11,0%	6,3%	4,5%	8,2%
0603	Osthessen	5,3%	3,7%	7,0%	8,4%	5,5%	10,5%	6,0%	4,2%	7,8%
0604	Rhein-Main	6,3%	4,5%	8,2%	9,7%	6,4%	12,0%	7,0%	5,0%	9,2%
0605	Starkenburger	6,5%	4,5%	8,4%	9,9%	6,6%	12,2%	7,2%	5,1%	9,4%
0701	Mittelrhein-Westerwald	4,9%	3,4%	6,5%	7,9%	5,1%	9,9%	5,6%	3,9%	7,3%
0702	Rheinhausen-Nahe	6,1%	4,3%	7,9%	9,4%	6,2%	11,6%	6,8%	4,8%	8,9%
0703	Rheinpfalz	6,2%	4,3%	8,1%	9,6%	6,3%	11,8%	6,9%	4,9%	9,0%
0704	Trier	4,1%	2,8%	5,4%	6,7%	4,3%	8,6%	4,6%	3,3%	6,1%
0705	Westpfalz	5,2%	3,6%	6,9%	8,3%	5,4%	10,4%	5,9%	4,1%	7,7%
0801	Bodensee-Oberschwaben	4,0%	2,8%	5,3%	6,5%	4,2%	8,4%	4,5%	3,2%	5,9%
0802	Donau-Iller (BW)	5,3%	3,7%	7,0%	8,4%	5,5%	10,5%	6,0%	4,2%	7,8%
0803	Franken	5,9%	4,1%	7,7%	9,2%	6,0%	11,4%	6,5%	4,6%	8,6%
0804	Hochrhein-Bodensee	4,9%	3,4%	6,5%	7,9%	5,1%	9,9%	5,6%	3,9%	7,3%
0805	Mittlerer Oberrhein	6,6%	4,7%	8,6%	10,2%	6,8%	12,5%	7,4%	5,3%	9,6%
0806	Neckar-Alb	4,7%	3,3%	6,2%	7,6%	4,9%	9,6%	5,3%	3,8%	7,0%
0807	Nordschwarzwald	5,0%	3,5%	6,6%	8,0%	5,2%	10,1%	5,6%	4,0%	7,4%
0808	Ostwürttemberg	4,7%	3,3%	6,2%	8,9%	5,8%	11,0%	6,3%	4,5%	8,3%
0809	Schwarzwald-Baar-Heuberg	4,0%	2,8%	5,3%	6,6%	4,2%	8,5%	4,5%	3,2%	6,0%
0810	Stuttgart	6,4%	4,5%	8,3%	9,8%	6,5%	12,0%	7,1%	5,0%	9,2%
0811	Südlicher Oberrhein	4,7%	3,2%	6,1%	7,4%	4,8%	9,4%	5,2%	3,7%	6,9%
0812	Unterer Neckar	6,6%	4,6%	8,5%	10,0%	6,7%	12,3%	7,3%	5,2%	9,5%
0901	Allgäu	3,1%	2,1%	4,1%	5,2%	3,3%	6,8%	3,5%	2,5%	4,6%
0902	Augsburg	5,6%	3,9%	7,3%	8,8%	5,7%	10,9%	6,2%	4,4%	8,2%
0903	Bayerischer Untermain	5,9%	4,1%	7,7%	9,2%	6,0%	11,4%	6,6%	4,7%	8,6%
0904	Donau-Iller (BY)	4,9%	3,4%	6,5%	7,9%	5,1%	10,0%	5,6%	3,9%	7,3%
0905	Donau-Wald	5,8%	4,1%	7,6%	9,1%	6,0%	11,3%	6,5%	4,6%	8,5%
0906	Industrieregion Mittelfranken	7,6%	5,4%	9,8%	11,3%	7,6%	13,7%	8,3%	6,0%	10,8%
0907	Ingolstadt	5,6%	3,9%	7,3%	8,8%	5,7%	10,9%	6,2%	4,4%	8,2%
0908	Landshut	5,8%	4,1%	7,6%	9,1%	6,0%	11,3%	6,5%	4,6%	8,5%
0909	Main-Rhön	5,0%	3,5%	6,6%	8,0%	5,2%	10,1%	5,7%	4,0%	7,4%
0910	München	6,2%	4,4%	8,1%	9,6%	6,3%	11,8%	6,9%	4,9%	9,0%

SN_ ROR	ROR	COPD			DMT2			Lungenkrebs		
		PAF mean	25 - 95+ Jahre PAF min	PAF max	PAF mean	25 - 95+ Jahre PAF min	PAF max	PAF mean	25 - 95+ Jahre PAF min	PAF max
0911	Oberfranken-Ost	5,5%	3,8%	7,2%	8,6%	5,6%	10,8%	6,1%	4,3%	8,0%
0912	Oberfranken-West	5,9%	4,1%	7,7%	9,2%	6,0%	11,4%	6,6%	4,7%	8,6%
0913	Oberland	2,8%	2,0%	3,8%	4,8%	3,0%	6,3%	3,2%	2,3%	4,3%
0914	Oberpfalz-Nord	5,2%	3,6%	6,8%	8,2%	5,3%	10,3%	5,8%	4,1%	7,6%
0915	Regensburg	5,8%	4,1%	7,6%	9,0%	5,9%	11,2%	6,5%	4,6%	8,5%
0916	Südostoberbayern	5,1%	3,5%	6,7%	8,1%	5,2%	10,2%	5,7%	4,0%	7,5%
0917	Westmittelfranken	5,6%	3,9%	7,4%	8,9%	5,8%	11,1%	6,3%	4,5%	8,3%
0918	Würzburg	5,7%	4,0%	7,5%	9,0%	5,9%	11,2%	6,4%	4,6%	8,4%
1001	Saar	5,3%	3,7%	7,0%	8,4%	5,5%	10,5%	6,0%	4,2%	7,8%
1101	Berlin	9,6%	6,8%	12,2%	13,6%	9,4%	16,1%	10,4%	7,5%	13,3%
1201	Havelland-Fläming	7,3%	5,2%	9,5%	11,1%	7,4%	13,4%	8,1%	5,8%	10,6%
1202	Lausitz-Spreewald	7,3%	5,1%	9,4%	10,9%	7,4%	13,3%	8,0%	5,8%	10,5%
1203	Oderland-Spree	7,2%	5,1%	9,3%	10,9%	7,3%	13,2%	8,0%	5,7%	10,4%
1204	Prignitz-Oberhavel	6,7%	4,7%	8,7%	10,3%	6,8%	12,6%	7,5%	5,3%	9,7%
1205	Uckermark-Barnim	7,0%	4,9%	9,1%	10,6%	7,1%	12,9%	7,7%	5,5%	10,1%
1301	Mecklenburgische Seenplatte	5,9%	4,1%	7,8%	9,3%	6,1%	11,5%	6,6%	4,7%	8,7%
1302	Mittleres Mecklenburg/Rostock	7,0%	5,0%	9,1%	10,7%	7,1%	13,0%	7,8%	5,6%	10,2%
1303	Vorpommern	6,2%	4,3%	8,1%	9,6%	6,3%	11,8%	6,9%	4,9%	9,0%
1304	Westmecklenburg	7,2%	5,1%	9,3%	10,8%	7,3%	13,2%	7,9%	5,7%	10,3%
1401	Oberes Elbtal/Osterzgebirge	6,7%	4,7%	8,7%	10,2%	6,8%	12,5%	7,4%	5,3%	9,7%
1402	Oberlausitz-Niederschlesien	6,6%	4,6%	8,6%	10,1%	6,7%	12,4%	7,3%	5,2%	9,6%
1403	Südsachsen	5,7%	4,0%	7,4%	8,9%	5,8%	11,1%	6,3%	4,5%	8,3%
1404	Westsachsen	6,7%	4,7%	8,7%	10,2%	6,8%	12,5%	7,4%	5,3%	9,7%
1501	Altmark	6,0%	4,2%	7,8%	9,3%	6,1%	11,5%	6,7%	4,7%	8,7%
1502	Anhalt-Bitterfeld-Wittenberg	6,8%	4,8%	8,9%	10,4%	6,9%	12,7%	7,5%	5,4%	9,9%
1503	Halle/S.	6,3%	4,4%	8,2%	9,7%	6,4%	11,9%	7,0%	5,0%	9,1%
1504	Magdeburg	6,3%	4,5%	8,3%	9,8%	6,5%	12,0%	7,1%	5,0%	9,2%
1601	Mittelthüringen	5,1%	3,6%	6,7%	8,1%	5,3%	10,2%	5,7%	4,1%	7,5%
1602	Nordthüringen	5,1%	3,5%	6,7%	8,1%	5,2%	10,2%	5,7%	4,0%	7,5%
1603	Ostthüringen	5,4%	3,8%	7,1%	8,6%	5,6%	10,7%	6,1%	4,3%	8,0%
1604	Südthüringen	4,4%	3,0%	5,8%	7,1%	4,5%	9,1%	5,0%	3,5%	6,5%

Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

11.11.3. Umweltrisikofaktor Verkehrslärm

Schritt 1: Auswahl und Definition des Risikofaktors

1. Straßenverkehrslärm
2. Schienenverkehrslärm
3. Flugverkehrslärm

Schritt 2: Definition der Exposition

Die am häufigsten verwendeten Lärmindikatoren sind der Tag-Abend-Nacht-Pegel (LDEN) und der Nachtlärmindex (LNIGHT). Sie werden für die Belastung außen an der stärksten lärmbelasteten Fassade Trotz bestehender Unsicherheiten bezüglich des Zusammenhangs zwischen Lärm und den assoziierten gesundheitlichen Auswirkungen empfiehlt die WHO in ihren Environmental Noise Guidelines for the European Region (ENG) aus dem Jahr 2018 eine Berechnung der Krankheitslast durch Umweltlärm [74]. Umweltepidemiologische Studien zeigen zunehmend, dass Lärm sich negativ auf die Gesundheit auswirken und mit erheblichen gesundheitlichen Einbußen verbunden sein kann. Die WHO hat im Zuge der Überarbeitung der ENG umfassende Literaturübersichtsarbeiten anfertigen lassen und die Evidenz in Bezug auf die Auswirkungen von Lärm systematisch bewertet [44, 127]. Die Definition von Umweltlärm in der ENG 2018 umfasst neben Verkehrslärm Lärm aus Windkraftanlagen und Freizeitlärm. Berufsbedingter Lärm und Industrielärm sind nicht Teil der Leitlinie.

Das IHME berücksichtigt in der GBD 2019 ausschließlich den Risikofaktor „berufsbedingter Lärm“, nicht jedoch Umweltlärm und somit auch nicht den in dieser Kategorie enthaltenen Verkehrslärm. Daher konnte nicht wie bei Feinstaub auf die relevanten Daten der GBD 2019 zurückgegriffen werden.

Für die Lärmexposition aus Windkraftanlagen und in der Freizeit stehen keine repräsentativen Expositionsdaten für Deutschland zur Verfügung, sodass diese Lärmquellen nicht bei den Berechnungen im Rahmen des Projekts BURDEN 2020 berücksichtigt werden konnten.

Von diesen Rahmenbedingungen ausgehend wurde im BURDEN 2020-Projekt ausschließlich die Krankheitslast berechnet, die dem umweltbedingten Risikofaktor Verkehrslärm zurückgeführt werden kann. Dieser kann hinsichtlich der Lärmquelle in drei Arten von Lärm unterteilt werden:

von Wohngebäuden angegeben. Es sind die Indikatoren, die gewöhnlich von den Behörden gemeldet und oftmals zur Bewertung der gesundheitlichen Wirkung von Lärmbelastung eingesetzt werden [74]. Für detaillierte Informationen zur Definition und Berechnung wird hier auf die Anhänge der „Richtlinie 2002/49/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm“ [128] sowie die delegierte Richtlinie (EU) 2021/1226 [129] verwiesen.

Die Definition der Lärmexposition hängt wesentlich von der Art der betrachteten Gesundheitsendpunkte ab. Der Lärmindikator LDEN dient der Berechnung der Krankheitslast bei IHK, Schlaganfall und Lärmbelästigung, LNIGHT wird bei Schlafstörungen verwendet [74]. Relevant für das Projekt BURDEN 2020 ist der Lärmindex LDEN, da nur für den gesundheitlichen Endpunkt IHK die attributable Krankheitslast abgeleitet wird.

Definition:

LDEN = Tag-Abend-Nacht-Pegels (day-evening-night level), gemessen in dB(A)

Tag: 06.00 – 18.00 Uhr (oder 07.00 - 19.00 Uhr)

Abend: 18.00 – 22.00 Uhr (oder 19.00 - 23.00 Uhr)

Nacht: 22.00 – 06.00 Uhr (oder 23.00 - 07.00 Uhr)

Quelle: [74]

Schritt 3: Expositionserfassung

Bis zum Projektbeginn basierten die Krankheitslastberechnungen für Verkehrslärm im UBA [130] auf der Lärmkartierung für Deutschland gemäß der EU-Umgebungslärmrichtlinie (Environmental Noise Directive - END) (2002/49/EC) [128]. Diese Lärmbelastungsdaten für Deutschland werden der EU alle fünf Jahre durch das Umweltbundesamt im Rahmen der obligatorischen Datenberichterstattung übermittelt. Bei dieser Lärmkartierung erfolgt jedoch keine flächendeckende Erfassung der Verkehrslärmexposition.

