



# BURDEN 2020

PROJEKT BURDEN 2020

Methodenbericht zur Quantifizierung der Years lived with disability (YLD) im Projekt BURDEN 2020 – Genese von Krankheitshäufigkeiten, Schweregraden, Dauern und Disability weights sowie Sensitivitätsanalysen

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung</b> .....	7
<b>2. Unsicherheitskonzept</b> .....	10
2.1. Years of life lost (YLL) .....	10
2.2. Years lived with disability (YLD) .....	11
2.3. Disability-adjusted life years (DALY).....	13
<b>3. Multimorbiditätsadjustierung</b> .....	13
<b>4. Disaggregation der verwendeten epidemiologischen Kennzahlen sowie Modellierung des Unsicherheitsintervalls</b> .....	15
4.1. Verfahren zur Disaggregation der epidemiologischen Kennzahlen in 5-Jahres-Altersgruppen .....	15
4.2. Modellierung des Unsicherheitsintervalls (UI) .....	20
<b>5. Disease Models – Steckbriefe</b> .....	22
5.1. Hypertensive Herzkrankheit.....	22
5.1.1. Prävalenz .....	22
5.1.2. Schweregradverteilung .....	22
5.1.3. Disability Weights .....	22
5.1.4. Dauer .....	22
5.1.5. Input-Variablen .....	22
5.2. Koronare Herzkrankheit .....	23
5.2.1. Prävalenz .....	23
5.2.2. Schweregradverteilung .....	23
5.2.3. Disability Weights .....	23
5.2.4. Dauer .....	23
5.2.5. Input-Variablen .....	24
5.3. Schlaganfall .....	25
5.3.1. Prävalenz .....	25
5.3.2. Schweregradverteilung .....	25
5.3.3. Disability Weights .....	25
5.3.4. Dauer .....	25
5.3.5. Input-Variablen .....	25
5.4. Diabetes mellitus.....	27
5.4.1. Prävalenz .....	27
5.4.2. Schweregradverteilung .....	27
5.4.3. Disability weights .....	27

5.4.4.	Dauer .....	27
5.4.5.	Input-Variablen .....	27
5.5.	Untere Atemwegsinfektionen .....	29
5.5.1.	Inzidenz .....	29
5.5.2.	Schweregradverteilung .....	29
5.5.3.	Disability weights .....	29
5.5.4.	Dauer .....	29
5.5.5.	Input-Variablen .....	29
5.6.	Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) .....	30
5.6.1.	Prävalenz .....	30
5.6.2.	Schweregradverteilung .....	30
5.6.3.	Disability weights .....	30
5.6.4.	Dauer .....	30
5.6.5.	Input-Variablen .....	30
5.7.	Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen .....	31
5.7.1.	Prävalenz .....	31
5.7.2.	Schweregradverteilung .....	31
5.7.3.	Disability weights .....	31
5.7.4.	Dauer .....	31
5.7.5.	Input-Variablen .....	31
5.8.	Kopfschmerzerkrankungen .....	32
5.8.1.	Prävalenz .....	32
5.8.2.	Schweregradverteilung .....	32
5.8.3.	Disability weights .....	32
5.8.4.	Dauer .....	32
5.8.5.	Input-Variablen .....	33
5.9.	Depressive Störungen .....	34
5.9.1.	Prävalenz .....	34
5.9.2.	Schweregradverteilung .....	34
5.9.3.	Disability weights .....	34
5.9.4.	Dauer .....	34
5.9.5.	Input-Variablen .....	34
5.10.	Angststörungen .....	35
5.10.1.	Prävalenz .....	35
5.10.2.	Schweregradverteilung .....	35

5.10.3.	Disability weights .....	35
5.10.4.	Dauer .....	35
5.10.5.	Input-Variablen.....	35
5.II.	Alkoholbezogene Störungen .....	36
5.II.1.	Prävalenz .....	36
5.II.2.	Schweregradverteilung.....	36
5.II.3.	Disability weights .....	36
5.II.4.	Dauer .....	36
5.II.5.	Input-Variablen .....	36
5.I2.	Unterer Rückenschmerz.....	37
5.I2.1.	Prävalenz .....	37
5.I2.2.	Schweregradverteilung.....	37
5.I2.3.	Disability weights .....	37
5.I2.4.	Dauer .....	37
5.I2.5.	Input-Variablen.....	37
5.I3.	Nackenschmerz .....	39
5.I3.1.	Prävalenz .....	39
5.I3.2.	Schweregradverteilung.....	39
5.I3.3.	Disability weights .....	39
5.I3.4.	Dauer .....	39
5.I3.5.	Input-Variablen.....	39
5.I4.	Brustkrebs.....	40
5.I4.1.	Prävalenz.....	40
5.I4.2.	Schweregradverteilung.....	40
5.I4.3.	Disability weights .....	40
5.I4.4.	Dauer .....	40
5.I4.5.	Input-Variablen.....	40
5.I5.	Prostatakrebs.....	41
5.I5.1.	Prävalenz .....	41
5.I5.2.	Schweregradverteilung.....	41
5.I5.3.	Disability weights .....	41
5.I5.4.	Dauer .....	41
5.I5.5.	Input-Variablen.....	41
5.I6.	Kolon- und Rektumkrebs.....	43
5.I6.1.	Prävalenz .....	43

5.16.2.	Schweregradverteilung.....	43
5.16.3.	Disability weights .....	43
5.16.4.	Dauer.....	43
5.16.5.	Input-Variablen.....	43
5.17.	Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs.....	44
5.17.1.	Prävalenz.....	44
5.17.2.	Schweregradverteilung.....	44
5.17.3.	Disability weights .....	44
5.17.4.	Dauer.....	44
5.17.5.	Input-Variablen.....	44
5.18.	Verkehrsunfälle .....	45
5.18.1.	Prävalenz.....	45
5.18.2.	Schweregradverteilung.....	46
5.18.3.	Disability weights .....	46
5.18.4.	Dauer.....	47
5.18.5.	Input-Variablen.....	47
<b>6.</b>	<b>Stochastische Simulation: Konvergenzdiagnostik.....</b>	<b>50</b>
<b>7.</b>	<b>Ergebnisse der <i>MUMO</i>-Adjustierung: Vergleich nicht-adjustierte und adjustierte <i>YLD</i> .....</b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>Sensitivitätsanalyse: Erkrankungsdauern .....</b>	<b>52</b>
<b>Impressum.....</b>		<b>58</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispielhafter Altersverlauf des Typ-2-Diabetes mit den aggregierten Altersbereichen (AOK-Routinedaten morbiditätsadjustiert, beide Geschlechter, Deutschland), rot gekennzeichnet sind die zu adjustierenden Wertebereiche (dargestellt als horizontale Linien) .....	16
Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung eines „wahren“ Altersverlaufs für die Prävalenz des Typ-2-Diabetes; die Prävalenzen sind aus der GBD-Studie 2017 für Deutschland entnommen (Berichtsjahr 2017, beide Geschlechter, Deutschland).....	17
Abbildung 3: Ergebnis der Disaggregation (blaue Kurve: disaggregierte WIdO-Prävalenz; grün: „wahrer“ Altersverlauf entnommen aus der GBD-Studie 2017) .....	19
Abbildung 4: Konvergenzdiagnostik zur (Mikro-)Simulation (adjustierte YLD).....	51

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausgewählte Krankheitslastursachen zur Berechnung der years lived with disability (YLD); gelistet nach Anteil an allen DALY im Jahr 2017.....	7
Tabelle 2: Darstellung der betrachteten Erkrankungen innerhalb der Ebenenhierarchie (Morbiditätskomponente) .....	8
Tabelle 3: Formeln zur Berechnung der Steigerungsraten.....	17
Tabelle 4: Anwendung der Steigerungsraten auf die aggregierten Wertebereiche .....	18
Tabelle 5: Zuordnungstabelle Arten der Verkehrsunfallbeteiligung [45] zu den Krankheitslastursachen für Verkehrsunfälle laut GBD, ergänzt um die Zuordnung zu den RKI Befragungsdaten [46], [47].....	45
Tabelle 6: Anteil der polizeilich erfassten Unfälle an allen Unfällen (und 95% Konfidenzintervall) nach Art des Unfalls und Altersgruppe.....	46
Tabelle 7: Gegenüberstellung der adjustierten zu den nicht-adjustierten YLD auf Ebene 3 der Krankheitslastursachen (insgesamt, beide Geschlechter).....	52
Tabelle 8: Gegenüberstellung der YLD auf Basis der Mittelwerte bei den Erkrankungsdauern im Vergleich zu den YLD auf Basis des Medians auf Ebene 3 der Krankheitslastursachen (insgesamt, beide Geschlechter) .....	53

## I. Einführung

Dieses Dokument ist als methodisches Begleitdokument zum Artikel „Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen - Ergebnisse zu den Disability-adjusted life years (DALY) im Rahmen der Studie BURDEN 2020“ [1] zu verstehen. Es gibt einen tieferen Einblick in verschiedene Teilaspekte der morbiditätsbedingten Krankheitslast im Rahmen des Projekts BURDEN 2020 und ermöglicht dem interessierten Leser, vollumfänglich Informationen zur Genese aller in die Berechnung der Years lived with disability (YLD) eingehenden Variablen einzuholen. Zu diesen „Input-Variablen“ zählen Prävalenz, Inzidenz oder Raten, Schweregradverteilungen, Erkrankungsauern und Disability weights. Zur Berechnung der Input-Variablen waren weitere Arbeitsschritte nötig, die im Zuge der Ergebnisdarstellung als Vorarbeiten gesehen werden.

Im Projekt BURDEN 2020 war es nur möglich, eine Auswahl an Erkrankungen zu berücksichtigen (siehe Tabelle 1), die auf der sogenannten Ebene 3 der Nomenklatur der GBD-Studie zu finden sind [2]. Eine Gruppierung auf Ebene 2 und höher ist für den Bereich der Morbidität nicht möglich, da nicht alle der jeweiligen Ebene zugehörigen Erkrankungen erfasst werden konnten. So wurde für das Projekt beispielsweise lediglich der Diabetes mellitus (Ebene 3) und nicht auch die chronische Nierenerkrankung (Ebene 3) ausgewählt, welche allerdings gemeinsam der Entität Diabetes mellitus und chronische Nierenerkrankung (Ebene 2) zugeordnet werden. Eine genaue Übersicht zur Ebenenhierarchie ist in Tabelle 2 gegeben. Einige der Entitäten lassen sich weiterhin auf Ebene 4 bzw. zum Zwecke der Berechnung auf Ebene 5 unterteilen. In der späteren Darstellung werden die Ergebnisse maximal bis zur Ebene 4 berichtet.

Tabelle 1: Ausgewählte Krankheitslastursachen zur Berechnung der years lived with disability (YLD); gelistet nach Anteil an allen DALY im Jahr 2017

Ranking	Krankheitslastursachen (Ebene 3)	Anteil and DALY gesamt für Deutschland <sup>1</sup> (in %)
1	Koronare Herzkrankheit	9,3
2	Unterer Rückenschmerz	6,6
3	Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	4,0
4	Schlaganfall	4,0
5	Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD)	3,9
6	Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	3,6
7	Diabetes mellitus	2,9
8	Kopfschmerzen	2,7
9	Nackenschmerzen	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 <sup>2</sup>	1,3
16	Untere Atemwegsinfektionen	1,2
17	Prostatakrebs	1,0
18	Hypertensive Herzkrankheit	1,0
	<b>Gesamt</b>	<b>53</b>

<sup>1</sup> Die 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 sind daher in den Informationssystemen der GBD-Studie nicht mehr auffindbar.

<sup>2</sup> Aus der Verwendung der Straßenverkehrsunfallstatistik ergab sich nach Operationalisierung der „Straßenverkehrsunfälle“ (Ebene 3) auch die Gruppe der „Anderen Verkehrsunfälle“ (Ebene 3). Diese werden hier

---

nicht explizit aufgelistet, da sie eine Restkategorie darstellen und ursprünglich nicht als Entität für das Projekt ausgewählt wurden. Zur Operationalisierung der Straßenverkehrsunfälle siehe Kapitel 2.18.

---

In diesem Methodenbericht wird im *Abschnitt 2* das Unsicherheitskonzept vorgestellt. Sowohl bei der Umverteilung nicht-informativer Todesursachen auf gültige als auch bei der Zusammenführung unterschiedlicher epidemiologischer Kennzahlen wie Prävalenzen bzw. Inzidenzen, Schweregrade und Episodendauern treten Unsicherheitsintervalle bei der Schätzung auf. In diesem Abschnitt wird ebenso auf die Zusammenführung dieser Intervalle zum *DALY* eingegangen.

Im *Abschnitt 3* wird ein Verfahren (Mikrosimulation) vorgestellt, welches das Problem der Multimorbidität bei der Schätzung der morbiditätsbezogenen Krankheitslastkomponente *YLD* adressiert. Da Personen an mehreren Erkrankungen leiden können, muss bei der Bestimmung der Lebensjahre, die mit gesundheitlichen Einschränkungen verbracht werden, eine Korrektur vorgenommen werden. Diese verhindert eine Überschätzung der *YLD*.

Im *Abschnitt 4* des Methodenberichts wird ein Verfahren zur Disaggregation von epidemiologischen Kennzahlen (Prävalenzen, Inzidenzen oder Raten) aus größeren Altersbereichen in 5-Jahres-Altersgruppen vorgestellt. Die Kennzahlen in den größeren Altersbereichen sind abrufbar unter [www.krankheitslage-deutschland.de](http://www.krankheitslage-deutschland.de) [3, 4], welche dann nach der Disaggregation die Grundlage der *YLD*-Berechnung darstellen.

Im *Abschnitt 5* werden für jede im Projekt ausgewählte Erkrankung oder Verletzung (kurz Krankheitslastursache) und zu jeder Input-Variable im Rahmen von sogenannten Disease Models weitere detaillierte Definitionen und Datenquellen genannt. Für einige Krankheitslastursachen war es nötig, zusätzliche, externe Quellen heranzuziehen oder eigene Berechnungen anzustellen. Vertiefend werden dem Leser hierzu auch Tabellen zu Schweregradverteilungen, Disability weights und Erkrankungsdauern zur Verfügung gestellt.

Die Berechnung der Unsicherheitsintervalle für die Outcomes *YLD* und *DALY* erfolgte über eine stochastische Simulation. In *Abschnitt 6* wird auf die Diagnostik der Simulation näher eingegangen. Diese wird auch im Zuge der Multimorbiditätskorrektur angewandt. Ein Vergleich der Ergebnisse zwischen den nicht-adjustierten und adjustierten *YLD* wird in *Abschnitt 7* gegeben.

