

Umweltforschungsplan
des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

FG II 1.6 Expositionsschätzung, gesundheitsbezogene Indikatoren

FKZ 3711 62 2413 (UFOPLAN)

**Das Environmental Burden of Disease (EBD)-Konzept und
Gesundheitskostenanalysen als Instrumente zur Prioritätensetzung im
gesundheitsbezogenen Umweltschutz (Gesundheitsökonomie und
Environmental Burden of Disease im Umwelt-Schutz, GEniUS)**

von

Claudia Hornberg, Nadine Steckling, Myriam Tobollik, Hanna Mertes, Myriam Gerullis, Thomas Claßen
Universität Bielefeld, Fakultät für Gesundheitswissenschaften, Arbeitsgruppe 7 - Umwelt und Gesundheit,
Universitätsstraße 25, 33615 Bielefeld

und

Zita Schillmöller, Johann Popp, Gunnar Paetzelt, Joana Roos-Bugiel
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg), Fakultät Life Sciences, Forschungsschwerpunkt
Public Health, Berliner Tor 5, 20099 Hamburg

IM AUFTRAG
DES UMWELTBUNDESAMTES

Mai 2014

Berichtskennblatt

Berichtsnummer	UBA-FB 00
Titel des Berichts	Das Environmental Burden of Disease (EBD)-Konzept und Gesundheitskostenanalysen als Instrumente zur Prioritätensetzung im gesundheitsbezogenen Umweltschutz (Gesundheitsökonomie und Environmental Burden of Disease im Umwelt-Schutz, GEniUS)
Autor(en) (Name, Vorname)	Hornberg, Claudia; Steckling, Nadine; Tobollik, Myriam; Mertes, Hanna; Gerullis, Myriam; Claßen, Thomas; Schillmöller, Zita; Popp, Johann; Paetzelt, Gunnar; Roos-Bugiel, Joana
Durchführende Institution (Name, Anschrift)	Universität Bielefeld Fakultät für Gesundheitswissenschaften Arbeitsgruppe 7 - Umwelt und Gesundheit Universitätsstraße 25 33615 Bielefeld
Fördernde Institution	Umweltbundesamt Postfach 14 06 06813 Dessau-Roßlau
Abschlussjahr	2014
Forschungskennzahl (FKZ)	FKZ 371162 2413
Seitenzahl des Berichts	233
Zusätzliche Angaben	
Schlagwörter	Environmental Burden of Disease, Disability-Adjusted Life Years, Krankheitskosten-Analysen, Kosten-Nutzen-Analysen

Report Cover Sheet

Report No.	UBA-FB 00
Report Title	The concept of environmental burden of disease (EBD) and health cost analyses as tools for setting priorities in public health-related environmental protection (Health economy and environmental burden of disease in environmental protection, GEniUS)
Author(s) (Family Name, First Name)	Hornberg, Claudia; Steckling, Nadine; Tobollik, Myriam; Mertes, Hanna; Gerullis, Myriam; Claßen, Thomas; Schillmöller, Zita; Popp, Johann; Paetzelt, Gunnar; Roos-Bugiel, Joana
Performing Organisation (Name, Address)	Bielefeld University School of Public Health Department Environment & Health Universitätsstraße 25 33615 Bielefeld
Funding Agency	Umweltbundesamt Postfach 14 06 06813 Dessau-Roßlau
Report Date (Year)	2014
Project No. (FKZ)	<u>FKZ 371162 2413</u>
No. of Pages	233
Supplementary Notes	
Keywords	Environmental Burden of Disease, Disability-Adjusted Life Years, Cost-of-Illness Analyses, Cost-Benefit-Analyses

Kurzbeschreibung

Im GEniUS-Vorhaben (Gesundheitsökonomie und **E**nvironmental Burden of Disease im **U**mwelt-**S**chutz) wurde eine Informationsdatenbank erstellt, in der aktuelle relevante nationale und internationale wissenschaftliche Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten (EBD) und -kosten hinterlegt sind. Das Ziel besteht darin, Argumentationshilfen für umweltpolitische Maßnahmen bereitzustellen. Die Projektziele wurden anhand von fünf Arbeitspaketen (AP) verfolgt: AP1: Recherche von Environmental Burden of Disease-Studien, AP2: Recherche von Studien zu Krankheitskosten durch Umweltbelastungen, AP3: Bewertung der recherchierten Studien, AP4: Erstellung einer Informationsmatrix und AP5: Durchführung einer Defizitanalyse. Zusätzlich wurde eine umfassende Liste von Umweltstressoren, die aus der Sicht des Themenfeldes Umwelt und Gesundheit für Deutschland relevant sind, erstellt. Diese umfasst 40 biologische, chemische und physikalische Stressoren. Basierend auf dieser Liste wurde die Literaturrecherche durchgeführt. Anhand von zuvor festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien wurden 42 Environmental Burden of Disease- und 44 Krankheitskosten-Studien in das Projekt aufgenommen. Diese Artikel wurden in eine Informationsmatrix übertragen und anhand eines eigens entwickelten Kriterienkatalogs hinsichtlich der Studienqualität und der Übertragbarkeit auf die gegenwärtigen Rahmenbedingungen in Deutschland bewertet. Mit dieser Zusammenstellung und Bewertung liefert das Projekt eine umfassende Datenbasis mit dem Fokus auf zwei Sichtweisen im Rahmen von „Umwelt und Gesundheit“: Die umweltbedingten Krankheitslasten werden den durch sie verursachten Kosten gegenübergestellt und können somit für die Erarbeitung und Priorisierung umweltpolitischer Interventionen herangezogen werden. Hierbei sollten einerseits die Limitationen der Studien, aber auch die ethischen Kritikpunkte der EBD- und der Kostenstudien beachtet werden, die ebenfalls in der Informationsmatrix enthalten sind.

Abstract

Within the GEniUS project (Public health economics and the environmental burden of disease in environmental protection) a database was developed which contains current German and international scientific articles with respect to environmental burden of disease (EBD) and studies on costs-of-illness due to environmental risk factors with the aim to support political decision-making processes in the field of health-related environmental protection. The project was performed in five work packages (WP). WP1: systematic literature search considering studies on the environmental burden of disease; WP2: systematic literature search considering studies on costs-of-illness due to environmental risk factors; WP3: assessment of the studies included in the review; WP4: set up of an information matrix; and WP5: analysis of research requirements. Furthermore, a comprehensive list of environmental stressors relevant for Germany from the environmental and health perspective was generated. This list contains 40 biological, chemical and physical stressors. Based on this list, a systematic assessment of current scientific literature was done. Using predefined inclusion and exclusion criteria, 42 studies on the environmental burden of disease and 44 cost-of-illness studies were identified. These studies were included in the information matrix and evaluated using the criteria concerning study quality and applicability of the results to current conditions in Germany. With the information matrix and the assessment of the papers, the project provides a comprehensive database with focus on two environment and health perspectives: Conjoint consideration of costs-of-illness and the environmental burden of disease can be used for developing and prioritising environmental interventions. Here, the limitations of the studies and the ethical criticisms of the EBD and cost-of-illness studies should be noted, which are also included in the information matrix.

Danksagung

Ein besonderer Dank sei an dieser Stelle allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern des GEniUS-Fachgesprächs am 07. November 2013 im BMUB in Bonn ausgesprochen. Das fachliche und persönliche Engagement und die Dialogbereitschaft der Expertinnen und Experten, die im Verlauf des Projektes und insbesondere während des Fachgesprächs ihr Fachwissen aktiv eingebracht haben, sind eine wichtige Basis des vorliegenden Projektberichtes. Sie alle haben durch ihre fundierte und auch kritische Fachexpertise maßgeblich zum Gelingen der Veranstaltung und des gesamten Projektes beigetragen.

Interessenkonflikte -

Die Autorinnen und Autoren erklären, dass keine Interessenskonflikte vorliegen. -

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	10 -
Tabellenverzeichnis.....	12 -
Abkürzungsverzeichnis.....	14 -
1 Zusammenfassung	17 -
2 Summary.....	30 -
3 Einleitung.....	41 -
3.1 - Projekthintergrund.....	41 -
3.1.1 Projektziele.....	41 -
3.1.2 Arbeitspakete	42 -
3.2 - Inhaltlicher Hintergrund	44 -
3.2.1 Einführung in das Konzept der umweltbedingten Krankheitslast	44 -
3.2.2 Einführung in gesundheitsökonomische Studien	48 -
4 Methodisches Vorgehen.....	56 -
4.1 - Vorbereitung der Literaturrecherche – Eingrenzung der betrachteten - Umweltstressoren	56 -
4.2 - Literaturrecherche.....	59 -
4.2.1 Strategie der Literaturrecherche zu umweltbedingten Krankheitslasten	59 -
4.2.2 Strategie der Literaturrecherche zu umweltbedingten Krankheitskosten.....	61 -
4.3 - Erstellung des Kriterienkatalogs zur Studienbewertung	64 -
4.3.1 Aufbau, Umfang und Verwendung des Kriterienkatalogs.....	66 -
4.3.2 Das Bewertungssystem.....	66 -
4.3.3 Absprachen, Bewertungs- und Eingaberegeln.....	67 -
4.3.4 Begriffsbestimmungen.....	69 -
4.4 - Entwicklung der datenbankgestützten Informationsmatrix.....	70 -
4.4.1 Aufbau, Inhalt und Besonderheiten der Eingabemaske.....	71 -
4.4.2 Regeln und Hinweise für die Eingabe in die GEniUS-Datenbank	73 -
Verhoef L, Koopmans M, Van Pelt W, Duizer E, Haagsma J, Werber D, Van Asten L, - Havelaar A. (2012): The estimated disease burdens of norovirus in The - Netherlands. Epidemiol Infect. 2012 May 17:1-11. [Corrigendum: Epidemiol Infect. - 2012 Nov 15:1].....	76 -
4.4.3 Aufbau, Inhalt und Besonderheiten des Ausgabeberichts	80 -
4.5 - Strategie der Defizitanalyse.....	82 -
4.6 Vorbereitung und Zielsetzung des GEniUS-Fachgesprächs	82 -
5 Ergebnisse	84 -

5.1 - Einbezogene Umweltstressoren	84 -
5.1.1 Kriterien zum Ein- und Ausschluss von Stressoren und Studien	84 -
5.1.2 Eingrenzung der betrachteten Umweltstressoren.....	86 -
5.2 - Ergebnis der Literaturrecherche.....	89 -
5.2.1 Ergebnis der Literaturrecherche zu umweltbedingten Krankheitslasten	89 -
5.2.2 Ergebnis der Literaturrecherche zu umweltbedingten Krankheitskosten	94 -
5.3 - Kriterienkatalog.....	97 -
5.4 - Informationsmatrix	107 -
5.4.1 Eingabeformular.....	107 -
5.4.2 Berichtsmodul.....	113 -
5.5 - Defizitanalyse	115 -
5.6 - Protokoll des GEniUS-Fachgesprächs.....	158 -
5.7 Zusammenführung der Ergebnisse	166 -
6 Diskussion	168 -
6.1 - Methodisches Vorgehen des GEniUS-Projektes	168 -
6.1.1 Literaturrecherche von EBD-Studien.....	168 -
6.1.2 Literaturrecherche von Kostenstudien	171 -
6.1.3 Kriterienkatalog.....	172 -
6.1.4 Informationsmatrix.....	175 -
6.1.5 Defizitanalyse.....	176 -
6.1.6 Das GEniUS-Fachgespräch	177 -
6.1.7 Zusammenführung von Krankheitslasten und -kosten	179 -
6.2 - Nutzen des GEniUS-Projektes für die gesundheitsbezogene Umweltpolitik in - Deutschland.....	182 -
6.3 - Einordnung des GEniUS-Projektes in das wissenschaftliche Umfeld.....	183 -
6.4 - Ableitung von Handlungsempfehlungen und Identifikation von - Forschungsbedarfen	185 -
7 Zusammenfassung und Ausblick	188 -
8 Quellenverzeichnis.....	191 -
9 Anhang.....	212 -
9.1 - Anhang zu Kapitel 5.3 - Kriterienkatalog.....	212 -
9.1.1 Anhang des Kriterienkatalogs 1	212 -
9.1.2 Anhang des Kriterienkatalogs 2.....	213 -
9.1.3 Anhang des Kriterienkatalogs 3 -	214 -
9.1.4 Anhang des Kriterienkatalogs 4.....	216 -

9.1.5	Anhang des Kriterienkatalogs 5	217 -
9.1.6	Anhang des Kriterienkatalogs 6	218 -
9.1.7	Anhang des Kriterienkatalogs 7	219 -
9.2	Anhang zu Kapitel 5.4 – Informationsmatrix	220 -
9.2.1	Navigation in der Informationsmatrix	220 -
9.2.2	Erweiterung von Drop-Down Menüs in der Informationsmatrix.....	221 -
9.2.3	Zusammenführung zweier Datenbanken	222 -
9.2.4	Installation der GEniUS-Datenbank.....	229 -

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verantwortlichkeiten des Konsortiums bezüglich der Arbeitspakete	42 -
Abbildung 2: Komponenten zur Berechnung des Summenmaßes Disability-Adjusted - Life Year (DALY).....	46 -
Abbildung 3: Formel zu Berechnung der Impact Fraction.....	47 -
Abbildung 4: Bestimmung des durchschnittlichen Produktivitätsverlusts.....	50 -
Abbildung 5: Unterschiedliche Quantifizierungen innerhalb einer Veröffentlichung.....	72 -
Abbildung 6: Kriterienkatalog zur Bewertung von Studien zu umweltbedingten - Krankheitslasten und -kosten.....	106 -
Abbildung 7: Aufbau der Datenbank - Angaben zur Studieneingabe	108 -
Abbildung 8: Aufbau der Datenbank – Darstellung allgemeiner - Studieninformationen.....	108 -
Abbildung 9: Aufbau der Datenbank - Quantifizierungsart und geographischer - Bezugsraum	109 -
Abbildung 10: Aufbau der Datenbank – Darstellung des untersuchten Stressors.....	109 -
Abbildung 11: Aufbau der Datenbank – Darstellung des quantifizierten Outcomes.....	110 -
Abbildung 12: Aufbau der Datenbank – Darstellung der Ergebnisse	110 -
Abbildung 13: Aufbau der Datenbank - Darstellung der stressorspezifischen - Limitationen.....	111 -
Abbildung 14: Aufbau des Datenbankausgabemoduls	113 -
Abbildung 15: Suchformular des Berichtsmoduls.....	114 -
Abbildung 16: Formular mit der Liste aller erfassten Studien zur Erstellung eines - Zitationsberichts.....	114 -
Abbildung 17: Umschaltung zwischen Seiten- und Berichtsansicht.....	115 -
Abbildung 18: Lebenskostenadjustierte durchschnittliche Ausgaben für einen - Krankenhausaufenthalt in verschiedenen OECD-Ländern, 2009	155 -
Abbildung 19: Häufigkeit von Knie- und Hüftersatzoperationen in verschiedenen - OECD-Ländern, 2009.....	155 -
Abbildung 20: Anhang des Kriterienkatalogs 1 - Bevölkerungspyramide von - Deutschland, 2010.....	212 -
Abbildung 21: Anhang des Kriterienkatalogs 2 - Darstellung idealtypischer - Bevölkerungspyramiden Hintergrundwissen für den Ländervergleich im GEniUS-Projekt.....	213 -
Abbildung 22: Anhang des Kriterienkatalogs 3 - Informationen zur Interpretation - von Bevölkerungspyramiden	215 -
Abbildung 23: Anhang des Kriterienkatalogs 4 - WHO Country Health Profile, - markiert für Deutschland.....	216 -
Abbildung 24: Anhang des Kriterienkatalogs 5 - Länderentwicklungsstatus.....	217 -

Abbildung 25: Anhang des Kriterienkatalogs 6 - Einteilung der WHO Regionen nach Kontinent und Mortalitätsstrata.....	218 -
Abbildung 26: Anhang des Kriterienkatalogs 7 - In der GBD 2010 Studie geschätzte - Gesamtkrankheitslast (in DALYs pro 100.000) für die gesamte Bevölkerung des Jahres 2010 und alle Erkrankungen nach Land, markiert für Deutschland.....	219 -
Abbildung 27: Navigationsleiste der Datenbank zur Eingabe weiterer Datensätze am - unteren Ende des Gesamtformulars	220 -
Abbildung 28: Navigationsleiste der Datenbank zur Eingabe weiterer Datensätze im - Reiter "Start"	220 -
Abbildung 29: Informationsfeld bei Erweiterung von Drop-Down Menüs.....	221 -
Abbildung 30: Beispiel einer Tabelle zur Erweiterung eines Drop-Down Menüs.....	221 -
Abbildung 31: Access – Erster Schritt zum Zusammenfügen zweier Datenbanken.....	222 -
Abbildung 32: Access - Fenster „Externe Dateien“ - Access-Datenbank	222 -
Abbildung 33: Access - Übertragen der Tabellen in die Zieldatei	223 -
Abbildung 34: Access – Erster Schritt zum Importieren der Tabellen der Quell- in die - Zieldatei.....	223 -
Abbildung 35: Access - Anzeigen der Tabellen der Ziel- und Quelldatei.....	224 -
Abbildung 36: Access - Das Symbol "Anfügen"	225 -
Abbildung 37: Access - Anfügen der Tabelle der Quell- an die Tabelle der Zieldatei I	225 -
Abbildung 38: Access - Anfügen der Tabelle der Quell- an die Tabelle der Zeildatei II	226 -
Abbildung 39: Access - Das Symbol "Ausführen"	227 -
Abbildung 40: Access - Fenster zur Bestätigung der Anfügung der Datensätze der - Quell- an die Zieldatei	227 -
Abbildung 41: Access - Übernommene Datensätze der Quell- in der Zieldatei	228 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste relevanter Stressoren	20 -
Tabelle 2: In der GEniUS-Datenbank enthaltene Krankheitslasten und -kostenstudien.....	23 -
Table 3: Relevant stressors	33 -
Table 4: Papers contained in the GEniUS-database.....	36 -
Tabelle 5: Systematik gesundheitsökonomischer Evaluationen.....	49 -
Tabelle 6: Komponenten gesundheitsökonomischer Evaluationen und deren - Verwendung (bevorzugte Evaluationsmethoden – rot).....	54 -
Tabelle 7: Berücksichtigte Quellen zur Eingrenzung der Liste relevanter Stressoren.....	57 -
Tabelle 8: Beispiel zur Erklärung der verschiedenen Listen.....	58 -
Tabelle 9: Beispiel der Dokumentation der Recherche.....	60 -
Tabelle 10: Verwendete Begriffe für Krankheitskosten bei der Suche in ‚Google - Scholar‘.....	63 -
Tabelle 11: Zu berücksichtigende Aspekte bei der Studienbewertung.....	65 -
Tabelle 12: Auflistung herangezogener Literatur für die Erstellung des - Kriterienkatalogs zur Bewertung von Studien zur umweltbedingten Krankheitslast und -kosten.....	66 -
Tabelle 13: Bewertungsskala der einzelnen Leitfragen zur Studienbewertung.....	67 -
Tabelle 14: Dokumentation der Studienbewertung	69 -
Tabelle 15: Beschreibung der Eingabefelder der Datenbank.....	76 -
Tabelle 16: Informationen im Kurzbericht.....	81 -
Tabelle 17: Expertinnen und Experten des GEniUS-Fachgesprächs.....	83 -
Tabelle 18: Liste relevanter biologischer Stressoren.....	86 -
Tabelle 19: Liste relevanter chemischer Stressoren	87 -
Tabelle 20: Liste relevanter physikalischer Stressoren.....	88 -
Tabelle 21: Liste relevanter kombinierter Stressoren	88 -
Tabelle 22: Weitere umweltbezogene Recherchebegriffe.....	89 -
Tabelle 23: Liste quantifizierter Stressoren in Krankheitslastenstudien.....	90 -
Tabelle 24: Ausgeschlossene Studien mit Begründung des Ausschlusses	93 -
Tabelle 25: Anzahl der möglichen Dokumente in der grauen Literatur – Liste der - relevanten Stressoren.....	95 -
Tabelle 26: Liste quantifizierter Stressoren in Krankheitskostenstudien	96 -
Tabelle 27: In der Datenbank enthaltene Studien.....	111 -
Tabelle 28: Anzahl an vorhandenen Studien je Stressor.....	115 -
Tabelle 29: Benötigte Daten für Berechnungen von Krankheitslasten und - Krankheitskosten.....	118 -

Tabelle 30: Nicht eindeutig nachvollziehbare Expositionsschätzungen in den Studien der Informationsmatrix.....	119 -
Tabelle 31: Stressoren mit quantifizierten Krankheitsendpunkten in den Studien zu - Krankheitslasten.....	120 -
Tabelle 32: Stressoren mit eindeutig festgelegten Krankheitsendpunkten in den - Studien zu Krankheitskosten	128 -
Tabelle 33: Stressoren, zu denen in den Studien zu Krankheitslasten in der - Informationsmatrix keine EWF angegeben wurden	131 -
Tabelle 34: Stressoren mit keinen oder nicht vollständig nachvollziehbaren EWF in - den Studien zu Krankheitskosten der Informationsmatrix.....	132 -
Tabelle 35: Limitationen genannt in den Krankheitslastenstudien	133 -
Tabelle 36: Limitationen genannt in den Krankheitskostenstudien	135 -
Tabelle 37: Geografische Räume, auf die sich die Krankheitslastenstudien, die in der - Informationsmatrix enthalten sind, beziehen.....	137 -
Tabelle 38: Zusammenstellung der Bewertung der in Krankheitslasten- und - Krankheitskostenstudien betrachteten Länder.....	139 -
Tabelle 39: Zusammenstellung der in den Krankheitslastenstudien angegebenen - Expositionsdaten (so wie in der Datenbank hinterlegt).....	140 -
Tabelle 40: Expositionsdaten für Deutschland	150 -
Tabelle 41: Geografische Räume, auf die sich die Krankheitskostenstudien, die in der - Informationsmatrix enthalten sind, beziehen.....	154 -
Tabelle 42: Mögliche Datenquellen für Deutschland	157 -
Tabelle 43 TeilnehmerInnenliste des GEniUS-Fachgespräch	158 -
Tabelle 44: Stressoren mit mindestens zehn Studienergebnissen.....	166 -
Tabelle 45: Anwendungsszenarien unter Berücksichtigung der Übertragbarkeit	167 -
Tabelle 46: Relevante Institutionen und Internetseiten für Folgerecherchen zur - Identifikation von grauer EBD-Literatur.....	169 -
Tabelle 47: Access - Abkürzungen der Primär- und Sekundärschlüssel beim - Zusammenfügen zweier Datenbanken	228 -

Abkürzungsverzeichnis

AGENS	Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten
AIHW	Australian Institute of Health and Welfare (Australisches Institut für Gesundheit und Sozialwesen)
AP	Arbeitspaket
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BIPS	Institut für Epidemiologie und Präventionsforschung GmbH
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
DAE	Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Epidemiologie
BoD	Burden of Disease (Krankheitslast)
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole
DALY	Disability-Adjusted Life Year (Durch Mortalität und Morbidität verlorene Lebensjahre)
DDT	Dichlorodiphenyltrichloroethane
DGSMP	Deutsche Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention
DW	Disability Weight (Gewichtungsfaktor für gesundheitliche Einschränkungen)
EBD	Environmental Burden of Disease (umweltbedingte Krankheitslast)
EC	European Commission (Europäische Kommission)
EEA	European Environmental Agency (Europäische Umweltagentur)
EHEN	Environmental Health Economics Network (Europäisches Netzwerk für Gesundheitsökonomie)
EWf	Expositions-Wirkungsfunktion
GBD	Global Burden of Disease (globale Krankheitslast)
GEniUS	Gesundheitsökonomie und Environmental Burden of Disease im Umweltschutz
GEP	Gute Epidemiologische Praxis
GHUP	Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin
GPS	Gute Praxis Sekundärdatenanalyse
HALE	Health-Adjusted Life Expectancy (gesunde Lebenserwartung)
HAW Hamburg	Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg
HCH	Hexachlorcyclohexan
HEAL	Health and Environment Alliance (Bündnis für Gesundheit und Umwelt)

HEIMTSA	Health and Environment Integrated Methodology and Toolbox for Scenario Assessment
HK	Hauptkriterien
ICD	International Classification of Diseases
IFA	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
IHME	Institute for Health Metrics and Evaluation
INTARESE	Integrated Assessment of Health Risks of Environmental Stressors in Europe
LF	Leitfrage
LFU.Bayern	Bayrisches Landesamt für Umwelt
LSE	School of Economics and Political Science, Department of Geography and Environment, London
LZG.NRW	Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen
MeSH	Medical Subject Heading
MS	Microsoft
MUNLV	Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
NOx	Stickstoffoxide
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OR	Odds Ratio
PAF	Population Attributable Fraction
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PBT-Stoffe	Persistente, bioakkumulierende und toxische Stoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD	Polychlorierte Dibenzop-dioxine
PCDF	Polychlorierte Dibenzofurane
PCP	Pentachlorphenol
PFC	Perfluorierte Chemikalien
PFOA	Perfluorooctansäure
PFOS	Perfluorooctansulfonsäure
PFT	Perfluorierte Tenside
PM	Particulate Matter
QALY	Quality-Adjusted Life Year
RAPID	Risk Assessment from Policy to Impact Dimension
RIVM	National Institute for Public Health and the Environment
RKI	Robert Koch-Institut

RR	Relative Risk / Realties Risiko
RTF	Rich Text Format
SMPH	Summary Measures of Population Health
THL	National Institute for Health and Welfare, Finland
UBA	Umweltbundesamt
UFOPLAN	Umweltforschungsplan
UK	Unterkriterien
U.S. EPA	United States Environmental Protection Agency
YLD	Years Lived With Disability (Jahre, die in eingeschränkter Gesundheit verlebt wurden)
YLL	Years of Life Lost due to premature death (verlorene Lebensjahre durch vorzeitiges Versterben)
VegAS	Verteilungsbasierte Analyse gesundheitlicher Auswirkungen von Umwelt-Stressoren
VITO	Flemish Institute for Technological Research
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
WTP	Willingness to Pay (Zahlungsbereitschaft)

1 Zusammenfassung

Von Januar 2012 bis Mai 2014 förderten das Umweltbundesamt (UBA) und das Bundesministerium für Umwelt und Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) im Rahmen des Umweltforschungsplans 2011 das Forschungsvorhaben „Das Environmental Burden of Disease (EBD)-Konzept und Krankheitskostenanalysen als Instrumente zur Prioritätensetzung im gesundheitsbezogenen Umweltschutz“ (Kurztitel: GEniUS). Das Projekt befasste sich mit gesundheitsbezogenen Summenmaßen, insbesondere der Maßeinheit Disability-Adjusted Life Year (DALY), sowie Krankheitskostenanalysen, da bis dato keine vollständige und kombinierte Zusammenstellung vorhandener Daten zu den beiden genannten Themenfeldern existierte. Die daraus gewonnenen Informationen können zur Prioritätensetzung im gesundheitsbezogenen Umweltschutz verwendet werden. Die Stärke einer Verschränkung von EBD-Berechnungen und monetären Betrachtungen im gesundheitsbezogenen Umweltschutz liegt in der systematischen Analyse und Bewertung verschiedener Umwelteinflüsse; einerseits hinsichtlich ihrer Bedeutung für Gesundheit und Lebensqualität der Menschen, andererseits hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen und ökonomischen Folgen und Bedeutung (vgl. u. a. Hurley et al. 2005). Auf diese Weise erhalten politische Entscheidungsträgerinnen und -träger eine weitere Argumentations-, Abwägungs- und Entscheidungsgrundlage für umwelt- und gesundheitspolitische Interventionen (Prüss-Üstün et al. 2003).

Projektziele

Übergeordnetes Ziel des Vorhabens war es, durch die Zusammenstellung von Informationen über umweltbedingte Krankheitslasten und umweltbedingte Krankheitskosten Argumentationshilfen zur Beurteilung einzelner umweltpolitischer Maßnahmen zu erarbeiten. Gleichzeitig sollte verdeutlicht werden, welche Potenziale Interventionen im Bereich des gesundheitlichen Umweltschutzes haben können.

Zu diesem Zweck wurde eine aktuelle Informationsbasis erstellt, die die verfügbaren Daten zur umweltbedingten Morbidität und Mortalität im Summenmaß DALY zusammenfasst. Die EBD-Betrachtungen wurden um eine gesundheitsökonomische Komponente ergänzt, indem Krankheitskostenstudien, die die attributablen Kosten von Umweltstressoren quantifizieren, recherchiert wurden. Darüber hinaus wurde der Frage nachgegangen, inwieweit entsprechende Schätzungen für Umweltstressoren aus anderen Ländern auf die Bevölkerung in Deutschland übertragen werden können (vgl. u. a. Hurley et al. 2005; Hänninen & Knol 2011).

Diese Ziele wurden anhand der folgenden Arbeitspakete (AP) verfolgt (in Klammern hinter den AP befindet sich jeweils die zuständige Institution).

Arbeitspaket 1: Recherche von EBD-Studien (Universität Bielefeld)

Im Rahmen des ersten Arbeitspaketes wurde eine Übersicht über aktuell verfügbare sowie laufende nationale (auch regionale) und internationale EBD-Studien oder -Programme und deren Ergebnisse erstellt. Die Recherche erfolgte anhand einer festgelegten, systematischen Recherchestrategie.

Arbeitspaket 2: Recherche von Studien zu Krankheitskosten durch Umweltbelastungen (HAW Hamburg)

Das zweite Arbeitspaket zielte auf die Erstellung einer Übersicht über aktuell verfügbare und laufende nationale (auch regionale) und internationale Studien zu Gesundheitsausgaben durch

Umweltbelastungen ab. Die Zusammenstellung erfolgte analog zu dem Vorgehen in Arbeitspaket 1 in Bezug auf die Recherche, Analyse und Dokumentation.

Arbeitspaket 3: Bewertung der recherchierten Studien (Universität Bielefeld & HAW Hamburg)

Dieses Arbeitspaket wurde in Teilleistungen aufgegliedert. Im Zentrum stand die weitgehend qualitativ angelegte Bewertung der unter AP 1 und 2 identifizierten Studien. Anhand eines eigens entwickelten Kriterienkatalogs wurden (a) die Qualität der Studien und Validität der Ergebnisse, (b) die Unsicherheiten der Studien, (c) die Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf Deutschland sowie (d) die Verwertbarkeit der Studien für die Umweltpolitik in Deutschland bewertet.

Die Bearbeitung des Arbeitspaketes erfolgte in enger Abstimmung mit dem UBA. Die Entwicklung des Kriterienkatalogs erfolgte bereits ab Beginn des Vorhabens, um Arbeitsabläufe zu optimieren.

Arbeitspaket 4: Erstellung einer Informationsmatrix (Universität Bielefeld & HAW Hamburg)

Im vierten Arbeitspaket wurde auf Grundlage der Ergebnisse aus den Arbeitspaketen 1 und 2 eine Informationsmatrix erstellt, die die von den einzelnen Umweltstressoren verursachten Krankheitslasten und Krankheitsausgaben erfasst. Die Informationsmatrix beinhaltet (a) Informationen über die betrachteten Umwelteinflüsse bzw. Umweltstressoren, (b) die mit diesen Umweltstressoren jeweils assoziierten adversen gesundheitlichen Effekte, (c) eine Skizzierung und ggf. quantifizierung der jeweiligen Zusammenhänge (angewandte EWF, attributable Anteile etc.) zwischen den Umweltstressoren und den gesundheitlichen Wirkungen, (d) die Schätzung der stressorspezifischen Krankheitslasten und (e) Krankheitskosten sowie eine Einschätzung der Unsicherheiten (sofern benannt) und Limitationen der betrachteten Studien.

Eine übersichtliche Gestaltung der Informationsmatrix wurde angestrebt, damit diese für die umweltpolitische Prioritätensetzung in der Praxis anwendbar ist. Entscheidend war, dass die Informationsmatrix in transparenter und möglichst einfach nachvollziehbarer Weise die Unsicherheiten, die Spannweite und vor allem die Einschränkungen der Ergebnisse der einzelnen Studien offenlegt, um somit möglichen Fehlinterpretationen entgegenzuwirken.

Arbeitspaket 5: Durchführung einer Defizitanalyse (Universität Bielefeld & HAW Hamburg)

Aufbauend auf den Ergebnissen der Arbeitspakete 1 bis 4 wurde abschließend in AP 5 eine Defizitanalyse hinsichtlich der recherchierten Ergebnisse der gesundheitsökonomischen und der EBD-Studien mit Blick auf die aktuellen Randbedingungen in Deutschland durchgeführt. Im Rahmen der Analyse wurde erörtert, welche Daten und Informationen im Hinblick auf eine sachgerechte Schätzung der durch den jeweils betrachteten Umweltstressor bedingten Krankheitslast bzw. der gesundheitsbezogenen Folgekosten in Deutschland **nicht** zur Verfügung stehen. Darüber hinaus wurde beschrieben und begründet, für welche weiteren, im Projekt nicht berücksichtigten Umweltstressoren Schätzungen der Krankheitslast bzw. der Krankheitskosten sinnvoll und erforderlich sein können.

Die Ergebnisse der AP werden im Folgenden skizziert. Zur Bearbeitung der Projektziele war es zunächst notwendig, eine Liste mit relevanten Umweltstressoren zu erstellen. Zu diesem Zweck wurden Ein- und Ausschlusskriterien formuliert.

Ein- und Ausschlusskriterien für Stressoren und Studien

Auf Grundlage der Recherchen und erhaltenen Suchergebnisse wurden die folgenden Regeln zum Ein- bzw. Ausschluss von Stressoren und Studien abgeleitet. Die Regeln gehen dabei vom Allgemeinen ins Spezifische.