Stattdessen lagen folgende Limitationen vor:

1. Beschränkung ausschließlich auf Ballungsräume ab 100.000 Einwohnern (Anzahl: 70 urbane Räume mit insgesamt 24,4 Mio. Einwohnern – Betrachtung von Straßen-, Schienen-, Flug- und Industrielärm)
2. Einschränkung außerhalb der Ballungsräume auf die verkehrsreichsten Straßen, Eisenbahntrassen und Flughäfen:
 - a. Hauptverkehrsstraßen – Länge 49.000 km (regional, national und grenzüberschreitend mit einem Verkehrsaufkommen von jeweils über drei Millionen Kraftfahrzeugen pro Jahr),
 - b. Haupteisenbahnstrecken – Länge 14.000 km (mit einem Verkehrsaufkommen von jeweils über 30.000 Zügen pro Jahr),
 - c. Großflughäfen – 11 Verkehrsflughäfen mit einem Verkehrsaufkommen von jeweils über 50.000 Flugbewegungen pro Jahr

Für die Berechnungen im Rahmen des Projektes BURDEN 2020 konnte erstmals auf eine flächendeckende Modellierung der Verkehrslärmexposition für Deutschland zurückgegriffen werden (UBA, Version vom 31.07.2020).

Folgende Annahmen liegen dem Modell zugrunde und ergänzen die durch die END erfasste Exposition:

Beim Straßenverkehr wurde ein vom LANUV-NRW erarbeitetes, bisher noch unveröffentlichtes Modell zur Identifikation ruhiger Gebiete verwendet. In diesem Modell wurde die Lärmbelastung für das gesamte Straßennetz in NRW flächendeckend berechnet. Aus dem Verhältnis der Ergebnisdaten der Lärmkartierung (END) und der Gesamtbelastung (neues Modell NRW) wurden (getrennt für innerhalb und außerhalb der Ballungsräume) Faktoren abgeleitet. Diese Faktoren stimmen gut überein mit den Ergebnissen der sogenannten Plus-Kartierung in Hessen, die eine Lärmkartierung des Straßennetzes umfasst, die über den Umfang der END hinausgeht. Insbesondere in Ballungsräumen zeigt sich, dass die Lärmkartierung gemäß END die Lärmbelastung bereits umfänglich beschreibt. Außerhalb der Ballungsräume wird die Lärmbelastung in den niedrigeren Pegelbereichen jedoch im bisher verwendeten Modell bis zu einem Drittel unterschätzt.

In dem für das Projekt verwendete Modell wurden für die Pegelbereiche unterhalb des obligatorischen Kartierungsumfangs gemäß der END (LDEN 50-54, LNIGHT 45-49) Faktoren zu den jeweils nächsthöheren Pegelbereichen (LDEN 55-59, LNIGHT 50-54) aus dem Modell des LANUV-NRW abgeleitet. Dieses Faktorenmodell wurde dann auf die Ergebnisdaten der Lärmkartierung nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie für Deutschland projiziert.

Beim Schienenverkehr werden die Ergebnisse durch die Eisenbahnen des Bundes bestimmt. Innerhalb der Ballungsräume wurden durch das Eisenbahn-Bundesamt alle Eisenbahnstrecken kartiert (5.500 km). Außerhalb der Ballungsräume wurden die Haupteisenbahnstrecken mit mehr als 30.000 Zügen pro Jahr (11.000 km) erfasst. Da das Netz der Deutschen Bahn insgesamt 33.600 km beträgt, werden damit rd. 17.100 km Eisenbahnstrecken in der ursprünglichen Lärmkartierung nicht erfasst. Bei der Abschätzung der Lärmbelastung dieser Strecken mit weniger als 30.000 Zügen pro Jahr wurden insbesondere die Charakteristiken der kartierten Streckenabschnitte in der Kategorie 30.000 bis 40.000 Züge berücksichtigt. Für die nichtbundeseigenen Eisenbahnen wurde von einem gleichen Verhältnis von kartierten zu nicht kartierten Strecken wie bei den bundeseigenen Bahnen ausgegangen. Innerhalb der Ballungsräume wurden beim Schienenverkehr auch die Straßenbahnen lärmkartiert. Straßenbahnen, die außerhalb von Ballungsräumen verlaufen (bspw. Erfurt, Dessau, Gotha)

sind in dem Modell nicht enthalten. Dies ist beim Verhältnis der Gesamtzahl der Lärmbetroffenen allein durch die Eisenbahnen aber vernachlässigbar. Für die Pegelbereiche unterhalb des obligatorischen Kartierungsumfangs (LDEN 50-54, LNIGHT 45-49) wurden die Faktoren zu den jeweils nächsthöheren Pegelbereichen (LDEN 55-59, LNIGHT 50-54) aus dem Straßenmodell verwendet. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, da hier das Modell auch für die Pegelbereich unterhalb der Kartierungsschwellen der EU-Umgebungslärmrichtlinie flächendeckend gerechnet wurde. Beim Schienenverkehr enden die offiziellen Daten bei LDEN 55-59 und LNIGHT 50-54. Zur Prüfung der Plausibilität dieser Ableitung wurde informell ein Datensatz des Eisenbahn-Bundesamts (EBA) verwendet, der nicht öffentlich zugänglich und darüber hinaus auch nicht so umfangreich ist. Beide Modelle kommen aber mit ungefähr sieben Prozent Abweichung zum gleichen Ergebnis. Dies ist auch darin begründet, dass es sich in beiden Fällen um bodennahe Linienquellen handelt, für die die gleichen Schallausbreitungsbedingungen gelten. Auch mögliche Unterschiede in der Dichte der Wohnbebauung (beim Straßenverkehr sind die Wohnhäuser in der Regel näher an der Quelle) ist bei den niedrigeren Pegeln (im Fernbereich) nicht mehr von Bedeutung. Daher wurde der Faktor aus dem Straßenverkehr auch für den Schienenverkehr übernommen. Die Pegelklassen LDEN 55-59 und LNIGHT 50-54 und größer basieren aber ausschließlich auf Belastungsdaten des Schienenverkehrs.

Beim Luftverkehr wurden bei der Lärmkartierung elf Großflughäfen (mehr als 50.000 Bewegungen pro Jahr) und weitere vier Flughäfen in Ballungsräumen berücksichtigt. In Deutschland gibt es 24 Hauptverkehrsflughäfen mit 2,1 Millionen Flugbewegungen im Jahr. Durch die bei der Lärmkartierung gemäß END erfassten Flughäfen werden bereits 93 % der Flugbewegungen abgedeckt. Die Lärmbelastungsdaten wurden im Modell um die verbleibenden 7 % entsprechend erhöht. Als Datenlücke verbleiben kleinere Landeplätze unterhalb der Hauptverkehrsflughäfen. Für die Pegelbereiche unterhalb des obligatorischen Kartierungsumfangs (LDEN 50-54, LNIGHT 45-49) wurden Faktoren zu den jeweils nächsthöheren Pegelbereichen (LDEN 55-59, LNIGHT 50-54) aus den vorliegenden Daten von sieben Großflughäfen abgeleitet. Die Aufteilung der Bevölkerung in die jeweiligen Belastungsklassen wird stratifiziert nach Lärm Typ in Tabelle 20 dargestellt.

Tabelle 20 Verkehrs­lärm exponierte Bevölkerung in Deutschland im Jahr 2017

Lärmklassen (in dB)	Straßenverkehr	in %	Schienenverkehr	in %	Luftverkehr	in %
LDEN <50	56.644.002	68,5 %	61.428.002	74,3 %	80.453.002	97,3 %
LDEN 50-54	12.709.000	15,4 %	11.515.000	13,9 %	1.298.000	1,6 %
LDEN 55-59	7.020.000	8,5 %	5.758.000	7,0 %	649.000	0,8 %
LDEN 60-64	3.601.000	4,4 %	2.484.000	3,0 %	220.000	0,3 %
LDEN 65-69	1.975.000	2,4 %	980.000	1,2 %	33.000	0,0 %
LDEN 70-74	646.000	0,8 %	343.000	0,4 %	4.000	0,0 %
LDEN >=75	62.000	0,1 %	149.000	0,2 %	0	0,0 %
LDEN Gesamt	82.657.002	100 %	82.657.002	100 %	82.657.002	100 %

Quelle: Erweiterte Modellierung des UBA (FG I.2.4) aufbauend auf der EU-Umgebungslärm-Richtlinie der EEA, Stand: 31.07.2020, eigene Darstellung

Schritt 4: Theoretical Minimum Risk Exposure Level - TMREL

Bei der Auswahl des TMREL orientierte sich das Projektteam an den in der WHO ENG 2018 veröffentlichten Metaanalysen und übernahm die für Straßen- und Flugverkehr ausgewiesenen gewichteten Durchschnitte der niedrigsten in den Studien gemessenen Lärmpegel.

Definition:
Straßenverkehr: 53 dB LDEN
Schienenverkehr: 53 dB LDEN
=> abgeleitet vom TMREL für Straßenverkehr, da kein Wert in der ENG ausgewiesen wurde

Flugverkehr:	47 dB LDEN
Quelle: [74]	

Schritt 5: Identifikation der risk-outcome-pairs

Für die Auswahl der zu berücksichtigenden Gesundheitsendpunkte orientierte sich das Projektteam an der Liste der untersuchten gesundheitlichen Auswirkungen in der ENG 2018: IHK, Schlaganfall, Diabetes, Bluthochdruck bei Kindern und Übergewicht. Bluthochdruck und Übergewicht sind im Projekt BURDEN 2020 als Risikofaktoren eingestuft, was ein Ausschlusskriterium für die Einstufung als Gesundheitsendpunkt darstellt. Nach eingehender Analyse der Studienbewertungen von van Kempen et al. wurden aufgrund fehlender eindeutiger positiver Wirkungszusammenhänge bzw. mangelnder Qualität der Evidenz Schlaganfall und Diabetes ebenfalls ausgeschlossen [44]. Somit reduziert sich die Auswahl der Gesundheitsendpunkte im Rahmen von BURDEN 2020 auf IHK.

Schritt 6: Identifikation des quantitativen Zusammenhangs

Die EWF für Verkehrslärm und IHK wurden aus der ENG übernommen. Es handelt sich um eine lineare EWF, die als RR pro 10 dB Anstieg ausgewiesen wird. Eine Ausnahme bildet die Lärmbelastung durch Schienenverkehr. Aufgrund mangelnder Evidenz weisen van Kempen et al. für diesen Risikofaktor keine EWF für die Mortalität aus [44]. Die ermittelten RR sind weder alters- noch geschlechtsspezifisch (s. Tabelle 21). Die für die Berechnung verwendeten Annahmen sind in Tabelle 22 zusammengefasst.

Tabelle 21 Beschreibung der Expositions-Wirkungsfunktion für Verkehrslärm (adaptiert nach [44])

Risikofaktor (Lärmquelle)	Gesundheitsendpunkt	Berechnung für		Expositions-Wirkungsfunktion / RR				
		Mortalität	Morbidität	RR Mortalität/Morbidität	Geschlecht	Alter	Art	Quelle
Straßenverkehr	IHK	Ja	Ja	Spezifisch	Unspezifisch	Unspezifisch	Linear	[44]
Schienenverkehr	IHK	Nein	Ja	Nur Morbidität	Unspezifisch	Unspezifisch	Linear	[44]
Luftverkehr	IHK	Ja	Ja	Spezifisch	Unspezifisch	Unspezifisch	Linear	[44]

Quelle: BURDEN 2020, eigene Zusammenstellung

Berechnet wurde die EWF als RR mit folgender Formel:

$$RR = EXP(\beta \times (LDEN \text{ des mittleren Wertes der Expositionsklasse} - LDEN \text{ TMREL}))$$

Tabelle 22 Zusammenfassung des Wirkungszusammenhangs von Lärmexposition und dem Gesundheitsendpunkt IHK

Risikofaktor (Lärmquelle)	Gesundheitsendpunkt	Mortalität RR per 10 dB (95 % KI)	Qualität der Evidenz*	Morbidität (Prävalenz) RR per 10 dB (95 % KI)	Qualität der Evidenz*
Straßenverkehr	IHK	1,05 (0,98 – 1,13)	Moderat	1,24 (1,08 – 1,42)	Niedrig
Schienenverkehr	IHK	-	-	1,18 (0,82 – 1,68)	Sehr niedrig
Luftverkehr	IHK	1,04 (0,98 – 1,11)	Niedrig	1,07 (0,94 – 1,23)	Sehr niedrig

*Qualität der Evidenz:
 Moderat = Weitere Forschung hat wahrscheinlich einen größeren Einfluss auf die angenommenen Effekte
 Niedrig = Weitere Forschung hat sehr wahrscheinlich einen größeren Einfluss auf die angenommenen Effekte.
 Sehr niedrig = große Unsicherheit hinsichtlich der Annahmen

Quelle: BURDEN 2020, eigene Zusammenstellung adaptiert nach [44]

11.11.4. Metabolische und verhaltensbezogene Risikofaktoren

Schritt 2: Definition der Exposition und Schritt 4: Theoretical Minimum Risk Exposure Level - TMREL

Nachdem entschieden wurde, welche Risikofaktoren berücksichtigt werden sollten, wurde in einem nächsten Schritt die Definition der GBD-Studie für jeden Faktor abgeleitet. Dann wurde geprüft, ob die Definitionen aus den Daten der RKI-Erhebungen übernommen werden können und wie die entsprechende TMREL-Definition lautet (Tabelle 23). Es wurde festgestellt, dass

für zwei der Faktoren die Datenverfügbarkeit sehr begrenzt ist und sie nicht gemäß der GBD-Definition abgebildet werden können (Passivrauch und Bewegungsmangel). Für die übrigen Faktoren konnten Daten aus der GEDA- oder DEGS-Studie verwendet werden.