Weiterhin werden in *Abschnitt 8* Ergebnisse einer Sensitivitätsanalyse zu den *YLD* vorgestellt und diskutiert. Bei der Berechnung der Input-Variablen müssen Entscheidungen über die Definition und Schätzung der einzelnen Komponenten getroffen werden. In der Sensitivitätsanalyse werden zwei Varianten des Systems gegenübergestellt, die sich auf unterschiedliche Annahmen hinsichtlich der Erkrankungsdauern beziehen.

Tabelle 2: Darstellung der betrachteten Erkrankungen innerhalb der Ebenenhierarchie (Morbiditätskomponente)

Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4
<b>Übertragbare, maternale, neonatale und ernährungsbedingte Erkrankungen</b>	Atemwegsinfektionen	Untere Atemwegsinfektionen	→ Untere Atemwegsinfektionen
	[...]	[...]	
<b>Nicht-übertragbare Krankheiten</b>	Krebserkrankungen	Kolon- und Rektumkrebs	→ Kolon- und Rektumkrebs
		Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	→ Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs
		Brustkrebs	→ Brustkrebs



Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4
		Prostatakrebs	→ Prostatakrebs
		[...]	
	Kardiovaskuläre Erkrankungen	Koronare Herzkrankheit	→ Koronare Herzkrankheit
		Schlaganfall	Ischämischer Schlaganfall Intrazerebrale Blutung Subarachnoidalblutung
		Hypertensive Herzkrankheit	→ Hypertensive Herzkrankheit
		[...]	
	Chronische Atemwegserkrankungen	Chronische obstruktive Lungenerkrankung	→ Chronische obstruktive Lungenerkrankung
		[...]	
	Neurologische Störungen	Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen	→ Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen
		Kopfschmerzerkrankungen	Migräne Spannungskopfschmerz
		[...]	
	Psychische Störungen	Depressive Störungen	Majore Depression Dysthymie
		Angststörungen	→ Angststörungen
		[...]	
	Alkohol, Drogen und andere Substanzen	Alkoholbezogene Störungen	→ Alkoholbezogene Störungen
		[...]	
	Diabetes und Nierenerkrankungen	Diabetes mellitus	Diabetes mellitus Typ 1 Diabetes mellitus Typ 2
		[...]	
	Muskel-Skelett-Erkrankungen	Unterer Rückenschmerz	→ Unterer Rückenschmerz
		Nackenschmerz	→ Nackenschmerz
		[...]	
	[...]		
<b>Verletzungen</b>	Verkehrsunfälle	Straßenverkehrsunfälle	Straßenverkehrsunfall, Fußgänger Straßenverkehrsunfall, Radfahrer Straßenverkehrsunfall, Motorradfahrer Straßenverkehrsunfall, Kraftfahrzeuginsasse Anderer Straßenverkehrsunfall
		Andere Verkehrsunfälle	→ Andere Verkehrsunfälle
	[...]		

## 2. Unsicherheitskonzept

### 2.1. 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 [5]. 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 nichtinformativ ICD-Codes auf informative ICD-Codes umverteilt. Dies erfolgt in Anlehnung an die Methodik der GBD-Studie [6-8]. Für alle Sterbefälle mit einem nichtinformativen ICD-Code werden somit Annahmen 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 als mögliche tatsächliche Todesursache betrachtet werden können [9]. So kann zum Beispiel ein unspezifischer Schlaganfall einem ischämischen Schlaganfall, einer intrazerebralen Blutung oder einer Subarachnoidalblutung zugeordnet werden [siehe auch 10]. 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. Dabei wird die Annahme getroffen, dass für Sterbefälle mit informativem ICD-Code die Todesursache korrekt dokumentiert wurde.

Für jeden Sterbefall mit nichtinformativem ICD-10-Code wird der Prozess der Umverteilung (zu informativen ICD-10-Codes) 1000 Mal wiederholt [im Detail siehe dazu 9]. Damit soll die Variation verschiedener möglicher tatsächlicher Todesursachen abgebildet werden. Die 1000 gebildeten Werte erlauben für jede Todesursache die Berechnung eines Unsicherheitsintervalls, in dem 95% der Wiederholungen liegen. Zusammenfassend bildet das Unsicherheitsintervall damit den Bereich der Sterbefallzahlen beziehungsweise YLL ab, in dem unter den getroffenen Annahmen der wahre Wert liegt.

#### *Imputation gesperrter Fallzahlen*

Um das Sterbe geschehen möglichst regional abzubilden, wurden die Daten der Todesursachenstatistik im Forschungsdatenzentrum (FDZ) aufbereitet und ausgewertet [11]. Die FDZ-Daten ermöglichen – anders als die freiverfügbaren Bundesdaten [12] – aufgrund eines zusätzlichen Merkmals zum Wohnort der verstorbenen Person eine bundeslandspezifische Umverteilung von nichtinformativen ICD-Codes auf informative ICD-Codes [siehe 9]. Die Auswertung der Daten (YLL und Sterbefälle) erfolgte auf Ebene der 96 Raumordnungsregionen. Um eine Re-Identifizierung von Personen auszuschließen, werden Felder mit weniger als drei Fällen bei der Datenübermittlung 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 drei Fällen ziehen lassen (Sekundärspernung nach Randwertregel).

Auf der Ebene mit dem höchsten Detailgrad (nach Alter, Geschlecht, Raumordnungsregion und Todesursache) wurden 16,2% aller Todesfälle gesperrt, die sich auf 77,5% aller Zellen (von insgesamt 203.199) verteilen. Auf der Ebene mit dem niedrigsten Detailgrad (Gesamalter, beide Geschlechter, Bund, nach Todesursachen) wurden weniger als 0,001% der Todesfälle gesperrt, welche sich auf 7 Zellen (von 131) verteilen. Bei der Imputation müssen daher verschiedene Randverteilungen 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 [13] auch Werte

nach Geschlecht (474.512 Frauen und 457.757 Männer), Alter und Raum (hier: Raumordnungsregionen, kurz ROR) bekannt.

Die Imputation erfolgt auf den jeweiligen Aggregationsebenen nach Raum, Geschlecht und Alter folgendermaßen: Zuerst (1) wird der Datensatz mit den Sterbefallzahlen je Todesursache für Deutschland (Gesamalter und Gesamtgeschlecht) imputiert. Anschließend (2) wird der Datensatz nach Todesursachen und Raumordnungsregionen (Gesamalter, Gesamtgeschlecht) imputiert. Die aus den freiverfügbaren Bundesdaten [12] bekannten Verteilungen der Fälle über die Todesursachen werden dabei herangezogen. Hiermit lässt sich abschätzen, wie die zu imputierenden Fälle (Differenz zwischen vorhandenen Fällen und 932.269) über die gesperrten Todesursachen verteilt sind. Die Imputation erfolgt dabei iterativ: zuerst werden anteilig (entsprechend der Bundesproportionen) die zu verteilenden Fälle (siehe Differenz) auf die gesperrten Todesursachen verteilt. Anschließend erfolgt (3) ein Abgleich mit der Gesamtsterblichkeit und, falls nötig, eine Korrektur der Imputation.

Auf der Ebene mit dem niedrigsten Detailgrad (Gesamalter, beide Geschlechter, Bund, nach Todesursachen) werden also z.B. 11,4 Todesfälle auf 7 Felder verteilt (s.o.). Die 11,4 Fälle werden dabei nicht gleichmäßig verteilt, sondern die Verteilung der Sterbefälle über diese Todesursachen in den freiverfügbaren Bundesdaten [12] wird berücksichtigt. Auf dieser niedrigsten Detailebene ist es dabei nur wichtig, 932.269 Sterbefälle insgesamt zu erreichen. Bei weiter ausdifferenzierten Ebenen z.B. nach Geschlecht muss darüber hinaus auch die jeweilige Gesamtsterblichkeit berücksichtigt werden (474.512 Frauen und 457.757 Männer). Die Anpassung wird dann entsprechend komplexer. Nach einer Verteilung der zu imputierenden Fälle entsprechend der Bundesverteilung (Schritt 1 und 2 oben) wird also die Imputation hinsichtlich der Gesamtsterblichkeit angepasst (Schritt 3).

## 2.2. Years lived with disability (YLD)

Im Detail wird im Folgenden auf die Bestimmung des 95%-Unsicherheitsintervalls (UIs) unter der Verwendung einer stochastischen Simulation eingegangen, welche auch häufig unter dem Begriff Monte Carlo-Simulation bekannt ist [14]. Die Berechnungen wurden in STATA 17 unter zur Hilfenahme des Software-Pakets *psimulatez* ausgeführt [15].

### *Basis der YLD-Berechnung (Adjustierung für Multimorbidität, siehe Abschnitt 3)*

Zur Berechnung der Punktschätzer und der UIs über die Dimensionen Alter ( $a$ ), Geschlecht ( $s$ ), Region ( $r$ ) und Ursache ( $c$ ) wurde die vereinfacht dargestellte Formel [2] zur nachfolgenden Gleichung erweitert:

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

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

Für jede Ursache ( $c$ ) werden 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 ( $dw$ ) herangezogen. Die Dauer spielt bei Ursachen eine Rolle, die innerhalb eines Jahres nur in vereinzelt, 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 [16]. 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 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 Krankheitslastursache 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 [2]. Dies hat zur Folge, dass das KI, je nachdem welche Krankheitslastursache 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 [16, 17]. Dies hat zur Folge, dass sich die Bedeutung der KIs durch die Zusammenführung zu den YLD ändert, da mehrere Unsicherheitsquellen vereint werden. Deshalb wird bei der Berechnung des Outcomes von Unsicherheitsintervallen (UIs) gesprochen.

### *Stochastische Simulation*

Zur Approximation der UIs 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 [siehe dazu 14]. 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 unserer Zufallsvariablen derjenigen 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 [zum Verfahren siehe 18].

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 Zufallszahlengenerators eine Realisierung gezogen und (3) in die Gleichung [2.1] zur Berechnung des YLD eingesetzt, welche als deterministisch, also ohne weitere zufällige Komponente angenommen wird [19]. (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 [siehe 2]. (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 [20]:

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

Da die Punktschätzer in einigen Fällen nicht symmetrisch im 95%-KI bzw. 95%-UI liegen, wird der Mittelwert  $\hat{\mu}$  über  $\hat{\mu} = \frac{\hat{\mu}_{lb} + \hat{\mu}_{ub}}{2}$  approximiert, was zu einem exakteren Abbild der Ränder des KI bzw. UI führt. Aus den 95%-KIs ( $\hat{\mu}_{lb}$ ;  $\hat{\mu}_{ub}$ ) wird die Standardabweichung  $\hat{\sigma}$  aus der Formel  $\hat{\sigma} = \frac{\hat{\mu}_{ub} - \hat{\mu}_{lb}}{3,92}$  [2.4] hergeleitet [durch Umformung 21, S. 43]. Die Simulation berücksichtigt außerdem eine Nebenbedingung: Da sich die Schweregradverteilung in der Regel auf 100% aufaddiert, werden die Realisierungen aus  $J_{k,a,s,c}$  ( $J_{1,a,s,c,1}$ ,  $J_{2,a,s,c,1}$ , ...,  $J_{l,a,s,c,1}$ ) anhand der Punktschätzer auf den Nenner  $\sum_{k=1}^l J_{a,s,c}$  skaliert.

### 2.3. Disability-adjusted life years (DALY)

Die Disability-adjusted life years (DALY) ergeben sich aus der Summe aus YLL und YLD. Für die Berechnung des 95%-UIs wurde der gleiche Algorithmus angewendet, welcher im Abschnitt zu den YLD skizziert wurde. Hierzu werden 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 wird 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 mehr exakt herleiten, da durch die Zusammenführung mit den YLL eine weitere Ursache für Unsicherheit hinzukommt.

## 3. Multimorbiditätsadjustierung

Bei der Quantifizierung der YLD ist eine Korrektur für Multimorbidität bzw. Komorbidität notwendig, da es sonst zu einer Überschätzung des morbiditätsbedingten Teils der Krankheitslast kommt [2, 22]. Studien für Deutschland weisen darauf hin, dass ein Großteil der Bevölkerung über 50 Jahren an mehr als einer Erkrankung leidet, die Anzahl der Krankheitslastursachen mit dem Alter stetig steigt und bei Betroffenen gleichzeitig auftreten können [23-25]. Häufig wird hier vom Begriff Multimorbidität gesprochen, welcher von dem Begriff Komorbidität abzugrenzen ist [26]. Bei der Komorbidität wird davon ausgegangen, dass eine der Krankheitslastursachen als Indexerkrankung zu sehen ist und die Komorbiditäten als solche nur hinzukommen [26, 27].

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) [2].

Zur Korrektur der YLD wird eine Mikrosimulation angewendet, da die Adjustierung nicht auf Bevölkerungsebene sondern auf Individualebene erfolgt [2]. Mikrosimulationen werden unter anderem zur Evaluation (gesundheits-

)politischer Maßnahmen und Interventionen angewendet. 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 das bspw. Verhalten von Individuen (oder Simulanten) vorhergesagt werden [28]. Krankheitslaststudien nutzen hier häufig statische Modelle, die sich lediglich auf einen Zeitpunkt beziehen [2].

Im Folgenden werden die Rahmenbedingungen der Mikrosimulation skizziert, die in Anlehnung an die GBD-Studie ausgerichtet wurden.

#### *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 (unabhängigen) Bernoulli-Experimenten ein Vektor an Krankheitslastursachen 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 Krankheitslastursachen, deren Prävalenz in der Bevölkerung weniger als 0,0025 % beträgt, über das Bernoulli-Experiment nicht zugewiesen werden können und somit keine Adjustierung unter diesen Rahmenbedingungen möglich ist.

Die Zuweisung der Krankheitslastursachen erfolgte unabhängig, was bedeutet, dass das Vorhandensein einer Erkrankung ( $P_{a,s,r,1}$ ) keinen Einfluss auf das Vorhandensein einer weiteren Erkrankung ( $P_{a,s,r,2}$ ) nimmt. Studienergebnisse zur Multimorbidität bei Älteren haben allerdings gezeigt, dass sich häufig Cluster von Krankheitslastursachen zeigen und somit mit einer gewissen Abhängigkeit bzw. Korrelation zu rechnen ist [24, 25]. 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 [22].