Einschlusskriterien

- (E1) Der Begriff Umwelt ist im Rahmen von GEniUS eng gefasst (biologische, chemische, physikalische Aspekte) und bezieht sich ausdrücklich **nicht** auf eine weiter gefasste Definition (wie z. B. die soziale Umwelt).
- (E2) Als biologische Stressoren werden ausschließlich mit Feuchte und Schimmel assoziierte Stressoren einbezogen.
- (E3) Als chemische Stressoren werden Umweltschadstoffe in der (a) Außen- und Innenraumluft, im (b) Trinkwasser und in (c) Lebensmitteln berücksichtigt, wobei eine Prioritätensetzung in Absprache mit den Auftraggebern erfolgt ist.
- (E4) Als physikalische Stressoren werden ausschließlich Lärm und Radon einbezogen.
- (E5) Die Krankheitslast oder die Krankheitskosten von einem bzw. mehreren Umweltstressor(en) oder übergreifenden Stressorengruppen wurde(n) bestimmt:
 - Schätzungen gegebener Expositionssituationen (z. B. Jahr x, Land y),
 - Schätzung möglicher Gesundheitsgewinne oder Einsparungen von Kosten durch Interventionsszenarien im Vergleich zu gegebenen Expositionssituationen.
- (E6) Betrachtungen von Stressoren:
 - mit nachgewiesener adverser Wirkung auf die Gesundheit des Menschen (trotz niedriger Exponiertenzahlen),
 - mit hoher Public Health-Relevanz (hohe Exponiertenzahlen, hohes Schädigungspotenzial, hohe Kosten),
 - bei denen die Möglichkeit für politische Regulierungen besteht.
- (E7) Quantifizierung der Krankheitslasten in den identifizierten Studien durch
 - DALY,
 - YLD oder
 - YLL.
- (E8) Quantifizierung der direkten und indirekten Krankheitskosten in den identifizierten Studien durch
 - Krankheitskostenanalyse oder
 - Kosten-Nutzen-Analyse.

Ausschlusskriterien

- (A1) Schätzungen von einzelnen Quantifizierungsparametern, ohne Gesamtergebnis von umweltbedingten Krankheitslasten/Krankheitskosten.
- (A2) Vergleiche mehrerer alternativer Interventionen, ohne Einbezug von gegebenen Expositionssituationen.
- (A3) Schätzungen zu strukturellen Veränderungen in Einrichtungen des Gesundheitssystems.
- (A4) Betrachtungen von Stoffen/Substanzen
 - mit positiver/keiner oder ungeklärter gesundheitlicher Wirkung,

- ohne adverse Wirkungen für die Allgemeinbevölkerung¹,
 - mit adversen Wirkungen für Tiere, ohne humantoxikologische Relevanz.
- (A5) Studien, die sich auf die nachfolgend genannten speziellen Themengebiete (z. B. bestimmte Expositionssituationen oder Stressoren[gruppen]) beziehen, werden nicht im Rahmen von GENiUS betrachtet, sondern sollten aufgrund ihres Umfangs in Folgeprojekten betrachtet werden: Bakterien, Viren und Parasiten als biologische Stressoren, wenn diese nicht mit Feuchte und Schimmel assoziiert sind,
- arbeitsbedingte Expositionsbelastungen, die keine Relevanz für die Allgemeinbevölkerung besitzen,
 - gesundheitsschädliches Verhalten (z. B. ungesunde Ernährung, Bewegungsmangel, Aktivrauchen, Drogenkonsum, lautes Musikhören),
 - Substanzen, die für diagnostische Zwecke oder im Rahmen einer medizinischen Therapie eingesetzt werden, allerdings negative Folgen für die Gesundheit des Menschen haben können (z. B. Röntgenstrahlung),
 - Antibiotika und andere Arzneimittel im Grund- und Trinkwasser,
 - Hormone und hormonähnliche Substanzen in Fließgewässern und Kläranlagen,
 - Nanomaterialien,
 - Stressoren, die in Deutschland nicht oder selten vorkommen (z. B. reiseassoziierte Erkrankungen wie Malaria),
 - Stressoren, die in Deutschland nicht zugelassen sind² (z. B. bestimmte Insektizide),
 - Klimawandel (als unspezifische Exposition),
 - Extremsituationen (nukleare Unfälle, witterungsbedingte Naturkatastrophen etc.),
 - Unfälle oder Belastungen durch Gewalttaten (Fremdeinwirkungen, Suizid(-absichten)).

Eingrenzung der betrachteten Umweltstressoren

Die folgende Tabelle 1 führt die biologischen, chemischen und physikalischen Stressoren sowie Stressorengruppen (grau hinterlegt) auf, die durch die zuvor beschriebenen Kriterien identifiziert und – nach Abstimmung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmern – in das GENiUS-Projekt aufgenommen wurden. Neben den eingeschlossenen Stressoren (a), die auch als Recherchebegriffe fungieren, wurden weitere, übergreifende Recherchebegriffe (b) entwickelt. Die hier dargestellten Recherchebegriffe wurden für die Suche in englischsprachigen Datenbanken übersetzt.

Tabelle 1: Liste relevanter Stressoren

Recherchebegriffe
(a) Spezifische Recherchebegriffe biologischer Stressoren
Schimmel, Schimmelpilze
Feuchte, Feuchtigkeit, Feuchteschäden
(b) Übergreifende Recherchebegriffe biologischer Stressoren
Bioaerosol
Biologische Toxine

¹ Ausgeschlossen wurden entsprechend z. B. Aluminium (Wilhelm 1994), Calcium (Friedrich et al. 2001), Kupfer (Becker et al. 2001; Friedrich et al. 2001; Kittel 2006; UBA 2008; BMU 2009), Rhodium (Benemann et al. 2003), Kobalt, Mangan, Zink (LfU.Bayern 2004).

² z. B. Lindan (Hexachlorcyclohexan, HCH) (LfU.Bayern 1997).

Recherchebegriffe
Mikrobieller Befall
Mykotoxine
Bakterielle Toxine
(a) Spezifische Recherchebegriffe chemischer Stressoren sowie (b) übergreifender Stressorengruppen
Kohlenwasserstoffe
Benzol
Toluol
Ethylbenzol
Xylol
Styrol
Hexachlorbenzol (HCB)
Formaldehyd
Metalle
Arsen
Blei
Cadmium
Quecksilber
Uran
Pflanzenschutzmittel, Biozide, Herbizide, Insektizide, Pestizide
Weichmacher
Phthalate
Gasförmige Verbindungen
Radon (wird als physikalischer Stressor behandelt)
Kohlenmonoxid (CO)
Kohlendioxid (CO ₂)
Stickstoffoxide (NO _x), Stickoxide, nitrose Gase
Schwefeldioxid (SO ₂)
Ozon
Fasern
Asbest
Polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle
Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)
Polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)
Perfluorierte Chemikalien (PFC), Perfluorierte Tenside (PFT), Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), Perfluorooctansäure (PFOA)
(b) Übergreifende Recherchebegriffe für chemische Stressoren
Aliphatische Kohlenwasserstoffe
Alkane
Alkene
Aromatische Verbindungen

Recherchebegriffe
BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole)
Endokrine Modulatoren/Disruptoren
Flüchtige organische Verbindungen
Halbflüchtige organische Verbindungen
Halogenierte aromatische Kohlenwasserstoffe
Halogenierte Kohlenwasserstoffe, halogenhaltige Verbindungen
Langlebige organische Schadstoffe (POP)
Leicht flüchtige organische Verbindungen
Lösungsmittel
Organochlorverbindungen
Polyzyklische/ Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
PBT-Stoffe (persistent, bioakkumulierend, toxisch)
Schwermetalle
(a) Spezifische Recherchebegriffe physikalischer Stressoren
Lärm (ggf. differenziert nach Lärmtypen)
Radioaktivität durch Radon
(a) Spezifische Recherchebegriffe von kombinierten Stressoren
Feinstaub, PM ₁₀ , PM _{2,5} , Ultrafeinstaub, Ultrafeine Partikel
Passivrauch
Allgemeine übergreifende Recherchebegriffe
Aerosol
Außenluft
Bioaerosol
Biologische Umwelt
Chemische Umwelt
Chemikalien
Innenraumluf
Luft
Luftverschmutzung
Nahrungsmittel
Physikalische Umwelt
Schadstoff; Verunreinigung
Trinkwasser
Umwelt
Umweltbedingte Krankheitslast
Umweltfaktor
Umwelthygiene
Umweltmedizin
Umwelt und Gesundheit
Umweltverschmutzung

Literaturrecherche (AP 1 und AP 2)

Es wurde sowohl für die Krankheitslasten als auch für die Krankheitskosten eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Dabei wurden synonyme Begriffe verwendet, die die drei Komponenten (i) Umwelt, (ii) Gesundheitszustand und (iii) Quantifizierung widerspiegeln. Für die Komponente (i) wurden alle Begriffe aus Tabelle 1 verwendet. Es wurden ausschließlich deutsch- und englischsprachige Publikationen aus dem Zeitraum von **01.01.1995 bis 31.12.2012** beachtet. Eine regionale Beschränkung (z. B. auf Deutschland oder Europa) erfolgte entsprechend des Auftrages nicht.

Die Literaturdatenbank MedLine (recherchiert mittels Pubmed) stellte sich als wichtigstes Instrument heraus, um eine umfangreiche und vollständige Recherche gewährleisten zu können. Zusätzlich wurde ein Teil der Suche in den Datenbanken GREENPILOT und WorldCat sowie mittels der Suchmaschine Google Scholar durchgeführt. Insgesamt gab es eine Vielzahl an Treffern, beim Lesen der Titel und Abstracts konnten aufgrund von Dopplungen oder einer fehlenden direkten Quantifizierung von Krankheitslasten oder -kosten jedoch einige Studien ausgeschlossen werden. In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Studien aufgelistet, die im Projekt betrachtet wurden. Die ‚Publication ID‘ bezieht sich auf die Identifikationsnummer, unter der die Studie in der Datenbank zu finden ist.

Tabelle 2: In der GEniUS-Datenbank enthaltene Krankheitslasten und -kostenstudien

Publication ID	Krankheitslasten	Publication ID	Krankheitskosten
1	Lokuze et al. (2004)	119	Waters (2008)
2	Hornberg et al. (2013)	120	Peters et al. (1998)
3	Lim et al. (2012)	122	Leung et al. (2003)
4	Fewtrell et al. (2004)	123	Zollinger et al. (2004)
5	Valent et al. (2004)	124	Plescica et al. (2011)
6	Öberg et al. (2011)	125	Waters et al. (2009)
7	Norman et al. (2007b)	126	Levy et al. (2011b)
8	Howard et al. (2007)	127	Florence et al. (2007)
9	Rööslä et al. (2005)	128	Levy et al. (2011a)
10	Logue et al. (2012)	129	West et al. (2003)
11	Lieb et al. (2012)	130	Batscheider et al. (2012)
12	Fattore et al. (2011)	131	McGhee et al. (2006)
13	de Hollander et al. (1999)	1001	Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Umwelt (2008)
14	Cohen et al. (2005)	1002	Greiser und Glaeske (2013)
15	Hänninen und Knol (2011)	1003	Trasande et al. (2005)
16	Orru et al. (2009)	1005	Hylander und Goodsite (2006)
17	Anenberg et al. (2010)	1006	Mudarri und Fisk (2007)
18	Jaakkola et al. (2011)	1007	Khan et al. (2007)
3007	Zhang et al. (2006)	1008	Hackenmiller-Paradis (2008)
3009	Wilkinson et al. (2009)	1009	Trasande und Liu (2011)
3010	Adamson und Polya (2007)	1010	Landrigan et al. (2002)
3011	Dhimal et al. (2010)	1011	Pichery et al. (2011)
3012	Norman et al. (2007a)	1012	Muennig (2009)

Publication ID	Krankheitslasten	Publication ID	Krankheitskosten
3013	Fewtrell et al. (2005)	1013	Stefanak et al. (2005)
3014	Ezzati et al. (2002)	1014	Davies (2006)
3015	Molla et al. (2004)	1015	Gould (2009)
3016	Howard et al. (2006)	2019	Pascal et al. (2013)
3017	Miraglia et al. (2005)	2020	Patankar und Trivedi (2011)
3018	Kim et al. (2011)	2021	Kan und Chen (2004)
3019	Babisch (2011a)	2022	Deng (2006)
3020	Woodcock et al. (2009)	2023	Hou et al. (2010)
3021	Knol und Staatsen (2005)	2024	Wong et al. (2004)
3022	Forastiere et al. (2011)	2025	Zmirou et al. (1999)
3023	Norman et al. (2010)	2026	Seethaler (1999)
3024	Fantke (2012)	2028	Watterson et al. (2006)
3025	de Hollander und Melse (2004)	2029	Zhang et al. (2008)
3026	Babisch (2011b)	2030	Roy et al. (2011)
3027	Hygge und Kim (2011)	3001	Hedley et al. (2008)
3028	Deshaies et al. (2011)	3002	Ostro et al. (2006)
3029	Janssen et al. (2011)	3003	Voorhees et al. (2000)
3030	Miedema et al. (2011),	3004	El-Fadel und Massoud (2000)
3031	Prüss-Üstün et al. (2008)	3005	Netalieva et al. (2005)
		3006	Hauri (2009)
		3008	Hauri et al. (2011)

Kriterienkatalog (AP 3)

Zur Bewertung der recherchierten Studien wurde ein Kriterienkatalog entwickelt, der die zwei Bewertungsaspekte „Qualität der Studie“ und „Übertragbarkeit auf die aktuelle Situation in Deutschland“ enthält. Beide Bewertungsaspekte wurden in Hauptkriterien (HK) und diese in Unterkriterien (UK) gegliedert, wobei die in der Leistungsbeschreibung genannten Aspekte einbezogen wurden.

Der erste Bewertungsaspekt „Qualität der Studie“ besteht aus 29 Fragen, wobei 28 Fragen geschlossen sind und eine Frage ein Freitextfeld enthält. Bewertungsaspekt 2 „Übertragbarkeit auf die aktuelle Situation in Deutschland“ beinhaltet 8 Fragen sowie eine Freitextfrage.

Aufgrund von Vergleichbarkeit und Einheitlichkeit wurde nur ein Kriterienkatalog für beide Quantifizierungssysteme erstellt. Dieser enthält dementsprechend Fragen, die sich auf Krankheitslasten ebenso wie -kosten beziehen. So sind die Fragen 21 und 23 lediglich für die Krankheitslasten relevant und werden bei der Bewertung einer Kostenstudie mit „nicht relevant“ (n.r.) bewertet. Die Fragen 22, 24 und 35 sind nur für Kostenstudien zu beantworten.

Die Studienbewertung ist in die Informationsmatrix eingebunden. In der Informationsmatrix besteht entsprechend die Möglichkeit, den ausgefüllten Kriterienkatalog zu jeder Studie als PDF aufzurufen.

Einige Fragen betreffen weniger die gesamte Studie, sondern sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Stressor unterschiedlich zu beantworten. Zur Abbildung dieser Variation trägt ein geteiltes Bewertungsfeld bei. In die Bewertungszelle „Max“ der entsprechenden Frage wird die

höchste erreichte Bewertung der in der Studie untersuchten Stressoren eingetragen, während in der Bewertungszelle „Min“ (hellgelb eingefärbt) die niedrigste erreichte Bewertung (bzw. „?“ „n.r.“) eingegeben wird. Das „?“ wird dann verwendet, wenn die Informationen in der Studie zur Beurteilung des betrachteten Aspekts nicht ausreichend sind. In diesem Fall werden exemplarisch – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – die jeweils betroffenen Stressoren im Kommentarfeld benannt. Kann die Frage mit einer Bewertung für die gesamte Studie beantwortet werden, so erfolgt die zutreffende Eingabe („-“, „+/-“, „+“, „?“ oder n.r.) in beide Felder.

Die Fragen 29 und 38 stellen Ergänzungen dar, um individuelle Besonderheiten von Studien darstellen zu können, die nicht im Bewertungssystem abgefragt werden.

Datenbank (AP 4)

Im Rahmen des GEniUS-Projektes wurde eine datenbankgestützte Informationsmatrix entwickelt, um die recherchierten Studien systematisch, übersichtlich und anwenderfreundlich zusammenzustellen. Die zu erreichenden Zielgruppen für diese Datenbank sind vor allem internationale (umwelt- und gesundheits-)politische Akteurinnen und Akteure sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, weshalb die Datenbank in englischer Sprache erstellt wurde.

Zur Sammlung der erforderlichen Daten wurde eine Microsoft (MS) Access® 2010 Datenbank programmiert. Erstellt wurde ein Eingabeformular, welches für die Dateneingabe durch das GEniUS-Konsortium verwendet wurde und bei Veröffentlichung der Informationsmatrix nicht sichtbar ist. Für die Ausgabe der Daten wurde ein Ausgabebericht in Microsoft (MS) Access® 2010 programmiert. In einem Ausgabeformular kann mithilfe eines Drop-Down Menüs der interessierende Stressor, das interessierende Land bzw. die interessierende Region und die jeweilige Quantifizierungsart (umweltbedingte Krankheitslasten oder -kosten) ausgewählt werden. Es kann zwischen einem ausführlichen und einem weniger detaillierten Ausgabebericht gewählt werden. Der ausführliche Bericht enthält alle in der Datenbank ausgefüllten Felder, der Kurzbericht umfasst eine Auswahl an Feldern. Die Feldauswahl und Gestaltung des Kurzberichts erfolgte in Absprache mit dem Auftraggeber.

Die Datenbank enthält die Ergebnisse aus den AP 1, 2 und 3. Dadurch sind eine Gegenüberstellung der Krankheitslasten und Krankheitskosten eines Stressors sowie die vom GEniUS-Konsortium durchgeführte Studienbewertung in einer Datenbank zusammengefasst.

Entsprechend umfasst die Matrix zwei Informationsaspekte:

- a) - die Informationen aus den betrachteten Publikationen (AP 1 und 2) sowie
- b) - die Bewertung der Studien durch das GEniUS-Konsortium (AP 3).

Die Informationsmatrix wurde in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber erstellt, um gemeinschaftlich festzulegen, welche Aspekte der Studien für das GEniUS-Projekt relevant sind und entsprechend aufgenommen werden sollen.

Die Erstellung der Datenbank wurde von den folgenden Fragestellungen geleitet:

1. - Welche Informationen sind für die Datenbank-Nutzerin und den Datenbank-Nutzer relevant?
2. - Welche Informationen werden zur Bewertung der Studie benötigt?

Die Informationsmatrix ersetzt ausdrücklich nicht das eigenständige Lesen des publizierten Artikels. Die Datenbank soll sowohl einen Überblick über, als auch eine Bewertung von

verfügbaren Studien bereitstellen, wobei die Nutzerin und der Nutzer bei Identifikation von für sie oder ihn relevanten Studien die entsprechend erschienene Veröffentlichung heranziehen sollte.

Defizitanalyse (AP 5)

Ein weiterer Inhalt des GEniUS-Projekts ist eine Defizitanalyse, basierend auf den recherchierten Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und -kosten. In der Defizitanalyse sollten die zwei folgenden Fragen beantwortet werden:

1. - Für welche weiteren, bisher nicht berücksichtigten Umweltstressoren sind in naher Zukunft Schätzungen der Krankheitslast/der Krankheitskosten erforderlich? Aus welchen Gründen sind diese sinnvoll und erforderlich?
2. - Welche erforderlichen und prinzipiell ermittelbaren Informationen zu einzelnen Umweltstressoren, Erkrankungen und Kosten stehen in Deutschland derzeit zur Berechnung von Krankheitskosten und/oder Krankheitslasten nicht zur Verfügung?

Zur Beantwortung von Frage 1 wurde die zu Projektanfang erstellte „Liste relevanter Umweltstressoren“ mit der im Projektverlauf erstellten „Liste der bereits quantifizierten Stressoren“ verglichen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass es relevante Stressoren gibt, für die keine Quantifizierung der Krankheitslasten und/oder -kosten vorliegt. Studien zu Krankheitslasten sind u. a. nicht vorhanden für einen Teilbereich der Kohlenwasserstoffe (Ethylbenzol, Styrol, Hexachlorbenzol (HCB), Alkane, Halogenierte Kohlenwasserstoffe) und Metalle (Quecksilber, Uran). Für Pflanzenschutzmittel und Fasern liegen ebenfalls keine Erkenntnisse in Form von YLL, YLD oder DALY vor.

Studien zu Krankheitskosten sind ebenfalls nicht vorhanden für Radon, Kohlenwasserstoffe (Ausnahme: Benzol), Pflanzenschutzmittel, Weichmacher, polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle sowie perfluorierte Chemikalien. Vereinzelt Studien liegen für Metalle (Arsen, Blei, Quecksilber) und gasförmige Verbindungen (Stickstoffoxide (NO_x), Ozon) vor.

Vorhanden sind Studien zu Krankheitslasten durch Exposition gegenüber Feuchte und Schimmel (5 Studien), Lärm (10 Studien), Radon (6 Studien) und Luftverschmutzung (11 Studien), die Anzahl der Krankheitskostenstudien ist hingegen wesentlich geringer (eine Studie zu Feuchte und Schimmel, eine Studie zu Lärm, keine Studie zu Radon, drei Studien zu Luftverschmutzung).

Lediglich bei Passivrauch (8 Krankheitslaststudien, 13 Kostenstudien), Quecksilber (keine Krankheitslastenstudie, 2 Kostenstudien) und Asbest (keine Krankheitslastenstudie, eine Kostenstudie) wurden mehr Studien zu Krankheitskosten als zu Krankheitslasten durch die angewandte Suchstrategie identifiziert. Zu bestimmten Stressorgruppen wie den polychlorierten Dioxinen, Furanen und Biphenylen, Weichmachern und perfluorierten Chemikalien wurden weder Krankheitslasten- noch Krankheitskostenstudien gefunden.

Bei der Auflistung wird deutlich, dass bestimmte Stressoren wie perfluorierte Chemikalien, die aktuell hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Folgen in der Diskussion sind, bislang nicht quantifiziert wurden. Diese Befunde wurden auf dem im November 2013 stattgefundenen Fachgespräch durch die anwesenden Expertinnen und Experten bestätigt.

Die Ergebnisse zeigen Forschungsbedarf hinsichtlich der Initiierung und Durchführung von Krankheitslasten- und -kostenstudien für eine Vielzahl von als gesundheitlich relevant identifizierten Umweltstressoren. Die bestehenden Datenlücken können dahingehend

interpretiert werden, dass mehr Forschung hinsichtlich einer Vielzahl von Stressoren, wie für die perfluorierten Chemikalien, polychlorierten Dioxine, Furane und Biphenyle, benötigt wird, um die assoziierten Krankheitslasten und -kosten zukünftig quantifizieren zu können.

Frage 2 bezieht sich auf die Informationen, die für eine Quantifizierung notwendig, aber in Deutschland derzeit nur bedingt verfügbar sind. Die Frage wird anhand von sechs Unterpunkten beantwortet:

- Informationsbedarf,
- Beurteilung der in den Studien der Informationsmatrix verwendeten Informationen,
- Übertragbarkeit der Krankheitslastenstudien auf Deutschland,
- Übertragbarkeit der Krankheitskostenstudien auf Deutschland,
- Identifikation von Datenquellen für Deutschland,
- Identifikation von Datenlücken.

Hierzu wurden die in der Datenbank enthaltenen Informationen ausgewertet sowie auf die in den Kriterienkatalogen enthaltenen Bewertungen zurückgegriffen. Zur Quantifizierung von Krankheitslasten und -kosten werden diverse Daten benötigt, z. B. Expositionsschätzung pro Stressor, epidemiologische Daten der vom Stressor abhängigen Krankheiten, Expositions-Wirkungsfunktionen. Diese Daten sind nur teilweise für Deutschland verfügbar. Daher wurde im Rahmen des Projektes geprüft, ob die Ergebnisse aus internationalen EBD- und Kostenstudien auf die deutschen Verhältnisse übertragbar sind. Die recherchierten Studien sind in unterschiedlichen Ländern und Kontinenten durchgeführt worden (z. B. Bangladesch, Niederlande). Die Übertragbarkeit der Ergebnisse zu Krankheitslasten und Krankheitskosten ist aus diesem Grund nicht immer gewährleistet. Zudem wurden diverse Einschränkungen in den Studien benannt, wie zum Beispiel "Incomplete estimation due to lack of data." (,unvollständige Schätzung aufgrund von Datenlücken') und "Not all reasonable health outcomes were included" (,nicht alle sinnvollen Gesundheitsendpunkte wurden einbezogen'), die eine Übertragbarkeit einschränken.

Nutzung der GEniUS-Ergebnisse

Die Liste mit den mehr als 40 relevanten Umweltstressoren und -stressorengruppen (vgl. Tabelle 1) wurde in detaillierter Absprache mit dem Auftraggeber und unter Hinzuziehung von Informationen relevanter (überwiegend nationaler) Institutionen erstellt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Liste einen guten und umfassenden Überblick über die für Deutschland gesundheitsrelevanten Umweltstressoren gibt und somit sowohl für den Auftraggeber als auch für weitere politische Akteurinnen und Akteure von hohem Wert im Kontext mit dem umweltbezogenen Gesundheitsschutz ist. Hierbei ist jedoch zu betonen, dass es sich nicht um eine umfassende Liste aller biologischen, chemischen und physikalischen Umweltstressoren mit gesundheitlicher Relevanz handelt. Diese Auflistung ist das Ergebnis einer intensiven Recherche sowie der Absprache zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.

Die recherchierten Studien stellen eine zentrale Informationsquelle dar. Da ein Großteil der Informationen aus den Studien in die Datenbank aufgenommen und zusätzlich anhand des Kriterienkatalogs bewertet wurde, konnten die Studieninhalte in eine übersichtliche und nutzbare Form überführt werden. Die Datenbank bietet somit eine umfassende Übersicht über die bis zum Ende des Jahres 2012 publizierten EBD- und Krankheitskostenstudien, die verwendeten Methoden sowie die Ergebnisse und Limitationen.

Diese Informationen können den politisch Verantwortlichen Hinweise über die wissenschaftliche Qualität der Studien und damit über die Nutzbarkeit der Ergebnisse liefern. Inwiefern einzelne Studien oder in Studien enthaltene Informationen genutzt werden, kann an dieser Stelle nicht bewertet werden. Definitiv sollten die Originalpublikationen und nicht lediglich die Angaben aus der Datenbank und der Kriterienkataloge als Informationsquelle genutzt werden.

Im Rahmen des Projektes wurden die Vielfältigkeit des Studiendesigns, der Methoden und Ergebnisinterpretationen der identifizierten Krankheitslasten und -kosten sichtbar. Durch die Defizitanalyse wurde erkennbar, in welchem Umfang die recherchierten Umweltstressoren in den Studien aufgegriffen wurden und dass nicht alle erforderlichen, erwünschten und für wichtig erachteten Angaben in allen Studien gleichermaßen vorhanden sind. In Hinblick auf die Umweltpolitik wird deutlich, dass vor allem für einige Umweltstressoren (z. B. Feinstaub, Passivrauch und Metalle) Ergebnisse vorliegen. Gleichzeitig konnte aufgezeigt werden, dass Kostendaten aus unterschiedlichen Quellen (Daten des Statistischen Bundesamtes) vorhanden sind, diese jedoch derzeit nicht verknüpft oder mit attributablen Risiken von Erkrankungen verbunden werden können.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus den gelisteten Studien der GEniUS-Datenbank auf Deutschland ist sehr unterschiedlich. Neben den methodischen Einschränkungen liegen derzeit international unterschiedliche gesundheits- und gesamtwirtschaftliche Preisentwicklungen wie auch Behandlungsmethoden und somit Kosten vor. Ein vergleichbares Bild zeigt sich bei den EBD-Studien. Hierbei sind die Höhe der Exposition in den untersuchten Studien sowie die zugrunde gelegte Bevölkerungsstruktur oft sehr unterschiedlich im Vergleich zu den deutschen Verhältnissen. Die Einschätzung der Übertragbarkeit der Ergebnisse ist individuell und je nach Fragestellung zu entscheiden; die Einschätzung anhand des Kriterienkatalogs bietet hierfür eine umfangreiche Basis.

Das in der Leistungsbeschreibung gewünschte Ranking bzw. die Priorisierung von Umweltstressoren wird aus vielfältigen Gründen nicht durchgeführt. Hierbei gibt es Gründe, die sich sowohl aus den Krankheitslastenstudien als auch aus den -kostenstudien ergeben. Bezüglich der Krankheitslasten ist ein Ranking nicht möglich, da die identifizierten Studien sehr unterschiedlich hinsichtlich ihrer verwendeten Methoden und Annahmen sind. Auch sind der Bezugsrahmen und das Bezugsjahr meist nicht vergleichbar. Darüber hinaus werden in fast allen Studien Limitationen hinsichtlich einer Über- oder Unterschätzung genannt, sodass keine Studie die gesamte Krankheitslast eines Stressors abbildet und ein Ranking somit nicht aussagekräftig wäre. Für die Krankheitskostenstudien ist ein Ranking ebenfalls nicht umsetzbar, da eine Übertragung der Ergebnisse aufgrund der Heterogenität der Definitionen von Kosten und methodischen Annahmen wie auch aufgrund fehlender Expositions-Wirkungs-Funktionen und unterschiedlicher nationaler Preisniveaus nicht möglich ist. Die Kostenstudien bilden ferner nicht die expositionsbedingten Gesamtkosten ab, sondern beschränken sich auf ausgewählte Gruppen, Expositionen oder Erkrankungen. Ein Ranking kann auch deshalb nicht erstellt werden.

Trotz dieser Limitationen ermöglichen die GEniUS-Ergebnisse die Einschätzung von gesundheitlichen Auswirkungen verschiedener Umweltstressoren, quantifiziert in Krankheitslasten oder -kosten.

Abschließend wurden Handlungsempfehlungen für die Ermittlung von Krankheitslasten und Krankheitskosten sowie übergreifende Aspekte formuliert. Dies betrifft insbesondere Anforderungen an die Datenverfügbarkeit, deren Aufbereitung, verwendete Methoden sowie hiermit verbundene Limitationen, um Krankheitslasten- und Krankheitskostenstudien besser als

bisher miteinander kombinieren zu können. Darüber hinaus wurden Empfehlungen zur Nutzung und Aktualisierung der Datenbank formuliert. Ebenso wurden Forschungsbedarfe in den Themenfeldern EBD und Krankheitskostenstudien aufgezeigt.

2 Summary

The research project “The concept of environmental burden of disease (EBD) and an analysis of disease-associated costs as a tool for setting priorities in health-related environmental protection (short title: GEniUS)” [Das Environmental Burden of Disease (EBD)-Konzept und Krankheitskostenanalysen als Instrumente zur Prioritätensetzung im gesundheitsbezogenen Umweltschutz], which was conducted from January 2012 to May 2014 as part of the 2011 Environmental Research Plan [Umweltforschungsplan], was funded by the German Federal Environment Agency [Umweltbundesamt (UBA)] and the German Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation, Construction and Nuclear Plant Safety [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)].

This project mainly dealt with summary measures of population health (SMPH), with focus on disability-adjusted life years (DALY), and costs-of-illness. To date, no comprehensive analysis of data from both fields was available, being the reason for initiating the GEniUS project. The information gained can be used for setting priorities in the field of health-related environmental protection. The advantage of combining EBD calculations and financial aspects in health-related environmental protection lies in the systematic analysis and evaluation of various environmental factors; regarding their importance for human health and quality of life on the one hand, and on the other their social and economic consequences and importance (vgl. u. a. Hurley et al. 2005). Thus political decision-makers can gain an additional information for argumentation, assessment and decision-making regarding environmental and health policies and interventions (Prüss-Üstün et al. 2003).

Goals

The main goal of the project was to elaborate tools for assessing individual environmental policies by combining information on EBD and environment-related costs-of-illness. It was equally important to point out the possible impact of interventions in public health-related environmental protection.

To that end, an up-to-date database was built which combined the available data on environmentally caused morbidity and mortality measured by the DALY. EBD evaluations were thus augmented by a public health/economic factor by examining studies on the costs-of-illness which quantified the attributable costs of environmental stressors. It was further determined to which extent estimates for environmental stressors from other countries can be transferred and applied to the German setting (Hurley et al. 2005; Hänninen & Knol 2011).

These goals were pursued in five steps (the institution conducting each part is given in parentheses).

WP 1: Evaluation of EBD studies (Bielefeld University)

A review of published as well as ongoing national/regional and international EBD studies or programmes and their results was conducted. The review was carried out following a systematic search strategy.

WP2: Evaluation of studies on costs-of-illness caused by environmental burdens (HAW Hamburg)

A review of published as well as ongoing national/regional and international studies on public health costs due to environmental burdens was conducted. This review was done using the same method used for EBD studies in Step 1.

WP3: Evaluation of the studies (Bielefeld University & HAW Hamburg)

This step consisted of several parts. The main goal was a largely qualitative evaluation of the studies examined in Steps 1 and 2. A list of criteria was used to assess: (a) quality of the study and validity of the results; (b) found / discussed uncertainties of the study; (c) transferrability and applicability of the results to Germany; and (d) usefulness of the study for environmental policy in Germany.

This step was elaborated in close cooperation with the German Federal Environment Agency [Umweltbundesamt (UBA)]. The process of developing the list of criteria started right from the beginning of the project to optimise the procedure.