Tabelle 23 Definition des Risikofaktors und des counterfactual values sowie verwendete Datenquellen (Schritt 2 und 4)

Risikofaktoren	Definition GBD	Definition TMREL GBD	Definition Umsetzung
VERHALTENSBEZOGENE RISIKEN			
Tabakkonsum (Rauchen)	Current smokers: individuals who currently use any smoked tobacco product on a daily or occasional basis. Former smokers: individuals who quit using all smoked tobacco products for at least six months (where possible, or according to the definition used by the survey).	All individuals are lifelong non-smokers	vorhanden in GEDA9-12
Passivrauch	Average daily exposure to air particulate matter in the home from second-hand smoke with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 µg, measured in µg/m ³ , among non-smokers living with a current daily smoker	No second-hand smoke exposure	nicht vorhanden
Bewegungsmangel	Average weekly physical activity at work, home, transport-related, and recreational measured by MET (metabolic equivalent) min per week	All adults experience 3000–4500 MET min per week	nicht vorhanden
Alkoholkonsum	Average daily alcohol consumption of pure alcohol (measured in g per day) in current drinkers who had consumed alcohol during the past 12 months; binge drinking: proportion of the population reporting binge consumption of at least 60 g for males and 48 g for females of pure alcohol on a single occasion	No alcohol consumption	vorhanden in DEGS1
Gemüseverzehr	Average daily consumption of vegetables (fresh, frozen, cooked, canned, or dried vegetables, excluding legumes and salted or pickled vegetables, juices, nuts, and seeds, and starchy vegetables such as potatoes or corn)	Consumption of vegetables between 290 g and 430g per day	vorhanden in DEGS1
Obstverzehr	Average daily consumption of fruits (fresh, frozen, cooked, canned, or dried fruits, excluding fruit juices and salted or pickled fruits)	Consumption of fruit between 200 g and 300 g per day	vorhanden in DEGS1
METABOLISCHE RISIKEN			
Adipositas (BMI)	Body-mass index, measured in kg/m ²	25 kg/m ²	vorhanden in DEGS1
Hypertonie	Systolic blood pressure, measured in mmHg	110–115 mm Hg	vorhanden in DEGS1
Cholesterin	Serum total cholesterol, measured in mmol/L	2.78–3.38 mmol/L	vorhanden in DEGS1
Erhöhter Blutzucker	Serum fasting plasma glucose measured in mmol/L	4.8–5.4 mmol/L	vorhanden in DEGS1

Quelle: BURDEN 2020, GBD

Schritt 3: Expositionserfassung

Anschließend wurde für jeden der Risikofaktoren, für den Daten verfügbar waren, die Prävalenzen in der Bevölkerung nach Alter und Geschlecht berechnet. Dies sind die sogenannten Expositionserfassungen. In Tabelle 24 sind z.B. die Prävalenzen für Tabakkonsum (bzw. Rauchen) und Alkoholkonsum dargestellt. Hier wird deutlich, dass es bei der Verwendung von Umfragedaten eine Einschränkung für die zu untersuchenden Altersgruppen gibt. So ist die Studienpopulation in beiden Erhebungen auf die Altersgruppe 18 und älterbeschränkt, DEGS1 ist bis zum Alter von 79 Jahren begrenzt, während GEDA keine Altersbeschränkung in der Stichprobe hat.

Tabelle 24 Expositionserfassung ausgewählter Risikofaktoren (Schritt 3)

Alter	Tabakkonsum insgesamt		Alkoholkonsum insgesamt	
	Prävalenz	Konfidenzintervall	Prävalenz	Konfidenzintervall
18-19	0,31	0,30-0,34	0,88	0,85-0,87
20-24	0,39	0,37-0,40	0,88	0,81-0,92
25-29	0,41	0,40-0,43	0,91	0,83-0,91
30-34	0,39	0,37-0,41	0,82	0,88-0,94
35-39	0,36	0,35-0,38	0,86	0,77-0,86
40-44	0,37	0,35-0,38	0,84	0,81-0,89
45-49	0,37	0,35-0,38	0,88	0,80-0,87
50-54	0,33	0,32-0,35	0,90	0,85-0,91
55-59	0,30	0,29-0,32	0,86	0,88-0,92
60-64	0,21	0,19-0,22	0,84	0,82-0,89
65-69	0,16	0,14-0,17	0,81	0,80-0,88
70-74	0,11	0,10-0,13	0,85	0,76-0,85
75-79	0,08	0,07-0,09	0,79	0,81-0,88
80-84	0,06	0,05-0,08		
85-89	0,04	0,02-0,07		
90-94	0,08	0,03-0,19		
95+	0,03	0,00-0,22		
Insgesamt	0,29	0,28-0,29		

Quelle: BURDEN 2020, GEDA9-GEDA12, DEGS1, eigene Berechnungen

Schritt 5: Identifikation der risk-outcome-pairs

In diesem Schritt wurde für jeden der Risikofaktoren die Krankheit (angelehnt an die Krankheitsauswahl in BURDEN 2020) ermittelt, für die er als relevant gilt. Für einige der Faktoren wurde ein sehr breites Spektrum an Krankheiten ermittelt, während für andere nur wenige risk-outcome-pairs identifiziert wurden.

Tabelle 25 Identifikation relevanter risk-outcome-pairs (Schritt 5)

Risikofaktoren	Zuordnung zu Krankheiten
VERHALTENSBEZOGENE RISIKEN	
Alkoholkonsum	Untere Atemwegsinfektionen Brustkrebs Kolon- und Rektumkrebs Koronare Herzkrankheit Ischämischer Schlaganfall Intrazerebrale Blutung Hypertensive Herzkrankheit Diabetes mellitus Typ 2 Straßenverkehrsunfälle Anderer Verkehrsunfall
Tabakkonsum	Untere Atemwegsinfektionen Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs Brustkrebs Prostatakrebs Kolon- und Rektumkrebs Koronare Herzkrankheit Ischämischer Schlaganfall

	Intrazerebrale Blutung Subarachnoidalblutung Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD) Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen Unterer Rückenschmerz Diabetes mellitus Typ 2
Gemüseverzehr	Koronare Herzkrankheit Ischämischer Schlaganfall Intrazerebrale Blutung Subarachnoidalblutung
Obstverzehr	Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs Koronare Herzkrankheit Ischämischer Schlaganfall Intrazerebrale Blutung Subarachnoidalblutung Diabetes mellitus Typ 2
METABOLISCHE RISIKEN	
Adipositas (BMI)	Brustkrebs Kolon- und Rektumkrebs Koronare Herzkrankheit Ischämischer Schlaganfall Intrazerebrale Blutung Subarachnoidalblutung Hypertensive Herzkrankheit Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen Unterer Rückenschmerz Diabetes mellitus Typ 2
Hypertonie	Systolischer Blutdruck
Cholesterin	Koronare Herzkrankheit Ischämischer Schlaganfall
Erhöhter Blutzucker	Koronare Herzkrankheit Ischämischer Schlaganfall Intrazerebrale Blutung Subarachnoidalblutung Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen Diabetes mellitus Typ 1 Diabetes mellitus Typ 2 Koronare Herzkrankheit Ischämischer Schlaganfall Intrazerebrale Blutung Subarachnoidalblutung Hypertensive Herzkrankheit

Quelle: BURDEN 2020, GBD

Schritt 6: Identifikation des quantitativen Zusammenhangs

Für jedes *risk-outcome-pair* gibt es eine andere Expositionserfassung. Zum Beispiel gibt es für den Risikofaktor Tabakkonsum 11 *risk-outcome-pairs* und für jedes von ihnen ist die Expositionsverteilung unterschiedlich festgelegt. Manchmal wird der Tabakkonsum in Zigaretten pro Tag gemessen, manchmal in Packungsjahren. Außerdem sind die Punkte, bei denen ein relatives Risiko angegeben wird, für jede Krankheit unterschiedlich. In Tabelle 26 sind die Expositionsverteilungen und relativen Risiken für jedes *risk-outcome-pair* für Tabakkonsum angegeben.

Tabelle 26 Beispiel Rauchen: Expositionsverteilungen und Relative Risiken (eigene Berechnung) wie definiert von GBD (Schritt 6)

Krankheit	Expositionsverteilung	Relative Risiken
Untere Atemwegsinfektionen	0 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1
	1,5 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,318
	10 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,958
	19,5 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,434
	31,2 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	3,158
Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	0 Packungsjahre (pack years)	1
	5 Packungsjahre	1,758
	14,3 Packungsjahre	4,86
	28,6 Packungsjahre	8,899
	42,9 Packungsjahre	13,509
	57,1 Packungsjahre	14,83
	71,4 Packungsjahre	18,644
85,7 Packungsjahre	21,525	
Brustkrebs	0 Packungsjahre	1

	12,8 Packungsjahre	1,207
	25,5 Packungsjahre	1,31
	38,2 Packungsjahre	1,242
	63,8 Packungsjahre	1,274
Prostatakrebs	0 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1
	7,5 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,192
	15 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,173
	22,5 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,166
	30 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,235
	37,5 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,33
Kolon- und Rektumkrebs	0 Packungsjahre	1
	18,8 Packungsjahre	1,505
	37,5 Packungsjahre	1,607
	56,2 Packungsjahre	1,583
Koronaree Herzkrankheit*	0 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1
	11,2 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,965
	22,5 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	3,29
	33,8 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	4,276
	45 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	5,45
	56,2 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	5,574
Ischämischer Schlaganfall*	0 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1
	10 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,363
	20 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,319
	30 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	3,178
	40 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	3,431
	50 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	4,456
	60 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	5,317
Intrazerebrale Blutung*	0 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1
	10 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,363
	20 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,319
	30 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	3,178
	40 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	3,431
	50 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	4,456
Subarachnoidalblutung*	0 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1
	10 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,363
	20 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,319
	30 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	3,178
	40 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	3,431
	50 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	4,456
Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD)	0 Packungsjahre	1
	10 Packungsjahre	2,512
	20 Packungsjahre	3,942
	30 Packungsjahre	4,619
	40 Packungsjahre	5,255
	50 Packungsjahre	5,967
	60 Packungsjahre	6,995
	70 Packungsjahre	8,274
	80 Packungsjahre	9,838
	90 Packungsjahre	12,905
Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	0 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1
	12 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,078
	24 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,936
	36 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	3,737
	48 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	4,103
Unterer Rückenschmerz	0 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1
	2,5 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,315
	5 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,666
	10 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,161
	15 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,244
	20 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,353
Diabetes mellitus Typ 2	0 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1
	6,5 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,439

12,9 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,43
19,4 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,637
25,8 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,665
32,3 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	1,841
38,8 Zigaretten je Raucher:in pro Tag	2,163

Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen *Relative Risiken unterscheiden sich nach Alter und Geschlecht

Diese Informationen werden in GBD jedoch für kontinuierliche Variablen angegeben und sind nicht in Kategorien definiert. Jedes relative Risiko wird für einen bestimmten Punkt einer kontinuierlichen Variablen angegeben. Die genauen Punkte werden in GBD mit Hilfe des MR-BRT-Modells geschätzt. Im Gegensatz zu den Umweltfaktoren, bei denen bereits Vorarbeiten geleistet wurden und ein langjähriger Austausch mit dem IHME stattfand, war es bei den übrigen Risikofaktoren im Zeitplan des Projekts nicht möglich, die zusätzlichen Hintergrundinformationen der PAF-Funktionen zu erhalten, um die Modelle replizieren und letztendlich die PAF berechnen zu können.

Derzeit werden alternative Wege zur Quantifizierung der Zusammenhänge getestet. Weitere Literaturrecherchen wurden durchgeführt, um Evidenz für relative Risiken in Bezug auf die Kategorien der Risikofaktoren zu finden. Die möglichen Ansätze zu Schätzung werden getestet und ein Modell wird ausgewählt. Es ist geplant, diese Ergebnisse in einem separaten Artikel zu veröffentlichen.