#### *Verfahren der MUMO-Adjustierung*

Im Folgenden werden die Berechnungsschritte (bzw. der Algorithmus) der Mikrosimulation skizziert. Die Korrektur findet dabei auf der Ebene der Individuen und der Disability weights (DW) statt, indem ein adjustierter Beitrag jedes erkrankungsspezifischen Gewichtes am individuellen, kombinierten DW (bzw. individuellem YLD) berechnet wird. Nach der Generierung des synthetischen Datensatzes, der pro Simulanten einen Vektor an Krankheitslastursachen enthält, werden dazu 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:

$$avdw_{a,s,c} = \sum_{j=1}^k dw_{c,j} * t^*_{a,s,c} * J_{a,s,c} \quad [2.5]$$

Anschließend kommt es 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 Krankheitslastursachen bedeutet. Zum anderen werden kumulierte  $avdw$  (im Folgenden als  $cavdw$  bezeichnet), welche eine korrigierte Gesamtbeeinträchtigung ausdrücken, über folgende multiplikative Formel berechnet:

$$cavdw_{sim} = 1 - ((1 - avdw_{sim,1}) * (1 - avdw_{sim,2}) * \dots * (1 - avdw_{sim,c})) \quad [2.6]$$

Aus mathematischer Sicht wird gewährleistet, dass die individuelle, kumulierte Beeinträchtigung den Wert 1 nicht erreicht, sondern lediglich dazu konvergiert [29]. 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 wieder in einer Skala von 0 (keine Beeinträchtigung) bis kleiner 1 (1 wäre gleichbedeutend mit dem Tod) [2]. 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:

$$avdw_{adj,sim,c} = \frac{avdw_{sim,c}}{\sum_{c=1}^v avdw_{sim,c}} * cavdw_{sim} \quad [2.7]$$

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:

$$YLD_{adj,a,s,r,c} = \left( \frac{1}{n} \sum_{sim=1}^n avdw_{adj,sim,c} \right) * b_{a,s,r,c} \quad [2.8]$$

wobei  $n = 40.000$  entspricht.

#### *Unsicherheitsintervall adjustierte YLD*

Das Unsicherheitsintervall der adjustierten YLD wird aus der eben skizzierten Mikrosimulation in Verbindung mit der in Anhang e5 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.

## 4. Disaggregation der verwendeten epidemiologischen Kennzahlen sowie Modellierung des Unsicherheitsintervalls

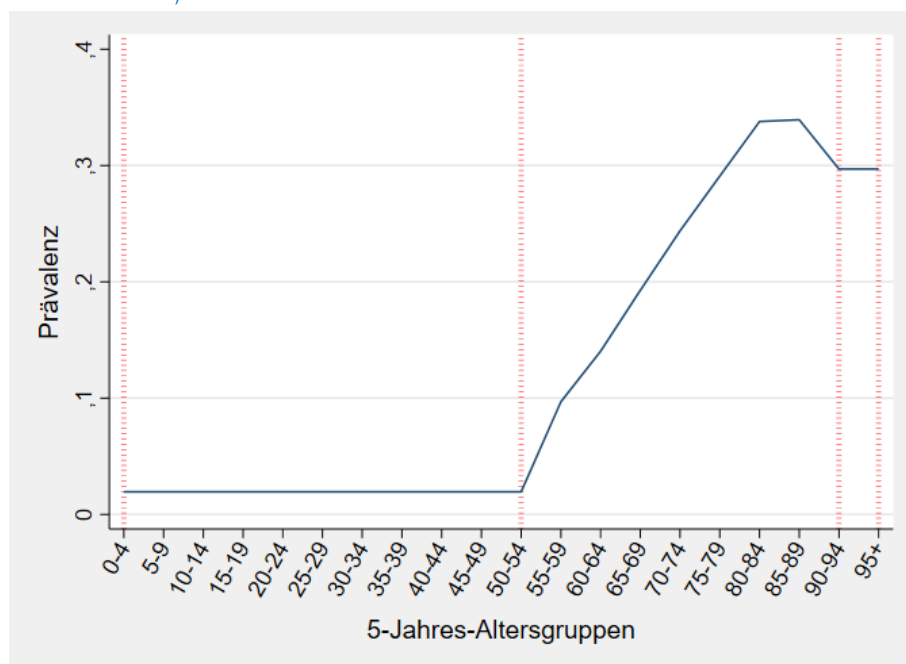
### 4.1. Verfahren zur Disaggregation der epidemiologischen Kennzahlen in 5-Jahres-Altersgruppen

Eine wesentliche Input-Variable der YLD-Berechnung ist die Krankheitshäufigkeit in Form von epidemiologischen Kennzahlen wie Prävalenzen, Inzidenzen oder Raten. Im Projekt BURDEN 2020 wurden zur Schätzung dieser Kennzahlen sowohl Befragungsdaten des RKI als auch Krankenkassenroutinedaten der AOK-Versicherten verwendet. Für die Krankenkassenroutinedaten muss berücksichtigt werden, dass das Versichertenkollektiv der AOKs keine repräsentative Stichprobe der Bevölkerung darstellt [17]. Für die Generierung der im BURDEN 2020-Projekt verwendeten epidemiologischen Kennzahlen wurden daher die Routinedaten, ausgehend von den Versicherten der AOKs, nach Alter, Geschlecht und Morbiditätsstruktur auf die Bevölkerung extrapoliert [17].

Aufgrund teils niedriger Fallzahlen ist bei diesem Verfahren eine Zusammenfassung von Altersgruppen zu Altersbereichen notwendig (aggregierte Altersbereiche, siehe horizontale Linien Abbildung 1). Auch in den Befragungsdaten waren die Ergebnisse in höheren Altersgruppen aufgrund der geringen Stichprobengröße mit

hoher Unsicherheit behaftet. Ziel des BURDEN 2020-Projekts war es, Ergebnisse zur Krankheitslast in 5-Jahres-Altersgruppen zur Verfügung zu stellen. Um dies zu erreichen, wurde ein Verfahren entwickelt, welches eine einfache Disaggregation der epidemiologischen Kennzahlen ausgehend von den aggregierten Altersbereichen in 5-Jahres-Altersgruppen ermöglichen soll. Dieses Verfahren wurde auch zur Modellierung der Prävalenzen in den höheren Altersgruppen aus den Befragungsdaten verwendet.

Abbildung 1: Beispielhafter Altersverlauf des Typ-2-Diabetes mit den aggregierten Altersbereichen (AOK-Routinedaten morbiditätsadjustiert<sup>1</sup>, beide Geschlechter, Deutschland), rot gekennzeichnet sind die zu adjustierenden Wertebereiche (dargestellt als horizontale Linien)



Das Verfahren zur Disaggregation umfasst dabei vier Schritte:

- A. Annahme eines „wahren“ Altersverlaufs und Berechnung von Steigerungsraten entlang der Altersgruppen
- B. Lokalisation der Wertebereiche, die disaggregiert werden sollen, sowie Identifikation von (initialen) „gültigen“ Werten
- C. Anwendung der Steigerungsraten in den jeweiligen Altersgruppen durch Fortschreibung der Verläufe
- D. (Rand-)Anpassung der disaggregierten Outcomes an den Gesamtschätzer des Altersbereichs aus der ursprünglichen, morbiditätsadjustierten Hochrechnung der AOK-Routinedaten bzw. aus den Befragungsdaten

Das Verfahren (Schritt A) nutzt als Annahme einen vorher definierten „wahren“ Altersverlauf (siehe Abbildung 2 am Beispiel des Typ-2-Diabetes). Die Bezeichnung „wahr“ soll zum Ausdruck bringen, dass der Verlauf der Prävalenz, Inzidenz oder Rate über die Altersgruppen bekannt und damit gegeben ist. Die Disaggregation der epidemiologischen Kennzahlen ist somit abhängig von der Wahl des „wahren“ Verlaufs. In den Abbildungen ist

<sup>1</sup> Abrufbar unter [krankheitslage-deutschland.de](http://krankheitslage-deutschland.de).



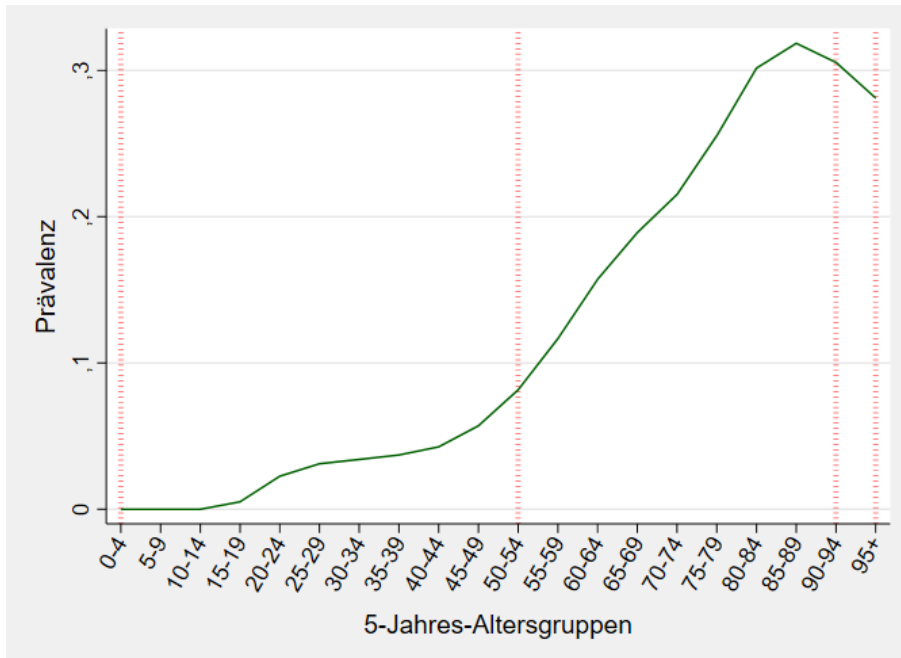
dies beispielhaft anhand der GBD-Prävalenzen dargestellt<sup>2</sup>. In der eigentlichen Analyse zur Berechnung der YLD wurden die nicht-morbiditätsadjustierten Verläufe der AOK-Versicherten herangezogen<sup>3</sup>, welche in das Verfahren geschlechtsspezifisch eingehen. Auf Basis der „wahren“ Verläufe zu Prävalenzen, Inzidenzen oder Raten (kurz *Outcome*) werden Steigerungsraten berechnet, wobei grundsätzlich unterschieden wird, ob eine Fortschreibung in höhere oder jüngere Altersgruppen erfolgt. Die Berechnung basiert auf folgenden Formeln:

Tabelle 3: Formeln zur Berechnung der Steigerungsraten

Steigerungsraten für die jüngeren Altersgruppen	Steigerungsraten für die höheren Altersgruppen
$\Delta_j = \frac{Outcome_{w,j} - Outcome_{w,j-1}}{Outcome_{w,j-1}}$	$\Delta_j = \frac{Outcome_{w,j} - Outcome_{w,j+1}}{Outcome_{w,j+1}}$

Wobei der Index *w* auf den „wahren“ Altersverlauf hinweist und *j* die Altersgruppe bezeichnet.

Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung eines „wahren“ Altersverlaufs für die Prävalenz des Typ-2-Diabetes; die Prävalenzen sind aus der GBD-Studie 2017 für Deutschland entnommen (Berichtsjahr 2017, beide Geschlechter, Deutschland)



Im nächsten Schritt (B) werden die Wertebereiche lokalisiert, für die eine Disaggregation vorgenommen werden soll. Die Lokalisation ist für die Richtung, also für die jüngeren oder höheren Altersgruppen, der Fortschreibung notwendig. Die Disaggregation selbst wird dann über sog. „gültige“ Werte vorgenommen, wobei der Zusatz „gültig“ hier altersgruppenspezifische Schätzungen zu Prävalenzen, Inzidenzen oder Raten meint (siehe Abbildung 1, im Bereich zwischen 55-59 und 85-89 Jahren liegen die Werte bereits in „gültigen“ 5-Jahres-Altersgruppen vor). Ausgehend von diesen „gültigen“ Werten werden dann im nächsten Schritt (C) die Steigerungsraten auf die aggregierten Bereiche (siehe Abbildung 1, Bereich zwischen 0-4 und 50-54 Jahren sowie

<sup>2</sup> Entnommen aus der GBD-Studie 2017. Die Daten sind in der Form über die Website [31] nicht mehr verfügbar, da mit jedem Update der GBD-Ergebnisse (aktuellste Studie: GBD 2019) alle Vorjahre neu berechnet werden.

<sup>3</sup> Aufgrund von Datenschutzerfordernissen werden diese Ergebnisse hier nicht gezeigt.

zwischen 90-94 und 95+ Jahren) angewendet, um einen möglichen Verlauf zu modellieren. Folgende Formeln wurden hierzu herangezogen:

Tabelle 4: Anwendung der Steigerungsraten auf die aggregierten Wertebereiche

Fortschreibung in jüngere Altersgruppen	Fortschreibung in höhere Altersgruppen
$Outcome_{d,j} = Outcome_{g,j+1} + (\Delta_j * Outcome_{g,j+1})$	$Outcome_{d,j} = Outcome_{g,j-1} + (\Delta_j * Outcome_{g,j-1})$

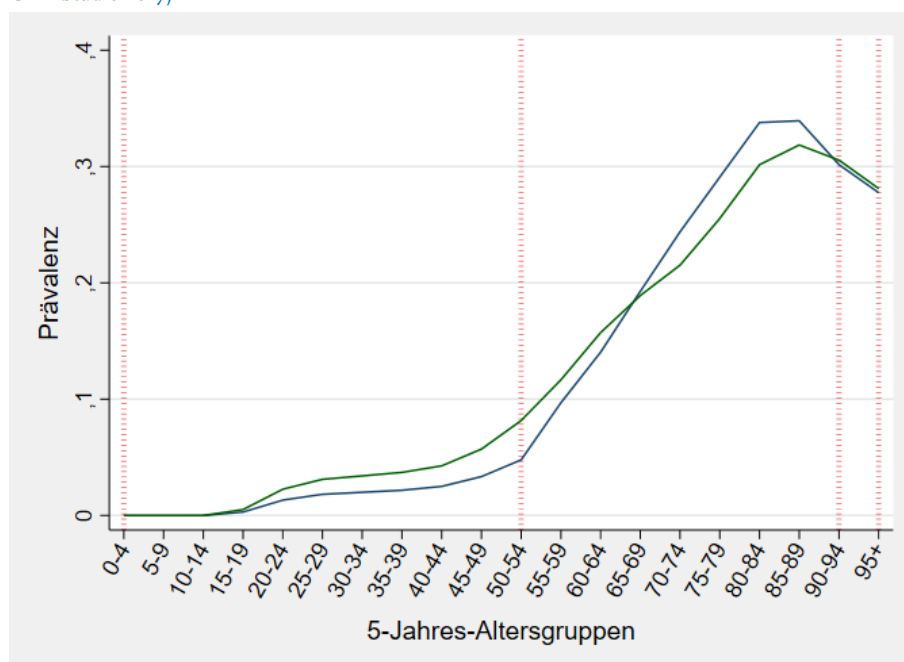
Wobei der Index  $d$  für die disaggregierten Outcomes,  $g$  für die „gültigen“ Werte und  $j$  für die Altersgruppe steht.