WP 4: Building an information matrix (Bielefeld University & HAW Hamburg)

The results of Steps 1 and 2 were used to build a matrix merging the various burdens of disease and health costs caused by environmental stressors. The matrix comprises data on: (a) the environmental factors/stressors assessed; (b) the adverse health effects associated with these stressors; (c) an outline of the relationship between the stressors and the associated health effects; (d) an estimate of the stressor-specific burden of disease; and (e) health costs and an assessment of the identified and discussed uncertainties of the studies.

The information matrix was intended to be as clear as possible to facilitate its use for setting priorities in environmental policy. It was necessary to show the uncertainties of the studies, their scope and the limitations of their results as simply and transparently as possible to avoid any potential misinterpretation.

WP 5: Conducting a deficit analysis (Bielefeld University & HAW Hamburg)

The results of steps 1 to 4 were used for a deficit analysis on the results of the health/economic and EBD studies with a specific focus on the current conditions in Germany. This analysis was used to determine which data and information, needed for an accurate estimate of the burden of disease and the public health costs resulting from a given environmental stressor, are currently not available in Germany. It was also determined for which environmental stressors not considered in this study it would be reasonable and necessary to have an estimate of the burden of disease and of the health costs.

An overview of the results of the five steps follows. In order to address the goals of the project, it was necessary to first draw up a list of the relevant environmental stressors. To that end, inclusion and exclusion criteria were formulated.

Inclusion and exclusion criteria for stressors and studies

The following guidelines, which are structured from more general to specific, were developed from the results for the inclusion or exclusion of stressors and studies:

Inclusion criteria (E)

- (E1) The term “environment” is given a narrow definition in the context of the GEniUS project, referring exclusively to biological, chemical and physical aspects, rather than also others which might be encompassed by a broader definition (e.g., the social environment).
- (E2) Only those biological stressors are considered which are associated with dampness and mould.

- (E3) Chemical stressors comprise harmful substances found in a) ambient and indoor air, b) drinking-water, and c) food. The ranking order of these categories was decided upon together with the UBA and the BMUB.
- (E4) Only noise and radon were included as physical stressors.
- (E5) The burden of disease or the costs-of-illness were determined for one or several environmental stressors or groups of stressors:
 - estimates of a given exposure (e.g., year, country),
 - an estimate of the potential health gains or cost reduction through intervention compared to given exposure situations.
- (E6) Stressors were assessed which:
 - have an adverse effect on human health,
 - are of high relevance for public health (high number of population exposed, high risk or high costs-of-illness), and
 - offer a general possibility for intervention through political regulation.
- (E7) The burden of disease in the studies was quantified using
 - DALY,
 - YLD or
 - YLL.
- (E8) The direct and indirect costs-of-illness in the studies were quantified using
 - cost-of-illness analysis, or
 - cost-benefit analysis.

Exclusion criteria (A)

- (A1) Estimates of single quality parameters without an overall result of environmental burden of disease or costs-of-illness.
- (A2) Comparison of several alternative intervention methods without including given exposure situations.
- (A3) Estimate of structural changes within institutions of the public health system.
- (A4) If substances were assessed which
 - have a positive, no or unknown effect on human health,
 - have no adverse effects on the total population³,
 - have adverse effects on animals but not on humans.
- (A5) Studies which investigated any of the following (e.g., specific exposure situations, stressors or groups of stressors) are not considered for the GEniUS project, but due to their subject of research should be included in follow-up projects:
 - bacteria, viruses and parasites such as biological stressors unless associated with dampness or mould,
 - work-related exposure which does not pose a risk to the general population,

³ Accordingly, the following elements were excluded: aluminium (Wilhelm 1994); calcium (Friedrich et al. 2001); copper (Becker et al. 2001; Friedrich et al. 2001; Kittel 2006; UBA 2008; BMU 2009); rhodium (Benemann et al. 2003); cobalt, manganese and zinc (LfU.Bayern 2004).

- unhealthy behaviour (e.g., unhealthy nutrition, lack of exercise, active smoking, drug abuse, listening to loud music),
- substances used for diagnostic or therapeutic purposes, but which can adversely affect human health (e.g., X-rays),
- antibiotics and other medicines in ground and drinking water,
- hormones and similar substances (also from contraceptive pills) in running waters and water treatment plants,
- nano materials,
- stressors which occur rarely or not at all in Germany (e.g., diseases like malaria which are linked to travelling),
- stressors which are banned in Germany⁴ (e.g., certain insecticides),
- climate change (as unspecific exposure),
- extreme situations (nuclear disasters, natural catastrophes related to weather, etc.),
- accidents or stress from violence (perpetrated by others, suicide or suicidal intentions).

Categorising the environmental stressors assessed

Table 3 lists the biological, chemical and physical stressors or stressor groups (in grey) which were identified using the previously described criteria and, after consulting the UBA and the BMUB, included in the GEniUS project. In addition to the stressors included (a), which also function as research terms, additional, more general terms (b) were elaborated.

Table 3: Relevant stressors

Terms
(a) Specific types of biological stressors
mould
dampness, humidity damage
(b) General terms for biological stressors
bioaerosols
biological toxins
microbial infestation
mycotoxins
bacterial toxins
(a) Specific types of chemical stressors and (b) stressor groups
Hydrocarbons
benzene
toluene
ethyl benzene
xylene
styrene

⁴ e.g., lindane (hexachlorocyclohexane, HCH) (IfU.Bayern 1997).

Terms
hexachlorobenzene (HCB)
formaldehyde
Metals
arsenic
lead
cadmium
mercury
uranium
(Agricultural) pesticides, biocides, herbicides, insecticides
Plasticisers
phthalates
Gaseous substances
radon (treated here as a physical stressor)
carbon monoxide (CO)
carbon dioxide (CO ₂)
nitrogen oxides (NO _x), nitrous gases
sulphur dioxide (SO ₂)
ozone
Polychlorinated dioxins, furans and biphenyls
polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD)
polychlorinated dibenzofurans (PCDF)
polychlorinated biphenyls (PCB)
Perfluorinated compounds (PFCs), perfluorinated tensides (PFTs), perfluorooctanesulfonic acid (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA)
(b) General terms for chemical stressors
aliphatic hydrocarbons
alkanes
alkenes
aromatic compounds
BTEX (benzene, toluene, ethyl benzene, xylene)
endocrine modulators and disruptors
volatile organic compounds
semivolatile organic compounds
halogenated aromatic hydrocarbons
halogenated hydrocarbons, halogenic compounds
persistent organic pollutants (POPs)
highly volatile organic compounds
polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)
solvents
organochlorines
PBTs (persistent, bioaccumulating, toxic)

Terms
heavy metals
(a) Specific types of physical stressors
noise
radioactivity from radon
Fibres
asbestos
(a) Specific types of combined stressors
particulates, PM ₁₀ , PM _{2.5} , nanoparticles
passive smoking, second-hand smoke, environmental tobacco smoke
General terms
aerosols
ambient air
bio-aerosols
biological environment
chemical environment
chemicals
indoor air
air
air pollution
food
physical environment
hazardous substance; pollutant; pollution
drinking water
environment
environment-related burden of disease
environmental factor
environmental hygiene
environmental medicine
environment and health
environmental pollution

Literature search (Steps 1 and 2)

A systematic literature search was conducted for the burden of disease and the costs-of-illness. Synonymous terms were used for the three components i) environment, ii) state of health and iii) quantification. All terms in Table 3 were used for the first component. The search included only publications in German or in English published during the period 01.01.1995-31.12.2012 and was not restricted to any specific region (e.g., Germany, Europe).

The MedLine database (using Pubmed as search engine) was the main tool used for this search, followed by GREENPILOT and WorldCat as well as the search engine Google Scholar. Duplicate publications were deleted after screening titles and abstracts Table 4 shows the publications which were considered for the study. The publication ID refers to the number the publication is indexed under in the database.

Table 4: Papers contained in the GEniUS-database

Publication ID	Burdens of disease	Publication ID	Costs of illness
1	Lokuge et al. (2004)	119	Waters (2008)
2	Hornberg et al. (2013)	120	Peters et al. (1998)
3	Lim et al. (2012)	122	Leung et al. (2003)
4	Fewtrell et al. (2004)	123	Zollinger et al. (2004)
5	Valent et al. (2004)	124	Plescica et al. (2011)
6	Öberg et al. (2011)	125	Waters et al. (2009)
7	Norman et al. (2007b)	126	Levy et al. (2011b)
8	Howard et al. (2007)	127	Florence et al. (2007)
9	Rööslü et al. (2005)	128	Levy et al. (2011a)
10	Logue et al. (2012)	129	West et al. (2003)
11	Lieb et al. (2012)	130	Batscheider et al. (2012)
12	Fattore et al. (2011)	131	McGhee et al. (2006)
13	de Hollander et al. (1999)	1001	Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Umwelt (2008)
14	Cohen et al. (2005)	1002	Greiser und Glaeske (2013)
15	Hänninen und Knol (2011)	1003	Trasande et al. (2005)
16	Orru et al. (2009)	1005	Hylander und Goodsite (2006)
17	Anenberg et al. (2010)	1006	Mudarri und Fisk (2007)
18	Jaakkola et al. (2011)	1007	Khan et al. (2007)
3007	Zhang et al. (2006)	1008	Hackenmiller-Paradis (2008)
3009	Wilkinson et al. (2009)	1009	Trasande und Liu (2011)
3010	Adamson und Polya (2007)	1010	Landrigan et al. (2002)
3011	Dhimal et al. (2010)	1011	Pichery et al. (2011)
3012	Norman et al. (2007a)	1012	Muennig (2009)
3013	Fewtrell et al. (2005)	1013	Stefanak et al. (2005)
3014	Ezzati et al. (2002)	1014	Davies (2006)
3015	Molla et al. (2004)	1015	Gould (2009)
3016	Howard et al. (2006)	2019	Pascal et al. (2013)
3017	Miraglia et al. (2005)	2020	Patankar und Trivedi (2011)
3018	Kim et al. (2011)	2021	Kan und Chen (2004)
3019	Babisch (2011a)	2022	Deng (2006)
3020	Woodcock et al. (2009)	2023	Hou et al. (2010)
3021	Knol und Staatsen (2005)	2024	Wong et al. (2004)
3022	Forastiere et al. (2011)	2025	Zmirou et al. (1999)
3023	Norman et al. (2010)	2026	Seethaler (1999)
3024	Fantke (2012)	2028	Watterson et al. (2006)
3025	de Hollander und Melse (2004)	2029	Zhang et al. (2008)
3026	Babisch (2011b)	2030	Roy et al. (2011)
3027	Hygge und Kim (2011)	3001	Hedley et al. (2008)
3028	Deshaies et al. (2011)	3002	Ostro et al. (2006)

Publication ID	Burdens of disease	Publication ID	Costs of illness
3029	Janssen et al. (2011)	3003	Voorhees et al. (2000)
3030	Miedema et al. (2011),	3004	El-Fadel und Massoud (2000)
3031	Prüss-Üstün et al. (2008)	3005	Netalieva et al. (2005)
		3006	Hauri (2009)
		3008	Hauri et al. (2011)

Catalogue of criteria (Step 3)

The publications were assessed using a catalogue developed for this project which contained two assessment criteria: the quality of the study and its application to the current situation in Germany. Both were divided into main criteria (MC), and these were then subdivided into sub-criteria (SC), where the aspects listed in the performance description were included. The first assessment criterion, quality of the study, consists of 29 questions, of which 28 are closed and one is a open (free-text) question. The second assessment criterion, transferability to the current situation in Germany, comprises 8 closed questions and one open (free-text) question.

The same criteria catalogue was used for both assessments to ensure comparability. The catalogue therefore contains specific questions on burden of disease as well as those on costs-of-illness. Questions 21 and 23 apply only to studies on burden of disease; questions 22, 24 and 35 apply only to the ones on costs-of-illness.

The assessment of the articles was incorporated into the information matrix. Once filled in, the criteria catalogue can be retrieved as a pdf-file at any time.

Some questions do not apply to the entire study, as the answer varies by the stressor. This variation is shown with an assessment box where the highest rating is entered into the box labelled “max” and the lowest rating (“?” or “n.r.” [not relevant]) into the “min” box (in bright yellow). In this case, the pertinent stressors are listed in the comments section. If a study can be fully and adequately assessed, a rating (“-”, “+/-”, “+”, “?” or “n.r.”) is entered in each of the two fields. Questions 29 and 38 are complementary and used for special features of studies which are not covered by the assessment system.

Database (Step 4)

As part of the GEniUS project, a database-based information matrix was developed to show the publications evaluated for the study in a clear, systematic and user-friendly way. The data were collected in a Microsoft (MS) Access® 2010 database. The data entry form which was used by the GEniUS project team cannot be viewed when opening the information matrix. For a comprehensive data output, an output-report was programmed in Microsoft (MS) Access® 2010. The output form has a drop-down menu where the user can select stressor, country or region, and the type of quantification (environmental burden of disease or costs-of-illness). The output report can be read as a long or a short version. The long report contains all the fields filled out in the database; the short report only contains selected fields. Choice of fields and design of the short report were realized in consensus with the UBA and BMUB.

The database contains the results from Steps 1, 2 and 3, i.e., the burden of disease and costs-of-illness associated with a stressor as well as the evaluation of publications conducted for the GEniUS project. The information matrix thus comprises:

- c) - data from the papers evaluated (Steps 1 and 2), and
- d) - an assessment of the studies by the GEniUS team (Step 3).

The information matrix was developed and implemented in consensus with the UBA and the BMUB and it was consent decision which aspects of a study are relevant for the GEniUS project and should be included.

The database was set up while keeping in mind the following points:

1. - Which information is relevant for the database users?
2. - Which information is needed to evaluate the study?

The database gives an overview and an evaluation of the published studies. Users should refer to the respective publications for further details.

Deficit analysis (Step 5)

In the GEniUS project an analysis of research requirements for environmental burden of disease and costs-of-illness studies was performed. This analysis was done to answer the following questions:

1. - For which other environmental stressors which have not yet been considered, will estimates of the burden of disease and costs-of-illness be required and reasonable in the near future?
2. - Which information on the various environmental stressors, diseases and costs, needed to calculate costs-of-illness and/or burden of disease, is currently not available in Germany?

In order to answer the first question, the list of relevant environmental stressors compiled at the beginning of the project was compared with the list of quantified stressors which was prepared over the course of the project. The results show that there are relevant stressors for which no quantification of the burden of disease and/or the costs-of-illness is available yet. No studies are available on the burden of disease of some hydrocarbons (ethyl benzene, styrene, hexachlorobenzene (HCB), alkanes, halogenated hydrocarbons) and metals (mercury, uranium). No YLL, YLD or DALY are available for agricultural pesticides and fibres.

Furthermore, when focussing costs-of-illness, no studies are available for radon, hydrocarbons (except for benzene), agricultural pesticides, softeners, polychlorinated dioxins, furans, biphenyls and perfluorinated compounds. A few studies are available for metals (arsenic, lead, mercury) and gaseous compounds (nitrogen oxides [NO_x], ozone).

Some studies are available on the burden of disease due to exposure to dampness and mould (5 papers), noise (10 papers), radon (6 papers) and air pollution (11 papers), where the number of studies on the costs-of-illness is considerably smaller: dampness and mould (1 paper), noise (1 paper), radon (no papers), air pollution (3 papers).

More publications on the costs-of-illness than on the burden of disease were only found for passive smoking (13 resp. 8), mercury (2 resp. none) and asbestos (1 resp. none). No studies on either the burden of disease or the costs-of-illness were found for polychlorinated dioxins, furans, biphenyls, softeners and perfluorinated compounds.

It becomes evident that some stressors, such as perfluorinated compounds, which are currently the subject of debate, have not yet been quantified. This was confirmed during the expert meeting in November 2013.

These results reveal a need for research regarding studies on the burden of disease and the costs-of-illness for a number of stressors found to be relevant for human health. The scarcity of data shows that further research is needed on stressors like perfluorinated compounds, polychlorinated dioxins, furans and biphenyls to quantify their burden of disease and costs-of-illness.

The second question refers to information which is needed for quantifications, but not currently available in Germany. It can be answered by addressing the following:

- need for information,
- assessing the information in the publications contained in the information matrix,
- transferrability of the burden-of-disease studies to Germany,
- transferrability of the cost-of-illness studies to Germany,
- identifying data sources for Germany,
- identifying data gaps in Germany.

To that end, the information contained in the database was evaluated and the assessments in the catalogue of criteria used. Various kinds of data were needed to quantify the burden of disease and the costs-of-illness; e.g., an exposure estimate for each stressor, epidemiological data of the stressor-associated diseases, exposure-response functions, etc. Since these data are only partially available in Germany, it was determined whether the results from EBD and cost-of-illness studies which were done abroad can be applied to Germany. Since these studies were done in other European countries as well as outside of Europe, there was some uncertainty whether and to what extent their results could be applied to Germany. Transferrability also was limited where estimates were incomplete due to scarcity of data or because “not all possible health outcomes were included.”

Using the results from GEniUS

The list with the more of 40 relevant environmental stressors and stressor groups was prepared (see table 3) using data from (mostly German) institutions. While it is not exhaustive, it does give a broad overview of health stressors in Germany, and so is useful for decision- and policy making in environment-related health protection.

Since it contains most of the publications found through the literature search, and since these publications were assessed using the catalogue of criteria, the database gives a fairly comprehensive overview of the currently available EBD and cost-of-illness studies, the methods used, their results and their limitations.

This gives information about the scientific quality of the studies, and hence the usefulness of their results, although it is not possible to tell to which extent the data in a given paper can be used. This, of course, can only be learned by working through the paper itself.

Evaluating the studies revealed a variety of designs, methods and interpretations of results on the burden of disease and costs-of-illness. The deficit analysis showed the extent to which the environmental stressors were dealt with in the studies and that not all the papers present all the necessary information. Regarding environmental policy, it was found that results are available for some environmental stressors (e.g., particulate matter, passive smoking, metals). It was also found that data on costs-of-illness are available from different sources (e.g., the German Federal Agency of Statistics [Statistisches Bundesamt]), but that they have not yet been combined or cannot be linked with attributable risks of illness.

The transferrability of the study results listed in the GEniUS database to the German context varies greatly. In addition to methodological limitations, there are also great differences between countries in health-associated and overall price development and therapeutic methods, and hence costs. A similar situation is found for EBD studies. Here there are great differences in degree of exposure and the population structure compared to Germany. An estimate of whether and to what extent the data can be applied to Germany must be done on a case-by-case basis and according to the particular problem. This is where the catalogue of criteria can be helpful.

As much as it would be desirable, a ranking of environmental stressors cannot be realised for a number of reasons. Regarding burden of disease, the studies employed different methods and assumptions. Also, the frame and year of reference are usually not comparable. Furthermore, almost all the publications showed over- or underestimation of effects. Since no study showed the total burden of disease of a given stressor, a ranking would be meaningless. The cost-of-illness studies do not allow for a ranking either, as applicability of results is hampered by differences in definition of costs and methods as well as missing exposure-response functions and differences in prices between countries. Cost studies also do not give exposure-related total costs, but are limited to selected groups, types of exposure or disease, which does not allow a ranking, either.

In spite of these limitations, the GEniUS project results allow an estimate of the health effects of different environmental stressors quantified in form of burden of disease or costs-of-illness.

In closing, recommendations were made for studies on the burden of disease and/or costs-of-illness as well as for broader aspects. For optimised linking of burden of disease and costs-of-illness studies, specific requirements concerning data availability and processing, methods used and, accordingly, limitations to be considered were formulated. Furthermore, recommendations for optimal use and actualisation of the developed information matrix were given. Finally, specific needs for further research on the environmental burden of disease and cost-of-illness studies were identified.

3 Einleitung

Das Akronym GENiUS steht für das Forschungsprojekt "Gesundheitsökonomie und Environmental Burden of Disease im Umwelt-Schutz", welches vom Umweltbundesamt (UBA) fachlich begleitet und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) gefördert wurde. Die finanzielle Förderung des Projektes erfolgte im Rahmen des Umweltforschungsplans (UFOPLAN) 2011 von Januar 2012 bis Juni 2014.

Der vorliegende Abschlussbericht baut auf den zwei internen Zwischenberichten und dem im November 2013 durchgeführten Fachgespräch auf.

3.1 Projekthintergrund

Das GENiUS-Vorhaben ist Teil des übergreifenden Projektes „Erarbeitung von thematischen Strategien für Umwelt und Gesundheit im Vorfeld eines Regierungsprogramms zum gesundheitsbezogenen Umweltschutz“. Es befasste sich mit gesundheitlichen Summenmaßen, insbesondere der Einheit Disability-Adjusted Life Year (DALY) sowie Krankheitskostenanalysen. Die daraus gewonnenen Informationen können zur Prioritätensetzung im gesundheitsbezogenen Umweltschutz verwendet werden. Bis dato gab es für Deutschland keine vollständige Zusammenstellung vorhandener Daten zu den beiden genannten Themenfeldern, was u. a. Anlass zur Durchführung des GENiUS-Projekts war.

Die Stärke einer Verschränkung von EBD-Berechnungen und monetären Betrachtungen (Krankheitskostenanalysen) im gesundheitsbezogenen Umweltschutz liegt in der systematischen Analyse und Bewertung verschiedener Umwelteinflüsse; einerseits hinsichtlich ihrer Bedeutung für Gesundheit und Lebensqualität der Menschen, andererseits hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen und ökonomischen Folgen und Bedeutung (vgl. u. a. Hurley et al. 2005). Auf diese Weise erhalten politische Entscheidungsträger eine weitere Argumentations-, Abwägungs- und Entscheidungsgrundlage für umwelt- und gesundheitspolitische Interventionen (Prüss-Üstün et al. 2003).

3.1.1 Projektziele

Übergeordnetes Ziel des Vorhabens ist es, durch die Zusammenstellung von Informationen über umweltbedingte Krankheitslasten und umweltbedingte Krankheitskosten Argumentationshilfen zur Beurteilung einzelner umweltpolitischer Maßnahmen zu erarbeiten. Gleichzeitig sollte verdeutlicht werden, welche Folgen Interventionen im Bereich des gesundheitlichen Umweltschutzes haben können.

Zu diesem Zweck wurde eine aktuelle Informationsbasis erstellt, die die verfügbaren Daten über die spezifischen umweltbedingten Krankheitslasten (Mortalität und Morbidität, quantifiziert in Summenmaßen wie DALY) zusammenfasst. Im Rahmen des Vorhabens wurden – wie in der Leistungsbeschreibung vorgegeben – als Umwelteinflüsse oder -stressoren ausschließlich die folgenden, auf den Menschen wirkenden gesundheitlichen Risikofaktoren verstanden:

- Physikalische Risikofaktoren (z. B. Lärm, Radon)
- Chemische Risikofaktoren (Umweltschadstoffe in der Außen- und Innenraumluft, im Trinkwasser sowie in Lebensmitteln)
- Biologische Risikofaktoren (z. B. Feuchte, Schimmel im Innenraum).

Die Betrachtung chemischer Umweltstressoren sollte hierbei ausdrücklich expositionspfadübergreifend erfolgen.

Darüber hinaus wurden diese EBD-Betrachtungen um eine gesundheitsökonomische Komponente ergänzt. Diese beinhaltet, wenn möglich, die Erfassung und synoptische Darstellung vorhandener Ansätze gesundheitsökonomischer Betrachtungen tatsächlich vorhandener Kosten für alle im Rahmen der EBD-Aktivitäten thematisierten Umweltstressoren, soweit solche Analysen vorliegen. Darüber hinaus wurde der Frage nachgegangen, inwieweit Schätzungen für Umweltstressoren und der resultierenden Krankheitslasten und Gesundheitsausgaben in anderen Ländern auf die Bevölkerung in Deutschland übertragen werden können (vgl. u. a. Hurley et al. 2005; Hänninen & Knol 2011).

3.1.2 Arbeitspakete

Das Arbeitsprogramm des Forschungsvorhabens besteht aus den nachfolgenden fünf Arbeitspaketen (AP), wobei Arbeitspaket 3 in vier Teilleistungen aufgegliedert ist. In Abbildung 1 sind die Verantwortlichkeiten der Projektnehmerinnen und -nehmer aufgelistet.

Universität Bielefeld	HAW Hamburg
<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtprojektleitung und -koordination • AP 1: Erstellung einer Übersicht zu vorhandenen Studien zur umweltbedingten Krankheitslast (EBD) • AP3: Entwicklung eines Kriterienkatalogs zur Studienbewertung; Bewertung der EBD-Studien • AP 4: Erstellung der Informationsmatrix; Aufnahme der vorhandenen EBD-Studien in die Informationsmatrix • AP 5: Erstellung von Kriterien für die Defizitanalyse; Durchführung einer Defizitanalyse zu den EBD-Studien als auch zum Gesamtprojekt 	<ul style="list-style-type: none"> • AP 2: Erstellung einer Übersicht zu vorhandenen Studien zu umweltbedingten Krankheitskosten • AP3: Ergänzung des Kriterienkatalogs zur Studienbewertung; Bewertung der Krankheitskosten-Studien • AP 4: Ergänzung der Informationsmatrix; Aufnahme der vorhandenen Krankheitskosten-Studien in die Informationsmatrix • AP 5: Ergänzung der Kriterien für die Defizitanalyse; Durchführung einer Defizitanalyse zu den Krankheitskosten-Studien sowie Ergänzung zum Gesamtprojekt

Abbildung 1: Verantwortlichkeiten des Konsortiums bezüglich der Arbeitspakete

Quelle: Eigene Darstellung

Arbeitspaket 1: Recherche von EBD-Studien

Im Rahmen des ersten Arbeitspaketes wurde eine Übersicht über aktuell verfügbare sowie laufende nationale (auch regionale) und internationale EBD-Studien oder -Programme und über deren Ergebnisse erstellt. Die Recherche erfolgt anhand einer festgelegten Recherchestrategie,

die in Kapitel 4.3.1 dargestellt ist. Das Arbeitspaket wurde durch die Universität Bielefeld bearbeitet.

Arbeitspaket 2: Recherche von Studien zu Krankheitskosten durch Umweltbelastungen

Das zweite Arbeitspaket zielt auf eine Übersicht über aktuell verfügbare und laufende nationale (auch regionale) und internationale Studien zu Gesundheitsausgaben durch Umweltbelastungen ab. Die Zusammenstellung erfolgt analog dem Vorgehen in Arbeitspaket 1 in Bezug auf die Recherche, Analyse und Dokumentation (vgl. Kapitel 4.2.2). Das Arbeitspaket fällt in den Aufgabenbereich der HAW Hamburg.

Anmerkung zur Bearbeitung der Arbeitspakete 1 und 2

Redundanzen in Bezug auf Studien, die bereits tabellarisch in AP 1 aufgeführt wurden, sind beabsichtigt und erwünscht, sofern sie eine kombinierte Betrachtung von umweltbedingten Krankheitslasten- und Krankheitskostenanalysen darstellen. In der GEniUS-Datenbank werden sie indes nur einmalig aufgeführt und beiden Arbeitspaketen zugeordnet. Darüber hinaus wurden auch Studien aufgenommen, die die Gesundheitsausgaben aufgrund der Krankheitslast bedingt durch einzelne Gesundheitsendpunkte quantifizieren. Über die Attribuierung der Krankheitslast durch Umweltstressoren wäre damit eine Schätzung der anteiligen Gesundheitsausgaben in weiterführenden Vorhaben grundsätzlich möglich.

Arbeitspaket 3: Bewertung der recherchierten Studien

Dieses Arbeitspaket ist laut Leistungsbeschreibung in Teilleistungen aufgegliedert. Im Zentrum stand die weitgehend qualitativ angelegte Bewertung der unter AP 1 und 2 identifizierten Studien. Anhand eines Kriterienkatalog wurde die

- (a) Qualität der Studien und Validität der Ergebnisse,
- (b) die Unsicherheiten der Studien,
- (c) der Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf Deutschland sowie
- (d) die Studien hinsichtlich ihrer Verwertbarkeit für die Umweltpolitik in Deutschland bewertet.

Die Bearbeitung des Arbeitspaketes erfolgte in enger Abstimmung mit dem UBA. Der Kriterienkatalog wurde bereits seit Beginn des Vorhabens in einem fortwährend weiterentwickelt, um Arbeitsabläufe im Vorhaben zu optimieren. Der erarbeitete Kriterienkatalog ist in Kapitel 5.3 dargestellt.

Arbeitspaket 4: Erstellung einer Informationsmatrix

Im vierten Arbeitspaket wurde auf Grundlage der Ergebnisse aus den Arbeitspaketen 1 bis 3 eine Informationsmatrix erstellt, die die von einzelnen Umweltstressoren verursachten Krankheitslasten und Krankheitsausgaben gegenüberstellt. Die Informationsmatrix beinhaltet Informationen über

- (a) die betrachteten Umwelteinflüsse bzw. Umweltstressoren,
- (b) die mit diesen Umweltstressoren jeweils assoziierten adversen gesundheitlichen Effekte,
- (c) eine Skizzierung des jeweiligen Zusammenhangs zwischen den Umweltstressoren und den gesundheitlichen Wirkungen,
- (d) die Schätzung der stressorspezifischen Krankheitslasten und
- (e) Krankheitskosten sowie eine Einschätzung der Unsicherheiten der betrachteten Studien.

Eine übersichtliche Gestaltung der Informationsmatrix wurde angestrebt, damit diese für umweltpolitische Priorisierungsprozesse in der Praxis verwendbar ist. Entsprechend war eine

Einschätzung der gesundheitlichen, gesundheitsökonomischen und umweltpolitischen Bedeutung einzelner Umweltstressoren im Sinne eines Rankings wünschenswert. Entscheidend war jedoch, dass die Informationsmatrix in transparenter und möglichst einfach nachvollziehbarer Weise die Unsicherheiten, die Spannweite und vor allem die Limitationen der Ergebnisse der einzelnen Studien darlegt, Empfehlungen zum Umgang hiermit gibt und somit möglichen Fehlinterpretationen der Studienergebnisse entgegengewirkt werden kann.

Arbeitspaket 5: Durchführung einer Defizitanalyse

Aufbauend auf den Ergebnissen der Arbeitspakete 1 bis 4 wurde abschließend in AP 5 eine Defizitanalyse hinsichtlich der recherchierten Ergebnisse der Krankheitskosten- und der EBD-Studien mit Blick auf die aktuellen Randbedingungen in Deutschland durchgeführt. Im Rahmen der Analyse wurde erörtert, welche eigentlich erforderlichen Daten und Informationen im Hinblick auf eine sachgerechte Schätzung der durch den jeweils betrachteten Umweltstressor bedingten Krankheitslast bzw. der gesundheitsbezogenen Folgekosten in Deutschland derzeit nicht zur Verfügung stehen. Darüber hinaus wurde beschrieben und begründet, für welche weiteren, bisher nicht berücksichtigten Umweltstressoren Schätzungen der Krankheitslast bzw. der Krankheitskosten erforderlich sein können.

3.2 Inhaltlicher Hintergrund

Das Projekt fokussiert zwei Quantifizierungssysteme, umweltbedingte Krankheitslasten und Krankheitskosten, die beide im Folgenden vorgestellt werden.

3.2.1 Einführung in das Konzept der umweltbedingten Krankheitslast

Geschichte und Hintergrund

In den 1990er Jahren hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) im Rahmen der Global Burden of Disease (GBD)-Studie zusammen mit der Weltbank und der Harvard School of Public Health das Burden of Disease (BoD)-Konzept entwickelt. Hierbei handelt es sich um eine Methode zur Berechnung der Krankheitslast in einer ausgewählten Bevölkerung (beispielsweise eines Staates) als Folge unterschiedlicher Krankheiten und gesundheitlicher Einschränkungen. Die Krankheitslast wird dabei unter Berücksichtigung und Kombination von Mortalitäts- und Morbiditätsdaten in einem Summenmaß, dem Disability-Adjusted Life Year (DALY) ausgedrückt (Murray 1994; Murray 1996; Mathers et al. 2001a; Malsch et al. 2006). Das Ziel der GBD-Studie umfasste die Erstellung eines standardisierten Konzeptes, indem alle verfügbaren Gesundheitsdaten, wie die Ursache für das Versterben, der Schweregrad sowie der epidemiologische Verlauf einer Erkrankung, kombiniert werden und so einen Überblick über die Krankheitslast einer Bevölkerung darstellen. Ebenfalls ermöglicht das Summenmaß DALY aufgrund seiner Eindimensionalität weitreichende Vergleiche über unterschiedliche Gesundheitsbeeinträchtigungen, zeitliche Veränderungen, verschiedene Nationen oder Bevölkerungsgruppen (Murray & Lopez 1996a; Murray et al. 2002).

Bei BoD-Berechnungen steht jedoch die jeweilige Erkrankung im Vordergrund, ein Ursachenbezug lässt sich hingegen nur bei eindeutig ursachenassoziierten Erkrankungen (z.B. Asbestose, Unterernährung) oder durch eine Attribuierung zu Risikofaktoren, im Zuge des so genannten comparative risk assessment (CRA) leisten. Um umweltassoziierte Risikofaktoren als eigenständige Eingangsgröße in BoD-Berechnungen integrieren zu können, wurde von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) das Environmental Burden of Disease (EBD)-Konzept

entwickelt. Dabei wird der BoD-Ansatz erweitert, indem der Anteil der Krankheitslast bestimmt wird, der auf umwelt- und lebensstilassoziierte Risikofaktoren als Ursache zurückgeführt werden kann. Die Ergebnisse dieser EBD-Berechnungen können zur Unterstützung bei der Planung und Evaluation von umweltpolitischen Maßnahmen sowie bei der Prioritätensetzung in Politik und Forschung genutzt werden (Prüss-Üstün et al. 2003).