Ergebnisse

11.12. Weitere Ergebnisse

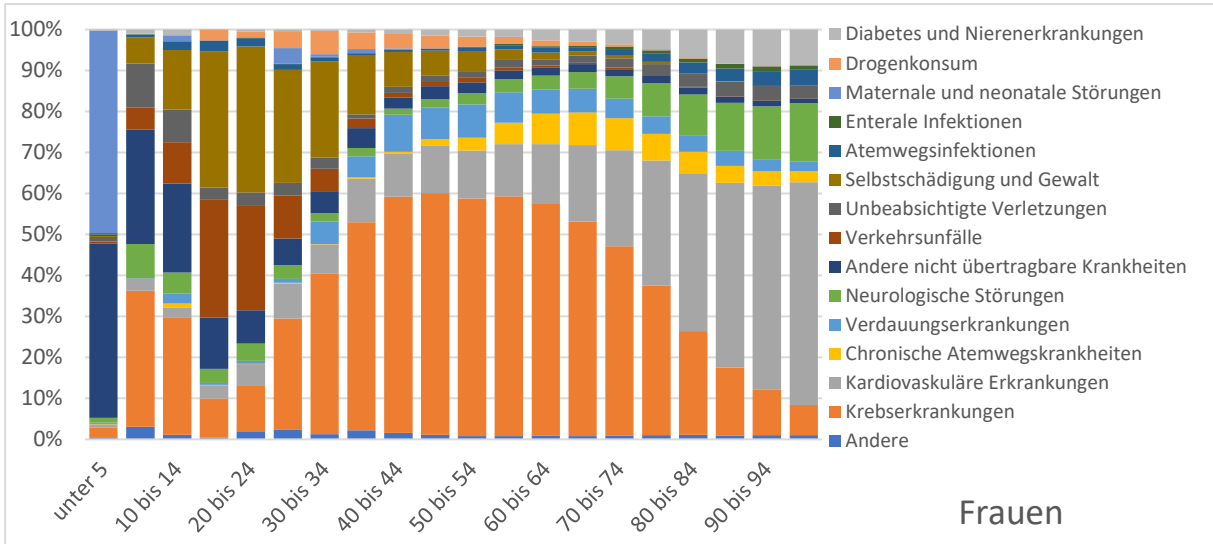
11.12.1. Years of life lost (YLL)

Abbildung 32 YLL auf Ebene 3 im Ranking (Top 20) nach Geschlecht, absolute Werte



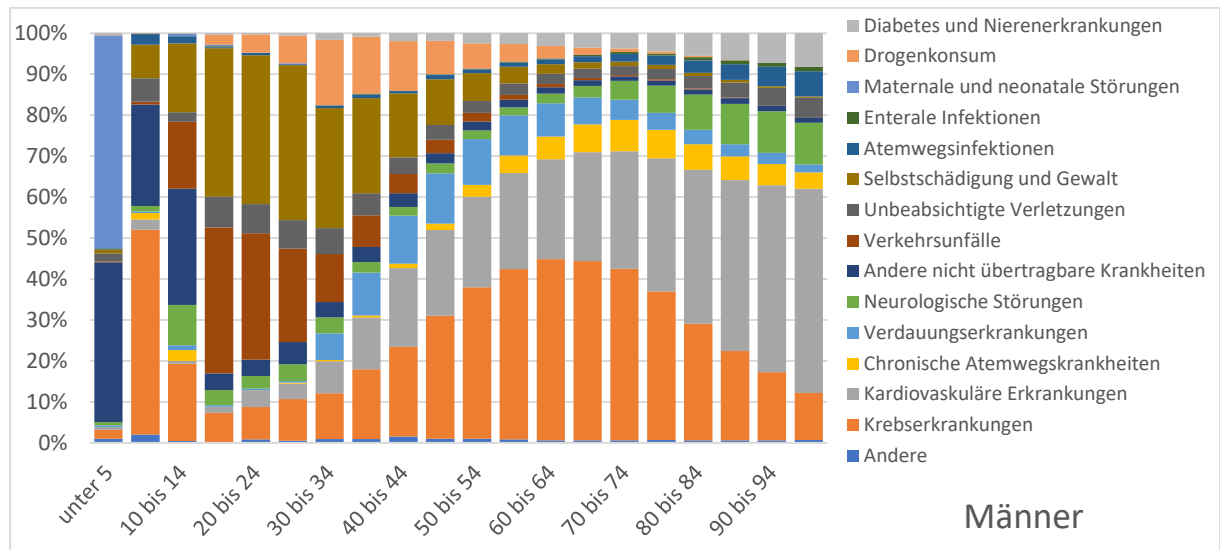
Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18], eigene Berechnungen

Abbildung 33 Verteilung der years of Life Lost (YLL) nach Todesursachen (Ebene 2) in den jeweiligen Altersgruppen, Frauen



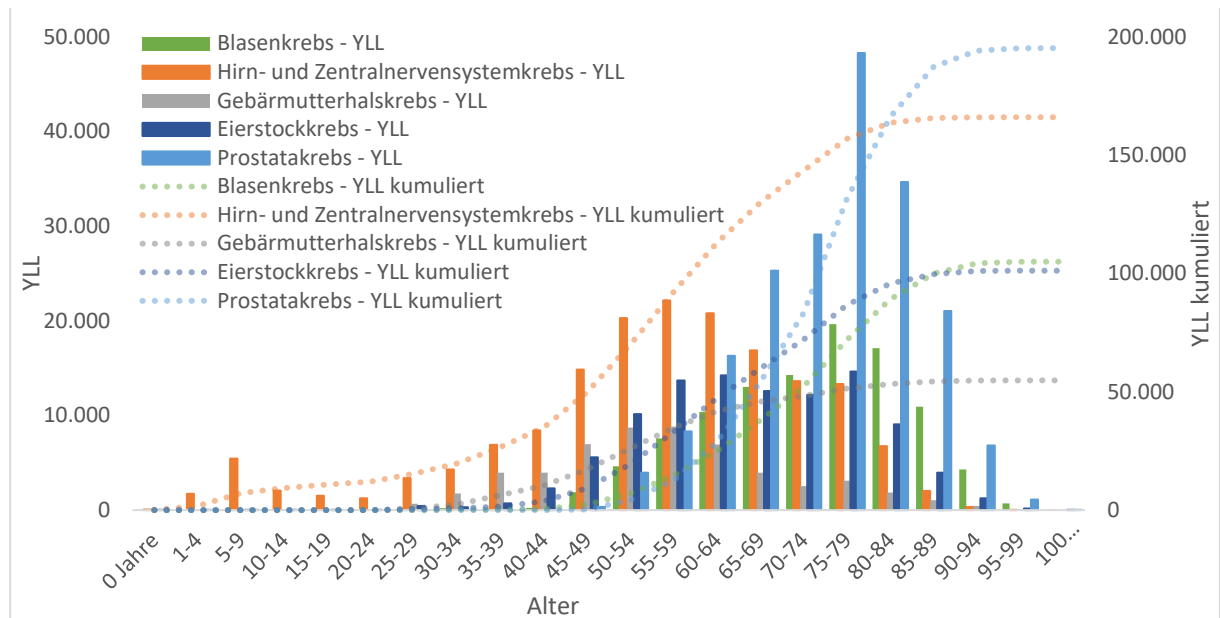
Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18], eigene Berechnungen

Abbildung 34 Verteilung der years of Life Lost (YLL) nach Todesursachen (Ebene 2) in den jeweiligen Altersgruppen, Männer



Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18], eigene Berechnungen

Abbildung 35 Beispiele für spezifische Krebsarten und ihre YLL, nach Altersgruppen



Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18]

11.12.2. Years lived with disability (YLD)

Abbildung 36 YLD auf Ebene 3 im Ranking (Top 17) nach Geschlecht, absolute Werte



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

11.12.3. Disability-adjusted life years (DALY)

Abbildung 37 DALY auf Ebene 3 im Ranking (Top 17) nach Geschlecht, absolute Werte



Quelle: BURDEN 2020, Todesursachenstatistik 2017 [18], eigene Berechnungen, [siehe auch 41]

Tabelle 27 Ergebnisse BURDEN 2020 (DALY, YLD, YLL) für ausgewählte Erkrankungen

Krankheit	Metrik	Geschlecht	GBD Ebene	DALY	UI_uW	UI_oW	YLD	UI_uW	UI_oW	YLL	UI_uW	UI_oW
Untere Atemwegsinfektionen	Absolut	Männer	3	123670	121674	133114	6522	4386	10158	117147	115358	125102
	Absolut	Frauen	3	100636	98057	108835	6519	3578	10357	94117	92229	100382
	Absolut	Gesamt	3	224306	222668	238309	13041	9587	18424	211265	210390	222728
Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	Absolut	Männer	3	628662	625031	642698	20311	13750	28368	608351	607397	618394
	Absolut	Frauen	3	360803	355261	371845	13153	6527	19129	347650	347100	356075
	Absolut	Gesamt	3	989465	981612	1012376	33464	22700	50705	956001	953170	967331
Brustkrebs	Absolut	Männer	3	1708	1185	5273	.	.	.	1708	1185	5273
	Absolut	Frauen	3	473366	454736	511323	101445	79909	134938	371921	371005	380118

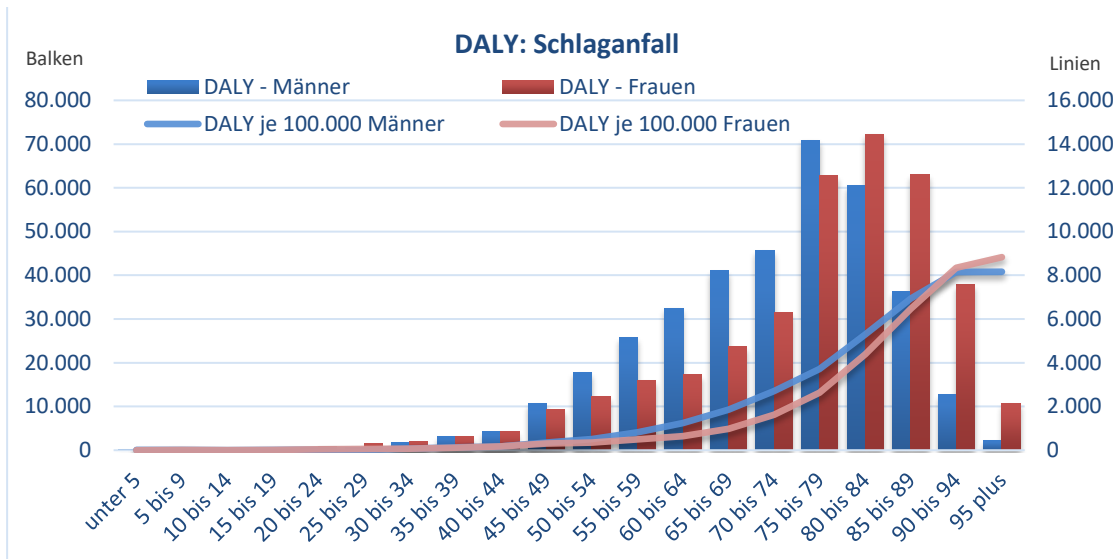
	Absolut	Gesamt	3	475075	455348	527023	101445	81148	146442	373630	371873	382135
Prostatakrebs	Absolut	Männer	3	265264	243732	295167	69976	48553	95969	195288	194739	200715
	Absolut	Frauen	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Absolut	Gesamt	3	265264	246718	303210	69976	50961	102534	195288	194739	200715
Kolon- und Rektumkrebs	Absolut	Männer	3	300276	293864	314694	33255	25653	43285	267020	264531	274764
	Absolut	Frauen	3	223129	216296	234582	26247	18406	34383	196882	195127	203886
	Absolut	Gesamt	3	523404	514068	551239	59502	45866	81188	463902	462481	476227
Koronare Herzkrankheit	Absolut	Männer	3	1211163	1196825	1251525	112226	96006	144383	1098937	1097055	1109379
	Absolut	Frauen	3	708146	695889	744148	90555	74835	123969	617591	617213	626972
	Absolut	Gesamt	3	1919309	1901053	2033551	202782	175254	309593	1716528	1712962	1728512
Schlaganfall	Absolut	Männer	3	367308	360970	399789	53565	45138	81975	313743	312251	322226
	Absolut	Frauen	3	368576	362931	398062	48704	43939	75046	319871	317555	327734
	Absolut	Gesamt	3	735883	732998	796036	102269	90597	156638	633615	632914	646621
Ischämischer Schlaganfall	Absolut	Männer	4	215591	204579	238647	45224	33613	67857	170367	170351	173162
	Absolut	Frauen	4	223047	215297	242814	40300	31373	59946	182747	182017	185111
	Absolut	Gesamt	4	438638	424134	480732	85524	71143	126055	353114	352380	356709
Intrazerebrale Blutung	Absolut	Männer	4	116908	115475	127517	6358	4440	14425	110550	109251	114862
	Absolut	Frauen	4	100436	99658	107356	5489	4309	10995	94947	94212	97784
	Absolut	Gesamt	4	217344	211987	234993	11847	4758	25828	205497	205018	211187
Subarachnoidalblutung	Absolut	Männer	4	34809	34113	39392	1983	1026	5037	32826	32202	35394
	Absolut	Frauen	4	45093	44525	54563	2915	2115	10574	42177	41318	45557
	Absolut	Gesamt	4	79902	79194	93284	4898	2121	15954	75003	74591	79806
Hypertensive Herzkrankheit	Absolut	Männer	3	113743	106182	130719	36431	27847	51080	77313	76180	82677
	Absolut	Frauen	3	172641	168039	189283	37767	31712	53593	134874	133771	138968
	Absolut	Gesamt	3	286384	268741	335346	74197	53829	117485	212187	211572	219639
Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD)	Absolut	Männer	3	455018	397151	528873	155810	89459	223576	299208	299174	307419
	Absolut	Frauen	3	375165	326784	507615	146009	91576	273813	229156	228987	236364
	Absolut	Gesamt	3	830183	694554	956238	301819	159172	423752	528364	526675	537378
Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	Absolut	Männer	3	241877	220830	274187	90188	68206	122259	151689	150604	155382
	Absolut	Frauen	3	381638	331302	427020	145378	96657	187887	236259	235312	240105
	Absolut	Gesamt	3	623515	542990	716233	235566	156662	322390	387948	387277	394278
Migräne	Absolut	Männer	4	300124	224584	417061	300124	224584	417061	.	.	.
	Absolut	Frauen	4	499294	291005	659449	499294	291005	659449	.	.	.
	Absolut	Gesamt	4	799418	601368	1024549	799418	601368	1024549	.	.	.
Spannungskopfschmerz	Absolut	Männer	4	19267	13953	33626	19267	13953	33626	.	.	.
	Absolut	Frauen	4	34344	23591	61379	34344	23591	61379	.	.	.
	Absolut	Gesamt	4	53610	44542	98706	53610	44542	98706	.	.	.
Alkoholbezogene Störungen	Absolut	Männer	3	324882	288381	396547	145875	106863	209932	179007	176281	186834
	Absolut	Frauen	3	102663	84866	140311	62840	44894	97713	39823	38330	46274
	Absolut	Gesamt	3	427545	366818	504665	208715	144572	277795	218830	217585	230976
Depressive Störungen	Absolut	Männer	3	141740	97304	207261	141740	97304	207261	.	.	.
	Absolut	Frauen	3	328027	215413	449737	328027	215413	449737	.	.	.
	Absolut	Gesamt	3	469767	391219	607266	469767	391219	607266	.	.	.
Majore Depression	Absolut	Männer	4	130863	82877	193632	130863	82877	193632	.	.	.
	Absolut	Frauen	4	306505	201344	419194	306505	201344	419194	.	.	.
	Absolut	Gesamt	4	437369	350627	562627	437369	350627	562627	.	.	.
Dysthymie	Absolut	Männer	4	10877	6166	18047	10877	6166	18047	.	.	.
	Absolut	Frauen	4	21522	13402	36667	21522	13402	36667	.	.	.
	Absolut	Gesamt	4	32399	18940	61783	32399	18940	61783	.	.	.
Angststörungen	Absolut	Männer	3	167716	116540	234864	167716	116540	234864	.	.	.
	Absolut	Frauen	3	332414	245566	563471	332414	245566	563471	.	.	.
	Absolut	Gesamt	3	500130	366541	702047	500130	366541	702047	.	.	.
Diabetes mellitus	Absolut	Männer	3	419272	368911	536693	268441	209243	375122	150832	148656	157946
	Absolut	Frauen	3	375668	337676	473339	258382	216363	356306	117285	115763	123466
	Absolut	Gesamt	3	794940	685277	1043102	526823	410018	774433	268117	266777	278989
Unterer Rückenschmerz	Absolut	Männer	3	669568	519119	907839	669568	519119	907839	.	.	.
	Absolut	Frauen	3	764564	611712	1262008	764564	611712	1262008	.	.	.
	Absolut	Gesamt	3	1434132	1117225	1815326	1434132	1117225	1815326	.	.	.
Nackenschmerz	Absolut	Männer	3	151637	120008	213621	151637	120008	213621	.	.	.
	Absolut	Frauen	3	321776	274206	433612	321776	274206	433612	.	.	.
	Absolut	Gesamt	3	473413	383336	681440	473413	383336	681440	.	.	.
Straßenverkehrsunfall	Absolut	Männer	3	147573	145468	174308	35680	31915	56431	111893	109894	122289
	Absolut	Frauen	3	64672	58244	93848	28901	19477	53366	35771	34178	44431
	Absolut	Gesamt	3	212245	203458	263641	64581	51622	105333	147664	147478	163672
Straßenverkehrsunfall, Fußgänger	Absolut	Männer	4	24106	19188	42732	10244	4265	26848	13862	13777	16895
	Absolut	Frauen	4	16861	7272	40363	10020	778	32218	6840	6352	8903
	Absolut	Gesamt	4	40967	24677	71021	20265	4066	49850	20702	20112	24163