Dabei erfolgt die Fortschreibung der Verläufe schrittweise: Ausgehend vom letzten „gültigen“ Wert (im Beispiel die Prävalenzschätzungen in den Altersgruppen der 55-59 und 85-89 Jährigen) werden die Formeln in Tabelle 4 sowohl in den höheren als auch in den jüngeren Altersgruppen solange angewendet, bis alle Werte disaggregiert wurden. Die resultierenden Werte werden bei der schrittweisen Vorgehensweise wiederum als „gültig“ betrachtet und auf die jeweils nachfolgende Altersgruppe angewendet. Da eine morbiditätsadjustierte Schätzung des Outcomes für die aggregierten Wertebereiche vorliegt, kann eine (Rand-)Anpassung (Schritt D) der einzelnen, disaggregierten Werte ( $Outcome_{d,j}$ ) an den Gesamtschätzer vorgenommen werden. Dies geschieht über eine Multiplikation dieser Werte mit einem geschlechtsspezifischen, altersgruppenkonstanten Faktor, der sich aus dem Quotient des Gesamtschätzers ( $Outcome_{m,j}$ ) und der Summe der disaggregierten Werte ( $\sum_{j=1}^{\hat{j}} Outcome_{d,j}$ ) für den jeweiligen Altersbereich ( $\hat{j}$ ) ergibt. Zusammengefasst wurde folgende Formel angewendet:

$$Outcome_{c,j} = Outcome_{d,j} * \frac{Outcome_{m,j}}{\sum_{j=1}^{\hat{j}} Outcome_{d,j}}$$

Wobei der Index  $c$  für die (rand-)angepasste Schätzung des Outcomes,  $d$  für die disaggregierten, nicht (rand-)angepassten Werte,  $m$  für die ursprünglichen, morbiditätsadjustierten Werte,  $j$  für die Altersgruppe und  $\hat{j}$  für die aggregierten Altersgruppenbereiche steht.

Abbildung 3: Ergebnis der Disaggregation (blaue Kurve: disaggregierte WIdO-Prävalenz; grün: „wahrer“ Altersverlauf entnommen aus der GBD-Studie 2017)



Im Ergebnis (siehe Abbildung 3) modelliert das Verfahren den Verlauf einer alternativen Kurve, gewährleistet jedoch gleichermaßen, dass die Summe der einzelnen altersgruppenspezifischen (disaggregierten) Punktschätzer dem Wert für den Altersbereich aus der morbiditätsadjustierten Schätzung entspricht (Anpassung des Niveaus der Kurve).

In einigen, wenigen Fällen lagen keine spezifischen Werte für eine 5-Jahres-Altersgruppe (sozusagen keine „gültigen“ Werte) in den morbiditätsadjustierten Altersverläufen vor. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Fallzahlen in den 5-Jahres-Altersgruppen für die Hochrechnung stets zu niedrig waren und deshalb für den gesamten Verlauf Altersgruppen zusammengefasst werden mussten. Dadurch konnte das beschriebene Verfahren nicht vollumfänglich angewendet werden. Als Lösung wurden die „wahren“ Verläufe vollständig auf die Outcomes übertragen. Die „wahren“ Werte (alternativer Altersverlauf,  $Outcome_{w,j}$ ) wurden über einen Faktoren auf die Gesamtschätzer ( $Outcome_{m,j}$ ) der Morbiditätsadjustierung wie folgt skaliert:

$$Outcome_{c,j} = Outcome_{w,j} * \frac{Outcome_{m,j}}{\sum_{j=1}^j Outcome_{w,j}}$$

Wobei der Index  $c$  für die (rand-)angepasste Schätzung des Outcomes,  $m$  für die ursprünglichen, morbiditätsadjustierten Werte,  $j$  für die Altersgruppe und  $\hat{j}$  für die aggregierten Altersgruppenbereiche steht.

Weiterhin kam es unter der Nutzung von Befragungsdaten zu unsicheren Punktschätzern in den höheren Altersgruppen. Eine Modellierung der Punktschätzer wurde mit dem oben beschriebenen Verfahren unter Anwendung der vier skizzierten Schritte gelöst. Als „wahre“ Verläufe wurden die Daten der GBD-Studie verwendet. Als (Rand-)Anpassung wurden die altersunspezifischen Gesamtschätzer auf Basis der Befragungsdaten verwendet.

### 4.2. Modellierung des Unsicherheitsintervalls (UI)

Neben den Punktschätzern für die 5-Jahres-Altersgruppen (siehe 1.1) wurde auch ein einfaches Verfahren zur Ableitung eines 95%-Unsicherheitsintervalls (UI) angewendet. Basis dieser Modellierung sind sowohl die UIs aus den auf die Bevölkerung extrapolierten AOK-Kennzahlen als auch derjenigen aus den Befragungsdaten. Analog zum bereits skizzierten Verfahren bei der Berechnung der Punktschätzer wurden auch hier zunächst „gültige“ Werte (in diesem Fall Bänder) identifiziert, welche als Basis für die Modellierung herangezogen werden. Im ersten Schritt (A) wird zunächst die Variabilität des UI an diesen „gültigen“ Stellen bestimmt, indem die Abweichung  $\alpha_i$  als relativer Abstand der unteren bzw. oberen Grenze des UIs vom Punktschätzer berechnet wird:

Unteres Band	Oberes Band
$\alpha_{ub} = \frac{\hat{\mu}_g - \hat{\mu}_{g,ub}}{\hat{\mu}_g}$	$\alpha_{ob} = \frac{\hat{\mu}_{g,ob} - \hat{\mu}_g}{\hat{\mu}_g}$

Die Abweichung  $\alpha_i$  wird dann auf alle disaggregierten Stellen übertragen. Der Index  $i$  nimmt dabei den Wert  $ub$  (unteres Band) oder  $ob$  (oberes Band) an und der Index  $g$  verweist auf die „gültigen“ Werte.

Diese sog. Basis-Abweichungen  $\alpha_i$  wurden im zweiten Schritt (B) anhand zweier Annahmen adjustiert: (B.1) Je höher die Prävalenz, Inzidenz oder Rate (kurz *Outcome*) relativ zur Bevölkerung gesehen, desto sicherer der Punktschätzer. Dieser Gewichtungsfaktor  $\delta_j$  wurde über die Punktschätzer aus der ersten Modellierung (nach der Disaggregation,  $Outcome_{c,j}$ ) nach Alter (Index  $j$ ) und Geschlecht berechnet. Durch die Subtraktion von 1 lässt sich in der Gesamtformel folgende Aussage treffen: Je niedriger (seltener) der *Outcome*, desto näher liegt  $\delta_j$  bei 1 und damit wird das geschätzte Band größer.

$$\delta_j = 1 - Outcome_j$$

(B.2) Je größer die (relative) Bevölkerung, desto sicherer der Punktschätzer. Dieser Gewichtungsfaktor  $\theta_j$  wurde über die Bevölkerung jeder Altersgruppe an der Gesamtbevölkerung bestimmt. Durch die Subtraktion von 1 lässt sich folgende Aussage in der Gesamtformel treffen: Je niedriger der Bevölkerungsanteil, desto näher liegt  $\theta_j$  bei 1 und damit wird das geschätzte Band größer.

$$\theta_j = 1 - Anteil\ Bevölkerung_j$$

Beide Annahmen zusammengeführt lassen sich wie folgt interpretieren (C): Je höher (häufiger) der *Outcome* und je größer die Bevölkerung, desto geringer wird das Band. Dieses kombinierte Gewicht  $\hat{\alpha}_{i,j}$  wurde über eine multiplikative Formel aus allen genannten Parametern  $\alpha_{i,j}$ ,  $\delta_j$  und  $\theta_j$  wie folgt abgeleitet:

$$\hat{\alpha}_{i,j} = 1 - ((1 - \alpha_{i,j}) * (1 - (\alpha_{i,j} * \delta_j * \theta_j)))$$

In der folgenden Tabelle wird die Annahme (C) an einem Rechenbeispiel illustriert. Dabei wurden folgende Parameter exemplarisch (für  $\alpha_{ub} = 0,5$ ) festgelegt:

- Outcome hoch:  $\delta = 0,6$  (Prävalenz = 0,4)
- Outcome niedrig:  $\delta = 0,95$  (Prävalenz = 0,05)
- Anteil an Bevölkerung hoch:  $\theta = 0,77$  (Anteil = 0,23)

- Anteil an Bevölkerung niedrig:  $\theta = 0,95$  (Anteil =  $0,05$ )

Dies führt zu folgenden exemplarischen Abweichungen für  $\hat{\alpha}_{ub}$ :

$\hat{\alpha}_{ub}$	Bevölkerungsanteil hoch; $\theta$ niedrig: $0,77$	Bevölkerungsanteil gering; $\theta$ hoch: $0,95$
Outcome häufig; $\delta$ niedrig: $0,6$	$0,6155$	$0,6425$
Outcome selten; $\delta$ hoch: $0,95$	$0,6829$	$0,7256$

Es lässt sich erkennen, dass die Abweichung  $\hat{\alpha}_{i,j}$  bei einer hohen Prävalenz sowie einem hohen Bevölkerungsanteil niedriger ausfällt als bei niedriger Prävalenz und einem geringen Bevölkerungsanteil. In allen Fällen sind die Abweichungen jedoch größer als die Basis-Abweichung. Die Modellierung der Unsicherheit über die genannten Parameter wird somit nicht additiv bestimmt, sondern konvergiert zu dem Grenzwert 1 (= Höhe ist identisch mit der Basis-Abweichung  $\alpha_i$ ). Die Abweichung  $\hat{\alpha}_{i,j}$  ist dabei per Annahme zwingend größer als  $\alpha_{i,j}$ , da  $\delta_j$  und  $\theta_j$  nie den Wert 1 erreichen, sondern je nach Ausprägung immer darunter liegen.

Aus der Formel zur Basis-Abweichung  $\alpha_i$  (A) lassen sich nun das obere und untere Band an der jeweiligen disaggregierten Stelle über Umformung ableiten, indem in der ersten Gleichung für  $\alpha_i$  das Ergebnis für  $\hat{\alpha}_{i,j}$  ersetzt wird und für den „gültigen“ Outcome ( $\hat{\mu}_g$ ) die altersgruppenspezifischen Punktschätzer  $\hat{\mu}_{c,j}$  (siehe Abschnitt 1.1) herangezogen werden. Beim oberen Band kommt es zur Addition, beim unteren Band zu Subtraktion der gewichteten Abweichung aus  $\hat{\alpha}_{i,j}$  und  $\hat{\mu}_{c,j}$ .

$$\hat{\mu}_{c,i,j} = \hat{\mu}_{c,j} + / - (\hat{\alpha}_{i,j} * \hat{\mu}_{c,j})$$

Die beschriebene Methodik wurde gewählt, um während der Projektlaufzeit von BURDEN 2020 mit den begrenzten personellen und zeitlichen Ressourcen Ergebnisse bereitstellen zu können. Für zukünftige Weiterentwicklungen wäre es nötig, die Berechnung der Punktschätzer und deren 95%-UIs über alternative Methoden abzusichern.

## 5. Disease Models – Steckbriefe

### 5.1. Hypertensive Herzkrankheit

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Hypertensive Herzkrankheit

#### 5.1.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine Berechnung bei unter 25-Jährigen (beide Geschlechter, Expertenmeinung aus dem RKI)
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition: Indikationsprofil Hypertensive Herzkrankheit [4]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

#### 5.1.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition: Indikationsprofil Hypertensive Herzkrankheit [4]

#### 5.1.3. Disability Weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

#### 5.1.4. Dauer

- N/A

#### 5.1.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Hypertensive Herzkrankheit (HH)	Milde Herzinsuffizienz infolge HH	61.3%	61.1%	61.4%	0.041	0.026	0.062
	Moderate Herzinsuffizienz infolge HH	18.3%	18.1%	18.4%	0.072	0.047	0.103
	Schwere Herzinsuffizienz infolge HH	20.5%	20.4%	20.6%	0.179	0.122	0.251

## 5.2. Koronare Herzkrankheit

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Koronare Herzkrankheit
5	Myokardinfarkt (kurz MI)
5	Angina Pectoris (kurz AP)
5	Herzinsuffizienz (kurz HF)

### 5.2.1. Prävalenz

- Die Erkrankung Koronare Herzkrankheit setzt sich aus drei Krankheiten zusammen, und zwar Myokardinfarkte (kurz MI), Angina Pectoris (kurz AP) und Herzinsuffizienz (kurz HF)
- Alterseinschränkung: keine Berechnung bei MI < 25 Jahren und bei HF < 25 Jahren; bei AP keine Alterseinschränkung
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu Myokardinfarkt, Angina Pectoris und Herzinsuffizienz [4]
- Zeitliche Definition: MI ist 12-Monats-Fallrate je 100.000 Einwohner (wurde umgerechnet in prävalente Fälle durch Hinzunahme der Bevölkerungszahlen), AP ist eine 12-Monats-Prävalenz, HF ist eine 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.2.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: MI und HF basierend auf Daten des WIdO [3], Verteilung für AP auf Basis der GBD-Studie [32]
- Definition: Indikationsprofile zu Myokardinfarkt und Herzinsuffizienz [4], Angina Pectoris in der GBD-Studie [2]
- Ein Sonderfall in der Methode stellen die Schweregrade bei den Myokardinfarkten dar, da sie nicht einer klassischen Verteilung entsprechen, welche sich auf 100 % aufsummieren lässt. Die Sterblichkeit, und damit auch die Krankheitslast durch Morbidität, ist bei Myokardinfarkten sehr stark von der Zeit in Tagen nach einem Infarkt abhängig. Um die Krankheitslast durch Morbidität adäquat abzubilden, durchläuft jeder Fall beide Schweregrade, die in einer zeitlichen Abfolge zu sehen und zu interpretieren sind. Die jeweilige Prozentangabe entspricht dem Anteil der Patienten mit Myokardinfarkte, die innerhalb des betrachteten Zeitfensters (innerhalb der ersten 2 Tage oder zwischen 3 und 28 Tagen) noch gelebt haben und damit Zeit mit gesundheitlichen Einschränkungen verbracht haben. Die zeitliche Abfolge ist daraus ersichtlich, da der Anteil der Fälle, bei denen die Patienten das Infarktereignis überlebt haben, mit der Zeit abnimmt. Fälle, bei denen die Patienten nach mehr als 28 Tagen des Myokardinfarkt ereignisses noch gelebt haben, werden als asymptomatisch gesehen [siehe auch 2].