Zielsetzung

EBD-Berechnungen werden – über die Einschätzung der umweltbedingten gesundheitlichen Beeinträchtigungen einer Bevölkerung oder ausgewählter Bevölkerungsgruppen eines Landes hinaus – u. a. mit folgender Zielsetzung eingesetzt (Prüss-Üstün et al. 2003):

- zur Bewertung möglicher Gesundheitsgewinne infolge (umwelt- und gesundheits-) politischer Maßnahmen (Interventionen);
- zur Einschätzung der Funktionsfähigkeit des Gesundheitswesens;
- als Grundlage für die Bewertung von beabsichtigten gesundheits- und - umweltpolitischen Maßnahmen oder die Evaluation dieser. -

Gerade der letztgenannte Punkt gewinnt in der heutigen Zeit, die auch im Bereich des gesundheitsbezogenen Umwelt-Schutzes durch eine veränderte Ressourcenallokation, die finanzielle Ressourcenverknappung sowie durch zunehmende Priorisierungsprozesse geprägt ist, zunehmend an Bedeutung.

Quantifizierungen der umweltbedingten Krankheitslast

Unter „umweltbedingter Krankheitslast“ wird zumeist das WHO-Konzept (EBD- bzw. BoD-Methode) mit dem Summenmaß DALY verstanden. Das DALY-Maß besteht aus einer Morbiditätskomponente, gemessen in Jahren, die in einem Zustand eingeschränkter Gesundheit verlebt werden (Years Lived with Disability (YLD)), und einer Mortalitätskomponente, gemessen in verlorenen Lebensjahren auf Grund von frühzeitigem Versterben (Years of Life Lost (YLL)). Es bestehen allerdings weitere, meist stark vereinfachte Verfahren zur Abschätzung der umweltbedingten Krankheitslast, die die Berechnung eines Summenmaßes (s.u.) umgehen (vgl. u. a. Landrigan et al. 2002; Patankar & Trivedi 2011). Im Rahmen von GEniUS wurde ausschließlich das DALY-Konzept zur Beschreibung der umweltbedingten Krankheitslast berücksichtigt. Nicht aggregierte Maße wie Todesfälle, Krankenhausaufenthalte, Tage mit beschränkter Aktivität oder neue Erkrankungsfälle (vgl. z. B. Boyd & Genuis 2008) wurden im Rahmen des Projektes nicht als Indikatoren für umweltbedingte Krankheitslasten betrachtet. Neben diesen Maßen gibt es weitere Summenmaße zur Abbildung der Bevölkerungsgesundheit (Summary Measures of Population Health (SMPH)). Bekannte Vertreter sind Health-Adjusted Life Expectancy (HALE) und Quality-Adjusted Life Year (QALY), deren Berücksichtigung jedoch nicht im Rahmen des Forschungsvorhabens gefordert war.

Das EBD-Konzept der WHO wurde in GEniUS schwerpunktmäßig betrachtet und soll daher an dieser Stelle methodisch kurz erläutert werden.

Das WHO-Konzept der umweltbedingten Krankheitslast

Für EBD-Berechnungen wird eine Vielzahl an Daten benötigt, die in verschiedenen Arbeitsschritten verwendet werden. In einem ersten Auswertungsschritt wird zunächst die Gesamtkrankheitslast (Burden of Disease) für einen ausgewählten Gesundheitsendpunkt geschätzt, bevor in einem weiteren Schritt (siehe unten) der Anteil der Krankheitslast

quantifiziert wird, der auf den betrachteten Umweltstressor zurückgeführt werden kann (attributabler Anteil).

Entsprechend der (Environmental) Burden of Disease-Methodik werden DALY durch die in Abbildung 2 dargestellte Formel abgeleitet. Die Mortalitätskomponente des Summenmaßes wird über die YLL bestimmt, welche durch die Multiplikation der Anzahl der Sterbefälle mit der Restlebenserwartung zum Zeitpunkt des Todes errechnet werden. Im Rahmen der BoD- bzw. EBD-Methodik der WHO wird die Verwendung einer standardisierten Lebenserwartung vorgeschlagen, die sich auf die empirisch bestimmte Lebenserwartung von japanischen Frauen (82,5 Jahre) bezieht und als weltweit höchste Lebenserwartung bei Geburt angenommen wird (Murray & Lopez 1996b). Für Männer wurde aus biologischen Gründen eine um 2,5 Jahre kürzere Lebenserwartung (80 Jahre) gewählt. In der aktuellen GBD 2010-Studie, durchgeführt vom Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), wird für Männer und Frauen eine einheitliche Standardlebenserwartung bei Geburt von 86 Jahren angenommen (Murray et al. 2012) um die Krankheitslasten für Männer und Frauen gleichwertig zu behandeln. Alternativ ist es auf nationaler Ebene jedoch gängig, die Lebenserwartung des jeweilig zu betrachtenden Landes zu verwenden, um Vergleiche sensibler für die Ausgangslage in einem Land zu gestalten.

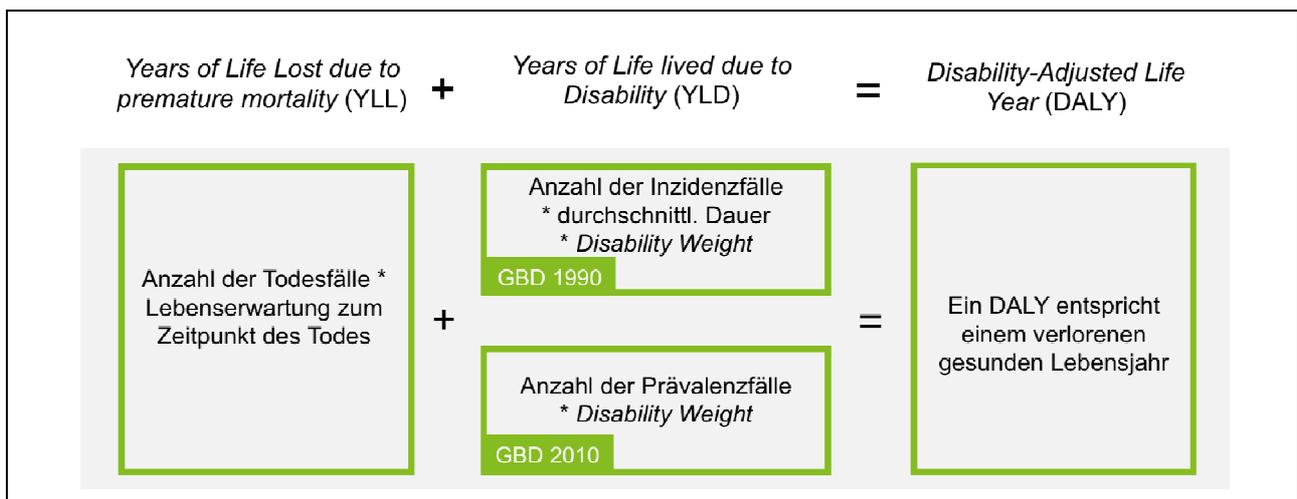


Abbildung 2: Komponenten zur Berechnung des Summenmaßes Disability-Adjusted Life Year (DALY)

Quelle: Eigene Darstellung nach Prüss-Üstün et al. (2003), Mathers et al. (2004) und Vos et al. (2012)

Die YLD stellen die Morbiditätskomponente dar, in der die inzidenten Fälle mit der Erkrankungsdauer und einem Gewichtungsfaktor (Disability Weight, DW) multipliziert werden (Murray 1996). Alternativ kann, wie in der GBD 2010 Studie geschehen, die Prävalenz mit dem DW multipliziert und als YLD verwendet werden (Vos et al. 2012). Die DWs drücken die Schweregrad einer Erkrankung mit einer Zahl zwischen 0 (vollkommene Gesundheit) und 1 (Zustand vergleichbar mit dem Tod) aus (Murray & Lopez 1996b). Neben den globalen DWs, erstellt in den GBD-Studien (Murray & Acharya 1997), wurden auf nationalen Ebenen bereits vermehrt landesspezifische DWs hergeleitet, z. B. für Australien (Mathers et al. 1999; Vos & Mathers 2000; Mathers et al. 2001b; Public Health Group 2005), Burkina-Faso (Baltussen et al. 2002), Estland (Lai et al. 2009), die Niederlande (Stouthard et al. 1997; Stouthard et al. 2000) und die Vereinigten Staaten von Amerika (Rehm & Frick 2010).

Weitere Parameter, die in die Rechnung einfließen können, sind zum einen eine unterschiedliche Gewichtung der verlorenen Jahre in bestimmten Altersgruppen, wobei durch die in den ersten GBD-Studien genutzten Gewichtungen verlorene Lebensjahre im Alter von 25 Jahren am höchsten gewertet und verlorene Jahre älterer bzw. jüngerer Personen geringer gewichtet werden („produktivitätsgeleitete“ Altersgewichtung; Age Weighting), sowie zum anderen eine Diskontierung (Discounting) in Zukunft verlorener Lebensjahre (Murray 1996). Beide Parameter werden kritisch diskutiert und wurden z. B. in dem deutschen VegAS-Projekt (Hornberg et al. 2013) als auch in der GBD 2010-Studie aus ethischen und egalitären Gründen nicht mehr angewendet (Murray et al. 2012).

Nachdem die Gesamtkrankheitslast (BoD) quantifiziert wurde, wird in einem weiteren Schritt die umweltbedingte Krankheitslast (Environmental Burden of Disease) bestimmt, indem der umweltbedingte Anteil der Gesamtkrankheitslast durch Verwendung einer Expositions-Wirkungsfunktion (EWF) und Informationen zur Verteilung des Risikofaktors in der betrachteten Bevölkerung geschätzt wird. Je nach Format der EWF sind unterschiedliche Bestimmungsmethoden möglich (vgl. Hornberg et al. 2013). Die gängigste Methode wird im Folgenden genauer betrachtet.

Bei einer EWF in Form eines Relativen Risikos (RR) oder Odds Ratios (OR) kann die Impact Fraction⁵ nach unten stehender Formel (siehe Abbildung 3) bestimmt werden.

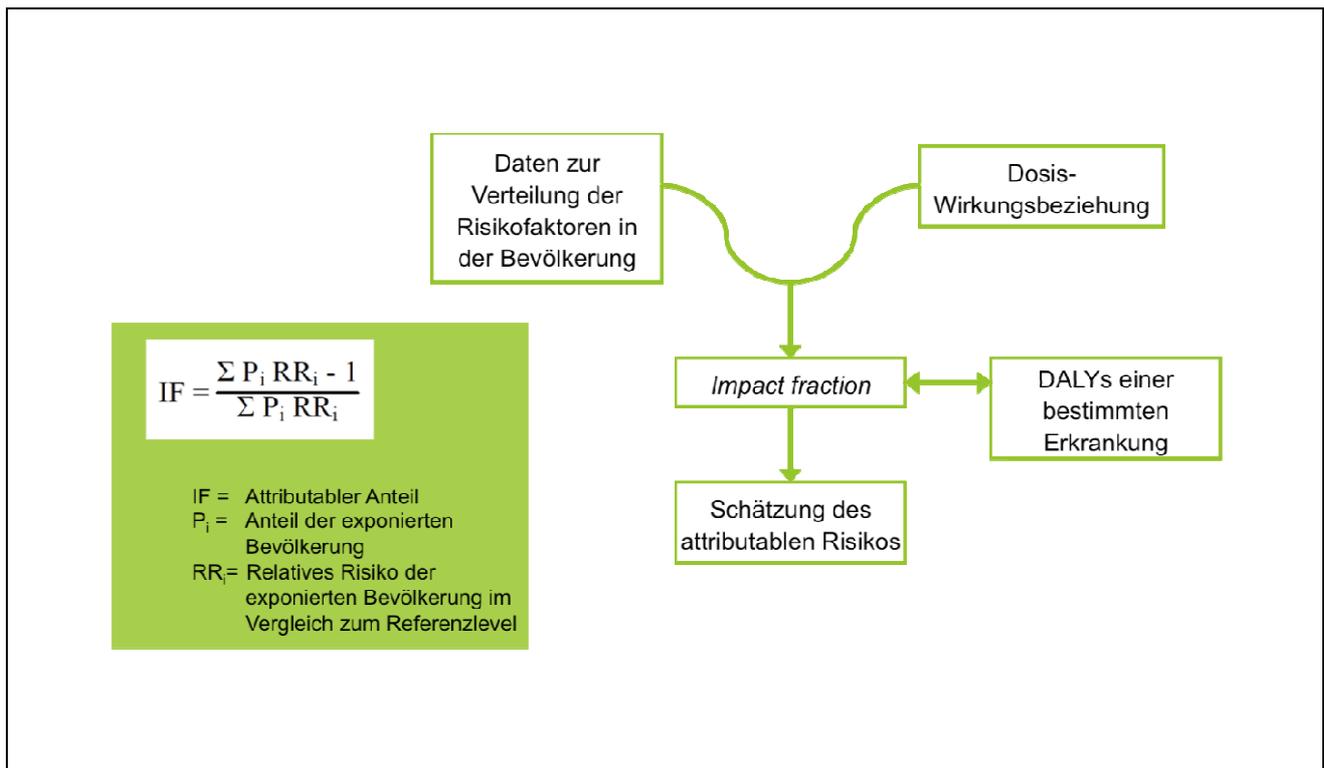


Abbildung 3: Formel zu Berechnung der Impact Fraction

Quelle: Eigene Darstellung, modifiziert nach Prüss-Üstün et al. (2003, S. 45)

⁵ Synonym wird auch Population Attributable Fraction (PAF) verwendet.

Das Ergebnis der Formel ist der Anteil der Krankheitslast, der dem betrachteten Stressor zugeordnet werden kann. Wurde beispielsweise eine Gesamtkrankheitslast von 500 DALY und eine Impact Fraction von 0,015 bestimmt, so wird angenommen, dass $[500 \cdot 0,015 =]$ 7,5 DALY auf den betrachteten Umweltstressor zurückgeführt werden können.

Von zentraler Bedeutung bei EBD-Berechnungen ist die Datenqualität aller erforderlichen Daten, da diese letztlich die Verlässlichkeit und Präzision der Berechnung bestimmt. Daher sollte eine Unsicherheitsanalyse Teil jeder EBD-Berechnung sein (WHO-IPCS 2008). Dabei wird jeder Schritt der Berechnung, angefangen bei der Definition der Zielsetzung bis hin zur Bewertung der DALY, detailliert dokumentiert und hinsichtlich ihrer Aussagekraft bewertet. Die Eingangsdaten werden gemäß ihrer Übertragbarkeit auf die betrachtete Bevölkerung und auf Unsicherheiten bei der Erhebung geprüft. Ebenfalls sollten Datenlücken und Einschränkungen von Daten benannt werden. Ausführliche Informationen bezüglich der Unsicherheitsanalyse finden sich in WHO-IPCS (2008).

Limitationen

Das BoD- bzw. EBD-Konzept ist mit diversen Fragestellungen, Überlegungen und Limitationen verbunden. Dies betrifft das zugrunde liegende EBD-Konzept und dessen normative Setzungen zur Bestimmung der Krankheitslast durch Morbidität mittels Disability Weights, die Bewertung zukünftiger Gesundheitsverluste (Diskontierung) sowie die produktivitätsgeleiteten Altersgewichtungen (u. a. Arnesen & Nord 1999). Zum anderen betrifft dies die in die EBD-Berechnung eingehenden Daten, erforderliche Annahmen im Falle von bestehenden Datenlücken und damit assoziierte Modellunsicherheiten, die die Vergleichbarkeit von Ergebnissen für unterschiedliche Umweltstressoren und die Aussagekraft zur Priorisierung erheblich herabsetzen können. Trotz vielfältiger Limitationen findet das Konzept international eine breite Anwendung, um Krankheitslasten quantifizieren und vergleichend darstellen zu können (u. a. Mathers et al. 2001a).

Anwendungsbreite

In zahlreichen Staaten, so auch im europäischen Ausland (z. B. Niederlande, Estland), wurden in den vergangenen Jahren nationale EBD-Studien durchgeführt (de Hollander et al. 1999; Lai et al. 2009; Hänninen & Knol 2011). EBD-Betrachtungen für die Bevölkerung in Deutschland finden sich indes bisher nur für eine begrenzte Anzahl von Umweltstressoren und assoziierten gesundheitlichen Effekten (u. a. Samson et al. 2007; Claßen et al. 2008; Claßen et al. 2009; Hänninen & Knol 2011), sowie im Vorhaben VegAS („Verteilungsbasierte Analyse gesundheitlicher Auswirkungen von Umwelt-Stressoren“; siehe (Claßen et al. 2010; Hornberg et al. 2013; Steckling et al. 2013a; Steckling et al. 2013b; Steckling et al. 2013c).

3.2.2 Einführung in gesundheitsökonomische Studien

Im Fokus des Projektes stehen die durch den Einfluss von Umweltexpositionen ausgelösten tatsächlich anfallenden Krankheitskosten und die durch entsprechende Interventionen im Bereich des gesundheitlichen Umweltschutzes zu erreichenden Präventions- und damit Einsparpotenziale.

Hierbei spielt die Betrachtung ökonomischer Analysen zur Gesundheit und Krankheit eine wesentliche Rolle, wobei das zentrale Feld von ökonomischen Analysen die gesundheitsökonomische Kosten-Nutzen-Bewertung (z. B. von Interventionsmaßnahmen) ist. Sie ist der gebräuchliche Überbegriff für alle Studien im Gesundheitswesen, bei denen es um die

ökonomische Bewertung von gesundheitsrelevanten Sachverhalten und Maßnahmen im weitesten Sinne geht (Schöffski 2007a).

Bei der gesundheitsökonomischen Evaluation werden Kosten und Outcomes (z. B. Auswirkungen auf Gesundheitsstatus und Lebenserwartung) von Gesundheitstechnologien verglichen. Der Technologiebegriff ist dabei – wie im Health Technology Assessment (HTA) – weit gefasst und beinhaltet diagnostische Verfahren (z. B. Magnetresonanztomographie) und therapeutische Interventionen (z. B. Operationsprozeduren, Medikation oder Psychotherapien), aber auch Präventionsprogramme (z. B. Kampagnen für einen gesundheitsorientierten Lebensstil) und organisatorische Ansätze (z. B. „Disease Management Programme“ (Wirtschaftslexikon 2013).

Studien in diesem Sinne haben im Wesentlichen zwei verschiedene Ansätze: einen vergleichenden oder einen nicht-vergleichenden Charakter (Ulrich 2012), siehe Tabelle 5.

Tabelle 5: Systematik gesundheitsökonomischer Evaluationen

Gesundheitsökonomische Evaluationen				
Nicht vergleichend	Vergleichend			
Krankheitskosten-Analyse	Kosten-Kosten-Analyse	Kosten-Nutzen-Analyse	Kosten-Wirksamkeits-Analyse	Kosten-Nutzwert-Analyse

Quelle: modifiziert nach Schöffski et al. (2007b, S. 66)

Bevor die genannten gesundheitsökonomischen Evaluationsansätze beschrieben werden, erfolgt zunächst eine Beschreibung einbezogener Kostenkategorien und Herleitungsmethoden.

Die Krankheitskosten werden in verschiedenen Kategorien beschrieben:

Direkte Kosten sind die mit der Krankheit verbundenen Kosten, die sich unmittelbar aus einer Behandlung/Therapie ergeben und einen Ressourcenverbrauch in Form von Gesundheitsgütern/Leistungen, wie zum Beispiel

- Diagnostik und Therapie,
- Medikamente,
- Heil- und Hilfsmittel,
- Operationen,
- Rehabilitation,
- Pflegekosten und
- ambulante und stationäre Behandlungen,

darstellen.

Indirekte Kosten berechnen sich über den Verlust an Ressourcen als Folge von Morbidität (z. B.: Arbeitsunfähigkeit, Invalidität, Erwerbsunfähigkeit) und vorzeitiger Mortalität. Hierin enthalten sind alle krankheits- und interventionsbedingten Produktivitätsausfälle, unabhängig davon, ob und von wem Lohnersatzleistungen gezahlt werden (Henke & Martin 2006).

In der Praxis werden die Kosten in der Regel ausschließlich auf die Bewertung des Verlustes von Arbeitspotential, bzw. gesamtwirtschaftlicher Produktivität reduziert und mit der Formel in

$$\text{Durchschnittl. Prod.verlust} = \text{Arbeitsunfähigkeitstage} \times \frac{\text{Bruttoeinkommen aus unselbständiger Arbeit}}{\text{Zahl abhängig Erwerbstätiger} \times 365 \text{ Tage}}$$

Abbildung 4: Bestimmung des durchschnittlichen Produktivitätsverlusts

Quelle: in Anlehnung an Greiner und Damm (2012, S. 34).

Den zuvor genannten Kosten ist gemeinsam, dass sie monetär messbar oder erfassbar (tangibel) sind. Eine weitere Kategorie der indirekten Kosten sind die **intangiblen Kosten**. Intangible Kosten bilden als nicht monetäre Kosten die aus einer Erkrankung resultierenden Einschränkungen wie Schmerzen, psychische Belastungen, vermindertes Selbstwertgefühl, Verlust an Lebensfreude und Sozialprestige oder Einschränkungen in der Lebensqualität der Betroffenen sowie ihres Umfeldes ab. Um die intangiblen Kosten monetär zu bewerten, wird erfasst, wie die Lebensqualität durch die Krankheit beeinflusst wird (Henke & Martin 2006; Greiner & Damm 2012). Intangible Kosten sind somit nicht der Betrachtungsgegenstand im GEniUS-Projekt.

Aufbauend auf dieser grundsätzlichen Krankheitskostenbetrachtung haben sich verschiedene methodische Herangehensweisen für die Berechnung von Aufwendungen (direkte Kosten) und für die gesellschaftlichen Verluste (indirekte Kosten) durch Krankheit entwickelt.

Für die krankheitsbezogene Zuordnung der direkten Kosten können zwei verschiedene Vorgehensweisen genutzt werden:

Top-Down Ansatz

Hier werden die vorliegenden aggregierten Ausgaben für Gesundheitsdienstleistungen so weit aufgegliedert, dass sie bestimmten Krankheitsgruppen bzw. Krankheiten zugeordnet werden können (Henke & Martin 2006).

Bottom-Up Ansatz

Hier werden von Gesundheitseinrichtungen (z. B. Apotheke, Krankenhaus) die Kosten einer Krankheit, ausgehend von Patientendaten, erhoben und dann für das Gesundheitssystem insgesamt zusammengefasst (Henke & Martin 2006).

Für die krankheitsbezogene Zuordnung der indirekten Kosten stehen ebenfalls verschiedene Methoden zur Verfügung, die im Folgenden beschrieben werden.

Humankapital-Methode

Die indirekten Kosten einer Krankheit sind so groß wie der Verlust an Arbeitspotenzial, der einer Volkswirtschaft beispielsweise durch krankheitsbedingtes Fernbleiben vom Arbeitsplatz entsteht. Der Verlust an Arbeitspotenzial lässt sich als Verlust an Produktivität des eingesetzten Produktionsfaktors Arbeit ausdrücken. Um diesen Verlust zu quantifizieren, muss eine

Einschätzung des ausgefallenen Produktionsfaktors Arbeit vorgenommen werden. Diese erfolgt bei der Humankapitalmethode als Standardansatz über die verlorenen Lebens- und Erwerbstätigkeitsjahre sowie deren monetäre Bewertung über den Marktpreis des Produktionsfaktors Arbeit, also über den Lohn oder das Einkommen. Somit bezieht dieses theoretische Konzept die verlorene zukünftige Produktion vorzeitig verstorbener oder erkrankter Personen, also den Verlust an Humankapital, mit ein. Aus der einfachen Aggregation einzelwirtschaftlich gemessener Einkommen zu einer hypothetischen gesamtwirtschaftlichen Größe ergibt sich jedoch auch ein gewisser Nachteil dieses theoretischen Konzeptes, da andere Tätigkeiten (z. B. in Haushalt und Freizeit) der Ressource Arbeitskraft außer Acht gelassen werden. Der Produktionsverlust entspricht dem bis zum Rentenbeginn hochgerechneten, potenziell von dieser Person erwirtschafteten Produktionswert. Unterstellt wird, dass die Person erwerbstätig geblieben wäre (Greiner & Damm 2012).

Friktionskosten-Methode

Hier wird als Produktivitätsverlust nur die Periode bis zur Neubesetzung des Arbeitsplatzes (Frikionsperiode) berücksichtigt. Der „Frikionskostenansatz“ geht davon aus, dass jeder längerfristig frei gewordene Arbeitsplatz in absehbarer Zeit durch eine andere Person ersetzt werden kann. Diese Annahme führt dazu, dass sich der (potenziell große) Produktivitätsverlust bei langer Krankheit oder frühzeitigem Tod in Wirklichkeit als relativ gering herausstellt (Greiner 2007).

Vergleich: Humankapital-Methode vs. Frikionskosten-Methode

Am deutlichsten wird der Unterschied der beiden Ansätze, wenn der Todesfall eines Kindes bewertet wird. Im Frikionskostenansatz führt dieser zu keinem Produktionsausfall, während er im Humankapitalansatz mit dem Barwert des voraussichtlichen zukünftigen Produktionswertes beziffert wird. Auf der anderen Seite, hat die Frikionskosten-Methode den Vorteil, dass die Kosten in Zeiten hoher Arbeitslosigkeit nicht überschätzt werden (Henke & Martin 2006).

Zahlungsbereitschaftsmethode (Willingness to Pay Method, WTP)

Mit dieser Methodik wird versucht, eine wirtschaftliche Ebene zu verlassen und eine umfassendere Betrachtung zu berücksichtigen. Kosten werden hier mit Präferenzen gleichgesetzt und es werden Geldwerte angenommen, die ein Mensch bereit wäre, für eine Lebensverlängerung oder eine Reduktion von krankheitsbedingten Begleiterscheinungen zu bezahlen (Henke & Martin 2006). Unterschieden werden hier im Wesentlichen zwei verschiedenen Methoden: Stated Prefences und Revealed Preferences, in Abhängigkeit davon, ob die Präferenzen direkt erfragt werden, oder über Marktverhalten erhoben werden (Haucke et al. 2009). Neben einer Vielzahl von verschiedenen Methoden, ist eine häufig angewendete Stated Preference Methode die sogenannte Contingent Valuation, bei der die Befragten zur Zahlungsbereitschaft eines hypothetischen Szenarios befragt werden (U.S. EPA 2010).

Dieselben Methoden werden auch zur Schätzung des sogenannten Value of Statistical Life (auch Value of Life; VOSL) verwendet, bzw. aus Risikoänderungen und den entsprechenden Zahlungsbereitschaften zur Erreichung eines veränderten Risikos abgeleitet (Haucke et al. 2009). Der monetäre Wert eines (statistischen) Lebens findet in Kosten-Nutzen-Analysen Verwendung, bei denen der Nutzen von Maßnahmen die Sterbewahrscheinlichkeit (meist im marginalen Bereich) verringert. Nutzen und Kosten einer Maßnahme können somit einander gegenüber gestellt werden (Hajen et al. 2006). Einfach ausgedrückt bedeutet dies: wenn es gelingt, durch den Bau einer Ampel für 1000 Menschen die Sterbewahrscheinlichkeit durch

Verkehrsunfälle an dieser Stelle um 0,1% zu senken, ist statistisch ein Leben gerettet. Wenn die 1000 Menschen nun bereit wären, hierfür beispielsweise € 100 auszugeben (ermittelt durch WTP-Methoden), wäre der VOSL € 100.000 und könnte den Kosten des Ampelbaus gegenüber gestellt werden (Hajen et al. 2006).

Krankheitskosten-Analyse

Bei der Krankheitskosten-Analyse handelt es sich ausschließlich um die Ermittlung der Kosten, die einer Krankheit zuzuschreiben sind. Es erfolgt keine Differenzierung nach einzelnen Interventionen oder medizinischen Maßnahmen, sondern es werden die Kosten einer Krankheit als Ganzes evaluiert, um z. B. über die Verwendung von Forschungsgeldern zu entscheiden (Schöffski 2007a).

Die Krankheitskosten-Analyse findet in Deutschland ihren Niederschlag in der Krankheitskostenrechnung. Methodischer Ausgangspunkt der Krankheitskostenrechnung ist die Abgrenzung des Gesundheitswesens nach dem System of Health Accounts der OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung), wonach alle Institutionen und Personen des Gesundheitsschutzes, der Gesundheitsförderung und der Gesundheitsversorgung zum Gesundheitswesen zählen (OECD et al. 2011). Sie ist über eine dreidimensionale Klassifikation nach „Functions“ (Leistungsarten), „Providers“ (Einrichtungen) und „Sources of Funding“ (Ausgabenträger) miteinander verzahnt und erlaubt verschiedene Analysen aus unterschiedlichen Blickwinkeln (Ausgaben, Krankheiten, Beschäftigung). Darüber hinaus ermöglicht die Orientierung am System of Health Accounts eine internationale Vergleichbarkeit der Ergebnisse der einzelnen nationalen Kosten- und Rechenbezugssysteme (Statistisches Bundesamt 2006; OECD et al. 2011).

Die Krankheitskostenrechnung legt für die Abgrenzung der Krankheiten die von der WHO herausgegebene internationale Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme in der 10. Revision (ICD-10) zu Grunde (Statistisches Bundesamt 2006).

Der Kostenbegriff in der Krankheitskostenrechnung orientiert sich nicht an dem in der Volkswirtschaftslehre vorherrschenden Verständnis. Basis der Kostenerstellung in der Volkswirtschaftslehre sind die erwarteten Marktpreise des bewerteten Einsatzes von Produktionsmitteln. Im Gesundheitswesen handelt es sich jedoch um festgelegte Preise auf Basis von Verhandlungen oder administrativen Vorgaben. Das heißt, es werden nur die Kosten des Verbrauchs von Waren und Dienstleistungen berücksichtigt, denen Ausgaben gegenüber stehen. Sie können somit direkt der Gesundheitsausgabenrechnung bzw. den zu Grunde liegenden Datenquellen entnommen werden (Nöthen & Böhm 2009). Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass in der Krankheitskostenrechnung nur laufende Gesundheitsausgaben berücksichtigt werden, womit z. B. Investitionen, als Bestandteil von Gesundheitsausgaben auf Grund von Zuordnungsproblemen, unberücksichtigt bleiben und somit die ausgewiesenen Beträge der Gesundheitsausgaben immer höher sind als die ausgewiesenen Krankheitskosten (Henke & Martin 2006; Statistisches Bundesamt 2006).

Im Folgenden werden verschiedene vergleichende gesundheitsökonomische Evaluationsanalysen vorgestellt, die sich im Wesentlichen darin unterscheiden, wie die gesundheitlichen Effekte der Therapie/Intervention erfasst werden, während die Kosten immer in monetären Einheiten ausgedrückt werden (Busse 2006).

Kosten-Kosten-Analyse

Bei der Kosten-Kosten-Analyse handelt es sich um die separate Kosten-Analyse von zwei oder mehr alternativen Interventionsmaßnahmen, bei der lediglich die Kosten der Maßnahmen betrachtet werden, um eine kostengünstigere Alternative zu ermitteln. Daher wird bei dieser Evaluationsform auch häufig von einer Kosten-Minimierungs-Analyse gesprochen (Schöffski 2007b). Das Ziel dieser Analyse ist es, bei einem vorher festgelegten Ziel die Alternative des geringsten Mitteleinsatzes in Bezug zu einer definierten Erkrankung zu ermitteln (Schreyögg & Stargardt 2012). Hierbei werden Kosten nicht mit zu erwartenden Effekten/Nutzen verglichen, sondern die Wirksamkeit und Sicherheit der verschiedenen Interventionsmaßnahmen muss vorher durch wissenschaftliche Evidenz belegt sein (Busse 2006).

Kosten-Nutzen-Analyse

Bei Kosten-Nutzen-Analysen wird neben den Kosten auch der Nutzen einer Interventionsmaßnahme in monetären Einheiten bewertet. Dieses wird in einer gemeinsamen Berechnung durchgeführt, wobei der monetär bewertete Nutzen der Maßnahme den Kosten der nicht durchgeführten Behandlungsform entspricht. Diese Bewertung kann von den alleinigen Kosten der durchgeführten Interventionsmaßnahme abgezogen werden und erhält ein positives oder negatives Ergebnis (Schöffski 2007b). Weiterhin werden bei der Kosten-Nutzen-Analyse nicht nur die direkten und indirekten, sondern auch die intangiblen Kosten monetär bewertet. Die Methodologie, Gesundheit und Krankheit und/oder verlorene Lebensjahre und/oder Leben mit Behinderung in Geldeinheiten zu bewerten, ist jedoch höchst umstritten. Daher werden Kosten-Nutzen-Analysen in Deutschland in der Regel auf Parameter beschränkt, die leicht bewertbar sind, bzw. auf die monetäre Bewertung intangibler Effekte wird verzichtet (Busse 2006). In den skandinavischen Ländern und Großbritannien ist jedoch eine gegenläufige Entwicklung festzustellen, da hier diese Form der Evaluation als die kraftvollste angesehen wird und eine Vergleichbarkeit von medizinischen Programmen und Maßnahmen außerhalb des Gesundheitswesens prinzipiell möglich ist (Schöffski 2007b).

Kosten-Wirksamkeit-Analyse

Mit der Kosten-Wirksamkeit-Analyse können Ergebnisse verschiedener Maßnahmen berücksichtigt werden, bei denen sich sowohl die Kosten, als auch die Ergebnisse unterscheiden. Dieses erfolgt ohne eine Bewertung der Ergebnisse in Geldeinheiten.