Straßenverkehrsunfall, Radfahrer	Absolut	Männer	4	19593	16205	26333	9393	6104	15853	10200	9739	11625
	Absolut	Frauen	4	8925	7768	11790	5140	3592	7592	3786	3493	4818
	Absolut	Gesamt	4	28518	25664	40739	14532	10769	25501	13986	13748	15925
Straßenverkehrsunfall, Motorradfahrer	Absolut	Männer	4	38090	37958	43006	3067	2181	4762	35023	34894	38809
	Absolut	Frauen	4	2891	2796	4164	660	309	1389	2232	2222	3073
	Absolut	Gesamt	4	40981	40332	45727	3727	2810	6444	37254	36333	40396
Straßenverkehrsunfall, Kraftfahrzeuginsasse	Absolut	Männer	4	64736	61998	71339	12062	8642	16107	52674	51321	57087
	Absolut	Frauen	4	34657	32006	42730	12141	8967	16507	22515	21136	28424
	Absolut	Gesamt	4	99393	95090	112538	24203	17444	32268	75190	74415	83235
Anderer Straßenverkehrsunfall	Absolut	Männer	4	1049	361	3218	915	384	3044	135	131	155
	Absolut	Frauen	4	1338	1031	3672	940	618	3214	398	379	556
	Absolut	Gesamt	4	2387	1589	6990	1855	1279	6543	532	524	702
Anderer Verkehrsunfall	Absolut	Männer	3	12928	12423	22214	145	47	363	12783	11597	21495
	Absolut	Frauen	3	3533	3018	8667	41	30	115	3491	3126	8395
	Absolut	Gesamt	3	16461	15302	26486	186	86	501	16274	15476	26341
Kopfschmerzen	Absolut	Männer	3	319391	249053	445791	319391	249053	445791	.	.	.
	Absolut	Frauen	3	533638	324506	706639	533638	324506	706639	.	.	.
	Absolut	Gesamt	3	853028	666889	1104548	853028	666889	1104548	.	.	.
Diabetes mellitus Typ 1	Absolut	Männer	4	24526	22927	33135	10922	8111	15341	13604	13492	19276
	Absolut	Frauen	4	17010	16622	23377	8062	6612	11841	8948	8740	13087
	Absolut	Gesamt	4	41536	36843	53429	18984	13327	27753	22552	21144	28578
Diabetes mellitus Typ 2	Absolut	Männer	4	394747	337406	499955	257519	200095	354079	137228	135919	141416
	Absolut	Frauen	4	358657	317400	456047	250320	209092	346272	108337	107305	111649
	Absolut	Gesamt	4	753404	626856	995366	507839	396844	749018	245565	244986	251576
Untere Atemwegsinfektionen	Rate/100.000 EW	Männer	3	303	298	327	16	11	25	287	283	307
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	240	234	260	16	9	25	225	220	240
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	271	270	289	16	12	22	256	255	269
Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	Rate/100.000 EW	Männer	3	1542	1532	1580	50	34	70	1492	1490	1517
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	861	850	888	31	16	46	830	829	850
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	1197	1187	1224	40	27	61	1157	1153	1170
Brustkrebs	Rate/100.000 EW	Männer	3	4	3	13	.	.	.	4	3	13
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	1130	1083	1217	242	191	322	888	886	907
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	575	551	637	123	98	177	452	450	462
Prostatakrebs	Rate/100.000 EW	Männer	3	651	604	722	172	119	235	479	478	492
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	321	301	364	85	62	124	236	236	243
Kolon- und Rektumkrebs	Rate/100.000 EW	Männer	3	737	722	773	82	63	106	655	649	674
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	533	518	563	63	44	82	470	466	487
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	633	620	668	72	55	98	561	560	576
Koronare Herzkrankheit	Rate/100.000 EW	Männer	3	2971	2938	3063	275	235	354	2695	2691	2721
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	1691	1658	1792	216	179	296	1474	1474	1497
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	2322	2291	2457	245	212	375	2077	2072	2091
Schlaganfall	Rate/100.000 EW	Männer	3	901	886	983	131	111	201	770	766	790
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	880	873	953	116	105	179	764	758	782
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	890	885	965	124	110	190	767	766	782
Ischämischer Schlaganfall	Rate/100.000 EW	Männer	4	529	502	589	111	82	166	418	418	425
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	533	509	584	96	75	143	436	435	442
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	531	514	584	103	86	153	427	426	432
Intrazerebrale Blutung	Rate/100.000 EW	Männer	4	287	284	312	16	11	35	271	268	282
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	240	238	257	13	10	26	227	225	233
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	263	257	284	14	6	31	249	248	255
Subarachnoidalblutung	Rate/100.000 EW	Männer	4	85	84	96	5	3	12	81	79	87
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	108	108	131	7	5	25	101	99	109
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	97	95	114	6	3	19	91	90	97
Hypertensive Herzkrankheit	Rate/100.000 EW	Männer	3	279	263	322	89	68	125	190	187	203
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	412	399	455	90	76	128	322	319	332
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	346	324	409	90	65	142	257	256	266
Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD)	Rate/100.000 EW	Männer	3	1116	950	1291	382	219	548	734	734	754
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	896	788	1202	349	219	654	547	547	564
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	1004	820	1161	365	193	513	639	637	650
Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	Rate/100.000 EW	Männer	3	593	539	689	221	167	300	372	369	381
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	911	797	1025	347	231	449	564	562	573
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	754	656	873	285	190	390	469	469	477
Migräne	Rate/100.000 EW	Männer	4	736	551	1023	736	551	1023	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	1192	695	1574	1192	695	1574	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	967	728	1240	967	728	1240	.	.	.
Spannungskopfschmerz	Rate/100.000 EW	Männer	4	47	34	82	47	34	82	.	.	.

	Rate/100.000 EW	Frauen	4	82	56	147	82	56	147	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	65	54	119	65	54	119	.	.	.
Alkoholbezogene Störungen	Rate/100.000 EW	Männer	3	797	703	963	358	262	515	439	432	458
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	245	204	344	150	107	233	95	92	110
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	517	450	607	253	175	336	265	263	279
Depressive Störungen	Rate/100.000 EW	Männer	3	348	239	508	348	239	508	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	783	514	1074	783	514	1074	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	568	473	735	568	473	735	.	.	.
Majore Depression	Rate/100.000 EW	Männer	4	321	203	475	321	203	475	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	732	481	1001	732	481	1001	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	529	424	681	529	424	681	.	.	.
Dysthymie	Rate/100.000 EW	Männer	4	27	15	44	27	15	44	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	51	32	88	51	32	88	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	39	23	75	39	23	75	.	.	.
Angststörungen	Rate/100.000 EW	Männer	3	411	286	576	411	286	576	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	794	586	1345	794	586	1345	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	605	443	849	605	443	849	.	.	.
Diabetes mellitus	Rate/100.000 EW	Männer	3	1028	882	1296	658	513	920	370	365	387
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	897	789	1125	617	517	851	280	276	295
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	962	822	1297	637	496	937	324	323	338
Unterer Rückenschmerz	Rate/100.000 EW	Männer	3	1642	1273	2227	1642	1273	2227	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	1825	1460	3013	1825	1460	3013	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	1735	1352	2196	1735	1352	2196	.	.	.
Nackenschmerz	Rate/100.000 EW	Männer	3	372	294	524	372	294	524	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	768	655	1035	768	655	1035	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	573	464	824	573	464	824	.	.	.
Straßenverkehrsunfall	Rate/100.000 EW	Männer	3	362	358	427	88	78	138	274	270	300
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	154	135	223	69	46	127	85	82	106
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	257	250	321	78	62	127	179	178	198
Straßenverkehrsunfall, Fußgänger	Rate/100.000 EW	Männer	4	59	45	104	25	10	66	34	34	41
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	40	20	96	24	2	77	16	15	21
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	50	27	89	25	5	60	25	24	29
Straßenverkehrsunfall, Radfahrer	Rate/100.000 EW	Männer	4	48	41	66	23	15	39	25	24	29
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	21	18	29	12	9	18	9	8	12
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	35	30	49	18	13	31	17	17	19
Straßenverkehrsunfall, Motorradfahrer	Rate/100.000 EW	Männer	4	93	93	104	8	5	12	86	86	95
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	7	7	10	2	1	3	5	5	7
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	50	49	56	5	3	8	45	44	49
Straßenverkehrsunfall, Kraftfahrzeuginsasse	Rate/100.000 EW	Männer	4	159	151	175	30	21	40	129	126	140
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	83	77	102	29	21	39	54	50	68
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	120	115	136	29	21	39	91	90	101
Anderer Straßenverkehrsunfall	Rate/100.000 EW	Männer	4	3	1	8	2	1	7	0	0	0
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	3	2	9	2	1	8	1	1	1
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	3	2	9	2	2	8	1	1	1
Anderer Verkehrsunfall	Rate/100.000 EW	Männer	3	32	29	53	0	0	1	31	28	53
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	8	8	21	0	0	0	8	7	20
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	20	19	33	0	0	1	20	19	32
Kopfschmerzen	Rate/100.000 EW	Männer	3	783	611	1093	783	611	1093	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Frauen	3	1274	775	1687	1274	775	1687	.	.	.
	Rate/100.000 EW	Gesamt	3	1032	807	1336	1032	807	1336	.	.	.
Diabetes mellitus Typ 1	Rate/100.000 EW	Männer	4	60	56	80	27	20	38	33	33	47
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	41	40	56	19	16	28	21	21	31
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	50	45	65	23	16	34	27	26	35
Diabetes mellitus Typ 2	Rate/100.000 EW	Männer	4	968	817	1224	632	491	868	337	333	347
	Rate/100.000 EW	Frauen	4	856	759	1110	598	499	827	259	256	267
	Rate/100.000 EW	Gesamt	4	911	787	1211	614	480	906	297	296	304