### 5.2.3. Disability Weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

### 5.2.4. Dauer

- Um die Zeit verbracht mit gesundheitlichen Einschränkungen eines Myokardinfarktes adäquat abzubilden, wurden weiterhin durchschnittliche Tage mit Einschränkung für den jeweiligen Schweregrad bestimmt. Für den Schweregrad „Akuter Myokardinfarkt (die ersten 2 Tage)“ wurde

eine durchschnittliche Dauer von 2 Tagen pro Jahr und für den Schweregrad „Akuter Myokardinfarkt (3 bis 28 Tage)“ wurde eine durchschnittliche Dauer von 26 Tagen pro Jahr angenommen [4].

### 5.2.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Myokardinfarkt	Akuter Myokardinfarkt (die ersten 2 Tage)	96.0%	95.8%	96.1%	0.432	0.288	0.579
	Akuter Myokardinfarkt (3 bis 28 Tage)	89.5%	89.3%	89.8%	0.074	0.049	0.105
Angina pectoris	Asymptomatische Angina infolge koronarer Herzkrankheit	30.5%	27.9%	33.0%	0	0	0
	Milde Angina infolge koronarer Herzkrankheit	24.0%	16.7%	30.9%	0.033	0.02	0.052
	Moderate Angina infolge koronarer Herzkrankheit	12.6%	8.9%	16.7%	0.08	0.052	0.113
	Schwere Angina infolge koronarer Herzkrankheit	33.0%	27.3%	39.2%	0.167	0.11	0.24
Herzinsuffizienz	Milde Herzinsuffizienz infolge koronarer Herzkrankheit	63.8%	63.7%	63.9%	0.041	0.026	0.062
	Moderate Herzinsuffizienz infolge koronarer Herzkrankheit	18.1%	18.0%	18.2%	0.072	0.047	0.103
	Schwere Herzinsuffizienz infolge koronarer Herzkrankheit	18.1%	18.0%	18.2%	0.179	0.122	0.251



### 5.3. Schlaganfall

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Schlaganfall
4	Ischämischer Schlaganfall
4	Intrazerebrale Blutung
4	Subarachnoidalblutung

#### 5.3.1. Prävalenz

- Die Erkrankung Schlaganfall setzt sich aus drei Schlaganfallarten zusammen, und zwar dem ischämischen Schlaganfall, der intrazerebralen Blutung und der Subarachnoidalblutung
- Es gibt keine Unterteilung zwischen akuten und chronischen Schlaganfällen.
- Alterseinschränkung: keine
- Datengrundlage: (1) Schätzung Schlaganfall-Prävalenz insgesamt sowie (2) Anteil der drei Schlaganfallarten am Gesamtschätzer, WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu Schlaganfall [4]
- Zeitliche Definition: 10-Jahres-Prävalenz (aus akuten und chronischen Schlaganfällen)
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

#### 5.3.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: GBD-Studie [2, 32]
- Definition: GBD-Studie [2, 32]

#### 5.3.3. Disability Weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2, 32]

#### 5.3.4. Dauer

- N/A

#### 5.3.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Intrazerebrale Blutung	Asymptomatisch	10.4%	0.0%	46.4%	0	0	0
	Schweregrad 1	42.1%	12.5%	71.4%	0.019	0.01	0.032
	Schweregrad 2	22.8%	0.0%	53.3%	0.07	0.046	0.099
	Schweregrad 3	20.1%	0.0%	44.7%	0.316	0.206	0.437
	Schweregrad 4	3.9%	0.0%	22.2%	0.552	0.377	0.707
	Schweregrad 5	0.8%	0.0%	11.1%	0.588	0.411	0.744
	Asymptomatisch	18.6%	9.5%	29.9%	0	0	0

Ischämischer Schlaganfall	Schweregrad 1	42.8%	32.4%	52.8%	0.019	0.01	0.032
	Schweregrad 2	22.7%	14.4%	31.5%	0.07	0.046	0.099
	Schweregrad 3	11.7%	5.0%	19.4%	0.316	0.206	0.437
	Schweregrad 4	1.6%	0.0%	4.6%	0.552	0.377	0.707
	Schweregrad 5	2.5%	0.7%	5.4%	0.588	0.411	0.744
Subarachnoidalblutung	Asymptomatisch	10.4%	0.0%	46.4%	0	0	0
	Schweregrad 1	42.1%	12.5%	71.4%	0.019	0.01	0.032
	Schweregrad 2	22.8%	0.0%	53.3%	0.07	0.046	0.099
	Schweregrad 3	20.1%	0.0%	44.7%	0.316	0.206	0.437
	Schweregrad 4	3.9%	0.0%	22.2%	0.552	0.377	0.707
	Schweregrad 5	0.8%	0.0%	11.1%	0.588	0.411	0.744

## 5.4. Diabetes mellitus

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Diabetes mellitus
4	Diabetes mellitus Typ 1 (DT1)
4	Diabetes mellitus Typ 2 (DT2)

### 5.4.1. Prävalenz

- Die Erkrankung Diabetes mellitus wird weiterhin unterteilt in den Typ 1 und Typ 2 Diabetes
- Alterseinschränkung: DT1 keine, DT2 keine Berechnung < 10 Jahren (Expertenmeinung)
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofil zu Diabetes mellitus [4]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.4.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition: Indikationsprofil zu Diabetes mellitus [4]
- Der Gesundheitszustand (*health state*) „Diabetische Neuropathie mit Amputation durch Diabetes mellitus Typ 1/Typ 2 ohne Behandlung mit einer Prothese“ wird in der Analyse nicht operationalisiert und ausgewertet. Es wird angenommen, dass jede Amputation in Deutschland dahingehend behandelt wird.

### 5.4.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2, 33, 34]
- In der Tabelle zum Original-Artikel fehlten die Gewichte für (1) Neuropathie und diabetischer Fuß und (2) Neuropathie und Amputation. Diese wurden eigenständig über die multiplikative Methode aus den jeweiligen Einzelgewichten errechnet [2, 33, 34].

### 5.4.4. Dauer

- N/A

### 5.4.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Diabetes mellitus Typ 1	Unkomplizierter Diabetes mellitus	66.5%	66.2%	66.9%	0.049	0.031	0.072
	Diabetische Neuropathie ohne diabetischen Fuß oder Amputation	19.1%	18.8%	19.3%	0.133	0.089	0.187
	Diabetische Neuropathie mit diabetischem Fuß	13.8%	13.6%	14.1%	0.15	0.075	0.224

	Diabetische Neuropathie mit Amputation	0.4%	0.3%	0.4%	0.166	0.093	0.24
	Moderate Sehbeeinträchtigung infolge der diabetischen Retinopathie	0.2%	0.2%	0.2%	0.031	0.019	0.049
	Schwere Sehbeeinträchtigung infolge der diabetischen Retinopathie	0.1%	0.1%	0.1%	0.184	0.125	0.259
	Erblindung infolge der diabetischen Retinopathie	0.7%	0.7%	0.8%	0.187	0.124	0.26
Diabetes mellitus Typ 2	Unkomplizierter Diabetes mellitus	73.3%	73.2%	73.3%	0.049	0.031	0.072
	Diabetische Neuropathie ohne diabetischen Fuß oder Amputation	15.6%	15.6%	15.7%	0.133	0.089	0.187
	Diabetische Neuropathie mit diabetischem Fuß	10.7%	10.7%	10.7%	0.15	0.075	0.224
	Diabetische Neuropathie mit Amputation	0.3%	0.3%	0.3%	0.166	0.093	0.24
	Moderate Sehbeeinträchtigung infolge der diabetischen Retinopathie	0.1%	0.1%	0.1%	0.031	0.019	0.049
	Schwere Sehbeeinträchtigung infolge der diabetischen Retinopathie	< 0.1%	< 0.1%	< 0.1%	0.184	0.125	0.259
	Erblindung infolge der diabetischen Retinopathie	0.1%	0.1%	0.1%	0.187	0.124	0.26

## 5.5. Untere Atemwegsinfektionen

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Untere Atemwegsinfektionen

### 5.5.1. Inzidenz

- Alterseinschränkung: keine
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu Untere Atemwegsinfektionen [4]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Fallrate je 100.000 Einwohner (wurde umgerechnet in prävalente Fälle durch Hinzunahme der Bevölkerungszahlen)
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.5.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: GBD-Studie [35]
- Definition: siehe GBD-Studie [2, 35]

### 5.5.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2, 35]

### 5.5.4. Dauer

- Datengrundlage: Durchschnittliche Erkrankungsdauer aus GBD-Studie [2, 35]

### 5.5.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung, Disability weights und Dauer								
		sev	95% UI		dw	95% UI		dur	95% UI	
			unten	oben		unten	oben		unten	oben
Untere Atemwegsinfektionen	Moderat	84.9%	83.1%	86.7%	0.051	0.032	0.074	7.79	6.2	9.64
	Schwer	15.1%	13.3%	16.9%	0.133	0.088	0.19	7.79	6.2	9.64

## 5.6. Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Chronische obstruktive Lungenerkrankung

### 5.6.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine Berechnung < 35 Jahre (Expertenmeinung)
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu COPD [4]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.6.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: eigene Berechnung, Schätzung aus den prävalenten Fällen einer älteren GBD-Studie (GBD 2013) [36], Annahme dabei sind zeitkonstante Schweregradverteilungen über die GBD-Runden hinweg [37]
- Definition: siehe GBD-Studie [2]

### 5.6.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

### 5.6.4. Dauer

- N/A

### 5.6.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD)	Asymptomatisch	35.3%	28.1%	42.9%	0	0	0
	Mild	42.4%	34.2%	50.8%	0.019	0.011	0.033
	Moderat	9.9%	6.6%	13.5%	0.225	0.153	0.31
	Schwer	12.4%	4.2%	19.3%	0.408	0.273	0.556

## 5.7. Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen

### 5.7.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine Berechnung < 40 Jahre (Expertenmeinung)
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen [4]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.7.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: GBD-Studie [32]
- Definition: siehe GBD-Studie [2]

### 5.7.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

### 5.7.4. Dauer

- N/A

### 5.7.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Alzheimer und andere Demenzformen	Mild	71.7%	63.3%	78.6%	0.069	0.046	0.099
	Moderat	20.2%	16.1%	25.6%	0.377	0.252	0.508
	Schwer	8.1%	5.1%	12.5%	0.449	0.304	0.595

## 5.8. Kopfschmerzerkrankungen

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Kopfschmerzerkrankungen
4	Migräne
5	Migräne (komplette Kriterien)
5	Wahrscheinliche Migräne
5	Medikamentenübergebrauchskopfschmerz infolge von Migräne
4	Spannungskopfschmerz
5	Medikamentenübergebrauchskopfschmerz infolge von Spannungskopfschmerz
5	Spannungskopfschmerz

### 5.8.1. Prävalenz

- Die Erkrankung Kopfschmerz gliedert sich in die Migräne und den Spannungskopfschmerz auf. Darunter fällt jeweils eine gesonderte Betrachtung derjenigen Personengruppe, die einen Medikamentenübergebrauchskopfschmerz (MÜK) infolge einer primären Kopfschmerzerkrankung entwickelt haben [2, 16].
- Alterseinschränkung: keine Berechnung < 18 Jahre (Einschränkung durch telefonischen Survey)
- Datengrundlage: Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland (2019/2020) (Add-On-Survey) [16]
- Definition der Erkrankung: siehe Operationalisierung der primären Kopfschmerzarten [16]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.) anhand des Verlaufs der primären Kopfschmerzerkrankungen in der GBD-Studie für die Fälle, in denen die Schätzung der Prävalenzen für die 5-Jahres-Altersgruppen auf Basis des Surveys zu unsicher war (i.d.R. Coefficient of Variation (CV) > 33)
- Sonderfall MÜK: Der Gesamtschätzer des MÜK wurde auf Migräne und Spannungskopfschmerz im Verhältnis 70% zu 30% gesplittet, was sich an dem Vorgehen der GBD-Studie orientiert [2]. Zusätzlich wurde der Altersverlauf des MÜK auf Basis der Geschlechterverteilung und des Altersverlaufes der jeweiligen primären Kopfschmerzerkrankung modelliert.

### 5.8.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland (2019/2020) [16]
- Definition: Durchschnittlicher Anteil der Tage innerhalb eines Jahres (Nenner: 365,25 Tage), der von den Erkrankten mit Symptomen verbracht wird, entspricht *time symptomatic* in der GBD-Studie [2]

### 5.8.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

### 5.8.4. Dauer

- Operationalisiert über die Frage „Wie viele Tage mit Kopfschmerzen hatten Sie in den letzten 12 Monaten?“. Proxy für die durchschnittliche Zeit in Tagen, die die Betroffenen mit Symptomen verbracht haben
- Datengrundlage: Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland (2019/2020) [16]



## 5.8.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung, Disability weights und Dauer					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Migräne (komplette Kriterien)	Anteil eines Jahres mit Symptomen	12.3%	9.5%	15.1%	0.441	0.294	0.588
Wahrscheinliche Migräne	Anteil eines Jahres mit Symptomen	9.5%	7.8%	11.1%	0.441	0.294	0.588
Medikamenten- übergebrauchs-kopfschmerz infolge von Migräne	Anteil eines Jahres mit Symptomen	74.7%	61.0%	88.4%	0.223	0.146	0.313
Spannungskopfschmerz	Anteil eines Jahres mit Symptomen	6.7%	5.7%	7.6%	0.037	0.022	0.057
Medikamenten- übergebrauchs-kopfschmerz infolge von Spannungskopfschmerz	Anteil eines Jahres mit Symptomen	74.7%	61.0%	88.4%	0.223	0.146	0.313

## 5.9. Depressive Störungen

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Depressive Störungen
4	Majore Depression (MDD)
4	Dysthymie (DY)

### 5.9.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: MDD und DY keine Berechnung < 15 Jahre (Expertenmeinung)
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zur majoren Depression und Dysthymie [4]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.9.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: Verteilung für DY auf Basis der GBD-Studie [32], Verteilung für MDD auf Basis der WIdO-Daten [3]
- Definition: siehe GBD-Studie [2] und für die Operationalisierung siehe WIdO [3, 4]

### 5.9.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

### 5.9.4. Dauer

- Die durchschnittliche Dauer der Beeinträchtigung für majore Depressionen wurde aus dem Mental Health Modul in DEGS1 (DEGS1-MH, 2009-2012) geschätzt [38, 39]. Die Frage zur Anzahl an Tagen mit psychischen Beeinträchtigungen in den letzten 4 Wochen wurde auf das Jahr hochgerechnet und als Proxy verwendet.
- Datengrundlage: DEGS1-MH (2009-2012) [38, 39]

### 5.9.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung, Disability weights und Dauer								
		sev	95% UI		dw	95% UI		dur	95% UI	
			unten	oben		unten	oben		unten	oben
Majore Depression	Asymptomatisch	8.8%	8.7%	8.8%	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	Mild	19.7%	19.6%	19.7%	0.145	0.099	0.209	59.6	46.1	73.1
	Moderat	49.6%	49.5%	49.6%	0.396	0.267	0.531	59.6	46.1	73.1
	Schwer	22.0%	22.0%	22.1%	0.658	0.477	0.807	59.6	46.1	73.1
Dysthymie	Anteil des Jahres mit Symptomen	35.0%	29.6%	39.7%	0.145	0.099	0.209	.	.	.