Hier werden die nur schwer in monetären Einheiten zu bewertenden intangiblen Komponenten in naheliegenden natürlichen Einheiten gemessen. Die Beurteilung von Erfolg oder Misserfolg einer Maßnahme wird z. B. durch „Senkung des Blutdruckes“, „Reduzierung des Cholesterinspiegels“ oder globalere Erfolgskriterien wie „Anzahl der erfolgreich behandelten Fälle“ oder „Lebensverlängerung in Jahren“ quantifiziert.

Diesen messbaren Erfolgen werden die Kosten pro Einheit gegenübergestellt und die Vergleichbarkeit zweier unterschiedlicher Maßnahmen somit gewährleistet (z. B. eine Senkung des Blutdruckes um 10% kostet bei Maßnahme A x€; Maßnahme B y x €) (Schöffski 2007b).

Kosten-Nutzwert-Analyse

Bei Kosten-Nutzwert-Analysen (engl. Cost-Utility-Analyses) wird ein Vergleich unterschiedlicher Therapien und/oder Maßnahmen für unterschiedliche Outcomes/Krankheitsbilder ermöglicht, indem die Wirksamkeit in universellen Ergebnisparametern aus der Sicht des Patienten/Betroffenen bewertet wird.

Hierfür werden aus unterschiedlich dimensionierten Ergebnisgrößen Nutzwerte ermittelt, die den Kosten gegenübergestellt werden. Das am häufigsten verwendete Verfahren hierfür ist das dem DALY-Konzept antagonistisch gegenüberstehende QALY-Konzept (Quality-Adjusted Life Year) ⁶. Hierfür gibt es eine Reihe von verschiedenen Instrumenten, die es ermöglichen, verschiedene Alternativen bei unterschiedlichen Indikatoren oder Interventionen (z. B. Prävention vs. Behandlung) zu bewerten (Busse 2006).

Zusammenfassung

Die verschiedenen gesundheitsökonomischen Evaluationsformen unterscheiden sich dadurch, welche Kosten- und Nutzenkomponenten berücksichtigt werden und in welcher Form die Effekte dargestellt werden. In Tabelle 6 sind diese und die Verwendung der einzelnen Studienformen systematisch zusammengestellt.

Tabelle 6: Komponenten gesundheitsökonomischer Evaluationen und deren Verwendung (bevorzugte Evaluationsmethoden - rot)

Analysetyp*	Bewertung der Effekte der Intervention	Gegenüberstellung von Kosten und Effekten
Krankheitskosten-Analyse	Keine	Keine
Kosten-Kosten-Analyse	Keine	Keine
Kosten-Nutzen-Analyse	Monetär	Nettokosten (Kosten minus Nutzen)
Kosten-Wirksamkeits-Analyse	Natürliche Einheiten	Kosten je Outcome-Einheit
Kosten-Nutzwert-Analyse	Nutzwerte (z. B.: QALY)	Kosten je Outcome-Einheit

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Metz (2005).

* Die Bewertung der Kosten erfolgt bei allen Analysetypen monetär.

Auf Grund der Systematik der einzelnen Analyseformen ergibt sich für das vorliegende Vorhaben, dass Kosten-Kosten-, Kosten-Nutzwert- und Kosten-Wirksamkeitsanalysen bei der Betrachtung ausgeschlossen werden, da die Effekte nicht monetär bewertet werden. Krankheitskosten-Analysen werden berücksichtigt, wenn sie Stressor bezogen durchgeführt werden. Kosten-Nutzen-Analysen werden eingeschlossen.

Im Rahmen des GEniUS-Projektes stehen in Bezug auf die zu betrachtenden Kostenarten „tatsächlich anfallende Kosten, die allen Institutionen oder den Betroffenen entstehen, um Gesundheit zu erhalten, wiederherzustellen, Krankheiten und Verletzungen zu behandeln und der Entstehung von Krankheiten und Verletzungen vorzubeugen.....“ im Fokus der Betrachtung (Projektantrag, S. 6).

Daraus ergibt sich für die zu betrachtenden Kostenarten, dass primär die direkten und indirekten Kosten berücksichtigt werden und Studien, die nur intangible Kosten betrachten, unberücksichtigt bleiben, da sich diese einer tatsächlichen monetären Bewertung in Form tatsächlicher Kosten, weitgehend entziehen (Henke & Martin 2006).

⁶ Das QALY-Konzept quantifiziert anders als das DALY-Konzept nicht die durch Krankheit oder vorzeitigen Tod verlorenen Lebensjahre, sondern die in bestmöglicher gesundheitlicher Lebensqualität verlebter Jahre. Entsprechende Faktoren zur Gewichtung von Erkrankungsschweregraden (Als Malus der Lebensqualität) fließen hier ebenso wie im DALY-Konzept ein und werden auch hier kritisch gesehen.

Des Weiteren bleiben Studien unberücksichtigt, bei denen die Kosten über die WTP-Methode geschätzt werden, da es sich hierbei um eine Methode mit verschiedenen Schwächen handelt, die in der Literatur ausführlich beschrieben sind (z. B.: Völckner 2006; Schöffski 2007b; U.S. EPA 2010; Carson 2012; Hausman 2012). Als wesentliche Mängel werden übereinstimmend in allen genannten Publikationen

- Hypothetical bias (Bias aufgrund der Stützung von Aussagen auf hypothetischen - Annahmen nach der Art „Was wäre wenn“), -
- Strategic bias (Bias aufgrund des starken Effekts der strategischen Aussagenausrichtung sowie der sozialen Erwünschtheit auf das Ergebnis),
- Validity (Validitätseinschränkung durch o.g. Bias), und
- Reliability (Reliabilitätseinschränkung durch die Messungenauigkeit)

diskutiert.

Völckner (2006) fasst zusammen:

„Die Diskussion [der in der Literatur vorgeschlagenen Ansätze zur Messung individueller Zahlungsbereitschaften] hat verdeutlicht, dass keine Methode allen Anforderungskriterien genügt“ (Völckner 2006, S. 53).

Darüber hinaus muss davon ausgegangen werden, dass mit WTP-Methoden quantifizierte Ergebnisse etwas anderes darstellen, als tatsächlich anfallende Kosten, obwohl beide Entitäten die gleiche Einheit (Euro, Dollar etc.) verwenden. Auf der WTP-Methode basierende Ergebnisse bilden die Zahlungsbereitschaft einer Population ab. Kosten dagegen werden als „bewerteter Güterverzehr in der Produktion“ definiert, bei dem „die Gütereinheiten (...) mit ihren jeweiligen Preisen (...) bewertet und addiert“ (Gabler Wirtschaftslexikon Wirtschaftslexikon 2013) werden. Eine Gleichsetzung dieser beiden Inhalte erscheint uns im Rahmen des GEniUS-Projektes nicht angemessen. Eine erweiterte Diskussion der WTP-Methode befindet sich in Kapitel 6.1.5.

4 Methodisches Vorgehen

Wie zuvor beschrieben besteht das GEniUS-Projekt aus fünf Arbeitspaketen. Diese spiegeln sich im methodischen Vorgehen des Projektes wieder. Im Folgenden wird das methodische Vorgehen vorgestellt und die Entwicklung der einzelnen methodischen Strategien, die Festlegung auf relevante Umweltstressoren (4.1), die Literaturrecherche (4.2), die datenbankgestützte Informationsmatrix (4.3), der Kriterienkatalog (4.4) sowie die Defizitanalyse (4.4.3) beschrieben.

4.1 Vorbereitung der Literaturrecherche - Eingrenzung der betrachteten Umweltstressoren

Das GEniUS-Projekt behandelt laut Leistungsbeschreibung der Auftraggeber physikalische Risikofaktoren (Lärm, Radon), chemische Risikofaktoren (Umweltschadstoffe in der Außen- und Innenraumluft, Umweltschadstoffe im Trinkwasser und Umweltschadstoffe in Lebensmitteln) und biologische Risikofaktoren (Feuchte und Schimmel im Innenraum). Zur Eingrenzung der zu betrachtenden Umweltstressoren (mit dem Fokus auf chemische Stressoren), wurde eine **Liste relevanter Stressoren** erstellt. Diese umfasst alle biologischen, chemischen und physikalischen Stressoren (bzw. Stressorkategorien) mit adversen⁷ Gesundheitseffekten, die im Rahmen von GEniUS betrachtet werden. Um eine anwendbare und handhabbare Liste zu erreichen, wurden einige Stressoren(gruppen) von der Betrachtung im Rahmen von GEniUS ausgeschlossen; hierzu erfolgte eine detaillierte Absprache mit dem Auftraggeber. Entsprechende (Ein- bzw.) Ausschlusskriterien sind in Kapitel 5.1.1 formuliert. Die Liste bezieht sich speziell auf das GEniUS-Projekt und seine Zielsetzung. Dabei wurde sowohl der Umweltbezug als auch der Quantifizierungsbezug (Krankheitslasten und Krankheitskosten) berücksichtigt, sodass eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass relevante Studien zu den Stressoren gefunden werden, besteht. Eine detaillierte Aufschlüsselung der Eingrenzung der betrachteten Umweltstressoren findet sich in Kapitel 5.1.2. Die Liste relevanter Stressoren ist ein notwendiges Werkzeug, um die Literaturrecherche zu spezifizieren, da die Stressoren der Liste als Suchbegriffe in die Recherche aufgenommen wurden.

Zur Erstellung der **Liste relevanter Stressoren** wurden (a) Internetseiten relevanter – überwiegend nationaler - Institutionen gesichtet (siehe Tabelle 7), um für Deutschland relevante Stressoren in das GEniUS-Projekt aufnehmen zu können. Der Fokus auf nationale Institutionen erklärt sich durch den besonderen Schwerpunkt auf die nationale gesundheitsbezogene Umweltpolitik im GEniUS-Projekt.

Darüber hinaus wurden Stressoren in die Liste aufgenommen, die (b) vom Auftragsgeber als relevant eingestuft und telefonisch oder schriftlich mitgeteilt wurden.

Die Liste relevanter Stressoren ist keine umfassende Liste aller biologischen, chemischen und physikalischen Umweltstressoren mit gesundheitlicher Relevanz, sondern spiegelt die

⁷ Adverser Effekt: „Veränderung in Morphologie, Physiologie, Wachstum, Entwicklung oder Lebenserwartung eines Organismus, die zu einer Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit oder zu einer Beeinträchtigung der Kompensationsfähigkeit gegenüber zusätzlichen Belastungen führt oder die Empfindlichkeit gegenüber schädlichen Wirkungen anderer Umwelteinflüsse erhöht.“ (Übersetzung entspr. „Bekanntmachung über Methoden und Maßstäbe für die Ableitung der Prüf- und Maßnahmenwerte nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)“; Bundesanzeiger, 28.08.99, 51/Nr. 161a) (WHO 1994; BMU 1999).

konsensualen Schwerpunktsetzungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer wider. Sie basiert auf den in Tabelle 7 zugrunde gelegten Quellen. Als Quellenverweise werden für jeden benannten Stressor in der Liste relevanter Stressoren (vgl. Kapitel 5.1.2) unmittelbare Quelldokumente genannt, die auf den jeweiligen Stressor hingewiesen haben.

Tabelle 7: Berücksichtigte Quellen zur Eingrenzung der Liste relevanter Stressoren

Betrachtete Institutionen
herangezogene thematisch gegliederte Homepage Unterseiten und/oder Publikationen
<p>Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR 2012d)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protokolle der BfR-Kommission für „Kontaminanten und andere gesundheitlich unerwünschte Stoffe in der Lebensmittelkette“ (BfR 2012c) - Themen: „Bewertung der stofflichen Risiken von Lebensmitteln“ (BfR 2012a); „Mikrobielle Risiken von Lebensmitteln“ (BfR 2012b)
<p>Umweltbundesamt (UBA 2012b)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Berichte der Umwelt-Surveys⁸ - Berichte des Kinder-Umwelt-Survey (KUS)⁹ - „Luft und Luftreinhaltung (Luftschadstoffe)“ (UBA 2011) - „Chemikalienpolitik und Schadstoffe, REACH: Dioxine“ (UBA 2012a) - Umwelt-Kernindikatorensystem (KIS) (UBA 2012b) ➔ Alle Themen des KIS wurden (mit Ausnahme der Themen „Biologische Vielfalt, Naturhaushalt und Landschaft“, „Klimaänderungen“ und „Ressourcennutzung und Abfallwirtschaft“, welche außerhalb des Erkenntnisinteresses von GEniUS liegen) systematisch durchgesehen.
<p>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zum Thema „Gesundheit – Chemikalien: Gesundheit“ wurden die „Publikationen“, „Kurzinfos“, „aktuelle Pressemitteilungen“ [14.05.2010-09.07.2012], „Chemikaliensicherheit“ (komplett) und „Lebensmittelsicherheit“ (nicht: „Gesetzgebung“; „Verbrauchertipp“, „Auskunftstellen“), sowie „Luftreinhaltung“, „Badegewässer“, „Innenraumlufte“ und „Klimawandel“ mit ihren Unterpunkten analysiert. Nicht mit aufgenommen wurden die Boxen „Weitere Informationen“. - Das Thema „Gesundheit – Chemikalien: Chemikalien“ wurde komplett gesichtet, jedoch ohne Beachtung von „Downloads“, „Parl. Vorgänge“, „Rechtsvorschriften“ und „Nanotechnologie“. - Die Themen „Luft - Lärm - Verkehr“, „Wasser - Abfall - Boden“, „Bodenschutz und Altlasten“, „Atomenergie – Strahlenschutz: Atomenergie – Sicherheit und Atomenergie, Ver- und Entsorgung und Strahlenschutz“ wurde vollständig gesichtet, jedoch ohne Beachtung von „Parl. Vorgänge“, „Downloads“, „Studien“ und - wenn vorhanden - „Gerichtsentscheidungen“ und „Rechtsvorschriften/technische Regeln“ - Grundsätzlich wurden Links nicht beachtet.
<p>Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU.Bayern): UmweltWissen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auf der Internetseite des LfU.Bayern¹⁰ wurde die Themenübersicht (Veröffentlichungen) der Serie „UmweltWissen“ gesichtet.

⁸ (Becker et al. 2001; Friedrich et al. 2001; Becker et al. 2002; Benemann et al. 2003; Becker et al. 2004; Bernigau et al. 2004; Obi-Osius et al. 2005a; b; UBA 2010b; a).

⁹ (Becker et al. 2002; Becker et al. 2007; UBA 2007d; Müssig-Zufika et al. 2008; Schulz et al. 2008; Babisch 2009; Becker et al. 2009; Schulz et al. 2010; Szewzyk et al. 2011).

¹⁰ Zugriff unter: <http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/themenuebersicht/index.htm> [19.02.2013].

Betrachtete Institutionen herangezogene thematisch gegliederte Homepage Unterseiten und/oder Publikationen
Weitere Quellen <ul style="list-style-type: none"> - Trinkwasserbericht Nordrhein-Westfalen 2009 (MUNLV.NRW 2009) - Ten Chemicals of Major Public Health Concern (WHO 2012) - Guidelines for Drinking-Water Quality (WHO 2011) → Empfehlung des UBAs

Die durch dieses Vorgehen identifizierten Stressoren bzw. insbesondere Stressorgruppen wurden entweder in die Liste relevanter Stressoren aufgenommen oder zur Formulierung von Ausschlusskriterien (vgl. Kapitel 5.1.2) herangezogen.

Neben der Liste relevanter Stressoren wurden zwei weitere Listen, eine **Liste bereits quantifizierter Stressoren** und eine **Liste nicht quantifizierter Stressoren**, im Rahmen des GEniUS-Projektes, erstellt. Die Liste der bereits quantifizierten Stressoren gibt Aufschluss darüber, zu welchen Umweltstressoren entsprechende Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten bzw. -kosten existieren. Dabei werden neben den überwiegend übergreifenden Stressorenkategorien in der Liste relevanter Stressoren auch die darunter fallenden Stressoren aufgenommen (siehe Tabelle 8). Die identifizierten Studien wurden dann in die Informationsmatrix (vgl. Kapitel 5.4) aufgenommen. Die **Liste nicht quantifizierter Stressoren** ist Bestandteil der Defizitanalyse (vgl. Kapitel 6.1.5) und enthält die Stressoren, für die im Rahmen von GEniUS keine Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten bzw. -kosten ausfindig gemacht wurden.

In die Liste relevanter Stressoren wurden insbesondere übergeordnete Stressorkategorien aufgenommen, was bedeutet, dass einzelne darunter fallende Stressoren (wie z. B. chemische Verbindungen von Benzol) ebenfalls Inhalt von GEniUS sind, diese allerdings nicht explizit aufgeführt und nicht als Suchwort verwendet wurden. Tabelle 8 verdeutlicht dieses.

Tabelle 8: Beispiel zur Erklärung der verschiedenen Listen

Liste relevanter Stressoren (und zugleich Recherchebegriffe)	Liste bereits quantifizierter Stressoren (Auflistung der spezifischen Stressoren, zu denen Literatur gefunden wurde)	Liste nicht quantifizierter Stressoren (Auflistung der Stressoren der Soll Liste, zu denen keine Literatur gefunden wurde)
Pflanzenschutzmittel	Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) ...	/
Quecksilber	Methylquecksilber ...	/
Perfluorierte Chemikalien (PFC)	/	Perfluorierte Chemikalien (PFC)
...

Die Kategorisierung der Stressoren wurde in Anlehnung an das Handbuch der Toxikologie von Marquardt und Schäfer (2004) durchgeführt.

4.2 Literaturrecherche

4.2.1 Strategie der Literaturrecherche zu umweltbedingten Krankheitslasten

Zur Erstellung einer fundierten Datenbasis bzgl. verfügbarer Studien zur umweltbedingten Krankheitslast wurde anhand der im Kapitel 5.1.2 beschriebenen Listen relevanter Stressoren eine systematische Literaturrecherche durchgeführt und dokumentiert. Diese wird im Folgenden beschrieben.

Recherche in Datenbanken

Grundlage der Literaturbeschaffung war zunächst eine allgemeine und übergreifende Recherche, insbesondere über PubMed in der Datenbank MedLine¹¹, um

- einen breiten Überblick über die verfügbare Literatur zu erhalten,
- Impulse für breit abdeckende Suchbegriffe zu bekommen und
- eine möglichst umfangreiche Recherche zu gewährleisten.

Dabei wurden synonyme Begriffe verwendet, die die drei Komponenten (i) Umwelt, (ii) Gesundheitszustand und (iii) Quantifizierung widerspiegeln. Es wird beispielsweise der Begriff „Heavy Metals“ zur Komponente (i) eingeordnet; der Begriff „Burden of Disease“ kann unter (ii) und (iii) eingeordnet werden, da der gesamte Term eine Quantifizierung beschreibt, wobei der Aspekt des Gesundheitszustandes in dem Begriff „Disease“ enthalten ist. In die Recherche wurden übergreifende („Heavy Metals“) als auch spezifische Begriffe („Cadmium“) eingeschlossen.

Die Liste mit relevanten Umweltstressoren wurde im Projektverlauf an die Zielsetzung von GEniUS angepasst, sodass durch Abstimmung innerhalb des GEniUS-Konsortiums die Anzahl möglicher Suchkombinationen reduziert wurden. Ebenfalls wurden Kombinationen von Recherchebegriffen verschiedener Komponenten nach Feststellung unspezifischer Suchergebnisse (z. B. eine große Anzahl an Treffern oder Treffer, die für GEniUS nicht relevant sind) abgewandelt oder ausgeschlossen.

Alle Begriffe wurden grundsätzlich - aufgrund der Listung in PubMed - in englischer Sprache eingegeben. Um ein präzises Suchergebnis zu erhalten, wurde die PubMed-Recherche unter Verwendung von Limitationen durchgeführt: Es wurden nur deutsch- und englischsprachige Publikationen aus dem Zeitraum von 01.01.1995 bis 31.12.2012 beachtet. Eine regionale Beschränkung (z. B. auf Deutschland oder Europa) erfolgte entsprechend des Auftrages nicht. Folgende Begriffskombinationen wurden zur Recherche (in allen Feldern) genutzt:

- „Begriff Liste relevanter Stressoren“ AND „Years Lived with Disability“
- “Begriff Liste relevanter Stressoren” AND “Years lost due to premature mortality” OR “Years of Life Lost”
- “Begriff Liste relevanter Stressoren” AND “Disability-Adjusted Life Years”
- “Begriff Liste relevanter Stressoren” AND “Burden of Disease”.

¹¹ Zugriff unter: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> [05.03.2014].

Die Suchbegriffe, die gesetzten Limitationen, die Trefferanzahlen und das Recherchedatum wurden, wie in Tabelle 9 exemplarisch dargestellt, dokumentiert. Relevante Artikel wurden in EndNote[®] gesichert und verwaltet.

Tabelle 9: Beispiel der Dokumentation der Recherche

Recherchedatum	Datenbank /Homepage	Suchbegriff	Limitationen	Treffer
17.01.2013	PubMed	"Environmental Burden of Disease" AND "Disability-Adjusted Life Years"	Sprache: Englisch, Deutsch; Erscheinungsjahr: 01.01.1995 - 31.12.2012	55

Recherche grauer Literatur

Während Medline als Fachdatenbank für internationale Literatur im Bereich Gesundheit und Medizin einen erfahrungsgemäß guten Zugriff auf themenspezifische Veröffentlichungen in Fachzeitschriften ermöglicht, wurden darüber hinaus weitere Datenbanken im Projektverlauf geprüft und ggf. für die Recherche verwendet. Um den Fokus auf den gesundheitsbezogenen Umweltschutz zu gewährleisten, wurde nach der Recherche in PubMed die Umweltdatenbank GREENPILOT¹² genutzt. GREENPILOT ist eine virtuelle Fachbibliothek und Fachdatenbank für Ernährung, Umwelt und Agrar. Die Datenbank greift auf über 20 weitere Fachdatenbanken und über 1000 Webseiten zurück. Unter anderem wurde die Fachdatenbank ULIDAT¹³ des UBA miteinbezogen, die unter anderem die Suche nach grauer Literatur ermöglicht. Zusätzlich wurde das Internetportal www.worldcat.org zur Suche sowohl von Journal-Artikeln als auch grauer Literatur verwendet. Sowohl in GREENPILOT wie auch in WorldCat wurden jeweils die Begriffskombinationen der drei Komponenten (i) Umwelt, (ii) Gesundheit und (iii) Quantifizierung eingegeben. Von einer Recherche über Google oder Google Scholar wurde nach kurzer Prüfung aufgrund unspezifischer Ergebnisse und erheblich langer Trefferlisten für den Bereich Krankheitslast abgesehen.

Die recherchierte Literatur wurde in einer dreischrittigen Verfahrensweise hinsichtlich ihrer Relevanz überprüft: Zunächst wurde der Artikeltitel betrachtet, was unter Umständen direkt zum Ausschluss eines Artikels führte. In der Regel wurde jedoch der Abstract herangezogen, um über die Relevanz der Studie zu entscheiden. Sofern weiterhin als relevant erachtet, wurde schließlich der gesamte Artikel beschafft und gelesen, woraufhin anhand der festgelegten Kriterien entweder ein Ein- oder Ausschluss in das/aus dem in die Informationsmatrix erfolgte.

¹² Zugriff unter: <http://www.greenpilot.de/beta2/app/misc/help/1fa65e2423926c5d45481aa5b084da3e/Ueber> [12.03.2013].

¹³ Zugriff unter: [http://doku.uba.de/aDISWeb/app;jsessionid=221D6E78B11BCD2F7D54626E02A42D99?service=direct/1/POOLU_BAD_4B002E00_2B16B680/\\$Tree.treeNodes&sp=SS3&requestCount=0](http://doku.uba.de/aDISWeb/app;jsessionid=221D6E78B11BCD2F7D54626E02A42D99?service=direct/1/POOLU_BAD_4B002E00_2B16B680/$Tree.treeNodes&sp=SS3&requestCount=0) [12.03.2013].

4.2.2 Strategie der Literaturrecherche zu umweltbedingten Krankheitskosten

Drei Formen der Literaturrecherche für den Bereich umweltbedingter Krankheitskosten wurden verwendet:

- die systematische Literaturrecherche mit PubMed
- die Recherche zu grauer Literatur mit google.scholar
- die Suche in den Datenbanken WorldCat und GREENPILOT

Systematische Literaturrecherche

Es wurde eine systematische Suche von Studien zum Thema umweltbedingte Krankheitskosten in PubMed durchgeführt, bei der zwei Ansätze verfolgt wurden: Zum einen wurden unspezifische MeSH-Begriffe¹⁴ für die Komponente Umwelt (vgl. Ausführungen in Kap. 4.2.1) mit jeweils einem von drei MeSH-Begriffen für die Komponente Krankheitskosten kombiniert. Zum anderen wurden Suchbegriffe für einzelne Umweltstressoren¹⁵ mit den drei MeSH-Begriffen für das Konzept Krankheitskosten gemeinsam kombiniert.

Die Komponente Krankheitskosten

Es wurden drei MeSH-Begriffe für die Komponente Krankheitskosten identifiziert: *Health Care Costs*, *Cost of Illness* und *Health Expenditures* (National Center for Biotechnology Information 2012b). Diese Begriffe werden in PubMed wie folgt definiert:

Health Care Costs: “The actual costs of providing services related to the delivery of health care, including the costs of procedures, therapies, and medications. It is differentiated from HEALTH EXPENDITURES, which refers to the amount of money paid for the services, and from fees, which refers to the amount charged, regardless of cost” (National Center for Biotechnology Information 2012a). Als Unterbegriffe werden von PubMed Direct Service Costs, Drug Costs, Employer Health Costs, Hospital Costs erfasst.

Health Expenditures: “The amounts spent by individuals, groups, nations, or private or public organizations for total health care and/or its various components. These amounts may or may not be equivalent to the actual costs (HEALTH CARE COSTS) and may or may not be shared among the patient, insurers, and/or employers” (National Center for Biotechnology Information 2012a). Der Unterbegriff *Capital Expenditures* ist in dem MeSH-Term *Health Expenditures* enthalten.

Cost-of-Illness: “The personal cost of acute or chronic disease. The cost to the patient may be an economic, social, or psychological cost or personal loss to self, family, or immediate community. The cost-of-illness may be reflected in absenteeism, productivity, response to treatment, peace of mind, QUALITY OF LIFE, etc. It differs from HEALTH CARE COSTS, meaning the societal cost of providing services related to the delivery of health care, rather than personal impact on individuals” (National Center for Biotechnology Information 2012a).

¹⁴ MeSH steht für *Medical Subject Heading* und ermöglicht eine Recherche nach dem eingegebenen Begriff sowie synonymen Begriffen.

¹⁵ Die verwendete Stressorenliste wird detailliert in Kapitel 5.1.2 beschrieben.

Die Komponente Umwelt

Für den Bereich Umwelt ergaben sich aus dem eingegebenen Suchbegriff „Environment“ insgesamt neun MeSH Terms¹⁶, die den Bereich Environment einschließen.

Zeitgleich wurde eine systematische Suche mithilfe von PubMed durchgeführt, bei der die MeSH-Begriffe der Krankheitskostenanalyse *Health Care Costs*, *Cost of Illness* und *Health Expenditures* mit jedem der in das GEniUS-Projekt einbezogenen spezifischen Umweltstressoren kombiniert. Auch hier bestand die Limitation in der Beschränkung auf Artikel in deutscher oder englischer Sprache sowie einen Publikationszeitraum von 1995 bis 2012.

In den hier vorzufindenden Kategorien sind als MeSH Term neben *Environment* auch *Environmental Health*, *Accidents*, *Environmental Medicine*, *Environmental Microbiology*, *Environmental Pollution*, *Consumer Product Safety* und *Food Safety* relevant für die Literaturrecherche (National Center for Biotechnology Information 2012a).

Der MeSH-Begriff *Environment* bildet den zentralen Angelpunkt. Er ist definiert als „The external elements and conditions which surround, influence, and affect the life and development of an organism or population“ und beinhaltet die Synonyme *Environments*, *Impacts*, *Environmental*, *Environmental Impacts* sowie *Impact* (National Center for Biotechnology Information 2012a).

Der Begriff *Environmental Health*, der definiert ist als „The science of controlling or modifying those conditions, influences, or forces surrounding man which relate to promoting, establishing, and maintaining health“ (National Center for Biotechnology Information 2012a), bildet ein weiteres Standbein. Er enthält die Unterbegriffe *Health Physics*, *Sanitation* und *Sanitary Engineering*¹⁷ (National Center for Biotechnology Information 2012a).

Daraus ergeben sich nachfolgende Suchwortkombinationen für die Komponente Umwelt:

"Environment"[MeSH] OR "Environmental Health"[MeSH] OR "Biohazard Release"[MeSH] OR "Chemical Hazard Release"[MeSH] OR "Radioactive Hazard Release"[MeSH] OR "Environmental Medicine"[MeSH] OR "Environmental Microbiology"[MeSH] OR "Environmental Pollution"[MeSH] OR "Food Safety"[MeSH] OR "Environmental Monitoring"[MeSH] OR "Radiologic Health"[MeSH].

Ansatz 1: Unspezifische MeSH-Begriffe für das Konzept Umwelt mit jeweils einem der drei MeSH-Begriffen für das Konzept Krankheitskosten.

Es wurden drei Suchläufe durchgeführt, bei denen die Suchwortkombination für das Konzept Umwelt jeweils mit einem der Begriffe für das Konzept Krankheitskosten kombiniert worden ist. Als Suchfilter sind Artikel in deutscher oder englischer Sprache sowie ein Publikationszeitraum von 1995 bis 2012 definiert worden.

Ansatz 2: Suchbegriffe für einzelne Umweltstressoren¹⁸ mit den drei MeSH-Begriffen für das Konzept Krankheitskosten

¹⁶ Environment, Gene-Environment Interaction, Health Facility Environment, Environment Design, Social Environment, Extraterrestrial Environment, Environment, Controlled, Environment and Public Health, Public Health.

¹⁷ MeSH-Definition: "A branch of engineering concerned with the design, construction, and maintenance of environmental facilities conducive to public health, such as water supply and waste disposal."

¹⁸ Die verwendete Stressorenliste wird detailliert in Kapitel 5.1.2 beschrieben.

Zeitgleich wurde eine systematische Suche mithilfe von PubMed mit den stressorbezogenen Suchbegriffen der „Soll-Liste“ durchgeführt und mit den Begriffen der Kostenanalyse *Health Care Costs*, *Cost of Illness* und *Health Expenditures* kombiniert. Auch hier wurde gefiltert gesucht nach Artikeln in deutscher oder englischer Sprache sowie für einen Publikationszeitraum von 1995 bis 2012.

Graue Literatur

Für die Suche nach grauer Literatur wurde die Suchmaschine „*Google Scholar*“ verwendet. Auf Grund sehr hoher Trefferzahlen bei der Eingabe von beschreibenden Umständen (z. B. Lärm und Krankheitskosten: Kosten von Schlafstörungen an verkehrsreichen Straßen), beschränkte sich die erste Suche auf spezifische Kombinationen zwischen den bei der PubMed Suche verwendeten Synonymen für die Komponente „Krankheitskosten“ und den Umweltstressoren der Liste relevanter Stressoren. Die Suche wurde sowohl mit deutschen als auch mit englischen Wortkombinationen durchgeführt.

Lagen bei der oben erwähnten Suche in deutscher Sprache mehr als zweihundert Treffer zu einem Umweltstressor vor, erfolgte eine zusätzliche Suche mit der adjektivierten Form des Stressors (z. B. Quecksilber-bedingte Krankheitskosten), um die Erfassung der wichtigsten Treffer zu gewährleisten.

Für die Suche in englischer Sprache wurde zusätzlich das Synonym *Health Costs* verwendet. Einschränkungen bei dieser Suchanfrage waren die Sprache (englisch/deutsch) und das Datum der Veröffentlichung (1995 bis 2012).

In Tabelle 10 sind alle verwendeten Synonyme für Krankheitskosten aufgeführt, die mit jedem Umweltstressor der Liste relevanter Stressoren kombiniert wurden.

Tabelle 10: Verwendete Begriffe für Krankheitskosten bei der Suche in ‚*Google Scholar*‘

Deutsch	Englisch
Gesundheitskosten	Health costs
Krankheitskosten	Health care costs
Gesundheitsausgaben	Costs of illness
	Health Expenditures

Die Einschätzung und Auswahl von möglicherweise relevanten Artikeln erfolgte zunächst über die Sichtung der ersten 50 Treffer jeder Suchstrategie. Wie bereits oben erwähnt, wurden für jede Suchstrategie die ersten 50 Treffer ausgewählt (Suchstrategie 1: Suchbegriff; Suchstrategie 2: adjektivierter Suchbegriff). Die Suchstrategie 2 wurde dann durchgeführt, wenn mehr als 200 Treffer vorlagen. Die Auswahl der relevanten Artikel erfolgte schließlich nach folgendem dreischrittigen Schema:

- nach Titel,
- nach Untertitel,
- über die Umschreibung und Zusammensetzung der gesuchten Begriffe in angegebenen Textauszügen.

Mehrfach gefundene Ergebnisse wurden der Suchkombination zugeordnet, bei der das Ergebnis zum ersten Mal erschien.

Internetportale WorldCat und GREENPILOT

Um alle Arten von Veröffentlichungen zu dem Themenfeld zu erfassen, wurde eine zusätzliche Suche in den Internetportalen WorldCat und in GREENPILOT durchgeführt.

Als Suchwörter für die Komponente Krankheitskosten wurden die Begriffe *Health Care Costs*, *Cost of illness* und *Health Expenditures* verwendet.

Für die Komponente Umwelt fanden alle Begriffe der Liste relevanter Stressoren Verwendung.