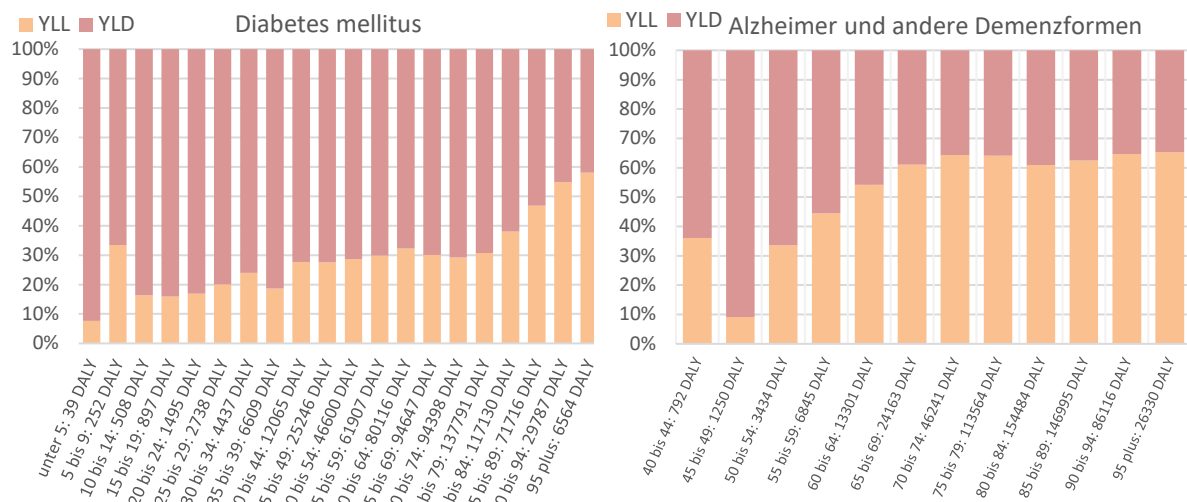
Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen; UI: Unsicherheitsintervall, uW: unterer Wert, oW: oberer Wert, [siehe auch 16, 41, 131]

Abbildung 38 DALY und DALY-Rate im Altersverlauf für Schlaganfall (Deutschland, nach Geschlecht)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [41]

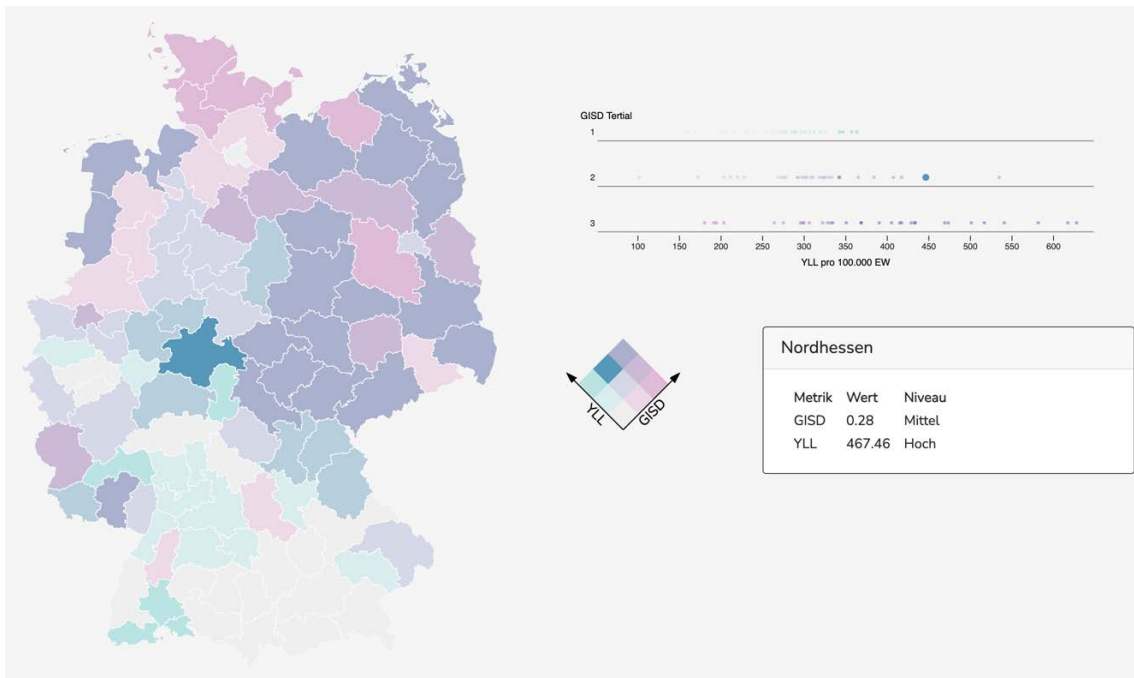
Abbildung 39 Anteil YLL und YLD im Altersverlauf getrennt nach Geschlecht für Diabetes mellitus sowie Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen (Deutschland)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [41]

11.12.4. Sozioökonomische Deprivation

Abbildung 40 YLL für Diabetes (je 100.000 Personen) und German Index of Socioeconomic Deprivation (GISD) nach ROR (beide Geschlechter) – Beispiel Nordhessen



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnung

11.12.5. Risikoattribution

11.12.5.1. Risikofaktor Feinstaub

Tabelle 28 PAF für PM_{2,5} und den Gesundheitsendpunkt IHK für 2017, stratifiziert nach Altersgruppen und Bundesländern, aufsteigend sortiert nach Altersgruppen

IHK	25-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	>= 80
	Jahre	Jahre	Jahre	Jahre	Jahre	Jahre	Jahre
Deutschland/ Bundesländer	PAF MW	PAF MW	PAF MW	PAF MW	PAF MW	PAF MW	PAF MW
Deutschland	16,1 %	13,9 %	11,8 %	10,0 %	8,0 %	6,2 %	4,5 %
Thüringen	13,2 %	11,3 %	9,7 %	8,1 %	6,5 %	5,0 %	3,6 %
Saarland	13,9 %	11,9 %	10,1 %	8,6 %	6,8 %	5,3 %	3,8 %
Rheinland-Pfalz	14,1 %	12,1 %	10,2 %	8,6 %	6,9 %	5,3 %	3,8 %
Baden-Württemberg	14,5 %	12,5 %	10,6 %	8,9 %	7,2 %	5,6 %	4,0 %
Bayern	14,9 %	12,8 %	10,7 %	9,1 %	7,3 %	5,6 %	4,1 %
Niedersachsen	15,4 %	13,3 %	11,4 %	9,7 %	7,7 %	5,9 %	4,3 %
Hessen	16,0 %	13,8 %	11,6 %	9,7 %	7,8 %	6,0 %	4,3 %
Schleswig-Holstein	16,1 %	13,8 %	11,9 %	10,1 %	8,1 %	6,3 %	4,5 %
Sachsen	16,2 %	13,9 %	11,8 %	9,9 %	8,0 %	6,2 %	4,5 %
Sachsen-Anhalt	16,2 %	13,9 %	11,9 %	10,1 %	8,1 %	6,3 %	4,5 %
Mecklenburg-Vorpommern	16,8 %	14,4 %	12,4 %	10,5 %	8,5 %	6,6 %	4,7 %
Nordrhein-Westfalen	17,1 %	14,8 %	12,7 %	10,8 %	8,7 %	6,7 %	4,9 %
Brandenburg	17,8 %	15,4 %	13,3 %	11,2 %	9,0 %	7,0 %	5,0 %
Hamburg	18,5 %	16,1 %	13,8 %	11,6 %	9,3 %	7,2 %	5,2 %
Bremen	19,1 %	16,6 %	14,3 %	12,2 %	9,7 %	7,5 %	5,4 %
Berlin	22,6 %	19,8 %	17,0 %	14,5 %	11,6 %	9,1 %	6,6 %

Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen und Darstellung [PAF: population attributable fraction; PM_{2,5}: Feinstaub; IHK: ischämische Herzkrankheit]

Nach Bundesländern zeigen die PAF für IHK für Thüringen den geringsten attributablen Anteil, gefolgt vom Saarland, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Bayern und Niedersachsen. Im mittleren Bereich des attributablen Anteils finden sich Hessen, Schleswig-Holstein, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Höhere Anteile weisen Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und an der Spitze die drei Stadtstaaten Hamburg, Bremen und Berlin auf (Tabelle 28).

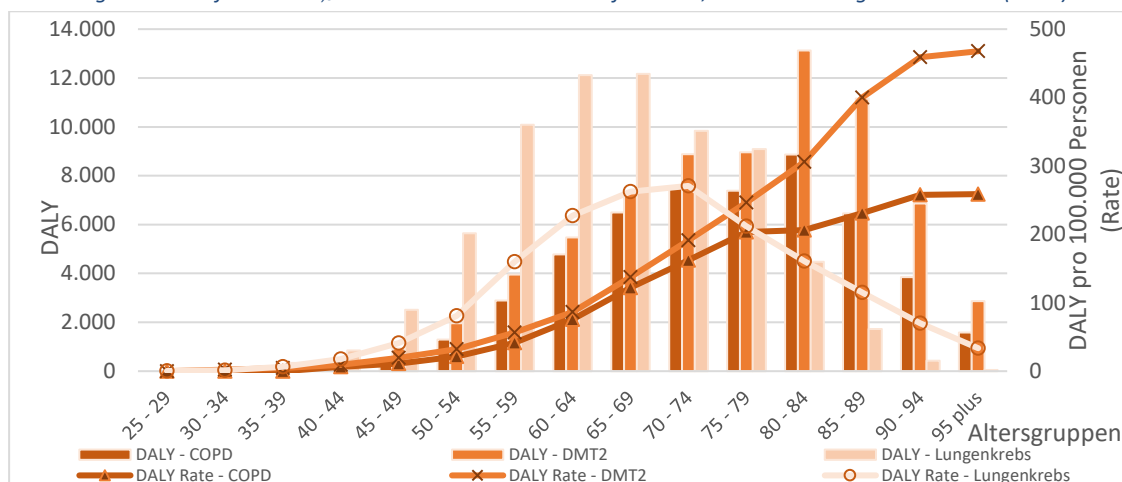
Die Differenz zwischen der PAF in Berlin und in Thüringen beträgt in der Altersgruppe von 25-29 Jahre 9,5 Prozentpunkte und verringert sich auf 2,9 Prozentpunkte für die über 80-jährigen Personen (detaillierten Ergebnisse auf ROR-Ebene s. für IHK der Tabelle 17 und für Schlaganfall Tabelle 18 im Anhang). Für COPD, Lungenkrebs und Diabetes mellitus Typ 2 (DMT2) weist DMT2 den größten attributablen Anteil auf mit Schwankungen zwischen 8,0 bis 13,6 % auf Ebene der Bundesländer, gefolgt von Lungenkrebs mit PAF-Werten zwischen 5,7 und 10,4 % und COPD mit Werten zwischen 5,0 und 9,6 % (Tabelle 29, für Ergebnisse auf ROR-Ebene s. Tabelle 19).

Tabelle 29 PAF für PM_{2,5} und die Gesundheitsendpunkte COPD, DMT2 und Lungenkrebs für 2017, stratifiziert nach Bundesländern, aufsteigend sortiert nach PAF MW (Mittelwert)

Deutschland/ Bundesländer	COPD			DMT2			Lungenkrebs		
	25 - 95+ Jahre			25 - 95+ Jahre			25 - 95+ Jahre		
	PAF MW	PAF min	PAF max	PAF MW	PAF min	PAF max	PAF MW	PAF min	PAF max
Deutschland	6,3 %	4,4 %	8,2 %	9,7 %	6,4 %	11,9 %	7,0 %	5,0 %	9,2 %
Thüringen	5,0 %	3,5 %	6,6 %	8,0 %	5,2 %	10,1 %	5,7 %	4,0 %	7,4 %
Saarland	5,3 %	3,7 %	7,0 %	8,4 %	5,5 %	10,5 %	6,0 %	4,2 %	7,8 %
Rheinland-Pfalz	5,4 %	3,8 %	7,0 %	8,5 %	5,5 %	10,6 %	6,0 %	4,3 %	7,9 %
Baden- Württemberg	5,6 %	3,9 %	7,3 %	8,8 %	5,7 %	10,9 %	6,3 %	4,5 %	8,2 %
Bayern	5,7 %	4,0 %	7,4 %	8,9 %	5,8 %	11,0 %	6,4 %	4,5 %	8,3 %
Niedersachsen	6,0 %	4,2 %	7,9 %	9,4 %	6,2 %	11,6 %	6,8 %	4,8 %	8,8 %
Hessen	6,2 %	4,3 %	8,0 %	9,5 %	6,3 %	11,8 %	6,9 %	4,9 %	9,0 %
Sachsen	6,3 %	4,4 %	8,2 %	9,7 %	6,4 %	12,0 %	7,0 %	5,0 %	9,2 %
Schleswig-Holstein	6,3 %	4,4 %	8,3 %	9,8 %	6,5 %	12,0 %	7,1 %	5,0 %	9,2 %
Sachsen-Anhalt	6,4 %	4,5 %	8,3 %	9,8 %	6,5 %	12,1 %	7,1 %	5,1 %	9,3 %
Mecklenburg- Vorpommern	6,6 %	4,7 %	8,7 %	10,2 %	6,8 %	12,5 %	7,4 %	5,3 %	9,6 %
Nordrhein- Westfalen	6,8 %	4,8 %	8,9 %	10,4 %	6,9 %	12,7 %	7,6 %	5,4 %	9,9 %
Brandenburg	7,2 %	5,0 %	9,3 %	10,8 %	7,3 %	13,2 %	7,9 %	5,7 %	10,3 %
Hamburg	7,4 %	5,3 %	9,6 %	11,2 %	7,5 %	13,6 %	8,2 %	5,9 %	10,7 %
Bremen	7,8 %	5,5 %	10,1 %	11,6 %	7,8 %	14,0 %	8,6 %	6,1 %	11,1 %
Berlin	9,6 %	6,8 %	12,2 %	13,6 %	9,4 %	16,1 %	10,4 %	7,5 %	13,3 %

Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [COPD: chronisch obstruktive Lungenerkrankung, PAF: population attributable fraction; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2]

Abbildung 41 Risikofaktor PM_{2,5}: Attributable Krankheitslast für COPD, DMT2 und Lungenkrebs 2017 (DALY)

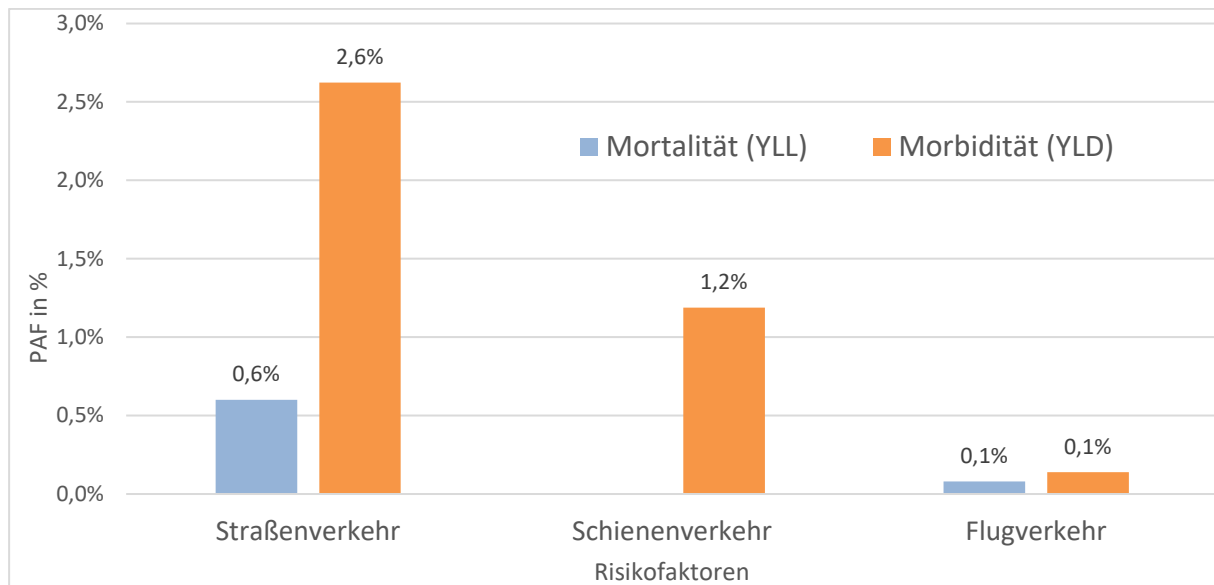


Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [PM_{2,5}: Feinstaub; COPD: chronisch obstruktive Lungenerkrankungen, DMT2: Diabetes Mellitus Typ 2]

11.12.5.2. Risikoattribution: Risikofaktor Verkehrslärm

Die PAF für Verkehrslärm sind für alle Altersgruppen gleich und können nur auf Bundesebene berechnet werden. Sie sind insgesamt deutlich geringer als die für Feinstaub. Im Vergleich der drei analysierten Lärmquellen weist Straßenverkehr mit 0,6% für Mortalität (YLL) und 2,5% für Morbidität (YLD) die höchsten und Flugverkehr mit jeweils ca. 0,1% die niedrigsten PAF auf (Abbildung 42). Für Schienenverkehr kann aufgrund des fehlenden Expositions-Wirkungszusammenhangs aktuell keine PAF für die Mortalität (YLL) berechnet werden.

Abbildung 42 PAF für den Risikofaktor Verkehrslärm für Deutschland und den gesundheitlichen Endpunkt Ischämische Herzkrankheit im Jahr 2017



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen [PAF: population attributable fraction]

11.13. Diskussion der Projektergebnisse

11.13.1. Limitationen YLD

Die verwendeten Datenquellen unterliegen spezifischen Limitationen. Die Krankenkassenabrechnungsdaten sind generell dadurch eingeschränkt, dass eine möglichst präzise Falldefinition aus den Abrechnungsdaten ableitbar sein muss, die den Datenlimitationen hinsichtlich der Verfügbarkeit und Validität Rechnung trägt [39, 132-134]. Verzerrungen durch Abrechnungsstrategien können daher vorliegen [135, 136]. Auch gibt es in Deutschland keine Kodiervorschriften in der vertragsärztlichen Versorgung, was die Kodierung von Begleit- und Vorerkrankungen uneinheitlich machen kann. Ferner besteht eine Limitation darin, dass sich die Kennzahlen nicht ohne Weiteres für die Gesamtbevölkerung Deutschlands generalisieren lassen, da das Versichertenkollektiv einer einzelnen Krankenkasse keine Zufallsstichprobe der Bundesbevölkerung darstellt, sondern systematische Unterschiede hinsichtlich der Alters-, Geschlechts- und Morbiditätsstruktur bestehen [84-87]. Daher wurde vom WIdO in Kooperation mit dem Wirtschafts- und Sozialstatistischen Lehrstuhl der Universität Trier ein Hochrechnungsverfahren entwickelt, das neben demografische und AOK-spezifische Morbiditätsunterschiede im Vergleich zur Gesamtbevölkerung korrigiert [64]. Darüber hinaus haben Krankenkassenabrechnungsdaten insbesondere dann Limitationen, wenn die betreffende Krankheit nicht oder nur unvollständig in den Abrechnungsdaten abgebildet ist. Dies gilt unter anderem für die Straßenverkehrsunfälle sowie für die Schmerzkrankungen (Migräne, Spannungskopf-, Rücken- und Nackenschmerz): Bei den Straßenverkehrsunfällen wäre in den Krankenkassendaten nur die Verletzung und die medizinische Behandlung selbst abgebildet, ohne dass die Ursache (Straßenverkehr oder andere Ursachen wie bspw. Freizeitsport) ermittelt werden kann. Bei den Schmerzkrankheiten ist von einem hohen Anteil an Patienten auszugehen, die bei nur leichten, vorübergehenden Beschwerden keine medizinische Leistung in Anspruch nehmen, so dass auch diese Zustände in den

Krankenkassendaten nicht abbildbar sind. Bei der alternativen Schätzung von Prävalenzen aus Surveydaten ergeben sich jedoch wiederum spezifische Limitationen wie eine generell sinkende Bereitschaft zur Studienteilnahme. Diese und andere Einschränkungen wurden am Beispiel des eigens durchgeführten Add-on Surveys zu Schmerzerkrankungen bereits eingehend diskutiert [27, 28] [s. Diskussion 67].

11.13.2. Risikofaktor Verkehrslärm

Die Definition für den Risikofaktor Verkehrslärm erfolgte in Anlehnung an die ENG 2018 der WHO, um eine vergleichbare Ausgangsbasis für die Berechnungen der PAF zu haben [74]. Damit konnten die in der ENG 2018 veröffentlichten TMREL sowie die für die ENG 2018 von van Kempen et al. in einem systematischen Review ermittelten EWF [44] genutzt werden.

Im Rahmen des Projektes BURDEN 2020 wurde erstmals die Gesamtkartierung des Umweltbundesamtes für Deutschland (Version vom 31.07.2020) eingesetzt. Diese schließt die Lücken der Kartierung gemäß EU-Umgebungslärmrichtlinie für Deutschland und ermöglicht eine flächen-deckende Erfassung der Exposition gegenüber Verkehrslärm. Somit wurde auch für Verkehrslärm erfolgreich das Projektziel erreicht, national erhobene, qualitativ hochwertige Daten für die Exposition zu identifizieren und im Rahmen des Pilotprojektes zu testen. Die neue Gesamtkartierung kann auch in zukünftigen Berechnungen der Krankheitslast eingesetzt werden, wodurch die Informationsgrundlage zur Belastung der Bevölkerung durch Verkehrslärm und dessen Auswirkung auf die Bevölkerungsgesundheit deutlich verbessert wird.

Limitationen und Ausblick

Wie bei Feinstaub erfolgt die Erfassung der Lärmbelastung nicht durch Messung direkt am Individuum, sondern über Modelle in dessen Wohnumfeld. Auch hier erfolgt im Anschluss an die flächendeckende Modellierung der Belastung eine Verschneidung mit der Bevölkerungsdichte. Dies erlaubt nur eine Annäherung an die konkrete Belastung. Abweichend vom Risikofaktor Feinstaub erlauben die modellierten Lärm-Daten die Berechnung der attributablen Krankheitslast auf nationaler, bisher jedoch nicht auf Bundesland- oder ROR-Ebene. Der Entscheidung, den TMREL für Straßenverkehr auch für den Schienenverkehr zu nutzen, liegt die Annahme zugrunde, dass es sich bei beiden um bodennahe Lärmquellen handelt, deren Wirkungsschwellen sich auf ähnlichem Niveau befinden.

Unsicherheiten ergeben sich hinsichtlich des Expositions-Wirkungszusammenhangs. Van Kempen et al. stufen die Qualität der Evidenz für die negativen Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Gesundheitsendpunkte IHK und Schlaganfall aus den in der ENG 2018 berücksichtigten Studien übergreifend als niedrig ein [44]. In einer systematischen Literaturrecherche für den Publikationszeitraum 2014 bis Ende 2019 identifizierten van Kamp und Kolleg:innen weitere, in der ENG 2018 noch nicht berücksichtigte Studien. Aufgrund dieser Studien empfehlen die Autoren eine Überarbeitung der EWF aus der ENG 2018 für die drei Verkehrslärmquellen und den Gesundheitsendpunkt IHK sowie für Straßen- und Luftverkehrslärm und den Gesundheitsendpunkt Schlaganfall [127]. Die Umsetzung dieser Empfehlung könnte die Qualität der Evidenz verbessern und eine robustere Berechnung der attributablen Krankheitslast auch für den Gesundheitsendpunkt Schlaganfall in Zukunft ermöglichen.

11.13.3. Risikofaktor Blei

Die Definition des Risikofaktors Blei- und dessen Exposition erfolgte in Anlehnung an das IHME, um eine vergleichbare Ausgangsbasis für die Berechnungen zu haben und die EWF der GBD 2019-Studie nutzen zu können. Der TMREL wurde abweichend von dem in der GBD 2019 verwendeten Wert von 0,2 µg/L auf von 0,016 µg/L festgelegt. Dies entspricht der für den präindustriellen Menschen angenommenen Bleibelastung resultierend aus natürlichen

Bleivorkommen [137]. Damit wurde im Projekt dem Trend der sinkenden Belastungsdaten der letzten Jahrzehnte Rechnung getragen.

Im weiteren CRA-Prozess zeigte sich, dass die Erfassung der Belastung mit dem Risikofaktor Blei weitaus schwieriger als die Expositionsermittlung gegenüber den Risikofaktoren Feinstaub und Verkehrslärm war. Problematisch stellt sich hierbei insbesondere die sehr eingeschränkte Verfügbarkeit von aktuellen Belastungsdaten für die Erwachsenenbevölkerung in Deutschland dar, die aktuell allein auf einer nicht-repräsentativen Stichprobe der Umweltprobenbank (UPB) beruht.

Da eine zentrale Grundlage für die Berechnung der PAF die Einteilung der Bevölkerung in verschiedene Belastungsklassen ist, konnte in diesem AP die Berechnung der PAF nicht erfolgen. Die Exposition aus den vorhandenen Daten abzuleiten, stellte sich als weit komplexer dar als ursprünglich angenommen. Maßgeblich waren hierfür drei Aspekte verantwortlich:

1. Eine im Zeitverlauf deutlich veränderte Expositionshöhe
2. Komplexe Stoffwechselprozesse von Blei im Körper
3. Verfügbarkeit aktueller, repräsentativer Belastungsdaten

Bis zum stufenweisen, europaweiten Verbot von bleihaltigen Kraftstoffen resultierte die Belastung der Bevölkerung in Deutschland durch Blei überwiegend aus den Abgasen von Verbrennungsmotoren, z.B. Personenkraftfahrzeugen und Bussen. Im Vergleich zum Niveau dieser Blei-Quelle trugen zu diesem Zeitpunkt weitere Quellen nur geringfügig zur Belastung der Bevölkerung bei. In den letzten Jahrzehnten reduzierte sich die Belastung durch das Verbot bleihaltiger Kraftstoffe signifikant und ist vielmehr geprägt durch die sonstigen Quellen wie den Verzehr von Lebensmitteln und Leitungswasser (bei Bleirohren in der Hausinstallation). Dadurch ist davon auszugehen, dass sich die altersgruppenspezifische Verteilung der Bevölkerung auf die einzelnen Blei-Belastungsklassen in der Vergangenheit ebenfalls verändert hat. Somit kann das Verteilungsschema aus den Messwerten der letzten repräsentativen Studie für Erwachsene aus der Zeit von 1997 bis 1999 (GerES III) nicht auf das Jahr 2017 übertragen werden.