## 5.10. Angststörungen

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Angststörungen

### 5.10.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu den Angststörungen [4]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.10.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: GBD-Studie [32]
- Definition: siehe GBD-Studie [2]

### 5.10.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

### 5.10.4. Dauer

- Keine Berechnung einer durchschnittlichen Dauer/Tage mit Einschränkungen. Dabei gilt die Annahme, dass Angststörungen einen hohen Grad an Chronizität aufweisen [40].

### 5.10.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Angststörungen	Asymptomatisch	28.3%	26.8%	29.6%	0	0	0
	Mild	40.9%	33.0%	47.2%	0.03	0.018	0.046
	Moderat	18.5%	13.8%	23.8%	0.133	0.091	0.186
	Schwer	12.3%	8.2%	17.4%	0.523	0.362	0.677

## 5.II. Alkoholbezogene Störungen

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Alkoholbezogene Störungen

### 5.II.1. Prävalenz

- Alkoholbezogene Störungen nach DSM-IV Kriterien (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*) beinhalten sowohl den Alkoholmissbrauch als auch die Alkoholabhängigkeit [41]
- Alterseinschränkung: keine Berechnung < 18 und > 64 Jahre (Einschränkung durch Survey)
- Datengrundlage: Epidemiologischer Suchtsurvey [42]
- Definition der Erkrankung: siehe Operationalisierung der alkoholbezogenen Störungen [43]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.) anhand des Verlaufs der alkoholbezogenen Störungen in der GBD-Studie für die Fälle, in denen die Schätzung der Prävalenzen für die 5-Jahres-Altersgruppen auf Basis des Surveys zu unsicher war (i.d.R. *Coefficient of Variation* (CV) > 33)

### 5.II.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: GBD-Studie [32]
- Definition: siehe GBD-Studie [2]

### 5.II.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

### 5.II.4. Dauer

- N/A

### 5.II.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Alkoholbezogene Störungen	Asymptomatisch	36.8%	32.2%	41.8%	0	0	0
	Sehr mild	53.4%	49.0%	58.5%	0.123	0.082	0.177
	Mild	3.8%	2.2%	5.8%	0.235	0.160	0.327
	Moderat	3.4%	1.6%	5.3%	0.373	0.248	0.508
	Schwer	2.6%	0.9%	5.7%	0.570	0.396	0.732



Unterer Rückenschmerz mit Ausstrahlung ins Bein	Asymptomatisch	18.8 %	15.3%	23.0 %	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	Mild	14.2 %	11.3%	17.7%	0.02	0.011	0.035	161.6	146.3	177.0
	Moderat	21.3%	17.6 %	25.5%	0.054	0.035	0.079	161.6	146.3	177.0
	Schwer	19.5 %	16.0 %	23.4 %	0.325	0.219	0.446	161.6	146.3	177.0
	Sehr schwer	26.3 %	21.7%	31.4%	0.384	0.256	0.518	161.6	146.3	177.0
Unterer Rückenschmerz ohne Ausstrahlung ins Bein	Asymptomatisch	34.9 %	31.0%	39.0 %	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	Mild	25.2 %	21.8 %	29.0 %	0.02	0.011	0.035	78.6	68.4	88.8
	Moderat	20.2 %	17.0 %	23.7 %	0.054	0.035	0.079	78.6	68.4	88.8
	Schwer	13.9 %	10.6 %	17.9 %	0.272	0.182	0.373	78.6	68.4	88.8
	Sehr schwer	5.8%	3.9%	8.6%	0.372	0.25	0.506	78.6	68.4	88.8

### 5.13. Nackenschmerz

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Nackenschmerz

#### 5.13.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine Berechnung < 18 Jahre (Einschränkung durch telefonischen Survey)
- Datengrundlage: Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland (2019/2020) (Add-On-Survey) [16, 44]
- Definition der Erkrankung: siehe Operationalisierung Nackenschmerz [44]
- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.) anhand des Verlaufs des Nackenschmerzes in der GBD-Studie für die Fälle, in denen die Schätzung der Prävalenzen für die 5-Jahres-Altersgruppen auf Basis des Surveys zu unsicher war (i.d.R. *Coefficient of Variation* (CV) > 33)

#### 5.13.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland (2019/2020) [16, 44]
- Definition: die laienhafte Beschreibungen zu den Schweregraden in der GBD-Studie [2] wurden ins Deutsche übersetzt und in der Studie telefonisch abgefragt [44]

#### 5.13.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

#### 5.13.4. Dauer

- Operationalisiert über die Frage „Wie viele Tage mit Nackenschmerzen hatten Sie in den letzten 12 Monaten?“. Proxy für die durchschnittliche Zeit in Tagen, die die Betroffenen mit Symptomen/Schmerzen verbracht haben.
- Datengrundlage: Studie zu Kopf-, Rücken- und Nackenschmerzen in Deutschland (2019/2020) [16, 44]

#### 5.13.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung, Disability weights und Dauer								
		sev	95% UI		dw	95% UI		dur	95% UI	
			unten	oben		unten	oben		unten	oben
Nackenschmerz	Asymptomatisch	17.2%	14.8%	19.9%	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	Mild	57.2%	53.6%	60.8%	0.052	0.036	0.074	87.9	78.6	97.3
	Moderat	13.1%	10.9%	15.8%	0.112	0.079	0.162	87.9	78.6	97.3
	Schwer	2.1%	1.3%	3.6%	0.226	0.147	0.323	87.9	78.6	97.3
	Sehr schwer	10.3%	8.1%	13.0%	0.3	0.199	0.434	87.9	78.6	97.3

## 5.14. Brustkrebs

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Brustkrebs

### 5.14.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine Berechnung < 20 Jahren
- Zusätzliche Einschränkung: keine Schätzung für Männer
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu Brustkrebs [4]
- Zeitliche Definition: 10-Jahres-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.14.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: WIdO-Daten [3]
- Definition: siehe GBD-Studie [2] und für die Operationalisierung siehe WIdO [3, 4]

### 5.14.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]
- Zusätzliches Gewicht für den Gesundheitszustand „Kontrollierte Phase mit Mastektomie“. Anwendung der multiplikativen Formel auf Basis der Gewichte für (1) „Kontrollierte Phase“ und (2) „Mastektomie“

### 5.14.4. Dauer

- Die Dauer der Erkrankungsphasen fließt in die Berechnung der Schweregradverteilungen ein [3, 4]. Somit werden diese hier nicht gesondert ausgewiesen.

### 5.14.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Brustkrebs	Diagnostische Phase und Primärtherapie	3.3%	3.2%	3.4%	0.288	0.193	0.399
	Kontrollierte Phase ohne Mastektomie	46.7%	46.5%	46.8%	0.049	0.031	0.072
	Kontrollierte Phase mit Mastektomie	38.8%	38.6%	38.9%	0.082	0.045	0.122
	Metastasierende Phase	10.8%	10.7%	10.9%	0.451	0.307	0.6
	Terminale Phase	0.5%	0.5%	0.5%	0.54	0.377	0.687



## 5.15. Prostatakrebs

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Prostatakrebs

### 5.15.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine Berechnung < 40 Jahren
- Geschlechtsspezifische Krebserkrankung, daher sind die Ergebnisse nur für Männer verfügbar
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu Prostatakrebs [4]
- Zeitliche Definition: 10-Jahres-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.15.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: WIdO-Daten [3]
- Definition: siehe GBD-Studie [2] und für die Operationalisierung siehe WIdO [3, 4]
- Hinzunahme eines Gesundheitszustandes, und zwar „Kontrollierte Phase mit Inkontinenz und Impotenz“

### 5.15.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]
- Zusätzliches Gewicht für den Gesundheitszustand „Kontrollierte Phase mit Inkontinenz“; Anwendung der multiplikativen Formel auf Basis der Gewichte für (1) „Kontrollierte Phase“ und (2) „Inkontinenz“
- Zusätzliches Gewicht für den Gesundheitszustand „Kontrollierte Phase mit Impotenz“; Anwendung der multiplikativen Formel auf Basis der Gewichte für (1) „Kontrollierte Phase“ und (2) „Impotenz“
- Zusätzliches Gewicht für den Gesundheitszustand „Kontrollierte Phase mit Inkontinenz und Impotenz“; Anwendung der multiplikativen Formel auf Basis der Gewichte für (1) „Kontrollierte Phase“, (2) „Inkontinenz“ und (3) „Impotenz“

### 5.15.4. Dauer

- Die Dauer der Erkrankungsphasen fließt in die Berechnung der Schweregradverteilungen ein [3, 4]. Somit werden diese hier nicht gesondert ausgewiesen.

### 5.15.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Prostatakrebs	Diagnostische Phase und Primärtherapie	3.2%	3.1%	3.3%	0.288	0.193	0.399
	Kontrollierte Phase ohne Impotenz oder Inkontinenz	67.3%	67.1%	67.5%	0.049	0.031	0.072
	Kontrollierte Phase mit Impotenz	0.8%	0.8%	0.8%	0.065	0.031	0.099

	Kontrollierte Phase mit Inkontinenz	17.2%	17.1%	17.4%	0.18	0.104	0.257
	Kontrollierte Phase mit Impotenz und Inkontinenz	1.1%	1.1%	1.2%	0.194	0.119	0.269
	Metastasierende Phase	9.7%	9.6%	9.8%	0.451	0.307	0.6
	Terminale Phase	0.7%	0.7%	0.7%	0.54	0.377	0.687

## 5.16. Kolon- und Rektumkrebs

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Kolon- und Rektumkrebs

### 5.16.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine Berechnung < 20 Jahren
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu Kolon- und Rektumkrebs [4]
- Zeitliche Definition: 10-Jahres-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.16.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: WIdO-Daten [3]
- Definition: siehe GBD-Studie [2] und für die Operationalisierung siehe WIdO [3, 4]
- Hinzunahme eines Gesundheitszustandes, und zwar „Kontrollierte Phase mit Inkontinenz und Impotenz“

### 5.16.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]
- Zusätzliches Gewicht für den Gesundheitszustand „Kontrollierte Phase mit Stoma“; Anwendung der multiplikativen Formel auf Basis der Gewichte für (1) „Kontrollierte Phase“ und (2) „Stoma“

### 5.16.4. Dauer

- Die Dauer der Erkrankungsphasen fließt in die Berechnung der Schweregradverteilungen ein [3, 4]. Somit werden diese hier nicht gesondert ausgewiesen.

### 5.16.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Kolon- und Rektumkrebs	Diagnostische Phase und Primärtherapie	4.1%	4.0%	4.2%	0.288	0.193	0.399
	Kontrollierte Phase ohne Stoma	76.8%	76.6%	76.9%	0.049	0.031	0.072
	Kontrollierte Phase mit Stoma	5.1%	5.0%	5.2%	0.139	0.083	0.193
	Metastasierende Phase	13.1%	12.9%	13.3%	0.451	0.307	0.6
	Terminale Phase	0.9%	0.9%	1.0%	0.54	0.377	0.687

## 5.17. Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs

### 5.17.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine Berechnung < 25 Jahren
- Datengrundlage: WIdO [3]
- Definition der Erkrankung: siehe Indikationsprofile zu Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs [4]
- Zeitliche Definition: 10-Jahres-Prävalenz
- Altersverlauf adjustiert (siehe 2.)

### 5.17.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: WIdO-Daten [3]
- Definition: siehe GBD-Studie [2] und für die Operationalisierung siehe WIdO [3, 4]

### 5.17.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [2]

### 5.17.4. Dauer

- Die Dauer der Erkrankungsphasen fließt in die Berechnung der Schweregradverteilungen ein [3, 4]. Somit werden diese hier nicht gesondert ausgewiesen.