Jeder Begriff der Komponente Krankheitskosten wurde mit den einzelnen Umweltstressoren verknüpft. Die Suche fand ausschließlich mit englischen Begriffen für den Zeitraum 1995 bis 2012 statt.

Wie bereits bei der Literaturrecherche zu Studien der Krankheitslasten wurde auch im Themenfeld Krankheitskostenstudien deutlich, dass die Suche nach der Suchstrategie in GREENPILOT keine zusätzlichen Ergebnisse ergab.

4.3 Erstellung des Kriterienkatalogs zur Studienbewertung

Ein fester Bestandteil des GEniUS-Projektes ist die Bewertung der recherchierten Studien. Bewertet werden soll die Verwertbarkeit der Studien für die gesundheitsbezogene Umweltpolitik in Deutschland, weshalb neben wissenschaftlich-methodischen Aspekten der Studienqualität (Zielsetzung, Fragestellung, methodische Durchführung) auch Aspekte bzgl. der Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf Deutschland von Relevanz sind.

Die Studienbewertung durch das GEniUS-Konsortium soll eine Unterstützung für die Nutzung der in der Informationsmatrix enthaltenen Studien sein und ist durch die transparente Formulierung von Bewertungskriterien nachvollziehbar gestaltet. Für diesen Arbeitsschritt konnte trotz der beiden inhaltlichen Schwerpunkte ein einheitlicher Kriterienkatalog entwickelt werden. Denn der Großteil der Fragen ist sowohl für Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten als auch für Studien zu umweltbedingten Krankheitskosten anwendbar. Einige spezifische Aspekte entsprechend der Schätzung der umweltbedingten Krankheitslasten bzw. der umweltbedingten Krankheitskosten sind ebenfalls in dem Kriterienkatalog enthalten¹⁹.

In der Leistungsbeschreibung des Projektes und im Angebot des Projektkonsortiums ist beschrieben, dass die Studien hinsichtlich bestimmter Aspekte, aufgelistet in Tabelle 11, bewertet werden sollen.

¹⁹ Zum Beispiel macht eine Bewertung der Verwendung von Disability Weights lediglich in dem Kriterienkatalog zur Bewertung von umweltbedingten Krankheitslasten Sinn, da diese nicht Bestandteil von Krankheitskostenschätzungen sind.

Tabelle 11: Zu berücksichtigende Aspekte bei der Studienbewertung

Die Studienbewertung soll die folgenden Aspekte berücksichtigen:
<ul style="list-style-type: none"> - betrachtete Umweltstressoren, - zugrunde liegende Daten, - Qualität und Validität der Ergebnisse, - Unsicherheiten der Ergebnisse bzgl. der Eingangsdaten und -informationen und der zur Schätzung eingesetzten Berechnungsmethode (differenziert nach Parameter-, Szenario-, Modellunsicherheit), - Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die deutschen Rahmenbedingungen (Umweltzustand, Bevölkerungsstruktur [Alter, Geschlecht, soziokulturelle Spezifika], Datengrundlage [Repräsentativität, Aktualität, berücksichtigte Erkrankungen], verwendete Methodik, Umgang mit Unsicherheiten, (Forschungs-) politischer Kontext der Studie), - Verwertbarkeit der Studien für die Umweltpolitik²⁰.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Leistungsbeschreibung des UBA und des Angebots des GEniUS-Konsortiums

Aufgrund der Unterschiedlichkeit von Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und -kosten war die Entwicklung eines möglichst standardisierten Kriterienkatalogs zur Studienbewertung notwendig, was in den folgenden Unterkapiteln beschrieben wird.

Auf Basis von Tabelle 11 und unter Hinzuziehung einschlägiger Literatur (siehe Tabelle 12) wurde der Kriterienkatalog zur Bewertung von Studien erarbeitet. Bislang existieren wenige Hinweise zur Bewertung von Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und -kosten. Daher wurde allgemeine Literatur zu Studienbewertungen zusätzlich herangezogen und auf die Besonderheiten von umweltbedingten Krankheitslasten und -kosten übertragen.

Bei der verwendeten Literatur (Tabelle 12) handelt es sich um Dokumente des UBA und BMUB, um Hinweise für die Bedarfe und Anforderungen der Umweltpolitik in Deutschland zu gewinnen. Darüber hinaus wurde Literatur zu Qualitätsstandards wissenschaftlichen Arbeitens und speziell zur Abschätzung umweltbedingter Krankheitslasten herangezogen. Zudem wurde auf Ergebnisse eines früheren Vorhabens (VegAS-Projekt) zurückgegriffen. Die in der Literatur entdeckten Hinweise zu möglichen Kriterien wurden auf Studien zur umweltbedingten Krankheitslast und -kosten angewendet und als Fragestellung formuliert.

²⁰ **Anmerkung UBA:** „Nach gegenwärtigem Diskussionsstand zur Frage der Altersdiskontierung innerhalb von EBD-Betrachtungen sowie im Hinblick auf laufende Forschungsprojekte in Deutschland sieht das UBA Studien, in denen eine Altersdiskontierung vorgenommen wurde, als methodisch und normativ kritisch und damit als nur eingeschränkt nutzbar an“ (vgl. Leistungsbeschreibung, S. 5).

Anmerkung GEniUS-Konsortium: „Die Bieter unterstützen in diesem Zusammenhang ausdrücklich die Einschätzung des Umweltbundesamtes (UBA), die auch den Diskussionsstand im laufenden VegAS-Vorhaben widerspiegelt, wonach EBD-Studien, in denen eine Altersgewichtung und Diskontierung von zukünftiger Gesundheit vorgenommen wurden, als methodisch und normativ kritisch und damit als nur eingeschränkt nutzbar betrachtet werden“ (vgl. Angebot, S. 9).

Tabelle 12: Auflistung herangezogener Literatur für die Erstellung des Kriterienkatalogs zur Bewertung von Studien zur umweltbedingten Krankheitslast und -kosten

Literaturliste
- Gute Epidemiologische Praxis (GEP) (Arbeitsgruppe Epidemiologische Methoden der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Epidemiologie (DAE) et al. 2004)
- Das Umweltbundesamt: Ein Amt für Mensch und Umwelt (UBA 2007a)
- Einschätzung der Relevanz bestehender Umweltprobleme (UBA 2007b)
- Gute Praxis Sekundärdatenanalyse (GPS) (Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten (AGENS) der Deutschen Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP) und Arbeitsgruppe Epidemiologische Methoden 2008)
- Dealing with Uncertainties in EBD assessments (Knol et al. 2009)
- Prinzipien einer <i>Public Health</i> -Ethik (Schröder 2007)
- Serie zur Bewertung wissenschaftlicher Publikationen (du Prel et al. 2009; Röhrig et al. 2009)
- Umweltbericht 2010: Umweltpolitik ist Zukunftspolitik (BMU 2010b)
- Kriterien zur Auswahl von Gesundheitsendpunkten und Expositions-Wirkungsfunktionen des VegAS-Projektes (Hornberg et al. 2013)
- Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten (UBA 2007c)
- Die Übertragbarkeit internationaler Ergebnisse auf nationale Fragestellungen (Greiner et al. 2007)
- Guidelines for Preparing Economic Analyses (U.S. EPA 2010)
- Epidemiologische Erforschung und ökonomische Bewertung gesundheitlicher Umweltrisiken (Haucke et al. 2009)

4.3.1 Aufbau, Umfang und Verwendung des Kriterienkatalogs

Bei der Entwicklung des Kriterienkatalogs wurden die zwei Bewertungsaspekte „Qualität der Studie“ und „Übertragbarkeit auf die aktuelle Situation in Deutschland“ definiert. Beide Bewertungsaspekte wurden in Hauptkriterien (HK) und diese in Unterkriterien (UK) gegliedert, wobei alle in der Leistungsbeschreibung genannten Aspekte (vgl. Tabelle 11) einbezogen wurden.

Der erste Bewertungsaspekt besteht aus 29 Fragen, wobei 28 geschlossene Fragen sind (siehe Kapitel 4.3.2), und eine Frage ein Freitextfeld darstellt. Bewertungsaspekt 2 beinhaltet 8 Fragen sowie eine Freitextfrage.

Aufgrund von Vergleichbarkeit und Einheitlichkeit wurde nur ein Kriterienkatalog für beide Quantifizierungssysteme erstellt. Dieser enthält jedoch Fragen, die sich lediglich auf Krankheitslasten oder -kosten beziehen. So sind zwei Fragen lediglich für die Krankheitslasten relevant (Frage 21 und 23) und werden bei der Bewertung einer Kostenstudie mit „nicht relevant“ bewertet. Die Fragen 22, 24 und 35 sind nur für Kostenstudien zu beantworten.

Die Studienbewertung ist in die Informationsmatrix eingebunden. In der Informationsmatrix besteht entsprechend die Möglichkeit, den ausgefüllten Kriterienkatalog zu jeder eingeschlossenen Studie als PDF aufzurufen. Hierzu ist in der Datenbank ein Link integriert.

4.3.2 Das Bewertungssystem

Die Fragen des Kriterienkatalogs wurden zur Bewertung der Studien herangezogen. Die Fragen sind so gestellt, dass eine Beantwortung durch die Bewertungsskala in Tabelle 13 möglich war. Die Beantwortung der Fragen mit „ja“ bedeutet, dass das Kriterium im positiven Sinne erfüllt wurde. Einige Fragen beinhalteten eine Verneinung im Fragesatz, so dass dessen Beantwortung

mit „Ja“ einen positiven Aspekt aufdeckt (z. B. Frage 21 „*Wurde keine Diskontierung und keine Altersgewichtung durchgeführt?*“).

Um Einschränkungen oder Mängel eines Kriteriums, welches grundsätzlich vorliegt, darstellen zu können, gibt es neben der guten Bewertung (+) und schlechten Bewertung (-) eine Zwischenstufe (+/-). Im Kriterienkatalog sind umfangreiche Informationen enthalten, in welchen Fällen welche Bewertung vergeben wird, siehe Kapitel 5.3.

Tabelle 13: Bewertungsskala der einzelnen Leitfragen zur Studienbewertung

Bewertung	Bedeutung
+	Die Antwort auf die Leitfrage lautet „ja“
+/-	Die Antwort auf die Leitfrage lautet „ja, jedoch mit Einschränkungen“
-	Die Antwort auf die Leitfrage lautet „nein“
? [Fragezeichen]	Die Informationen in der Publikation reichen nicht aus, um die Frage zu beantworten
n.r. [nicht relevant]	Die Frage ist für die betrachtete Studie nicht relevant

Die zur Bewertung zur Verfügung stehenden Auswahlmöglichkeiten wurden per Drop-Down Menü im Excel-Tabellenblatt, in dem die Studienbewertung durchgeführt wurde, ausgewählt. Konnte eine Frage aufgrund fehlender Informationen nicht beantwortet werden, so wird ein Fragezeichen eingesetzt.

Eine Aufsummierung der einzelnen Bewertungsangaben ist nicht vorgesehen, da eine Gewichtung der einzelnen Bewertungskriterien in Abhängigkeit vom Interesse der Nutzerin oder des Nutzers steht. Ebenfalls kann nicht garantiert werden, dass die Differenz und Skalierung zwischen den einzelnen Bewertungen (- bis +/- und +/- bis +) bei allen Fragen identisch ist.

4.3.3 Absprachen, Bewertungs- und Eingaberegeln

In dem Kriterienkatalog sind die auszufüllenden Felder gelb (bzw. hell-gelb zur Darstellung des Variationsbereichs der Studienbewertung in Abhängigkeit von den verschiedenen Stressoren je Studie) markiert. Pro Studie (*nicht pro Stressor, denn in einer Studie können ja mehrere Stressoren behandelt werden*) wird der Kriterienkatalog (*Assessment Report*) einmal ausgefüllt.

Umfangreiche Hinweise zur Bewertung der einzelnen Studie sind im Kriterienkatalog unter „Bewertungshinweise“ enthalten.

Einige Fragen betreffen weniger die gesamte Studie, sondern müssen in Abhängigkeit vom jeweiligen Stressor unterschiedlich beantwortet werden. Zur Abbildung dieser Variation trägt ein geteiltes Punktefeld bei. In die Punktezeile „Max“ (vgl. Kriterienkatalog im Kapitel 5.3) der entsprechenden Frage wird die maximal erreichte Bewertung der Studie eingetragen, während in der Punktezeile „Min“ (hell-gelb eingefärbt) die minimal erreichte Bewertung (bzw. „?“, „n.r.“) eingegeben wird. In diesem Fall werden exemplarisch – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – die jeweils betroffenen Stressoren im Kommentarfeld benannt. Kann die Frage mit einer Bewertung für die gesamte Studie beantwortet werden, so erfolgt die zutreffende Eingabe („-“, „+/-“, „+“, „?“ oder n.r.) in beide Felder.

Die Fragen 29 und 38 stellen Ergänzungen dar, um individuelle Besonderheiten von Studien darstellen zu können, die nicht im Bewertungssystem erscheinen. Durch die Integration in den Kriterienkatalog können diese von der Nutzerin oder dem Nutzer der Informationsmatrix eingesehen werden.

Die Fragen zu Bewertungsaspekt 2 wurden auf zwei Mitglieder des GEniUS-Konsortiums (je eine Person aus Hamburg und eine Person aus Bielefeld) aufgeteilt, um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit bei der Beurteilung zu gewährleisten. Person A hat die Fragen 30 bis 36 bearbeitet, während Person B die äußerst aufwändige Frage Nr. 37 komplett für alle Studien, Stressoren und Länder übernommen hat. In Frage 37 wird die Exposition, wie diese in der Publikation für das Zielland gegeben ist, im gleichen Datenformat mit der aktuellen Exposition in Deutschland soweit möglich verglichen.

Bzgl. des Bewertungsaspektes 2 „Übertragbarkeit auf die aktuelle Situation in Deutschland“ gilt es zudem zu beachten, dass die Übertragbarkeit auf die aktuelle (!) Situation (Daten) in Deutschland überprüft wurde. Die zu vergleichenden Kriterien werden für das Referenzland aus dem in der Studie betrachteten Referenzjahr herangezogen, allerdings mit der heutigen Situation in Deutschland verglichen. Beispielsweise wird - entsprechend der Studie - z. B. die Bevölkerungspyramide der Niederlande im Jahr 1995 mit der Bevölkerungspyramide in Deutschland im Jahr 2010 verglichen.

Das bedeutet, dass Studien, die Deutschland als Referenzland betrachten, hinsichtlich der Übertragbarkeit auf die aktuelle Situation in Deutschland bewertet werden. Beispielsweise wird eine EBD-Studie zu Deutschland mit dem Referenzjahr 1995 mit der aktuellen Situation in Deutschland verglichen, was theoretisch zur Vergabe der nicht vollen Punktzahl im Bewertungsaspekt 2 führen kann. Eine kürzlich erschienene Studie, die ebenfalls die aktuelle Situation in Deutschland betrachtet, bekommt im Unterschied hierzu ein „+“ in Bewertungsaspekt 2.

Für einige Leitfragen (insbesondere zum zweiten Bewertungsaspekt) mussten zur Bewertung externe Datenquellen herangezogen werden. Relevante Datenquellen wurden vorbereitend im Anhang des Kriterienkatalogs zusammengestellt, indem die Bewertungsgrundlage unter Nennung der Quelle direkt abgebildet oder als Ausschnitt (jeweils der Daten für Deutschland) abgebildet ist. Beim Aufruf der genannten Quelle können entsprechende Informationen jeweils für das in der Studie betrachtete Land abgerufen und somit mit den Daten für Deutschland verglichen werden, siehe Anhang 9.1.

Bei den Fragen des Kriterienkatalogs, für die die Verwendung externer Quellen notwendig ist, wurden die Quellen bzw. Screenshots der verwendeten Daten für die Dokumentation gesichert (z. B. Screenshots der Bevölkerungspyramiden aller im GEniUS-Projekt enthaltenen Länder).

Neben der Bewertung ist Platz für Kommentare vorhanden (Spalte I im Kriterienkatalog). Kommentare sollen nur in Ausnahmefällen - also wenn es zum Verständnis der Bewertung für die Nutzerin und den Nutzer der Informationsmatrix unerlässlich bzw. ein relevanter Wissensgewinn ist - eingegeben werden. Insbesondere bei der Bewertung +/- können Kommentare hilfreich sein, um zu verdeutlichen, warum der zwar vorliegende Aspekt trotzdem Mängel aufweist. Die Eingaben sollen dann möglichst in Form von direkten Textziten erfolgen. Wenn das Heranziehen von externen Quellen entsprechend der Frage erforderlich ist, so erfolgt die Angabe der verwendeten Quelle im Feld „Kommentare“. Ggf. notwendige Notizen der eingebenden Person zur eigenen Erinnerung werden gesondert dokumentiert (siehe nächster Absatz) und werden nicht in dem zur Veröffentlichung angedachten Kriterienkatalog festgehalten.

Die Dokumentation der Studienbewertung wurde durch die an der Studienbewertung beteiligten GEniUS-Mitglieder in einem gesonderten Dokument festgehalten. Für jede Studie wurde die folgende Tabelle 14 angelegt, wobei die Felder a) bis c) in jedem Fall, die Felder d) bis f) nur bei Bedarf ausgefüllt wurden. Probleme bei der Bewertung und/oder Rücksprachebedarfe wurden innerhalb des Konsortiums besprochen und eine Lösung wurde gefunden.

Tabelle 14: Dokumentation der Studienbewertung

a) Studie:			
b) Datum der Studienbewertung:		c) Bewertung wurde durchgeführt von:	
d) Probleme bei der Bewertung:		e) Rücksprachebedarf:	
f) Eigene Hinweise und Entscheidungsbegründungen zur Bewertung:			

4.3.4 Begriffsbestimmungen

Zur Anwendung des Kriterienkatalogs sind einheitliche Verständnisse der verwendeten Begriffe unerlässlich. An dieser Stelle sind die wichtigsten Begriffe (markiert durch einen Pfeil [→] und den **fettgedruckten** Begriff) entsprechend ihrer Verwendung im GEniUS-Projekt definiert.

- Mit **→Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten** sind nicht nur jene Studien gemeint, die das (*Environmental*) *Burden of Disease* (EBD/BoD)-Konzept der Weltgesundheitsorganisation anwenden, sondern ebenso Studien, die Varianten des Konzepts verwenden. Betrachtet werden jedoch grundsätzlich nur Studien, die *Disability-Adjusted Life Years* (DALY), *Years Lived With Disability* (YLD) und/oder *Years of Life Lost* (YLL) bestimmt haben.
- Nach Röhrig et al. (2009) sind die 6 wesentlichen Kriterien des **→Studiendesigns** (allerdings in der medizinischen Forschung): Fragestellung, Studienpopulation, Beobachtungseinheit, Studientyp, Messverfahren, Fallzahlab-schätzung. Die Kriterien wurden mit Hinblick auf Studien zur umweltbedingten Krankheitslast angepasst und Leitfragen zu den Aspekten Studiengrundlagen und -kontext, Studiendesign, Studienergebnisse, -unsicherheiten und -diskussion unter dem Aspekt „Studiendesign“ formuliert.
- Grundsätzlich können unterschiedliche **→Eingabedatentypen** in Krankheitslastschätzungen verwendet werden. Beispielsweise wird entschieden, ob als Typ der Morbiditätsschätzung Inzidenz- oder Prävalenzdaten verwendet werden (vgl. nachfolgend differenzierte „mögliche“ Datentypen. Im nächsten Schritt gilt es, die konkreten **→Werte** für die Auswertung auszuwählen; z. B. welche Inzidenzwerte aus welcher Datenquelle und mit welcher Stratifizierung verwendet werden (siehe **→Eingabedaten**).
- Der Begriff **→Eingabedaten** wird im Rahmen von GEniUS für die Bestandteile der Quantifizierungen verwendet. Diese können statistisch erhobene Werte, wie z. B. Schadstoffkonzentrationen, demographische Daten, Inzidenzdaten oder EWF sein. Außerdem werden Parameter, wie z. B. Altersgewichtungen, Disability Weights (DW), Diskontierungen, oder die (Standard-) Lebenserwartung unter Eingabedaten zusammengefasst.
- Mögliche **→Quellen für Eingabedaten** sind nationale Statistiken, Krankenhausstatistiken, Sterberegister, Surveys (Kohortenstudien, Querschnittstudien, etc.), Metaanalysen, Modellierungen, Extrapolationen, Annahmen, etc.

- Mögliche **→Expositionsdatentypen** sind: Konzentrationen in Umweltmedien oder - Humanproben, Häufigkeiten der Exposition etc. Mit **→Expositionsdaten** sind - entsprechend die genauen Werte oder Wertebereiche gemeint (z. B. $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). -
- Mögliche **→Morbiditätsdatentypen** sind: Inzidenz, Prävalenz, Erkrankungsdauer, EWF (bezogen auf Morbidität) etc., wobei die **→Morbiditätsdaten** entsprechend die genauen Werte (z. B. 5 neue Erkrankungsfälle pro 100,000) bezeichnen.
- Mögliche **→Mortalitätsdatentypen** sind: Anzahl der Todesfälle (inkl. Todesursache), Letalität (Anzahl der Erkrankten, die versterben), Sterberisiko, EWF (bezogen auf Mortalität) etc.
- Mögliche **→Bevölkerungsdatentypen** können sein: Bevölkerungszahlen (stratifiziert nach Alter, Geschlecht, Wohnort, sozioökonomischen Eigenschaften etc.), Aufenthaltsdauern der Bevölkerung (z. B. im Außenbereich oder in Innenräumen; an Orten mit viel Verkehr oder Industrie; am Arbeitsplatz, etc.) usw.
- Ein **→Expositionsmodell** beschreibt die Beziehungen der verwendeten **→Expositionsdatentypen** mit **→Bevölkerungsdatentypen**.
- Der Begriff **→Szenario** wird im Rahmen von GEniUS wie folgt verwendet: Der **→Kontext des Szenarios** beschreibt, auf welche Studienregion (Alter, Geschlecht, sozioökonomische Eigenschaften etc.) und auf welche Bezugsjahre sich die Studie bezieht. Der Begriff **→Expositionsszenario** beschreibt die Ausprägung der Expositionsdaten bzw. die zugrunde liegenden Annahmen für das Expositionsmodell (z. B.: Situation in Land x und im Jahr y, berücksichtigte Bevölkerungsgruppe, konservative Schätzung, *best-case scenario*, *worst-case scenario*, *scenario of best available data*, *what-if-scenarios*, Interventionsszenario etc.).
- Als **→Unsicherheitsanalysen** werden im Rahmen von GEniUS sämtliche Analysen - bezeichnet, die einen Ergebnisbereich durch Variationen von Eingabedaten oder - Modellierungsverfahren ermitteln. -
- Mit **→Studien zu umweltbedingten Krankheitskosten** sind alle gesundheitsökonomischen Evaluationen, bei denen es im weitesten Sinne um die ökonomische Bewertung von gesundheitsrelevanten Maßnahmen im Bezug zu umweltbedingten Gesundheitsendpunkten geht, gemeint (Schöffski 2007b). Dies sind insbesondere Krankheitskosten-Analysen (*Cost-of-Illness Analysis*) mit Berücksichtigung der Exposition und Kosten-Nutzen-Analysen (*Cost Benefit Analysis*) (vgl. hierzu auch Kapitel. 3.2.2).
- Im Rahmen des **→Studiendesigns** wurden für die Kostenanalyse die EWF, die Bewertung des Interventionsdesigns sowie die Durchführung der Interventionsevaluation mit hinzugezogen.

4.4 Entwicklung der datenbankgestützten Informationsmatrix

Im Rahmen des GEniUS-Projektes wurde eine datenbankgestützte Informationsmatrix entwickelt, um die recherchierten Studien systematisch, übersichtlich und anwenderfreundlich zusammenzustellen. Die zu erreichenden Zielgruppen für diese Datenbank sind vor allem internationale (umwelt- und gesundheits-) politische Akteure sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, weshalb die Datenbank in englischer Sprache erstellt wurde.

Zur Sammlung der erforderlichen Daten wurde eine Microsoft (MS) Access® 2010-Datenbank programmiert. Erstellt wurde ein Eingabeformular (Kapitel 4.4.1), welches für die Dateneingabe durch das GEniUS-Konsortium verwendet wird und bei Veröffentlichung der Informationsmatrix nicht sichtbar ist. Die nachträgliche Erstellung eines über die vereinbarten Berichte hinausgehenden Ausgabeformulars wurde angedacht, konnte im laufenden Vorhaben aber nicht mehr realisiert werden.

Die Datenbank enthält die Ergebnisse aus den AP 1, 2 und 3. Dadurch ist eine Gegenüberstellung der Krankheitslasten und Krankheitskosten (wenn vorhanden) eines Stressors sowie die vom GEniUS-Konsortium durchgeführte Studienbewertung in einer Datenbank zusammengefasst.

Entsprechend umfasst die Matrix zwei Informationsaspekte:

- a) die Informationen aus den betrachteten Publikationen (AP 1 und 2) sowie
- b) die Bewertung der Studien durch das GEniUS-Konsortium (AP 3).

Die Informationsmatrix wurde in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber erstellt, um gemeinschaftlich festzulegen, welche Aspekte der Studien für das GEniUS-Projekt relevant sind und entsprechend aufgenommen werden sollen.

Die Erstellung der Datenbank wurde von den folgenden Fragestellungen geleitet:

1. Welche Informationen sind für die Datenbanknutzerin und den Datenbanknutzer relevant?
2. Welche Informationen werden zur Bewertung der Studie benötigt?

Die Informationsmatrix ersetzt ausdrücklich nicht das eigenständige Lesen des Artikels. Die Datenbank soll sowohl einen Überblick über als auch eine Bewertung von verfügbaren Studien bereitstellen, wobei die Nutzerin und der Nutzer bei Identifikation von für sie oder ihn relevanten Studien die entsprechend erschienene originäre Veröffentlichung heranziehen sollte.

Im Ergebniskapitel sind Screenshots der Datenbank dargestellt (siehe Kapitel 5.4). Im Folgenden werden die einzelnen Schritte bei der Datenbankeinstellung detailliert beschrieben.

4.4.1 Aufbau, Inhalt und Besonderheiten der Eingabemaske

Die GEniUS-Datenbank soll grundsätzlich nach Projektabschluss erweiterbar sein, weshalb im Folgenden detaillierte Beschreibungen des Aufbaus, des Inhalts und vorhandener Besonderheiten gegeben werden.

Für eine einfache und unkomplizierte Eingabe der Studien wurde ein Eingabeformular für die Datenbank erstellt, welches aus einem Hauptformular und mehreren Unterformularen besteht. Das Hauptformular beinhaltet allgemeine Angaben zur Publikation, wie bspw. Zitation der Veröffentlichung, das Hauptergebnis des Forschungsprojekts usw. Außerdem sind der Name der eingebenden Person sowie das Bearbeitungsdatum zum Zwecke der Nachvollziehbarkeit und Qualitätskontrolle enthalten. Zudem enthält es einen Link zu dem PDF der kriteriengestützten Studienbewertung (*Assessment Reports*, vgl. Kapitel 4.3.1).

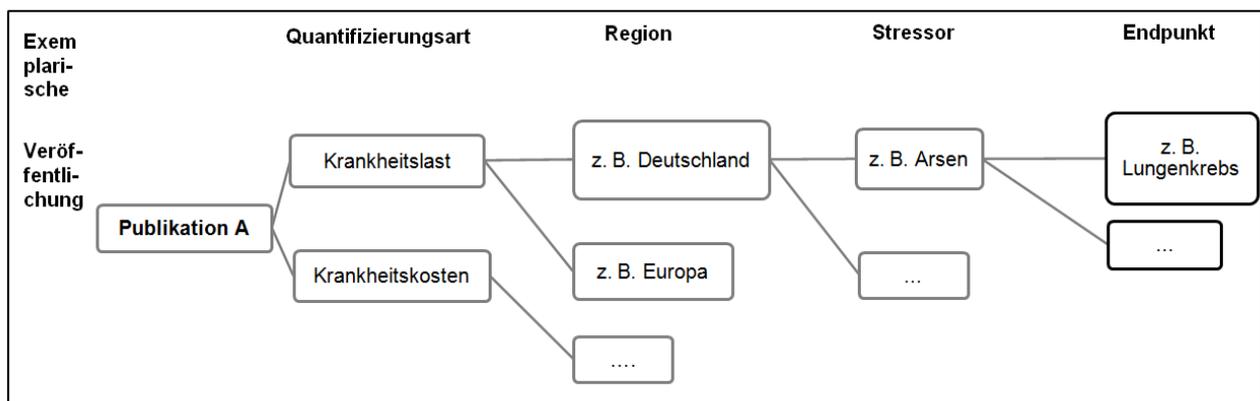
Im Hauptformular „Publication“ (Ebene 1) sind Verknüpfungen zu den Unterformularen (Ebene 2a) „General study limitations“ und (Ebene 2b) „Quantification“, enthalten. Die Eingaben des Hauptformulars „Publication“ bleiben beim Öffnen anderer Ebenen immer sichtbar, um eine eindeutige Zuordnung zum jeweiligen Artikel zu garantieren.

(2a) Die Ebene der „General study limitations“ ermöglicht es, die von den Studienautoren genannten Limitationen (die die gesamte Studie und nicht einzelne Stressoren [siehe unten] betreffen) als allgemein formulierte Limitationstypen über ein Drop-Down Menü festzuhalten. Das Drop-Down Menü kann stets per Eingabe erweitert werden. Ein Beispiel für allgemein formulierte Limitationstypen ist z. B., dass nicht alle mit dem Stressor assoziierten Gesundheitsendpunkte in die Auswertung aufgenommen werden konnten. Betont werden muss, dass Studienlimitationen, die offensichtlich bestehen, jedoch in der Publikation nicht benannt werden, an dieser Stelle nicht aufgeführt werden, sondern mit in die Studienbewertung durch das GEniUS-Konsortium einfließen. Für eine einheitliche Eingabe von allgemein formulierten Studienlimitationen war ein iterativer Abspracheprozess des GEniUS-Teams erforderlich, denn allgemeine Limitationen konnten erst im Verlauf der Studieneingabe erfasst werden. Zunächst mussten Studienlimitationen identifiziert werden, bevor eine allgemeine Formulierung gefunden werden konnte. Das bedeutet, dass die Formulierung der „General study limitations“ parallel zur Studieneingabe stattgefunden hat.

(2b) Das Unterformular „Quantification“ beginnt mit der Festlegung des Studientyps, entweder umweltbedingte Krankheitslasten oder umweltbedingte Krankheitskosten. Es folgt ein weiteres Unterformular.

Für jedes Unterformular können mehrere Datensätze angelegt werden, da es möglich ist, dass in einem Artikel beispielsweise Krankheitskosten und -lasten, mehrere Stressoren, Regionen oder Gesundheitsendpunkte betrachtet werden. Dies ist exemplarisch in Abbildung 5 dargestellt und musste strukturell in die Datenbank übernommen werden. Die Erstellung mehrerer Datensätze pro Unterformular wird durch die Navigationsleiste am unteren Ende des Gesamtformulars gewährleistet.

Abbildung 5: Unterschiedliche Quantifizierungen innerhalb einer Veröffentlichung



Nach Angabe der Quantifizierungsart folgen Unterformulare zu den Themen Region, Stressor, Gesundheitsendpunkt und methodische Angaben sowie Ergebnisse. Insgesamt wird eine Vielzahl an Informationen in die Datenbank eingegeben, um einen ausreichenden Überblick über die Studien zu gewährleisten. Grundsätzlich soll die Datenbank allerdings auch dazu anregen, sich bei konkreten Fragen einen Überblick zu verschaffen und ggf. auch die Originalpublikation für weitergehende Informationen gezielt zu studieren.

Neben der zu Beginn integrierten Angabe von allgemeinen Limitationen zur Studie ist neben dem Ergebnis-Formular und folglich unter dem Formular zum Gesundheitsendpunkt und den methodischen Angaben die Möglichkeit zur Nennung von „stressor-specific limitations“ gegeben. Hier werden - wenn relevant - Limitationen der Studie zu einzelnen Stressoren

aufgenommen. Die Beschreibung dieser Limitationen wurde möglichst allgemein gehalten und konnte durch ein erweiterbares Drop-Down-Menü ergänzt werden.

Die Datenbank ist zur Eingabe von beiden Studientypen geeignet. Während einige Eingabefelder für beide Typen von Relevanz sind, sind andere Bereiche nur für Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten (z. B. Disability Weights) bzw. nur zu umweltbedingten Krankheitskosten (z. B. Definition of Total Costs) relevant. Um diese Unterscheidung zu verdeutlichen, wurden die Felder, die ausschließlich für Krankheitskosten-Studien von Relevanz sind, mit **blauem** Text beschriftet; Felder, die ausschließlich für Krankheitslast-Studien - Bedeutung haben, wurden mit **grünem** Text beschriftet. Felder, die für beide Themenbereiche notwendig sind, haben eine **graue** Felddbeschriftung.