Ein weiterer spezieller Aspekt von Blei sind die komplexen Stoffwechselprozesse von Blei im Körper. Eine akute Bleibelastung lässt sich im Blut nachweisen. Die Eliminationshalbwertszeit von Blei im Blut beträgt ca. 30 Tage [138]. Bei langfristiger Exposition wird Blei über Jahrzehnte in den Knochen eingelagert und kann von dort auch wieder ins Blut abgegeben werden. Ergebnisse aus europäischen Studien weisen darauf hin, dass bei Personen über 70 Jahren ansteigende Blutbleiwerte gemessen wurden, was möglicherweise auf die Freisetzung aus den Knochen durch Abbau von Knochenmasse im Alter hinweist. Der Effekt von Blei auf das kardiovaskuläre System wird einer chronischen Bleibelastung zugeschrieben. Die Messung müsste somit im Knochen erfolgen, bisher liegen hierzu jedoch nur vereinzelte Messwerte vor. Alternativ dazu war geplant, im Rahmen von BURDEN 2020 den Ansatz des IHME zu übernehmen, die Knochenbleiwerte aus den Konzentrationen von Blei im Blut abzuleiten, um im Folgeschritt den vom IHME ermittelten Exposition-Wirkungszusammenhang nutzen zu können, der auf den Konzentrationen im Knochen basiert.

Der dritte Grund für die fehlenden Berechnungen der attributablen Krankheitslast betrifft die verfügbare Datenbasis zur genauen Verteilung der Bevölkerung auf die verschiedenen Blei-Expositionsklassen. Die vorliegenden Messdaten für Blei im Blut sind entweder nicht repräsentativ für die Bevölkerung in Deutschland (UPB), oder der Erfassungszeitraum repräsentativer Daten für Erwachsene liegt weit in der Vergangenheit (GerES III – 1997-1999). Somit liegen bis dato keine Daten vor, die direkt für die Berechnung der attributablen Krankheitslast nutzbar sind. Es wurde im Projektverlauf geprüft, ob basierend auf den beiden genannten Datenquellen eine Fortschreibung bis zum Jahr 2017 möglich ist. National liegen jedoch nur Messdaten für Personen unter 70 Jahren vor. Bei den geprüften Ansätzen flossen für die oberen Altersgruppen (über 70 Jahre) daher auch Daten für Deutschland aus der GBD 2019 ein. Mittels der entwickelten Expositionsmodellansätze wurde eine Fortschreibung der

GerES III-Daten stratifiziert nach Geschlecht und Altersgruppen geprüft. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnte hierfür jedoch keine zufriedenstellende Lösung gefunden werden. Es konnten lediglich Mittelwerte für gesamte Altersgruppen abgeleitet werden, jedoch keine expliziten Verteilungen innerhalb der jeweiligen Gruppen realisiert werden. Aufgrund der beschriebenen Gegebenheiten konnte keine robuste Verteilung der Bleikonzentrationen im Blut für das Jahr 2017 fortgeschrieben werden. Das Ziel, die attributablen Krankheitslast für den Risikofaktor Blei zu berechnen, konnte im Rahmen des Projektzeitraum somit nicht erreicht werden.

Limitationen und Ausblick

Der für 2018 bis 2021 geplante Aktualisierungszyklus für GerES VI bei Erwachsenen, der repräsentative Messdaten für die Bleikonzentration im Blut von 18-79-Jährigen geliefert hätte, wurde aufgrund der Corona-Pandemie verschoben, jedoch nicht abgesagt. Für die Zukunft existiert somit eine Perspektive, dass in nächster Zeit aktuelle bevölkerungsrepräsentative Daten zur Bleibelastung der Bevölkerung in Deutschland erhoben werden. Sobald diese Daten verfügbar sind, liegt eine gute Ausgangsdatenbasis für die Berechnung der gesundheitlichen Auswirkungen von Blei bei Erwachsenen vor. Da sich seit 2010 die Belastungsdaten auf einem niedrigen Niveau eingependelt haben, ist davon auszugehen, dass das Verteilungsschema der zu erwartenden GerES VI-Daten für zukünftige Fortschreibungen der Messdaten genutzt werden kann.

Die Limitation, dass für die oberen Altersgruppen ab 80 Jahren keine Messdaten verfügbar sind, bleibt allerdings bestehen. Speziell diese Altersgruppen weisen eine hohe Krankheitslast bei kardiovaskulären Erkrankungen auf. Bei zukünftigen Berechnungen ist somit zu prüfen, aus welchen Studien in vergleichbaren Ländern Daten für eine Fortschreibung der Belastungsdaten für diese Altersgruppe abgeleitet werden können.

11.13.4. Risikofaktor PM_{2,5}: Limitation aufgrund der genutzten Daten

Die zur Verschneidung auf ROR-Ebene herangezogenen Datensätze zur Bevölkerung nach Altersgruppen aus dem Zensus 2011 weisen eine etwas geringere Gesamtbevölkerungszahl (78.874.132) als die Bevölkerungsvorausberechnung von Destatis auf. Dies ist zum einen dem datenverändernden Verfahren zur Sicherstellung der statistischen Geheimhaltung gemäß §16 BStatG (Bundesstatistikgesetz) geschuldet und zum anderen dem Umstand, dass nicht für alle Einwohner:innen Altersangaben erhoben werden konnten. Die verwendeten Daten erlauben eine Analyse nach Gesamtbevölkerung, stratifiziert nach neun 10-Jahresaltersgruppen oder nach Geschlecht. Eine kombinierte Auswertung nach Alter und Geschlecht ist auf dieser Datenbasis nicht korrekt realisierbar. Im Rahmen des Projektes BURDEN 2020 wurde auf die Stratifizierung nach Geschlecht zugunsten der Altersgruppenauswertung verzichtet. Damit liegt den Berechnungen der PAF die Annahme zugrunde, dass beide Geschlechter gleichen Feinstaubbelastungen ausgesetzt sind. Dieses Vorgehen ist mit Einschränkungen der Genauigkeit der eingesetzten Daten und einer reduzierten Detailtiefe der Auswertung verbunden.

Die Bereitstellung der Expositionsverteilungsdaten, stratifiziert nach 10-Jahres- anstelle der für die zur Berechnung der attributablen Krankheitslast eingesetzten 5-Jahresaltersgruppen, führt dazu, dass weitere Adjustierungen vorgenommen werden müssen, die bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigen sind. So wird die PAF für jeweils zwei bzw. zwischen 80-95+ Jahren für vier 5-Jahres-Altersgruppen identisch berechnet.

Unter der vom IHME übernommenen Annahme, dass die gesundheitlichen Auswirkungen erst ab einem Alter von 25 Jahren zum Tragen kommen, beginnt die Berechnung der attributablen Krankheitslast ab der Altersgruppe 25-29 Jahre. Diese wird ermittelt unter der Annahme, dass die betroffene Bevölkerung innerhalb der 10-Jahres-Altersgruppe gleich verteilt ist und die Anzahl der gegenüber Feinstaub Exponierten im Alter 25-29 Jahre 50% der exponierten Bevölkerung der ausgewiesenen Altersgruppe 20-29 Jahre darstellt. Die wahre Verteilung kann hiervon abweichen, besonders in den höheren Altersgruppen.

Die im Rahmen des Projektes erfolgte Ableitung der PM_{2,5}-Expositionswerte aus den modellierten PM₁₀-Konzentrationen mit dem konstanten Umrechnungsfaktor 0,7 zeigte sich bei Vergleichsanalysen als sehr treffend. Trotzdem birgt diese Approximation gewisse Ungenauigkeiten in der räumlichen Verteilung des Verhältnisses zwischen PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentrationen. Mit dem derzeitigen Ausbau des Messnetzes für PM_{2,5} ist zu erwarten, dass diese Umrechnung bei zukünftigen Analysen entfallen kann. Die Ableitung der Bevölkerungsbelastung mit Hilfe von Modellen, die auf Daten der Feinstaubkonzentration von stationären Messstationen basieren, ist nur eine Annäherung, da repräsentative Individualdaten zur Belastung mit Feinstaub aktuell nicht verfügbar sind.

11.13.5. Diskussion der methodischen Grundannahmen

Tabelle 30 Erfüllung methodischer Grundannahmen nach Erkrankungen

Ranking	Ursache (Ebene 3)	Primäre Quelle	Methodische Grundannahmen			
			I	II	III	IV
1	Koronare Herzkrankheit	GKV	✓	E ¹	M	✓
2	Unterer Rückenschmerz	Survey	-	R	M	R
3	Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	GKV	✓	✓	M	✓
4	Schlaganfall	GKV	✓	E	M	✓
5	COPD	GKV	✓	E	M	✓
6	Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	GKV	✓	E	M	✓
7	Diabetes mellitus	GKV	✓	✓	M	✓
8	Kopfschmerzerkrankungen	Survey	-	R	M	R
9	Nackenschmerz	Survey	-	R	M	R
10	Depressive Störungen	GKV	-	✓	M	✓
11	Kolon- und Rektumkrebs	GKV	✓	✓	M	✓
12	Angststörungen	GKV	✓	E	M	✓
13	Brustkrebs	GKV	✓	✓	M	✓
14	Alkoholbezogene Störungen	Survey	✓	E, R	M	R
15	Straßenverkehrsunfälle	Statistik	✓	E	M	✓
16	Untere Atemwegsinfektionen	GKV	✓	E	M	✓
17	Prostatakrebs	GKV	✓	✓	M	✓
18	Hypertensive Herzkrankheit	GKV	✓	✓	M	✓

- trifft nicht zu, ✓ vollumfänglich erfüllt, E Erkrankungsschwere/-dauer nicht mit deutschen Daten geschätzt, R Regionalisierung nicht vollzogen, M Methodische Neuentwicklung erforderlich

¹Einschränkung gilt nicht für die zugrundeliegenden Erkrankungen Myokardinfarkt und Herzinsuffizienz aber für Angina Pectoris.

Methodische Grundannahmen:

- I. Mortalitätsbezogene Indikatoren der Krankheitslast lassen sich über die Todesursachenstatistik sowie demografische Informationen (Bevölkerung, Lebenserwartung) regional differenziert berechnen.
- II. Morbiditätsbezogene Indikatoren der Krankheitslast lassen sich über GKV-Abrechnungsdaten und gesundheitsbezogene Surveydaten mithilfe von Schätzungen von Prävalenz, Erkrankungsschwere und -dauer regional differenziert berechnen.
- III. Die, unter Verwendung gesundheitsbezogener Surveydaten und umweltbezogener Mess- und Modelldaten, errechnete Krankheitslast kann auf einzelne Risikofaktoren zurückgeführt werden (Risikoattribution).
- IV. Sozial ungleiche regionale Verteilungen der Krankheitslast werden über das Konzept der sozialen Deprivation sichtbar.

Anlagen:

12.1. Krankenkassenabrechnungsdaten: Ergebnisse und Methoden

Abrufbar unter <https://www.krankheitslage-deutschland.de/>

- Ergebnisdarstellung der Kennzahlen zu Krankheitshäufigkeiten (Prävalenzen, Raten, Schweregradverteilungen) nach Alter, Geschlecht und Region
- Dokumentation der methodischen Vorgehensweise zur Ermittlung von Kennzahlen zur Krankheitshäufigkeit auf Basis von Krankenkassenabrechnungsdaten unter: <https://www.krankheitslage-deutschland.de/dokumente/methodendokumentation.pdf>

12.2. Ergebnisse BURDEN 2020

Die Ergebnisse sind vollständig über die Webseite <https://daly.rki.de> abrufbar. Ergebnisse zur sozio-ökonomischen Deprivation und Risikoattribution werden sobald sie vorliegen in das Informationssystem der Webseite eingebunden. Wie dargestellt, sind dafür jedoch noch einzelne Arbeitsschritte notwendig.

In dieser Anlage sind die Ergebnisse zu den YLD, YLL und DALY nach Bundesländern und Raumordnungsregionen zu finden. Die Bundes-Ergebnisse werden in Tabelle 27 dargestellt.

12.3. Podcastbeiträge

DGD-Podcast

<https://dgd-online.de/covid-19-forschungsgruppe/podcast-demografie-und-gesellschaft-im-fokus/>

SWR Wissen

<https://www.ardaudiothek.de/episode/wissen/schlampige-leichenschau-unentdeckte-morde-und-suizide/swr2/91582458/>

12.4. Spotlights COST

Aline Anton - Estimating headache prevalence and severity in Germany

<https://www.burden-eu.net/news/spotlight/195-aline-anton-estimating-headache-prevalence-and-severity-in-germany>

Alexander Rommel - BoCO-19: Towards a harmonization of population health metrics for the surveillance of dynamic outbreaks

<https://www.burden-eu.net/news/spotlight/323-boco-19>

12.5. Fragebogen Add-on Survey

Der Fragebogen darf zu wissenschaftlichen Zwecken und zum Eigengebrauch zitiert, kopiert, abgespeichert, ausgedruckt und weitergegeben werden. Jede kommerzielle Nutzung, auch von Teilen und Auszügen, ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des Robert Koch-Institutes untersagt. Bei Publikationen geben Sie bitte an, dass es sich (teilweise) um Fragen aus dem Fragebogen zum *Add-On-Survey BURDEN 2020 Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen* des Robert Koch-Instituts handelt.