### 5.17.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		dw	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	Diagnostische Phase und Primärtherapie	4.3%	4.2%	4.5%	0.288	0.193	0.399
	Kontrollierte Phase	60.2%	59.8%	60.6%	0.049	0.031	0.072
	Metastasierende Phase	32.6%	32.2%	33.0%	0.451	0.307	0.6
	Terminale Phase	2.9%	2.8%	3.1%	0.54	0.377	0.687

## 5.18. Verkehrsunfälle

Ebene	Erkrankung/Ursache
3	Straßenverkehrsunfälle
4	Straßenverkehrsunfall, Fußgänger
4	Straßenverkehrsunfall, Radfahrer
4	Straßenverkehrsunfall, Motorradfahrer
4	Straßenverkehrsunfall, Kraftfahrzeuginsasse
4	Anderer Straßenverkehrsunfall
3	Andere Verkehrsunfälle

### 5.18.1. Prävalenz

- Alterseinschränkung: keine
- Datengrundlage: Straßenverkehrsunfallstatistik, Verletzte bei Unfällen mit Personenschaden (Destatis) [45], GEDA 2010 [46], KiGGS Welle 2 [47]
- Definition der Erkrankung/Ursache: Zuordnung der Verkehrsunfälle nach Art der Verkehrsunfallbeteiligung über Schlüsselnummern [Definition siehe [Tabelle 5](#)]

Tabelle 5: Zuordnungstabelle Arten der Verkehrsunfallbeteiligung [45] zu den Krankheitslastursachen für Verkehrsunfälle laut GBD, ergänzt um die Zuordnung zu den RKI Befragungsdaten [46], [47]

Krankheitslastursachen nach Ebenen			Zuordnung zur Schlüsselnummer von Destatis	Zuordnung zu RKI Befragungsdaten
Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4		
Verkehrsunfälle	Straßenverkehrsunfälle	Straßenverkehrsunfall, Fußgänger	81, 84, 93	Fußgänger
		Straßenverkehrsunfall, Radfahrer	71, 72	Radfahrer
		Straßenverkehrsunfall, Motorradfahrer	01-03, 06-12, 14-15	KFZ
		Straßenverkehrsunfall, Kraftfahrzeuginsasse	04, 13, 21, 22, 31-34, 35, 40-52	KFZ
		Anderer Straßenverkehrsunfall	61, 82, 83, 91, 92	sonstiges
	Andere Verkehrsunfälle		53, 54, 55, 57, 58, 59, 62	KFZ

- Zeitliche Definition: 12-Monats-Prävalenz
- Korrektur der Prävalenzschätzung: Die Straßenverkehrsunfallstatistik von Destatis erfasst nur polizeilich erfasste Unfälle. Die Untererfassung der Verletzten wurde über Informationen aus den Befragungsstudien GEDA 2010 und KiGGS Welle 2 zu Verletzungen im Straßenverkehr ermittelt. Da bzgl. der polizeilichen Erfassung innerhalb der Befragungsstudien keine signifikanten Unterschiede nach Alter und Geschlecht vorlagen, wurde in nur drei Altersgruppen geschlechtsunabhängig korrigiert. Da für die Altersgruppe 15 bis 19 aus beiden Surveys Informationen vorlagen, wurde hier der Mittelwert angenommen. Eine Differenzierung zwischen Motorradfahrern, KFZ-Insassen und anderen Verkehrsunfällen war in den Befragungsdaten nicht möglich, sodass gleiche Werte angenommen wurden. Die Verletztenzahlen aus der Straßenverkehrsunfallstatistik wurde für den Teil nicht erfasster Unfälle nach oben korrigiert.

Tabelle 6: Anteil der polizeilich erfassten Unfälle an allen Unfällen (und 95% Konfidenzintervall) nach Art des Unfalls und Altersgruppe

Art des Unfalls	Altersgruppen		
	0-14	15-19	20+
Fußgänger	8,7 (3,3-21,0)	7,8 (3,0-19,2)	7,0 (2,6-17,4)
Radfahrer	13,6 (5,7-28,9)	21,7 (12,2-36,3)	29,7 (18,8-43,7)
Motorradfahrer Kraftfahrzeuginsasse, andere Verkehrsunfälle (KFZ)	58,1 (37,8-76,0)	57,5 (41,4-72,1)	57,0 (45,1-68,1)
Anderer Straßenverkehrsunfall (sonstiges)	2,7 (0,4-17,1)	3,3 (0,9-13,9)	4,0 (1,4-10,7)
Quelle:	KiGGS Welle 2	AM	GEDA 2010

AM: Arithmetisches Mittel aus KiGGS Welle 2 und GEDA10

### 5.18.2. Schweregradverteilung

- Datengrundlage: GBD-Studie [2, 30]
- Definition: Hinsichtlich des Themenkomplexes Unfälle verfolgt die GBD-Studie eine eigene Methodik, die sich leicht von den dargestellten Bezeichnungen der Gesundheitszustände unterscheidet [siehe im Detail 34]. Zusammengefasst werden jeder Unfall-Ursache (*cause of injury*) eine Vielzahl von Verletzungen (*nature of injury*) zugeordnet. Je nachdem, welche Ursache betrachtet wird, unterscheiden sich die Verletzungen nach Art (*nature of injury*) und Anzahl. Im Zusammenhang mit Straßenverkehrsunfällen unterscheidet die GBD-Methodik auf übergeordneter Ebene (Gruppe von *nature of injury*) zwischen Amputationen, Verbrennungen, Frakturen, Kopfverletzungen, Wirbelsäulenverletzungen, mindere Verletzungen sowie andere Verletzungen [2]. Dabei wird ein Fall lediglich einer der *nature of injuries* zugeordnet. Diese differenzieren sich innerhalb der jeweiligen *nature of injury* weiter in spezifischere Verletzungen aus, an denen sich die Einzelgewichte und Dauern anknüpfen [34].
- Die Schweregrade entsprechen demnach den für Deutschland geschätzten alters- und geschlechtsspezifischen Anteilen der Fälle pro übergeordneter Verletzungsart (Gruppe der *nature of injury*) innerhalb einer Unfallart (*cause of injury*).
- Die Verletztzahlen nach Straßenverkehrsunfallstatistik wurden nach diesem Verteilungsschlüssel aufgeteilt.

### 5.18.3. Disability weights

- Datengrundlage: GBD-Studie [30]
- Definition: Da aufgrund des Datenzugangs nicht auf die Verteilung der Einzelgewichte sowie Dauern zugegriffen werden kann, werden im Zuge des Projektes lediglich durchschnittliche Gewichte, sog. *average disability weights* (abgekürzt  $av_{dw}$ ), herangezogen. Diese drücken die durchschnittliche Beeinträchtigung der jeweiligen Gruppe des *nature of injury* über alle Einzelgewichte aus.

Hierzu wurde folgende Formel verwendet:

$$av_{dw,i,j} = \frac{YLD_{i,j}}{prevalence_{i,j}}$$

Wobei  $i$  für den *cause of injury* und  $j$  für die Gruppe der *nature of injury* steht. Die eingehenden Daten zu den YLD und den Prävalenzen wurden der GBD-Studie für Deutschland im Jahr 2017 entnommen [30].

- Weitere Erläuterung: In der YLD-Formel ersetzen die  $av_{dw}$  die Einzelgewichte  $dw$  und Dauern.

#### 5.18.4. Dauer

- N/A

#### 5.18.5. Input-Variablen

Erkrankung/Ursache	Schweregrad	Schweregradverteilung und Disability weights					
		sev	95% UI		$av_{dw}$	95% UI	
			unten	oben		unten	oben
Straßenverkehrsunfall, Fußgänger	Amputationen	21.7%	17.8%	25.6%	0.022	0.016	0.028
	Verbrennungen	7.5%	5.9%	9.3%	0.025	0.02	0.03
	Brüche	43.0%	35.9%	49.9%	0.051	0.04	0.064
	Kopfverletzungen	8.0%	6.8%	9.8%	0.147	0.117	0.167
	Verletzungen der Wirbelsäule	1.0%	0.8%	1.2%	0.276	0.229	0.311
	Leichte Verletzungen	14.3%	11.4%	17.3%	0.009	0.005	0.014
	Andere Verletzungen	4.5%	3.9%	5.1%	0.078	0.061	0.095
Straßenverkehrsunfall, Radfahrer	Amputationen	24.7%	19.6%	31.5%	0.011	0.008	0.015
	Verbrennungen	6.8%	5.2%	8.7%	0.027	0.022	0.03
	Brüche	45.0%	37.8%	54.1%	0.053	0.041	0.064
	Kopfverletzungen	8.2%	7.2%	9.4%	0.146	0.116	0.174
	Verletzungen der Wirbelsäule	1.2%	1.0%	1.5%	0.277	0.229	0.312
	Leichte Verletzungen	10.7%	8.6%	13.3%	0.009	0.005	0.014
	Andere Verletzungen	3.5%	3.0%	3.9%	0.081	0.062	0.098
Straßenverkehrsunfall, Motorradfahrer	Amputationen	17.9%	14.8%	21.2%	0.022	0.016	0.029
	Verbrennungen	4.4%	3.6%	5.4%	0.035	0.029	0.042
	Brüche	46.2%	39.4%	53.4%	0.048	0.037	0.062

	Kopfverletzungen	9.4%	8.2%	11.0%	0.149	0.117	0.181
	Verletzungen der Wirbelsäule	1.3%	1.1%	1.6%	0.28	0.231	0.318
	Leichte Verletzungen	16.2%	13.4%	19.3%	0.009	0.005	0.015
	Andere Verletzungen	4.5%	4.1%	5.1%	0.073	0.056	0.089
Straßenverkehrsunfall, Kraftfahrzeuginsasse	Amputationen	17.6%	14.5%	22.2%	0.018	0.014	0.023
	Verbrennungen	5.0%	3.9%	6.1%	0.022	0.017	0.028
	Brüche	44.8%	37.9%	53.7%	0.056	0.044	0.067
	Kopfverletzungen	11.7%	10.1%	13.4%	0.147	0.118	0.177
	Verletzungen der Wirbelsäule	2.2%	1.7%	2.8%	0.275	0.234	0.301
	Leichte Verletzungen	13.0%	10.7%	16.7%	0.009	0.005	0.014
	Andere Verletzungen	5.8%	5.2%	6.7%	0.077	0.06	0.091
Anderer Straßenverkehrsunfall	Amputationen	30.0%	24.5%	37.0%	0.011	0.008	0.016
	Verbrennungen	5.5%	4.2%	7.2%	0.018	0.013	0.024
	Brüche	50.8%	42.9%	60.5%	0.056	0.043	0.067
	Kopfverletzungen	4.5%	3.8%	5.4%	0.144	0.117	0.176
	Verletzungen der Wirbelsäule	1.1%	0.9%	1.3%	0.27	0.227	0.301
	Leichte Verletzungen	5.7%	4.8%	6.9%	0.008	0.004	0.014
	Andere Verletzungen	2.5%	2.1%	2.9%	0.084	0.063	0.109
Anderer Verkehrsunfall	Amputationen	35.2%	28.0%	43.0%	0.024	0.019	0.029
	Verbrennungen	7.1%	5.4%	9.4%	0.022	0.018	0.027
	Brüche	29.0%	24.4%	33.9%	0.05	0.039	0.061
	Kopfverletzungen	8.0%	6.8%	9.2%	0.147	0.117	0.178
	Verletzungen der Wirbelsäule	2.7%	2.3%	3.2%	0.266	0.213	0.299
	Leichte Verletzungen	11.8%	9.6%	14.1%	0.009	0.005	0.014



	Andere Verletzungen	6.1%	5.4%	7.0%	0.071	0.055	0.086
--	---------------------	------	------	------	-------	-------	-------

## 6. Stochastische Simulation: Konvergenzdiagnostik

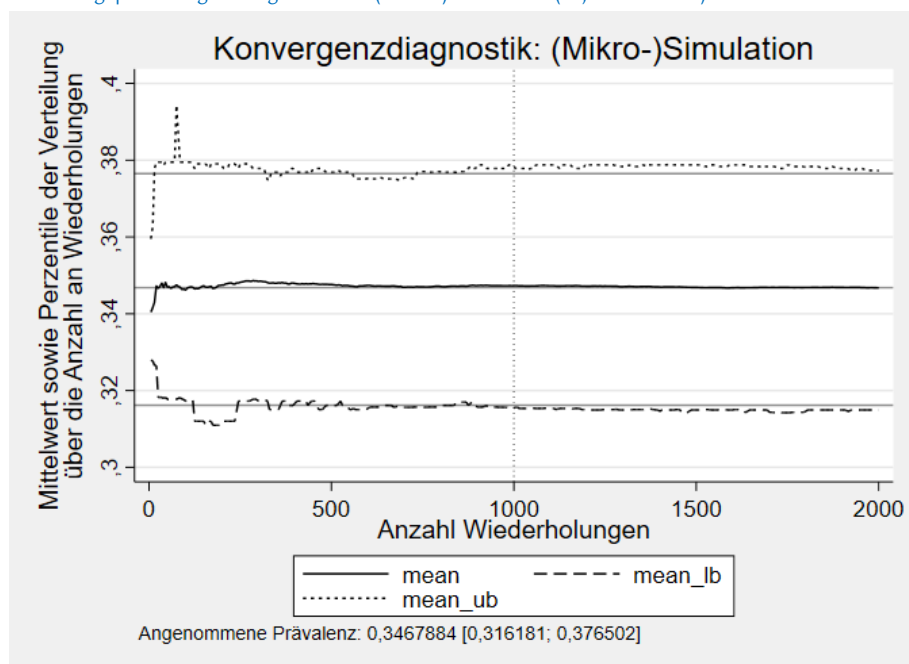
Zur Bestimmung der 95%-Unsicherheitsintervalle (UI) für YLD und DALY wurde eine stochastische Simulation angewendet, welche bei der Berechnung der adjustierten YLD zusätzlich eine Mikrosimulation einschließt (siehe Abschnitt 2 und 3). Im Folgenden wird darauf eingegangen, inwiefern und ab welcher Anzahl an Wiederholungen die (Mikro-)Simulation ihr Ziel erreicht, eine hinreichend gute Replikation der Verteilungen aller Input-Variablen zu erzeugen (Prävalenzen, Inzidenzen, Schweregradverteilungen, Disability weights und Dauern). Denn bei der Berechnung der Zielgrößen (YLD, DALY) werden alle Input-Variablen als Zufallsvariablen mit gegebenem Mittelwert und einer gegebenen Streuung betrachtet (berechnet über das untere und obere 95 %-Konfidenz- bzw. Unsicherheitsintervall). 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 dar (Mikrosimulation).

Hierzu wurde das Verfahren für eine nicht näher definierte Erkrankung mit einer Prävalenz von 0,3468 [95%-UI: 0,3161-0,3765] exemplarisch 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 Erkrankungsindikator (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 und oberen Bandes (2,5 Perzentil bzw. 97,5 Perzentil der Verteilung).

In Abbildung 4 sind die Ergebnisse der Konvergenzdiagnostik dargestellt. Zu sehen ist die Entwicklung des Mittelwerts, des unteren und oberen Bandes mit steigender Anzahl an Wiederholungen. Die grauen horizontalen Linien deuten dabei die Ausgangswerte an. 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 eine Anzahl von 1.000 Wiederholungen (vertikale graue Punktlinie) 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 unter der projektspezifischen Hard- und Softwareausstattung beispielsweise ca. 21-24 Tage in Anspruch für eine Matrix von 19 Erkrankungen und Verletzungen auf Ebene 3. 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.

Abbildung 4: Konvergenzdiagnostik zur (Mikro-)Simulation (adjustierte YLD)



Quelle: BURDEN 2020, eigene Berechnungen

## 7. Ergebnisse der MUMO-Adjustierung: Vergleich nicht-adjustierte und adjustierte YLD

Im Zuge der Berechnung der YLD ist eine Korrektur für Multimorbidität nötig (zum Verfahren siehe Abschnitt 3). Dies geschieht unter der zentralen Annahme, dass jede Person, unabhängig von ihrer Anzahl an Krankheitslastursachen, maximal ein Jahr mit gesundheitlichen Einschränkungen verbringen kann. Anders gesagt: der individuelle YLD darf den Wert 1 nicht überschreiten, sondern sich lediglich dazu annähern [29]. 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.