4.4.2 Regeln und Hinweise für die Eingabe in die GEniUS-Datenbank

Für eine standardisierte Eingabe der Informationen in die GEniUS-Datenbank wurden Regeln festgelegt und von allen an der Eingabe beteiligten Personen befolgt²¹. Die Regeln können für zukünftige Ergänzungen der Datenbank verwendet werden und sind im Folgenden aufgeführt:

- Bei der Studieneingabe wurden zunächst die Studien mit sehr hoher Relevanz berücksichtigt. Zu diesen zählen nationale oder europäische Studien. Durch dieses Vorgehen konnte sichergestellt werden, dass die relevantesten Studien zum Zeitpunkt des Fachgesprächs im BMU bereits gesichtet, eingegeben und bewertet waren.
- Die Eingabe der Informationen erfolgt grundsätzlich kurz und präzise.
- Die Eingabe der Informationen erfolgt in englischer Sprache.
- Wann immer möglich, wurden Informationen als (möglichst kurze) Textzitate übernommen. Textzitate werden durch Anführungszeichen, der Angabe der Seitenzahl durch ein kleines p mit Punkt für „page“ („p.“), einem Leerzeichen und der entsprechenden Seitenzahl markiert. Weggelassene Zitatsteile werden durch drei eingeklammerte Punkte [...] angedeutet. Beispiel: „*the main research aim is [...]*“ (p. 143).
- Wenn die Studie eine Vielzahl an Daten für unterschiedliche geographische Regionen zur Verfügung stellt, so werden nicht alle Regionen in die Datenbank übernommen, sondern lediglich - wenn vorhanden - die Ergebnisse für Deutschland. Wenn keine Daten für Deutschland vorhanden sind, dann wird die nächst größere geographische Region, der Deutschland angehört (z. B. Western Europe, Europe, global) eingegeben. Sollten keine Daten für Deutschland oder Europa in der Studie enthalten sein, so wird ein Gesamtergebnis vollzogener Berechnungen vorgezogen. Beispiel: Wenn alle Länder Afrikas sowohl einzeln als auch zusammengefasst betrachtet werden, dann werden lediglich die zusammengefassten Informationen für Afrika übernommen.
- Wenn die Studie eine Vielzahl an Ergebnissen für unterschiedliche Bezugsjahre zur Verfügung stellt, dann werden die aktuellen Angaben (bzw. die zeitlich naheliegenden Angaben, ggf. auch mit Hinweis auf Zeitreihen) in die Datenbank übernommen.

²¹ Die Datenbank wurde von mehreren Mitgliedern des GEniUS-Konsortiums erstellt, weshalb unterschiedliche Versionen der Datenbank vorlagen und verknüpft werden mussten.

- Stellt die Studie eine Vielzahl an Ergebnissen für unterschiedliche Personengruppen zur Verfügung, so werden die Angaben wie folgt in die Datenbank übernommen:
 - (1) gesamte Bevölkerung, ohne Stratifizierung nach z. B. Geschlecht oder Alter;
 - (2) gesamte männliche Bevölkerung, ohne weitere Stratifizierung nach z. B. Alter;
 - (3) gesamte weibliche Bevölkerung, ohne weitere Stratifizierung nach z. B. Alter.
- Zusätzlich wird das Kontrollkästchen „Stratified Results are given in the Publication“ markiert. Sollten weitere Unterteilungen (z. B. binär nach Alter (Kinder/Erwachsene), sozioökonomischen Status, Bildung o. ä.) für die spezielle Studie sinnvoll sein, so wird auch diese Unterscheidung in die Datenbank aufgenommen; allerdings wird grundsätzlich von der Eingabe vieler und stark stratifizierter Daten abgesehen.
- Werden in einer Studie mehrere Regionen, Stressoren, oder Endpunkte untersucht und mehrere Ergebnisse angegeben, so werden diese jeweils in ein separates, neu zu öffnendes Datenblatt eingegeben.
- Für die Navigation innerhalb der Datenbank bzw. Datenblätter gibt es zwei Möglichkeiten: (1) Einerseits kann die Weiterklickfläche am Ende des Hauptformulars verwendet werden; (2) andererseits kann über „Start“ → „Suchen“ → „Gehe zu“ → „Nächster“/ „Letzter“ etc. navigiert werden. Bei (2) muss der Cursor innerhalb eines Eingabefeldes des neu zu öffnenden Formulars sein.
- Alle Felder der Datenbank werden ausgefüllt. Bei Feldern, die ausschließlich für Krankheitslasten oder -kosten (beachte farbliche Kennzeichnung; siehe letzten Absatz des Kapitels 4.4.1) relevant sind, wird „Not applicable“ in die jeweils nicht benötigten Felder eingetragen. Somit wird sichergestellt, dass alle Felder berücksichtigt und keines übersehen wird. Sind notwendige Informationen in der Publikation nicht vorhanden, so wird in das Antwortfeld „not mentioned“ eingetragen.
- Anhänge von Studien („supplementary appendix“) werden - wenn sinnvoll - herangezogen und auf die Verfügbarkeit dieser in dem Feld „Citation“ hingewiesen (siehe Tabelle 15, Feld „Citation“).
- Sollte der Hinweis auf eine externe Quelle notwendig sein (z. B. zur Beschreibung der Ursprungsquelle der verwendeten Disability Weights), so erfolgt dieses in Kurzform wie sie im Originalartikel angegeben ist, so dass bei Interesse die Gesamtzitation im Literaturverzeichnis der Originalstudie ausfindig gemacht werden kann.
- In der Datenbank werden die Endergebnisse und nicht die einzelnen einfließenden Parameter (z. B. Prävalenzdaten) aufgenommen. Das bedeutet, dass bzgl. der Krankheitslast DALY, YLL und YLD – wenn verfügbar – festgehalten werden. Für die Krankheitskosten ist eine Unterteilung nach Kostenarten (direkte, indirekte und gesamte Kosten) notwendig.
- Intangible Kosten werden im Rahmen von GEniUS nicht betrachtet. Wenn eine Studie nur die Gesamtkosten ohne Unterteilung nach Kostenarten berichtet, so wird die Studie ausgeschlossen, wenn intangible Kosten eingeflossen sind. Werden intangible Kosten berücksichtigt, wobei die Kosten differenziert dargestellt sind, so werden indirekte und direkte Kosten in das GEniUS-Projekt aufgenommen, während die intangiblen Kosten

(also auch die Gesamtkosten, die intangible Kosten enthalten) nicht in die Datenbank aufgenommen werden.

- Bei der Eingabe von konkreten Werten in die Datenbank wird kein Wert umgerechnet, d. h. dass alle Werte so eingegeben werden, wie diese im Artikel benannt sind (z. B. „77.5 DALY per 1,000 population“).
- Die Feldbezeichnungen und Eingaben werden entsprechend der Regeln für Grammatik und Rechtschreibung durchgeführt. Je Feld beginnt die Feldbezeichnung bzw. Eingabe der Informationen immer mit Großbuchstaben, z. B. „Not mentioned“. Ausnahmen stellen Abkürzungen mit festgelegter Groß- bzw. Kleinschreibung (z. B. „dB(A)“) dar.
- In der Datenbank verwendete Abkürzungen werden in der Tabelle „Abbreviations“ hinterlegt. Grundsätzlich soll jedoch, wann immer möglich, von der Verwendung von Abkürzungen abgesehen werden. Sinnvoll erscheinen Abkürzungen bei häufig verwendeten Begriffen wie „Disability Weight (DW)“ oder aus Platzgründen bei sehr langen Eingaben. Die Liste der Abkürzungen steht den die Informationsmatrix Nutzenden in der Ausgabemaske zur Verfügung.
- Zur besseren Lesbarkeit werden die im Englischen üblichen Tausenderkommata - verwendet, z. B. „3,300 DALY“. -
- Anstelle des deutschen Kommas werden in Zahlen die im Englischen üblichen Punkte verwendet, z. B. „2.5 µg/m³“.
- Bei Bereichsangaben wird eine Leerstelle vor und nach dem Bindestrich („ -“) eingefügt: z. B. „345 - 786 DALY“.
- Bei Angabe von relativen Ergebnissen wird die Schreibweise „per 1,000 population“ verwendet. Wenn notwendig, wird „population“ durch die betrachtete Subgruppe ersetzt (z. B. „newborns“, „women 20 years and older“)
- Für ausgewählte Felder erfolgt die Eingabe durch ein „Drop-Down Menü“, welches erweitert werden kann.
- Die Feldbeschriftung gibt Hinweise über ggf. in Klammern einzufügende Informationen. Beispiel: Reference population (reference year): Population of Bangladesh (2001).

Auflistung und Beschreibung der einzelnen Eingabefelder

Da die einzugebenden Studien Unterschiede hinsichtlich der angewendeten Methoden, der verwendeten Einheiten, Definitionen und Limitationen aufweisen, wurde angestrebt, möglichst standardisierte Eingaben zu machen. Um dies zu gewährleisten, ist der Inhalt jedes Eingabefeldes in der folgenden Tabelle 15 erklärt.

Tabelle 15: Beschreibung der Eingabefelder der Datenbank

Feldname	Beschreibung der einzugebenden Informationen
Ebene 1, Hauptformular: <i>Publication</i>	
Publication ID	- Primärschlüssel. Automatisch durch MS Access® vergeben.
Input date	- Datum der Fertigstellung der Eingabe.
Name of enterer	- Name der Person aus dem GEniUS-Konsortium, die die Informationen zur aktuellen Studie eingegeben hat. Eingabe: durch einen Punkt abgekürzter Vorname und - getrennt durch ein Leerzeichen - ausgeschriebener Nachnamen; Beispiel: „A. Müller“.
Modification date	- Falls durchgeführt, Datum der Modifikation von Informationen zur Studie.
Modifier	- Name der Person, welche die Informationen zur Studie modifiziert hat. Eingabe: durch einen Punkt abgekürzter Vorname und - getrennt durch ein Leerzeichen - ausgeschriebener Nachname; Beispiel: „A. Müller“.
Citation	<ul style="list-style-type: none"> - Zitation im Harvard Format - Bei mehr als 10 Autoren Abkürzung durch „et al.“ nach den ersten drei Autoren. - Bei Vorhandensein von Anhängen oder Korrekturen der Studie erfolgt ein Hinweis am Ende des „Citation“-Feldes (z. B. „[Supplementary appendix online available]“, „[Corrigendum: Informationen zum Veröffentlichungsort]“ bzw. „[Erratum: Informationen zum Veröffentlichungsort]“) <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al. (2012): A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. <i>Lancet</i> 380(9859): 2224-2260. [Supplementary appendix online available; Erratum: <i>Lancet</i>. 2013 Feb 23; 381(9867):628; Erratum: <i>Lancet</i>. 2013 Apr 13; 381(9874):1276]. - Verhoef L, Koopmans M, Van Pelt W, Duizer E, Haagsma J, Werber D, Van Asten L, Havelaar A. (2012): The estimated disease burden of norovirus in The Netherlands. <i>Epidemiol Infect.</i> 2012 May 17:1-11. [Corrigendum: <i>Epidemiol Infect.</i> 2012 Nov 15:1]
Study name	- Name der Studie (nicht Überschrift des Artikels), die in der Publikation beschrieben wird (z. B. VegAS (Verteilungsbasierte Analyse gesundheitlicher Auswirkungen von Umwelt-Stressoren); erst Akronym, dann kompletter Titel in Originalsprache in Klammern). Wenn in der Publikation kein Studienname genannt wird, wird „Not mentioned“ ausgewählt. Zur Eingabe neuer Studiennamen muss das Drop-Down Menü erweitert werden.
Main research aim	<ul style="list-style-type: none"> - Ziel der Studie, möglichst als kurzes wörtliches Zitat aus dem Artikel. - Vgl. Regeln für die Kennzeichnung von wörtlichen Zitaten (Kapitel 4.4.2)
Main research conclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Schlussfolgerung der Studie, möglichst als kurzes wörtliches Zitat aus dem Artikel. - Vgl. Regeln für die Kennzeichnung von wörtlichen Zitaten (Kapitel 4.4.2)
URL of the publication	<ul style="list-style-type: none"> - Internetlink zur PDF-Version des Artikels, wenn dieser frei verfügbar ist. Andernfalls, Internetlink zur Internetseite, auf der der Volltext des Artikels erworben werden kann. - Wenn PDF und Internetseite mit Volltext nicht verfügbar sind, Einfügung des Internetlinks zum PubMed-Eintrag des Artikels.
Last access to URL	- Datum des letzten Zugriffs auf die angegebene Internetseite.

Feldname	Beschreibung der einzugebenden Informationen
Assessment of study	<ul style="list-style-type: none"> - Link, der die Integration des ausgefüllten Kriterienkatalogs in die Informationsmatrix andeutet. - In die Eingabemaske wird der Kriterienkatalog nicht übernommen, sondern in einem Ordner abgelegt (Speicherformat: „GEniUS_Assessment_Author et al. (xxxx)“ -ggf. mit Ergänzung „-EBD“, „-Ec“ (Economy) oder Titelauszug, wenn Verwechslung möglich).
Ebene 2a, Unterformular: General limitations mentioned in study	
Limitation	<ul style="list-style-type: none"> - Limitationen, die in der Studie durch die Autoren genannt werden und die gesamte Studie betreffen (und nicht nur einzelne Stressoren; siehe unten: Unterformular „Stressor-specific limitations mentioned in study“). - Möglichst allgemeine Beschreibung der Limitationen (z. B. es wurden wenig stratifizierte Daten verwendet); Beschreibung formuliert durch das GEniUS-Konsortium → Absprache innerhalb des Konsortiums. - Auswahl über ein erweiterbares Drop-Down Menü. - Bei nicht mehr als einem Stressor pro Studie erfolgt die Angabe der Studienlimitationen unter „Stressor-specific limitations“. In diesem Fall Auswahl des Eintrags „See stressor-specific limitations“ im Drop-Down Menü der „General Study Limitations“.
Ebene 2b, Unterformular: Quantification	
Kind of Quantification	<ul style="list-style-type: none"> - In diesem Feld steht ein Drop-Down Menü zur Verfügung, welches auf „nur Listeneinträge“ begrenzt ist, da lediglich die Auswahl zwischen Economic Burden und Disease Burden zur Verfügung steht. - Sind in einer Studie beide Quantifizierungsarten enthalten, so werden bereits auf dieser Ebene zwei Datensätze angelegt.
Ebene 2b.1, Unterformular: Region	
Geographical level	<ul style="list-style-type: none"> - Geographische Zuordnung. Auswahlmenü begrenzt auf „nur Listeneinträge“ (international, national, sub-national, regional und global)
Reference area	<ul style="list-style-type: none"> - Bezugsraum (Kontinent, Region, Land, Bundesland etc.), der in der Studie genannt wird. Beispiel: „North Rhine-Westphalia in Germany“
Ebene 2b.2, Unterformular: Stressor	
Name of stressor	<ul style="list-style-type: none"> - Nennung des einzelnen Stressors.
Exposure path	<ul style="list-style-type: none"> - Aufnahmepfad des Stressors - Auswahl aus einem Drop-Down Menü, z. B. inhalativ, oral, dermal etc.
Exposure	<ul style="list-style-type: none"> - Die in der Studie zu Grunde gelegte Belastung (Häufigkeit, Konzentration, etc.) mit dem Stressor (z. B. „5 µg/m³, 2010, annual average“) wird als möglichst aggregierter Wert (z. B. als Durchschnitt, wenn genannt) eingegeben. - Ggf. kann die Exposition als Bereich angegeben werden (z. B. „2 µg/m³ (rural) to 3 µg/m³ (urban)“). - Es kann u.U. die Häufigkeit des Auftretens des Stressors angegeben werden. - Wenn diese Angabe nicht möglich ist, wird „Not mentioned“ in das Feld eingetragen.

Feldname	Beschreibung der einzugebenden Informationen
Exposure for comparison	<ul style="list-style-type: none"> - In einigen EBD-Studien wird die gesamte Krankheitslast des Stressors bestimmt; d.h. es wird quantifiziert, wie hoch die Krankheitslast bei gegebener Exposition ist im Vergleich zu keiner Exposition (die Eingabe in dieses Feld würde z. B. lauten „0 µg/m³“). - In anderen Studien wird die vermeidbare Krankheitslast bestimmt, d.h. es wird eine theoretisch minimale Exposition für die Krankheitslastschätzung herangezogen (d.h. wie viel Krankheitslast bei gegebener Exposition vorhanden ist im Vergleich zur theoretischen minimalen Exposition), was der Überlegung folgt, dass der Stressor nicht zu 100% verhindert werden kann. Eingegeben wird dann die als theoretisches Minimum definierte Exposition (z. B. „2.5 µg/m³“).
Quantified health outcomes associated with stressor	<ul style="list-style-type: none"> - Alle Gesundheitsendpunkte werden getrennt durch Kommata aufgezählt, die in der Studie quantifiziert wurden und für GEniUS relevant sind. Wenn mehrere Gesundheitsendpunkte unter einem Überbegriff zusammengefasst und die EBD nur für diese gemeinsam quantifiziert wurden, so werden die enthaltenen Gesundheitsendpunkte – soweit genannt – in Klammern hinter den Überbegriff in dieses Feld übernommen. Beispiel: Die Krankheitslast unter dem Überbegriff „Mercury associated health outcomes“ wurde quantifiziert. In der Publikation ist jedoch zusätzlich eine Auflistung der eingeschlossenen Gesundheitseffekte gegeben. Beispiel für die Eingabe: „Mercury associated health outcomes (tremor, gingivitis, ...)“. - In das Feld „Health outcome quantified“ (siehe unten) wird jeweils der Endpunkt aus dem Feld „Quantified health outcomes associated with stressor“ eingetragen, für die im Folgenden die Ergebnisse präsentiert werden. Wurde in der Studie nur ein Gesundheitsendpunkt quantifiziert, so stimmt der Inhalt der beiden genannten Felder überein. Bei mehreren quantifizierten Gesundheitsendpunkten teilt sich der Inhalt (also die einzelnen quantifizierten Gesundheitsendpunkte) des Feldes „Quantified health outcomes associated with stressor“ auf mehrere Datenblätter des Feldes „Health outcome quantified“ auf.
Not quantified health outcomes (possibly) associated with stressor	<ul style="list-style-type: none"> - Angabe aller Gesundheitsendpunkte, die in der Studie als (möglicherweise) mit dem Stressor assoziiert genannt werden, jedoch nicht quantifiziert wurden. Ggf. werden auch jene Gesundheitsendpunkte hier aufgeführt, deren Assoziation vermutet wird („possibly associated“).
Ebene 2b.3, Unterformular: <i>Outcome and Methods</i>	
Health outcome quantified	<ul style="list-style-type: none"> - Eingetragen wird jeweils der Endpunkt aus dem Feld „Quantified health outcomes associated with stressor“, für den im Folgenden die Ergebnisse präsentiert werden. - Wurde in der Studie nur ein Gesundheitsendpunkt quantifiziert, so stimmt der Inhalt der beiden genannten Felder überein. - Bei mehreren quantifizierten Gesundheitsendpunkten teilt sich der Inhalt (also die einzelnen quantifizierten Gesundheitsendpunkte) des Feldes „Quantified health outcomes associated with stressor“ auf mehrere Datenblätter des Feldes „Health outcome quantified“ auf.
Classification	<ul style="list-style-type: none"> - Falls in der Studie eine allgemein anerkannte Kodierung der Gesundheitsentpunkte angewendet wurde, wird diese in das Feld eingefügt sowie die Art der Klassifikation - z. B. Eingabe der ICD-10-Klassifikation (ICD-10 code)
Stressor-outcome-association (reference)	<ul style="list-style-type: none"> - Nennung der Expositions-Wirkungsfunktion sowie der korrespondierenden [zumeist] Sekundärquelle in Klammern in Kurzform.

Feldname	Beschreibung der einzugebenden Informationen
Discounting	- Nicht erweiterbares Drop-Down Menü mit der Auswahl „Yes“ (Diskontierungen wurden angewendet), „No“ und „Not mentioned“.
Age weighting	- Nicht erweiterbares Drop-Down Menü mit der Auswahl „Yes“ (Altersgewichtungen wurden angewendet), „No“ und „Not mentioned“.
Quantification of YLD	- Nicht erweiterbares Drop-Down Menü mit der Auswahl „Use of incidence data“, „Use of prevalence data“ und „Not mentioned“. Eingetragen wird entsprechend, ob die Quantifizierung anhand von Prävalenzdaten oder Inzidenzdaten (multipliziert mit der Erkrankungsdauer) erfolgte.
Disability weight (reference)	- Nennung des Disability Weights sowie dessen [zumeist] Sekundärquelle in Klammern in Kurzform (vgl. „Kurzzitation“)
Definition of total costs	- Falls keine Unterteilung in direkte und indirekte Kosten vorgenommen wurde, wird hier benannt, wie sich die Kosten zusammensetzen. Wenn die Kosten vollständig den Kategorien „direkt“ und/oder „indirekt“ zugeordnet werden können, wird ein „Not applicable“ eingetragen.
Definition of direct costs	- Zusammensetzung der direkten Kosten (z. B. hospital costs, medication costs)
Definition of indirect costs	- Zusammensetzung der indirekten Kosten (z. B. lost lifetime earnings)
Type of estimation (total costs)	- Benennung der Methode der Berechnung der Kosten (z. B. top-down, bottom-up)
Type of estimation (direct costs)	- Benennung der Methode der Berechnung der direkten Kosten (z. B. top-down, bottom-up)
Type of estimation (indirect costs)	- Benennung der Methode der Berechnung der indirekten Kosten (z. B. top-down, bottom-up)
Ebene 2b.3.1a, Unterformular: Stressor specific limitations mentioned in study	
Limitation	<ul style="list-style-type: none"> - Limitationen, die in der Studie durch die Autoren zu konkreten Stressoren (und nicht für die gesamte Studie; siehe oben Unterformular „General study limitations“) genannt werden. - Möglichst allgemeine Beschreibung der Limitationen (z. B. „It was not possible to include all endpoints associated with the stressor.“); Beschreibung formuliert durch das GEniUS-Konsortium → Absprache innerhalb des Konsortiums. - Auswahl über ein erweiterbares Drop-Down Menü. - Bei nicht mehr als einem Stressor pro Studie erfolgt die Angabe der Studienlimitationen unter „Stressor-specific limitations“. In diesem Fall wird unter „General Study limitations“ der Eintrag „See stressor-specific limitations“ im Drop-Down Menü ausgewählt.
Ebene 2b.3.1b, Unterformular: Results	
Reference population (reference year)	<ul style="list-style-type: none"> - Die Angabe des Jahres im Feld „Reference Population and Year“ erfolgt in Klammern, z. B. „Male population of Germany (2010)“. - Existiert kein konkretes Bezugsjahr, so wird Folgendes notiert: „Male population of Germany (no concrete reference year)“.
Detailed subgroup results are given in publication	- Ein nicht erweiterbares Ja/Nein-Drop-Down Menü, durch das vermerkt werden kann, dass weitere stratifizierte Ergebnisse (z. B. für 5-Jahres-Altersgruppen) in der Publikation enthalten sind, die nicht in die Datenbank übertragen wurden.
Absolute DALY	- Angabe des absoluten Ergebnisses (ohne Einheit, da diese bereits im Feldnamen enthalten ist), z. B. „360“
Absolute YLL	
Absolute YLD	
Range of uncertainty of absolute DALY	- Angabe des Unsicherheitsbereichs (ohne Einheit) mit Leerstelle vor und nach dem Bindestrich, z. B. „320 - 370“.

Feldname	Beschreibung der einzugebenden Informationen
Range of uncertainty of absolute YLL	<ul style="list-style-type: none"> - Wichtig: Die Bedingungen der Unsicherheitsanalyse werden nicht in die Datenbank übernommen. Für Details sind die Nutzerin und der Nutzer auf die Originalstudie angewiesen.
Range of uncertainty of absolute YLD	
Relative DALY	<ul style="list-style-type: none"> - Angabe des Ergebnisses in Relation zur (Sub)Population (ohne Einheit). Z. B. „3.5 per 1,000 population“ oder „3 per 100,000 newborns“. - Umrechnung durch den Eingebenden erfolgt nicht.
Relative YLL	
Relative YLD	
Range of uncertainty of relative DALY	<ul style="list-style-type: none"> - Angabe des Unsicherheitsbereichs (ohne Einheit) in Relation zur (Sub)Population mit Leerstelle vor und nach dem Bindestrich, z. B. „320 - 370 per 1,000 population“. - Umrechnung durch den Eingebenden erfolgt nicht. - Wichtig: Die Bedingungen der Unsicherheitsanalyse werden nicht in die Datenbank übernommen. Für Details sind die Nutzerin und der Nutzer auf die Originalstudie angewiesen.
Range of uncertainty of relative YLL	
Range of uncertainty of relative YLD	
Currency	<ul style="list-style-type: none"> - Angabe der Währung der Kostenanalyse. - Erweiterung der Auswahl durch Bearbeitung der „6. Results“-Tabelle möglich: In der Entwurfsansicht durch Markierung der Zelle „Felddatentyp/Currency“ Ergänzung weiterer Währungen in der Zeile „Datensatzherkunft“ am unteren Bildschirmrand im Reiter „Nachschlagen“.
Absolute total costs	<ul style="list-style-type: none"> - Angabe des absoluten Ergebnisses und der Zeitperiode, z. B. „360 per year“, oder „360 per cohort lifetime“
Absolute direct costs	
Absolute indirect costs	
Range of uncertainty of absolute total costs	<ul style="list-style-type: none"> - Angabe des Unsicherheitsbereichs (mit Zeiteinheit) mit Leerstelle vor und nach dem Bindestrich, z. B. „320 - 370 per year“. - Wichtig: Die Bedingungen der Unsicherheitsanalyse werden nicht in die Datenbank übernommen. Für Details sind die Nutzerin und der Nutzer auf die Originalstudie angewiesen.
Range of uncertainty of absolute direct costs	
Range of uncertainty of absolute indirect costs	
Relative total costs	<ul style="list-style-type: none"> - Angabe des Ergebnisses in Relation zur (Sub)Population (mit Zeiteinheit), z. B. „3.5 per 1,000 population per year“ oder „3 per 100,000 newborns per lifetime“. - Umrechnung durch den Eingebenden erfolgt nicht.
Relative direct costs	
Relative indirect costs	
Range of uncertainty of relative total costs	<ul style="list-style-type: none"> - Angabe des Unsicherheitsbereichs (mit Zeiteinheit) in Relation zur (Sub)Population mit Leerstelle vor und nach dem Bindestrich, z. B. „320 - 370 per 1,000 population per year“. - Umrechnung durch den Eingebenden erfolgt nicht. - Wichtig: Die Bedingungen der Unsicherheitsanalyse werden nicht in die Datenbank übernommen. Für Details sind die Nutzerin und der Nutzer auf die Originalstudie angewiesen.
Range of uncertainty of relative direct costs	
Range of uncertainty of relative indirect costs	

4.4.3 Aufbau, Inhalt und Besonderheiten des Ausgabeberichts

Die hauptsächliche Funktion des Berichtsmoduls für die GEniUS-Datenbank ist die Generierung von Berichten auf der Basis der gespeicherten Informationen für Suchanfragen nach Stressor, Region und Art der Quantifizierung (siehe Kapitel 5.4.2). Es lassen sich Kurzberichte mit den wichtigsten und Langfassungen mit allen in der Datenbank gespeicherten Informationen erstellen.

Darüber hinaus kann eine Studiendatenübersicht für jede einzelne Studie generiert werden, die alle für eine Publikation erfassten Daten beinhaltet.

Kurzbericht

Der Kurzbericht zeigt komprimierte Informationen für jede Studie, die zu den zuvor in einem Suchformular spezifizierten Kriterien *Stressor*, *Studienregion* und *Art der Quantifizierung* gefunden wurden. Der Kurzbericht präsentiert zuoberst die Felder „Stressor“, „Country/Region“ und „Quantification“, die den Feldern in der Suchmaske entsprechen. Die folgenden Abschnitte zeigen die wesentlichen Informationen zu allen Studien, in denen dieser Stressor in dieser Region untersucht wurde und deren Ergebnisse die entsprechende Quantifizierung aufweisen. Die Abschnitte sind im Einzelnen:

- Studienbezogene Daten mit den Feldern „Citation“ und „Main research aim“
- Stressorbezogene Informationen aus dieser Studie mit Expositionspfad, Exposition und Vergleichsexposition
- Quantifizierte Informationen zum Gesundheitsendpunkt für diesen Expositionspfad mit der Referenzpopulation sowie dem Referenzjahr
- die absoluten und relativen Krankheitslasten bzw. ökonomischen Lasten oder wenn vorhanden, beide.

Die folgende Tabelle 16 zeigt die Berichtsfelder und die Hierarchiestufe, mit der sich mehrfach vorhandene Aspekte wiederholen, wie z. B. mehrere Ergebnisse für einen Gesundheitsendpunkt oder mehrere untersuchte Gesundheitsendpunkte für einen Aufnahme pfad des betrachteten Stressors.

Tabelle 16: Informationen im Kurzbericht

Feld	Hierarchiestufe
Stressor	1
Country/Region	2
Quantification	3
Citation	4
Main research aim	4
Exposure path	5
Exposure	5
Exposure for comparison	5
Quantified health outcome	6
Reference population (reference year)	6
Absolute health burden	7
Relative health burden	7
Absolute economic burden	7
Relative economic burden	7

Langbericht

Der ausführliche Langbericht enthält alle in der Datenbank verfügbaren Felder. Ausgenommen sind allerdings Felder, die für die jeweilige Studie nicht relevant sind. Das betrifft die Felder für

ökonomische Lasten bei Studien, die ausschließlich Krankheitslasten angeben und die Felder für Krankheitslasten bei Studien, die ausschließlich ökonomische Lasten berichten (siehe Tabelle 15, Ebene 2b.3.1.b).

Die Hierarchisierung erfolgt, genau wie im Kurzbericht, zuerst für die im Suchformular vorhandenen Felder *Stressor*, *Country/Region* und *Quantification*. Beruht der Bericht z. B. auf einer Suche nach allen Studien einer bestimmten Region, erscheinen zunächst alle Studien zu Stressor A, dann alle Studien zu Stressor B. Eine Studie kann mehrfach erscheinen, wenn sie mehrere untersuchte Stressoren beschreibt.

Die Darstellung ist im Langbericht studienbezogen, d. h. zuerst erscheinen die Angaben zur Studie und darauf folgend die in der Studie genannten Ergebnisse zu den Stressoren.

Studiendatenübersicht

Die Studiendatenübersicht zeigt alle in der Datenbank verfügbaren Informationen für eine einzelne erfasste Publikation mit allen darin untersuchten Stressoren, mit den für diese Stressoren betrachteten Gesundheitsendpunkten und mit den Ergebnissen der Schätzung von Krankheitslast oder Krankheitskosten.

4.5 Strategie der Defizitanalyse

Inhalt des GEniUS-Projekts ist ferner eine Defizitanalyse, basierend auf den recherchierten Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und -kosten. In der UFOPLAN-Leistungsbeschreibung und im Angebot des Projektkonsortiums für das GEniUS-Projekt sind zwei Fragen beschrieben, die die Defizitanalyse beantworten soll:

1. - Welche erforderlichen und mit vertretbarem Aufwand ermittelbaren Informationen zu einzelnen Umweltstressoren, Erkrankungen und Kosten stehen in Deutschland derzeit zur Berechnung von Krankheitskosten und/oder Krankheitslasten nicht zur Verfügung?
2. - Für welche weiteren, bisher nicht berücksichtigten Umweltstressoren sind in nächster Zukunft Schätzungen der Krankheitslast/der Krankheitskosten erforderlich? Aus welchen Gründen sind diese sinnvoll und erforderlich?

Die Defizitanalyse bezieht sich, wie auch die anderen Arbeitspakete, sowohl auf die Krankheitslast als auch auf die Krankheitskosten. Die Bewertungen und Ergebnisse werden in Kapitel 5.5 für beide Quantifizierungsmethoden präsentiert. Zur Durchführung der Defizitanalyse werden sowohl die Datenbank als auch die ausgefüllten Kriterienkataloge verwendet. Zudem wird die Liste relevanter Stressoren verwendet, um die Listen bereits quantifizierter Stressoren und nicht quantifizierter Stressoren zu erstellen.

4.6 Vorbereitung und Zielsetzung des GEniUS-Fachgesprächs

Am 07. November 2013 stellte das Projektkonsortium die in GEniUS erarbeiteten Ergebnisse auf einem Fachgespräch im BMUB vor und diskutierte diese mit eingeladenen Expertinnen und Experten aus dem Bereich umweltbezogener Gesundheitsschutz. Eine Liste der eingeladenen Expertinnen und Experten ist in Tabelle 17 dargestellt. Die Liste wurde in enger Absprache mit den Auftraggebern erarbeitet.

Tabelle 17: Expertinnen und Experten des GEniUS-Fachgesprächs

Name	Institution
Dr. Michael Csicsaky	<i>ehemals</i> Niedersächsisches Ministerium für Soziales, Frauen, Familie und Gesundheit
Dr. Angela Franz-Balsen	Health & Environment Alliance (HEAL)
Prof. Dr. Rainer Friedrich	Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Abteilung Technikfolgenabschätzung und Umwelt (TFU)
Frank George	Europäisches WHO-Zentrum für Umwelt und Gesundheit
Prof. Dr. Alexander Krämer	Universität Bielefeld, Biomedizinische Grundlagen und Bevölkerungsmedizin
Dr. Odile Mekel	LZG.NRW, Fachgruppe Prävention und Innovation
Dietrich Plaß	Universität Bielefeld, Biomedizinische Grundlagen und Bevölkerungsmedizin
Lucas Porsch	Ecologic Insitute
Sylvia Schwermer	Bundeskanzleramt, Berlin
Dr. Claudia Terschüren	LZG.NRW, Fachgruppe Innovation in der Gesundheit

Folgende Fragen und Aspekte wurden auf dem Fachgespräch diskutiert:

- Inwiefern können die Projektergebnisse für die Umweltpolitik in Deutschland genutzt werden?
- Wie können die Ergebnisse verbessert oder weiterentwickelt werden, sodass eine anwenderfreundliche Nutzung möglich ist?
- Was sind aus der Perspektive der Expertinnen und Experten die Schwächen und die Stärken der GEniUS-Informationsmatrix (aus Datenbank, Berichten und Studienbewertungen) im gesundheitsbezogenen Umweltschutz?
- Welche weiteren Umweltstressoren sind aus Sicht der Expertinnen und Experten von hoher Relevanz für Deutschland?