Die Disability weights (Gewichte) spiegeln die Wertigkeit der Beeinträchtigung durch einen Gesundheitszustand auf einer Skala von 0 (keine Beeinträchtigung) bis kleiner 1 (1 wäre gleichbedeutend mit dem Tod) wieder [2]. Würde eine einfache Addition der Gewichte 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 Verlust an Lebensjahren für dieses Jahr zu verzeichnen hätte, der mehr als einem Lebensjahr durch Versterben entspricht. Um solche unplausiblen Konstellationen zu korrigieren, erfolgt die Adjustierung für Multimorbidität (MUMO) unter multiplikativer statt additiver Korrektur der Gewichte.

Im Detail erfolgt die Korrektur der Gewichte (bzw. individuelle YLD) proportional zur Höhe des jeweiligen Einzelgewichts. Somit ist die Adjustierung des individuellen YLD bei jenen Erkrankungen höher, bei denen eine höhere Beeinträchtigung angenommen wird oder die in der Bevölkerung sehr häufig sind. In Tabelle 7 werden die adjustierten und die nicht adjustierten YLD gegenübergestellt, wobei sich in allen Fällen eine Reduktion der YLD zeigt. Während die YLD bei Alzheimer- und andere Demenzerkrankungen mit 5,6 %, hypertensive Herzkrankheit mit 4,7 % und Prostatakrebs mit 4,6 % am stärksten korrigiert werden, fällt die MUMO-Adjustierung bei den Unteren Atemwegsinfektionen mit 0,6 % am geringsten aus. Die Frage, ob die Annahme einer proportionalen Adjustierung zutreffend ist, bleibt zunächst unbeantwortet.

Tabelle 7: Gegenüberstellung der adjustierten zu den nicht-adjustierten YLD auf Ebene 3 der Krankheitslastursachen (insgesamt, beide Geschlechter)

Krankheitslastursache (Ebene 3)	$YLD_{unadjustiert}$	$YLD_{adjustiert}$	Reduktion (in %)
Koronare Herzkrankheit	212.080,9	202.781,5	-4,4%
Unterer Rückenschmerz	1.485.972,0	1.434.132,0	-3,5%
Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	35.045,9	33.464,0	-4,5%
Schlaganfall	106.608,7	102.268,8	-4,1%
Chronische obstruktive	311.586,8	301.819,1	-3,1%
Alzheimer- und andere	249.555,4	235.566,2	-5,6%
Diabetes mellitus	541.972,2	526.822,9	-2,8%
Kopfschmerzerkrankungen	878.128,4	853.028,3	-2,9%
Nackenschmerz	486.411,4	473.412,9	-2,7%
Depressive Störungen	478.367,4	469.767,3	-1,8%
Kolon- und Rektumkrebs	62.269,5	59.502,2	-4,4%
Angststörungen	510.356,2	500.130,3	-2,0%
Brustkrebs	105.120,2	101.444,9	-3,5%
Alkoholbezogene Störungen	215.066,2	208.714,8	-3,0%
Straßenverkehrsunfälle	65.375,6	64.581,3	-1,2%
Untere Atemwegsinfektionen	13.117,3	13.041,5	-0,6%
Prostatakrebs	73.377,0	69.976,4	-4,6%
Hypertensive Herzkrankheit	77.827,6	74.197,5	-4,7%

Quelle: BURDEN 2020, eigene Zusammenstellung

## 8. Sensitivitätsanalyse: Erkrankungsauern

Im Zuge der Definition und Schätzung einzelner Input-Variablen zur Berechnung der YLD werden an mehreren Stellen Annahmen getroffen, insbesondere zu Erkrankungsauern. In dieser Sensitivitätsanalyse werden Ergebnisse der  $YLD$ -Berechnungen gegenübergestellt, die sich auf unterschiedliche statistische Lagemaße hinsichtlich der Erkrankungsauern beziehen. In allen betrachteten Fällen ist die Verteilung der Erkrankungsauern durch einen meist kleinen Anteil an Betroffenen mit sehr hohen Werten (Ausreißer) rechtsschief bzw. linkssteil. Somit ist der Mittelwert größer als der Median. Die Frage der Sensitivitätsanalyse war, ob und wie hoch die Nutzung des Medians im Vergleich zum Mittelwert die Ergebnisse zu den YLD beeinflusst. Erkrankungsauern wurden für die Krankheitslastursachen Unterer Rückenschmerz, Nackenschmerz, Kopfschmerzerkrankungen sowie die majoren Depressionen unter der Nutzung von Befragungsdaten geschätzt.

In Tabelle 8 werden die Ergebnisse zu den YLD auf Basis der Mittelwerte ( $YLD_{mean}$ ) mit jenen auf Basis des Medians ( $YLD_{median}$ ) gegenübergestellt. Zum einen wird deutlich, dass die oben genannten Krankheitslastursachen bei der Berücksichtigung des Medians deutlich an Krankheitslast verlieren. Während die majoren Depressionen als Teil der depressiven Störungen mit 57,9 % am deutlichsten an YLD verlieren, gehen die YLD beim unteren Rückenschmerz lediglich um 33,7 % zurück. Zum anderen steigen in der Regel die YLD bei den anderen Krankheitslastursachen, was an dem proportionalen Verfahren der MUMO-Adjustierung liegt. Zusammengefasst lässt sich erkennen, dass die Berechnung der YLD höchst sensitiv auf eine Veränderung der Annahmen hinsichtlich der Erkrankungsauern reagiert. Im Zuge des Projektes wurden letztlich die Mittelwerte bei den Erkrankungsauern verwendet, da in der Regel Aussagen über die durchschnittliche Last durch eine Erkrankung getroffen werden möchten. Außerdem lagen die Werte unter Verwendung des Mittelwerts näher an den Ergebnissen der GBD-Studie, wenn diese trotz deutlicher methodischer Unterschiede als Referenzwerte herangezogen werden.

Tabelle 8: Gegenüberstellung der YLD auf Basis der Mittelwerte bei den Erkrankungsdauern im Vergleich zu den YLD auf Basis des Medians auf Ebene 3 der Krankheitslastursachen (insgesamt, beide Geschlechter)

Krankheitslastursache (Ebene 3)	<i>YLD<sub>mean</sub></i>	<i>YLD<sub>median</sub></i>	Veränderung (in %)
Koronare Herzkrankheit	202.781,5	203.772,3	0,5%
Unterer Rückenschmerz	1.434.132,0	950.290,0	-33,7%
Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs	33.464,0	33.632,0	0,5%
Schlaganfall	102.268,8	102.826,5	0,5%
Chronische obstruktive	301.819,1	303.154,3	0,4%
Alzheimer- und andere	235.566,2	237.238,6	0,7%
Diabetes mellitus	526.822,9	528.728,1	0,4%
Kopfschmerzerkrankungen	853.028,3	415.294,2	-51,3%
Nackenschmerz	473.412,9	218.443,5	-53,9%
Depressive Störungen	469.767,3	197.901,0	-57,9%
Kolon- und Rektumkrebs	59.502,2	59.826,7	0,5%
Angststörungen	500.130,3	501.167,0	0,2%
Brustkrebs	101.444,9	101.844,0	0,4%
Alkoholbezogene Störungen	208.714,8	210.594,9	0,9%
Straßenverkehrsunfälle	64.581,3	64.403,4	-0,3%
Untere Atemwegsinfektionen	13.041,5	13.050,5	0,1%
Prostatakrebs	69.976,4	70.628,7	0,9%
Hypertensive Herzkrankheit	74.197,5	74.293,1	0,1%

Quelle: BURDEN 2020, eigene Zusammenstellung

## Danksagung

Wir danken Frau Anna Kast (WIdO) für ihre Tätigkeiten im Bereich Informatik und Datenbankmanagement sowie bei der Hochrechnung. Des Weiteren danken wir Frau Dr. med. Nina Buttman-Schweiger (RKI) für ihre Beratung bei der Operationalisierung der Krebserkrankungen in Sekundärdaten sowie für ihre wertvollen Anmerkungen zum Artikel. Wir danken unserem wissenschaftlichen Beirat für die methodische Beratungen zur Berechnung der Krankheitslast.

## Förderhinweis

Die Studie „BURDEN 2020 – Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen“ wurde gefördert aus Mitteln des Innovationsfonds beim Gemeinsamen Bundesausschuss (Förderkennzeichen: 01VSF17007). Darüber hinaus wurde BURDEN 2020 durch Mitarbeitende unterstützt, die dem Projekt "Aufbau einer nationalen Mental Health Surveillance am RKI", welches vom Bundesministerium für Gesundheit (Förderkennzeichen: ZMI5-2519FSB402) gefördert wird, zugeordnet sind.

## Literaturverzeichnis

1. Porst M, von der Lippe E, Leddin J, et al.: Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen - Ergebnisse zu den disability-adjusted life years (DALY) aus der Studie BURDEN 2020. Deutsches Aerzteblatt International (eingereicht) 2022.
2. 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.
3. Breitzkreuz J, Schüssel K, Brückner G, Schröder H: Krankheitslastbestimmung mit Prävalenzen und Schweregraden auf Routinedatenbasis. *G+G Wissenschaft (GGW)* 2021; 21: 24-34.
4. Breitzkreuz 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Wengler A, Rommel A, Plaß D, et al.: Verlorene Lebensjahre durch Tod. *Dtsch Arztebl International* 2021; 118: 137-44.
11. FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Todesursachenstatistik 2017: DOI: 10.21242/23211.2017.00.00.1.1.0.
12. 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).
13. Statistisches Bundesamt: Sterbetafeln 2016/2018, nach Bundesländern, Durchschnittliche Lebenserwartung (Periodensterbetafel) <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online> (last accessed on 04.05.2020).
14. Müller-Gronbach T, Novak E, Ritter K: Monte Carlo-Algorithmen. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2012.
15. Ditzen J: SIMULATE2: Stata module enhancing and parallelising simulate <https://EconPapers.repec.org/RePEc:boc:bocode:s458703> (last accessed on 21.01.22 2022).
16. 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.
17. Breitzkreuz 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.
18. Angrist JD, Pischke J-S: *Mostly harmless econometrics*: Princeton university press; 2008.
19. Carsey TM, Harden JJ: *Monte Carlo Simulation and Resampling Methods for Social Science*: SAGE Publications; 2013.
20. Limpert E, Stahel WA, Abbt M: *Log-normal distributions across the sciences: keys and clues*. *BioScience* 2001; 51: 341-52.
21. Angrist JD, Pischke J-S: *Mastering'metrics: The path from cause to effect*: Princeton university press; 2014.
22. 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.

23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. Catala-Lopez F, Alonso-Arroyo A, Page MJ, Hutton B, Tabares-Seisdedos R, Alexandre-Benavent R: Mapping of global scientific research in comorbidity and multimorbidity: A cross-sectional analysis. *PloS one* 2018; 13: e0189091.
28. 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.
29. 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.
30. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME): Global Health Data Exchange. GBD Results Tool <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool> (last accessed on 21.01.2022).
31. Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2017 (GBD 2017): Cause, REI, and Location Hierarchies. Seattle, United States of America. In: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), (ed.) 2018.
32. 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.
33. 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.
34. 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.
35. 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.
36. 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.
37. 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.
38. Jacobi F, Höfler M, Strehle J, et al.: Psychische Störungen in der Allgemeinbevölkerung. *Der Nervenarzt* 2014; 85: 77-87.
39. 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.
40. Wittchen H-U, Jacobi F: Angststörungen. In: Koch-Institut R, (ed.): *Gesundheitsberichterstattung des Bundes*. Berlin 2004.
41. American Psychiatric Association: *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. Fifth Edition ed. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing; 2013.
42. Malina A, Steinwede A, Aust F, Kleudgen M: *Epidemiologischer Suchtsurvey* 2018. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH 2018.
43. Pabst A, Kraus L, Matos EGd, Piontek D: Substanzkonsum und substanzbezogene Störungen in Deutschland im Jahr 2012. *Sucht* 2013; 59: 321-31.
44. 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.
45. Statistisches Bundesamt (Destatis): *Verkehrsunfälle* 2017. Fachserie 8 Reihe 7. Wiesbaden 2018.
46. Lange C, Jentsch F, Allen J, et al.: Data Resource Profile: German Health Update (GEDA)-the health interview survey for adults in Germany. *Int J Epidemiol* 2015; 44: 442-50.
47. Hoffmann R, Lange M, Butschalowsky H, et al.: KiGGS Wave 2 cross-sectional study – participant acquisition, response rates and representativeness. *Journal of Health Monitoring* 2018; 3: 78--91.





## Impressum

Methodenbericht zur Quantifizierung der Years lived with disability (YLD) im Projekt BURDEN 2020 –  
Genese von Krankheitshäufigkeiten, Schweregraden, Dauern und Disability weights sowie  
Sensitivitätsanalysen  
Robert Koch-Institut, 2022

### Herausgeber

Robert Koch-Institut  
Nordufer 20  
13353 Berlin

Internet: [www.rki.de](http://www.rki.de)  
E-Mail: [zentrale@rki.de](mailto:zentrale@rki.de)  
Twitter: [@rki\\_de](https://twitter.com/rki_de)

### Redaktion

Dr. Aline Anton

### Autoren

Michael Porst  
Janko Leddin  
Dr. Alexander Rommel  
Dr. Katrin Schüssel, Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO)  
Dr. Dietrich Plaß, Umweltbundesamt (UBA)  
Heike Gruhl, keine Affiliation  
Dr. Aline Anton  
Dr. Elena von der Lippe

### Titelfoto

Logo des Projektes BURDEN 2020, Robert Koch-Institut

### Bezugsquelle

Der Bericht ist online abrufbar: <https://www.daly.rki.de/publications>.

### Vorgeschlagene Zitierweise

Porst M, Leddin J, Rommel A, Schüssel K, Plaß D, Gruhl H, Anton A, von der Lippe E (2022) Methodenbericht zur Quantifizierung der years lived with disability (YLD) im Projekt BURDEN 2020 – Genese von Krankheitshäufigkeiten, Schweregrade, Dauern und Disability weights sowie Sensitivitätsanalysen. Robert Koch-Institut, Berlin.

DOI: 10.25646/10022 (1. Version)



Das Robert Koch-Institut ist ein Bundesinstitut im  
Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Gesundheit