5 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse des GEniUS-Projektes vorgestellt. Gegliedert sind die Ergebnisse nach dem zuvor präsentierten methodischen Vorgehen. Zunächst werden die einbezogenen Umweltstressoren vorgestellt (5.1). Im Weiteren werden die Ergebnisse der Literaturrecherche getrennt nach Krankheitslasten (5.2.1) und -kosten (5.2.2) beschrieben. Danach werden der Kriterienkatalog (5.3) sowie Auszüge aus der Datenank (5.4) dargestellt. Das Kapitel schließt ab mit der Defizitanalyse (5.5), dem Fachgesprächsprotokoll (5.6) sowie der Zusammenführung der Ergebnisse (5.7).

5.1 Einbezogene Umweltstressoren

Zur Bearbeitung der Projektziele war es notwendig, eine Liste mit relevanten Umweltstressoren zu erstellen. Diese wurde anhand der in Kapitel 4.1 dargestellten Methodik erarbeitet und ist im Folgenden erläutert, siehe Kapitel 5.1.2. Ebenso werden die, für die Literaturrecherche formulierten, Ein- und Ausschlusskriterien vorgestellt, siehe Kapitel 5.1.1.

5.1.1 Kriterien zum Ein- und Ausschluss von Stressoren und Studien

Auf Grundlage der Recherchen und erhaltenen Suchergebnisse wurden die folgenden Regeln (die Sortierung ist von allgemeinen hin zu spezifischen Regeln) zum Ein- bzw. Ausschluss von Stressoren und Studien abgeleitet.

Einschlusskriterien²²

- (E1) Der Begriff „Umwelt“ ist im Rahmen von GEniUS eng gefasst (biologische, chemische, physikalische Aspekte) und bezieht sich ausdrücklich **nicht** auf eine weiter gefasste Definition (wie z. B. die soziale Umwelt).
- (E2) Bzgl. biologischer Stressoren werden ausschließlich mit Feuchte und Schimmel assoziierte Stressoren (bzw. Feuchte und Schimmel als solche) einbezogen.
- (E3) Bzgl. chemischer Stressoren werden Umweltschadstoffe in der (a) Außen- und Innenraumluft, im (b) Trinkwasser und in (c) Lebensmitteln einbezogen, wobei eine Prioritätensetzung in Absprache mit den Auftraggebern erfolgt ist.
- (E4) Von den physikalischen Stressoren werden ausschließlich Lärm und Radon einbezogen.
- (E5) Die Krankheitslast oder die Krankheitskosten von einem bzw. mehreren Umweltstressor(en) oder übergreifender Stressorengruppen wurde(n) bestimmt.
 - Schätzungen gegebener Expositionssituationen (z. B. Jahr x, Land y);
 - Schätzungen möglicher Gesundheitsgewinne oder Einsparungen von Kosten durch Interventionsszenarien im Vergleich zu gegebenen Expositionssituationen.
- (E6) Betrachtung von Stressoren
 - mit nachgewiesener adverser Wirkung auf die Gesundheit des Menschen,
 - mit hoher Public Health-Relevanz (hohe Exponiertenzahlen, hohes Schädigungspotenzial, hohe Kosten),
 - bei denen die Möglichkeit für politische Regulierungen besteht.
- (E7) Quantifizierung der Krankheitslasten in den identifizierten Studien durch

²² E= Einschlusskriterium.

- DALY,
- YLD oder
- YLL.

- (E8) Quantifizierung der direkten und indirekten Krankheitskosten in den identifizierten Studien durch
- Krankheitskostenanalyse oder
 - Kosten-Nutzen-Analyse.

Ausschlusskriterien²³

- (A1) Schätzungen von nur einzelnen Quantifizierungsparametern ohne Gesamtergebnis von umweltbedingten Krankheitslasten/Krankheitskosten.
- (A2) Vergleiche mehrerer alternativer Interventionen ohne Einbezug von gegebenen Expositionssituationen.
- (A3) Schätzungen zu strukturellen Veränderungen in Einrichtungen des Gesundheitssystems.
- (A4) Betrachtungen von Stoffen/Substanzen
- mit positiver, keiner²⁴ oder ungeklärter²⁵ gesundheitlicher Wirkung;
 - ohne adverse Wirkungen für die Allgemeinbevölkerung²⁶;
 - mit adversen Wirkungen für jegliche Tiere, ohne humantoxikologische Relevanz.
- (A5) Studien, die sich auf die nachfolgend genannten speziellen Themengebiete (z. B. bestimmte Expositionssituationen oder Stressoren[gruppen]) beziehen, werden nicht im Rahmen von GEniUS betrachtet, sondern sollten aufgrund ihres Umfangs bspw. in Folgeprojekten betrachtet werden:
- Bakterien, Viren und Parasiten werden als biologische Stressoren ausgeschlossen, wenn diese nicht mit Feuchte und Schimmel assoziiert sind;
 - arbeitsbedingte Expositionsbelastungen, die keine Relevanz für die Allgemeinbevölkerung besitzen²⁷;
 - gesundheitsschädliches Verhalten (z. B. ungesunde Ernährung, Bewegungsmangel, Aktivrauchen, Drogenkonsum, lautes Musikhören);

²³ A= Ausschlusskriterium

²⁴ Ausgeschlossen werden entsprechend z. B. die Edelmetalle Platin, Gold, Iridium (Becker et al. 2002; Benemann et al. 2003), außerdem Bor, Zink (Becker et al. 2001; Friedrich et al. 2001), Chrom (Friedrich et al. 2001; BMU 2010a), Kalium (Friedrich et al. 2001), Palladium (Benemann et al. 2003) sowie Hefen (NLGA 2011). Auch sind mögliche adverse Effekte durch Mangelercheinungen essentieller Stoffe nicht Gegenstand von GEniUS.

²⁵ Ausgeschlossen werden entsprechend z. B. Eulan (Becker et al. 2004) und Bisphenol A (Becker et al. 2009; UBA 2010a), Pentachlorphenol (LfU.Bayern 2008). Stoffe mit ungeklärter Wirkung werden ausgeschlossen, weil zunächst die adversen Wirkungen in epidemiologischen und toxikologischen Studien gesichert werden müssen, bevor eine Bestimmung der Krankheitslast/-kosten sinnvoll erscheint.

²⁶ Ausgeschlossen werden entsprechend z. B. Aluminium (Wilhelm 1994), Calcium (Friedrich et al. 2001), Kupfer (Becker et al. 2001; Friedrich et al. 2001; Kittel 2006; UBA 2008; BMU 2009), Rhodium (Benemann et al. 2003), Kobalt, Mangan, Zink (LfU.Bayern 2004).

²⁷ z. B. Chrom (Hertl 1994; Marquardt & Schäfer 2004; LfU.Bayern 2005b), Kupfer (Marquardt & Schäfer 2004), Thallium (Marquardt & Schäfer 2004; LfU.Bayern 2005a; Krieger o.A.).

- Substanzen, die für diagnostische Zwecke oder im Rahmen einer medizinischen Therapie eingesetzt werden, allerdings negative Folgen für die Gesundheit des Menschen haben können (z. B. Röntgenstrahlung);
- Antibiotika und andere Arzneimittel im Grund- und Trinkwasser;
- Hormone und hormonähnliche Substanzen in Fließgewässern und Kläranlagen
- Nanomaterialien;
- Stressoren, die in Deutschland nicht oder selten vorkommen (z. B. reiseassoziierte Erkrankungen wie Malaria);
- Stressoren, die in Deutschland nicht zugelassen sind²⁸ (z. B. bestimmte Insektizide)
- Klimawandel (als unspezifische Exposition);
- Extremsituationen (nukleare Unfälle, witterungsbedingte Naturkatastrophen, etc.);
- Unfälle oder Belastungen durch Gewalttaten (Fremdeinwirkungen, Suizid(-absichten)).

5.1.2 Eingrenzung der betrachteten Umweltstressoren

Die folgenden Tabellen führen die biologischen, chemischen und physikalischen Stressoren(gruppen) auf, die durch die in Kapitel 4.1 beschriebene Strategie ausfindig gemacht wurden und – nach Abstimmung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmern – in das GEniUS-Projekt aufgenommen wurden. Neben den eingeschlossenen Stressoren (a), die auch als Recherchebegriffe fungieren, wurden weitere, übergreifende Recherchebegriffe (b) entwickelt. Die hier dargestellten Recherchebegriffe wurden für die Suche in den Datenbanken in die englische Sprache übersetzt.

In Tabelle 18 sind die für das GEniUS-Projekt relevanten biologischen Stressoren aufgeführt.

Tabelle 18: Liste relevanter biologischer Stressoren

(a) Spezifische Recherchebegriffe biologischer Stressoren
Schimmel, Schimmelpilze
Feuchte, Feuchtigkeit, Feuchteschäden
(b) Übergreifende Recherchebegriffe biologischer Stressoren
Bioaerosol
Biologische Toxine
Mikrobieller Befall
Mykotoxine
Bakterielle Toxine

Der Einschluss chemischer Stressoren erfolgte primär über die Expositionsmedien Außen- und Innenraumluft, Trinkwasser und Lebensmittel. Die chemischen Stressoren können in folgende Kategorien eingeteilt werden, eine detaillierte Darstellung findet sich in Tabelle 19:

- Kohlenwasserstoffe
- Metalle
- Pflanzenschutzmittel, Biozide, Herbizide, Insektizide und Pestizide
- Weichmacher
- Gasförmige Verbindungen

²⁸ z. B. Lindan (Hexachlorcyclohexan, HCH) (LfU.Bayern 1997).

- Polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle
- Perfluorierte Chemikalien (PFC), Perfluorierte Tenside (PFT), Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und Perfluorooctansäure (PFOA)

Die Liste relevanter chemischer Stressoren zeigt jedoch nur eine Auswahl der möglichen einzuschließenden chemischen Stressoren. So sind zum Beispiel nicht nur die aufgeführten gasförmigen Verbindungen Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickstoffoxide und Ozon Teil des GEniUS-Projekts, sondern auch weitere gasförmige Verbindungen, wie zum Beispiel Schwefeldioxid, die die Einschlusskriterien erfüllen und somit nicht ausgeschlossen wurden. In die Studienrecherche sind die in Tabelle 19 angegebenen Begriffe als Recherchebegriffe eingeflossen.

Tabelle 19: Liste relevanter chemischer Stressoren

(a) Spezifische Recherchebegriffe chemischer Stressoren sowie (b) Stressorengruppen (blau hinterlegt)
Kohlenwasserstoffe
Benzol
Toluol
Ethylbenzol
Xylol
Styrol
Hexachlorbenzol (HCB)
Formaldehyd
Metalle
Arsen
Blei
Cadmium
Quecksilber
Uran
Pflanzenschutzmittel, Biozide, Herbizide, Insektizide, Pestizide
Weichmacher
Phthalate
Gasförmige Verbindungen
[Radon wird als physikalischer Stressor behandelt]
Kohlenmonoxid (CO)
Kohlendioxid (CO ₂)
Stickstoffoxide (NO _x), Stickoxide, nitrose Gase
Schwefeldioxid (SO ₂)
Ozon
Polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle
Polychlorierte Dibenz-p-dioxine (PCDD)
Polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)
Perfluorierte Chemikalien (PFC), Perfluorierte Tenside (PFT), Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), Perfluorooctansäure (PFOA)

(a) Spezifische Recherchebegriffe chemischer Stressoren sowie (b) Stressorengruppen (blau hinterlegt)
(b) Übergreifende Recherchebegriffe für chemische Stressoren
Aliphatische Kohlenwasserstoffe
Alkane
Alkene
Aromatische Verbindungen
BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole)
Endokrine Modulatoren/Disruptoren
Flüchtige organische Verbindungen
Halbflüchtige organische Verbindungen
Halogenierte aromatische Kohlenwasserstoffe
Halogenierte Kohlenwasserstoffe, halogenhaltige Verbindungen
Langlebige organische Schadstoffe (POP)
Leicht flüchtige organische Verbindungen
Lösungsmittel
Organochlorverbindungen
PBT-Stoffe (persistent, bioakkumulierend, toxisch)
Polyzyklische/ Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
Schwermetalle

Tabelle 20 beinhaltet die in GEniUS behandelten physikalischen Stressoren.

Tabelle 20: Liste relevanter physikalischer Stressoren

(a) Spezifische Recherchebegriffe physikalischer Stressoren
Lärm
Radioaktivität durch Radon
Fasern
Asbest

werden. Eine Einordnung in die Gruppe der biologischen, chemischen oder physikalischen Stressoren ist aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften nicht möglich. Daher wurden diese Begriffe nicht in die vorherigen Tabellen eingeordnet, sondern bilden eine eigene Kategorie der kombinierten Stressoren, siehe Tabelle 21.

Tabelle 21: Liste relevanter kombinierter Stressoren

(a) Spezifische Recherchebegriffe von kombinierten Stressoren
Feinstaub, PM ₁₀ , PM _{2,5} , Ultrafeinstaub, Ultrafeine Partikel
Passivrauch

Ebenso wurden übergreifende umweltbezogene Recherchebegriffe entwickelt, die zur Spezifizierung verwendeter Begriffskombinationen eingesetzt wurden (Tabelle 22).

Tabelle 22: Weitere umweltbezogene Recherchebegriffe

Übergreifende Recherchebegriffe
Deutscher Begriff
Aerosol
Außenluft
Bioaerosol
Biologische Umwelt
Chemische Umwelt
Chemikalien
Innenraumluf
Luft
Luftverschmutzung
Nahrungsmittel
Physikalische Umwelt
Schadstoff; Verunreinigung
Trinkwasser
Umwelt
Umweltbedingte Krankheitslast
Umweltfaktor
Umwelthygiene
Umweltmedizin
Umwelt und Gesundheit
Umweltverschmutzung

5.2 Ergebnis der Literaturrecherche

5.2.1 Ergebnis der Literaturrecherche zu umweltbedingten Krankheitslasten

Die Literatursuchmaschine Pubmed stellte sich als wichtigstes Instrument heraus, um eine umfangreiche und vollständige Recherche gewährleisten zu können. Somit fokussierte sich die Recherche insbesondere auf PubMed. Zusätzlich wurde ein Teil der Suche auch in den Datenbanken GREENPILOT und WorldCat durchgeführt. Letztere Suchmaschinen wurden jedoch vornehmlich für Recherchen zu besonders häufig beschriebenen Umweltstressoren genutzt, zumal sich während der Recherchen herausstellte, dass der Großteil der durch letztere Suchmaschinen identifizierten Literatur bereits durch PubMed auffindbar gemacht werden konnte.

Während der Recherche wurde deutlich, dass der Fokus auf der Kombination mit spezifischen Begriffen zielführender war. Die Verwendung allgemeiner Begriffe wie „Environment“ waren nur dann zielführend, wenn a) die damit zu kombinierenden Begriffe spezifisch genug waren, um angemessene Rechercheergebnisse zu erlangen bzw. wenn b) die Eingabe von spezifischen Begriffen alleine, wie „Lead“ [Blei], sehr allgemeine Rechercheergebnisse generierten. Die Recherche mit übergreifenden Begriffen diente vor allem dazu, einen Überblick zu erhalten.

Insgesamt wurden über die in Kapitel 4.2.1 beschriebene Recherchestrategie 958 Treffer zu umweltbedingten Krankheitslasten ermittelt. Diese Trefferanzahl beinhaltet Doppelungen, da

über verschiedene Recherchewege identische Artikel gefunden wurden. Zugleich wurden jedoch nur die Treffer gezählt, deren Abstracts gesichtet wurden. Von den recherchierten Artikeln konnten, entsprechend der in Kapitel 5.1 benannten Recherceschwerpunkte, 56 Artikel in das GEniUS-Projekt eingeschlossen werden. In Tabelle 23 sind die zu den jeweiligen Stressoren gefundenen Studien dargestellt. Es zeigt sich, dass ein Großteil der Studien mehrere Stressoren quantifiziert.

Tabelle 23: Liste quantifizierter Stressoren in Krankheitslastenstudien

Betrachteter Stressor	Quelle
Biologische Stressoren/Übergreifende Recherchebegriffe biologischer Stressoren	
Feuchtigkeit, Schimmelpilze im Innenraum	Jaakkola et al. (2011)
	de Hollander et al. (1999)
	Knol und Staatsen (2005)
	Wilkinson et al. (2009)
	de Hollander und Melse (2004)
Chemische Stressoren/Übergreifende Recherchebegriffe chemischer Stressoren	
Arsen	Howard et al. (2006)
	Howard et al. (2007)
	Lokuge et al. (2004)
	Fewtrell et al. (2005)
	Molla et al. (2004)
	Adamson und Polya (2007)
Benzol	Hänninen und Knol (2011)
	Hornberg et al. (2013)
	Ragas et al. (2011)
	de Hollander et al. (1999)
	Logue et al. (2012)
Blei	Norman et al. (2007b)
	Norman et al. (2010)
	Valent et al. (2004)
	Fewtrell et al. (2004)
	Fewtrell et al. (2003)
	Hänninen und Knol (2011)
	Jacobs (2011)
	Ezzati et al. (2002)
Cadmium	Hornberg et al. (2013)
	Logue et al. (2012)
Dioxin	Hänninen und Knol (2011)
Formaldehyd	Gilbert und Guay (2011)
	Hänninen und Knol (2011)
	Logue et al. (2012)
	Gilbert and Guay (2011)
Kohlenstoffmonoxid	Kales et al. (2011)

Betrachteter Stressor	Quelle
	Kim et al. (2011)
	Logue et al. (2012)
Kohlendioxid	Wilkinson et al. (2009)
	De Schryver et al. (2009)
Ozon	Hänninen und Knol (2011)
	De Schryver et al. (2009)
	Anenberg et al. (2010)
	de Hollander et al. (1999)
	Havelaar et al. (2000)
	Logue et al. (2012)
Pestizide	Fantke (2012)
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	de Hollander et al. (1999)
Schwefeldioxid	Kim et al. (2011)
	Logue et al. (2012)
Stickstoffdioxid	Kim et al. (2011)
	Forastiere et al. (2011)
	Logue et al. (2012)
Stickstoffoxide	Kim et al. (2011)
Toluol	Ragas et al. (2011)
	Logue et al. (2012)
Xylol	Logue et al. (2012)
Physikalische Stressoren/Übergreifende Recherchebegriffe physikalischer Stressoren	
Lärm	Hänninen und Knol (2011)
	Babisch (2011b)
	Eijkemans und Takala (2005)
	Nelson et al. (2005)
	de Hollander et al. (1999)
	Knol und Staatsen (2005)
	Lieb et al. (2012)
	Ezzati et al. (2002)
	Babisch (2011a)
	Hygge und Kim (2011)
	Janssen et al. (2011)
	Deshaies et al. (2011)
	Miedema et al. (2011)
Radon	Hänninen und Knol (2011)
	Zeeb (2011)
	Logue et al. (2012)
	de Hollander et al. (1999)
	Knol und Staatsen (2005)
	de Hollander und Melse (2004)

Betrachteter Stressor	Quelle
Zusammengefasste und übergreifende Stressoren	
Außenluftverschmutzung (PM ₁₀)	Valent et al. (2004)
	Hornberg et al. (2013)
	Ragas et al. (2011)
	Kim et al. (2011)
	Forastiere et al. (2011)
	Orru et al. (2009)
	Wilkinson et al. (2009)
Außenluftverschmutzung (PM _{2,5})	Hänninen und Knol (2011)
	Cohen et al. (2005)
	Ostro (2004)
	Hornberg et al. (2013)
	Kesavachandran et al. (2012)
	Logue et al. (2012)
	Anenberg et al. (2010)
	Orru et al. (2009)
	Fattore et al. (2011)
Innenraumluftverschmutzung (Exposition gegenüber Rauch bei der Verbrennung fester Brennstoffe)	Valent et al. (2004)
	Norman et al. (2007a)
	Norman et al. (2010)
	Braubach et al. (2011)
	Logue et al. (2012)
	Lim et al. (2012)
	Prüss-Üstün et al. (2008)
	Dhimal et al. (2010)
	Ezzati et al. (2002)
(Außen-) Luftverschmutzung	Zhang et al. (2006)
	Miraglia et al. (2005)
	Norman et al. (2010)
	de Hollander et al. (1999)
	Knol und Staatsen (2005)
	Prüss-Üstün et al. (2008)
	Röösli et al. (2005)
	Woodcock et al. (2009)
	Ezzati et al. (2002)
	de Hollander und Melse (2004)
Passivrauch	Öberg et al. (2010)
	Braubach et al. (2011)
	Hänninen & Knol (2011)
	Hornberg et al. (2013)
	Lim et al. (2012)

Betrachteter Stressor	Quelle
	de Hollander et al. (1999)
	Öberg et al. (2011)
	Wilkinson et al. (2009)
	de Hollander und Melse (2004)
	Logue et al. (2012)

Alle 56 Artikel wurden gelesen, um daraufhin die Eintragung in die Datenbank (5.4) und die Bewertung gewährleisten zu können (5.3). Bei dem Lesen des gesamten Artikels oder Berichts wurden insgesamt 14 weitere Studien mithilfe der Ein- und Ausschlusskriterien aussortiert, da diese zum Teil keine DALY berechnen haben und nur zusammengefasste Ergebnisse, die in anderen Studien berechnet wurden, darstellen. In der folgenden Tabelle 24 sind die Studien und die Gründe des Ausschlusses dargestellt.

Tabelle 24: Ausgeschlossene Studien mit Begründung des Ausschlusses

Studiename	Ausschlussgrund
Braubach et al. (2011)	Zitation des gesamten Berichts, YLD, YLL oder DALY-Berechnungen in einzelnen Kapiteln, die wiederum über eigene Autoren und Zitation verfügen (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7). Die einzelnen Kapitel wurden einbezogen
De Schryver et al. (2009)	Berechnung der Effektstärke (1.1×10^{-2} to 1.8×10^{-1} DALY per kton of CO ₂ Emission) (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)
Eijkemans und Takala (2005)	Fokus auf arbeitsbedingte Expositionsbelastungen, also keine Relevanz für die Allgemeinbevölkerung (Ausschlusskriterium 5)
Fewtrell et al. (2003)	Methodenbeschreibung, keine Berechnung von DALY (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)
Gilbert und Guay (2011)	Review (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)
Havelaar et al. (2000)	Stressor wird als Desinfektionsmittel eingesetzt und dessen Effekt auf Infektionen mit <i>Cryptosporidium parvum</i> betrachtet
Jacobs (2011)	Methodenbeschreibung, keine Berechnung von DALY (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)
Kales et al. (2011)	Methodenbeschreibung, keine Berechnung von DALY (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)
Kesavachandran et al. (2012)	Keine Berechnung von DALY (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)
Nelson et al. (2005)	Fokus auf arbeitsbedingte Expositionsbelastungen, also keine Relevanz für die Allgemeinbevölkerung (Ausschlusskriterium 5)
Öberg et al. (2010)	Methodenbeschreibung, keine Berechnung von DALY, nur PAF für Lungenkrebs, ischämische Herzerkrankungen und Asthma, diese sind stratifiziert nach Ländern, Altersgruppen und Geschlecht (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)
Ostro (2004)	Keine Berechnung von DALY, lediglich Zusammenfassung aus älteren Studien (World Health Report 2002) (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)
Poulin und Gibb (2008)	Review und Fokus auf sehr spezielle Subpopulationen (Ausschlusskriterium 5)
Ragas et al. (2011)	Berechnung verlorener Tage (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)
Zeeb (2011)	Methodenbeschreibung, keine Berechnung von DALY (erfüllt nicht Einschlusskriterium 7)

5.2.2 Ergebnis der Literaturrecherche zu umweltbedingten Krankheitskosten

Die Literaturrecherche im Teilbereich umweltbedingter Krankheitskosten ergab, dass die Verfügbarkeit von Artikeln oder anderen Formen von Veröffentlichungen je nach Umweltstressor sehr unterschiedlich ausfiel.

Neben den in Kapitel 5.1.1 genannten Ein- und Ausschlusskriterien erfolgte nach der Literaturrecherche eine weitere Eingrenzung bei der Auswahl von relevanten Artikeln zur Aufnahme in die Datenbank: Die Methoden zur Durchführung von Kostenanalysen sind sehr unterschiedlich (siehe Kapitel 3.2.2). Es wurden nur Artikel als relevant eingestuft und aufgenommen, wenn sie eine Kostenanalysemethode verwenden, in der objektiv quantitativ ein Zusammenhang zwischen Krankheitskosten und Stressor nachvollziehbar ist.

Damit werden alle Studien, die die so genannte „Willingness to Pay“ (WTP) Methode verwenden, ausgeschlossen, da es in dieser Methode vorrangig um die Messung der Zahlungsbereitschaft von einzelnen Personen/Individuen oder Institutionen geht und nicht um die Erhebung tatsächlicher Kosten (Völckner 2006; Schöffski 2007b; U.S. EPA 2010; Carson 2012; Hausman 2012). Der daraus entstehende Unterschied wird in Kapitel 3.2.2 anhand eines Beispiels näher erläutert.

Ebenfalls werden Studien ausgeschlossen, die methodisch Kosten für eine Erkrankung ohne Bezug zu einem Stressor berechnen. Dies betrifft die Methode der Krankheitskostenanalyse, wie auch der Kostenminimierungsanalyse. Eine monetäre Bewertung, die ebenfalls zur objektiven Messbarkeit notwendig ist, erfolgt ebenfalls nicht in der Kostenwirksamkeitsanalyse und der Kostennutzwertanalyse.

Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche

Eine PubMed-Recherche mit einer relativ breit angelegten Suchwortkombination für das Konzept Umwelt ("Environment"[MeSH] OR "Environmental Health"[MeSH] OR "Biohazard Release"[MeSH] OR "Chemical Hazard Release"[MeSH] OR "Radioactive Hazard Release"[MeSH] OR "Environmental Medicine"[MeSH] OR "Environmental Microbiology"[MeSH] OR "Environmental Pollution"[MeSH] OR "Food Safety"[MeSH] OR "Environmental Monitoring"[MeSH] OR "Radiologic Health"[MeSH]), in Kombination mit dem MeSH-Begriff „Health Care Costs“ und einer Einschränkung auf deutsch- und englischsprachige Artikel ab dem Jahr 1995 ergab insgesamt 435 Treffer. Nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien konnten 391 Artikel auf Basis der Inhalte aus Titel und Abstract ausgeschlossen werden. Es blieben 45 potentiell relevante Artikel übrig.

Der MeSH-Begriff „Cost of Illness“ in Kombination mit den gleichen Begriffen für Umwelt und den gleichen Limitationen ergab 365 Treffer. Auf Basis von Titel und Abstract konnten 345 Artikel ausgeschlossen werden, so dass 20 potentiell relevante Artikel weiter in Betracht kamen.

In der Kombination mit dem MeSH-Begriff „Health Expenditures“ ergaben sich 125 Treffer, von denen nach Durchsicht von Titel und Abstract 6 potentiell relevante Artikel übrig blieben.

Von den insgesamt 71 potentiell relevanten Artikeln aus den drei Suchdurchläufen waren 11 doppelt gelistet, so dass 60 potentiell relevante Artikel verblieben.

Die Gründe für den Ausschluss lassen sich folgenden Kategorien zuordnen:

- es handelt sich um Umweltstressoren, die nicht in der Sollliste festgelegt sind,
- es erfolgt keine Kalkulation von Krankheitskosten,

- es handelt sich nicht um wissenschaftliche Studie (z. B. Editorials),
- die Berechnung von Krankheitskosten erfolgt ohne Spezifikation des - umweltattributablen Anteils, -
- es wird ausschließlich die WTP-Methode angewendet,
- die Kostenschätzungen basieren auf intangiblen Kosten.

Die systematische Suche nach dem jeweiligen Umweltstressor in Verknüpfung mit den MeSH Term Health Care Costs“[MeSH], Cost of Illness“[MeSH] und Health Expenditures“[MeSH] ergab insgesamt 90 Treffer. Davon waren 32 nach der ersten Sichtung potentiell nutzbar.

Ausschlussgründe für die 58 nicht eingeschlossenen Treffer waren

- eine Kostenanalyse liegt nicht vor,
- es erfolgt keine Definition oder Angabe von Kosten.

Graue Literatur

In der Suche von sog. grauer Literatur mit der Datenbank Google Scholar konnten nach Sichtung der ersten 50 Trefferseiten innerhalb der deutschsprachigen Suche 75 potentielle Dokumente herausgefiltert werden. Nach der Sichtung der Abstracts ergaben sich 10 potentiell nutzbare deutschsprachige Dokumente.

Bei der Suche mit englischen Begriffen ergaben sich insgesamt 190 Treffer. Potentiell zu nutzen sind hier nach Sichtung der Abstracts 69 Dokumente (siehe Tabelle 25)

Tabelle 25: Anzahl der möglichen Dokumente in der grauen Literatur - Liste der relevanten Stressoren

Suchbegriff	Potentiell nutzbare Dokumente nach Titel	Nutzbare Dokumente
Gesundheitsausgaben	42	4
Gesundheitskosten	15	3
Krankheitskosten	18	1
Health care costs	68	25
Health costs	20	10
Costs of illness	89	21
Health Expenditures	13	5

Ausschlussgründe waren:

- die vorhandenen Links waren nicht adressierbar
- die Kostenanalyse erfolgt nicht Stressor bezogen
- die Publikationsform ist nicht wissenschaftlich (z. B. Broschüren)
- es erfolgte keine Kostenanalyse

WorldCat

Eine Recherche in WorldCat mit Kombinationen von der in der Liste relevanter Stressoren genannten Stressoren mit den Schlagworten "Health Care Costs", "Cost of Illness" und "Health Expenditures" ergab 18 potentiell relevante Publikationen, die in der voran gegangenen Suche (PubMed und Graue Literatur) noch nicht gefunden worden waren.

Nach Zusammenfassung aller Ergebnisse aus allen Suchstrategien konnten 190 relevante Dokumente zu dem Thema herausgefiltert werden, wovon 71 Überschneidungen vorlagen, so dass insgesamt 121 potentiell relevante Dokumente vorlagen, die in die Datenbank aufgenommen werden könnten.

Die nächste Filterung der zu nutzbaren Studien im Rahmen der Ein- und Ausschlusskriterien erfolgte während der Dateneingabe in die Informationsmatrix.

Hier konnten abschließend von den 121 potentiell relevanten Studien 46 Studien in die Informationsmatrix aufgenommen werden.

Ausschlussgründe der nicht verwendeten 75 Studien waren:

- Verwendung der WTP-Methode
- Keine Benennung von Krankheitskosten
- Originaldatenquellen vor 1995
- Fehlende Exposition
- Stressor nicht in der Liste relevanter Stressoren enthalten
- Ausschließlich Interventionsstudie
- Studie in einem bereits vorhandenem Artikel beschrieben
- Methodenartikel
- Fehlende Gesundheitsendpunkte

Tabelle 26 führt die abschließend in das Projekt aufgenommenen Studien nach Stressor auf:

Tabelle 26: Liste quantifizierter Stressoren in Krankheitskostenstudien

Betrachteter Stressor	Quelle
Biologische Stressoren/Übergreifende Recherchebegriffe biologischer Stressoren	
Feuchtigkeit, Schimmelpilze im Innenraum	Mudarri und Fisk (2007)
Chemische Stressoren/Übergreifende Recherchebegriffe chemischer Stressoren	
Benzol	Sengupta und Mandal (2009)
Arsen	Khan et al. (2007)
Blei	Landrigan et al. (2002)
	Stefanak et al. (2005)
	Davies (2006)
	Hackenmiller-Paradis (2008)
	Gould (2009)
	Pichery et al. (2011)
Quecksilber	Muennig (2009)
	Trasande und Liu (2011)
Stickstoffoxide (NOx), Stickoxide, nitrose Gase	Hylander und Goodsite (2006)
	Patankar und Trivedi (2011)
Ozon	Voorhees et al. (2000)
	Curtis et al. (2006)
	Voorhees et al. (2000)

Betrachteter Stressor	Quelle
Physikalische Stressoren/Übergreifende Recherchebegriffe physikalischer Stressoren	
Lärm	Greiser (2010)
Asbest	Watterson et al. (2006)
Zusammengefasste und übergreifende Stressoren	
Feinstaub, PM ₁₀ , PM _{2,5} , Ultrafeinstaub, Ultrafeinpartikel	Pascal et al. (2013)
	Seethaler (1999)
	Zmirou et al. (1999)
	Alberini und Krupnick (2000)
	El-Fadel und Massoud (2000)
	Euston Quaha (2003)
	Kan und Chen (2004)
	Sommer (2002)
	Deng (2006)
	Zhang et al. (2008)
	Hou et al. (2010)
Patankar und Trivedi (2011)	
Passivrauch	Peters et al. (1998)
	Leung et al. (2003)
	West Dc (2003)
	McGhee et al. (2006)
	Florence et al. (2007)
	Waters (2008)
	Hauri (2009)
	Waters et al. (2009)
	Hauri et al. (2011)
	Levy et al. (2011a)
	Plescia et al. (2011)
Batscheider et al. (2012)	
Luftverschmutzung	Wong et al. (2004)
	Netalieva et al. (2005)
	Hedley et al. (2008)

5.3 Kriterienkatalog

Für das GEniUS-Projekt wurde ein Kriterienkatalog für die Bewertung der Studien zur umweltbedingten Krankheitslast und -kosten entwickelt. Der Kriterienkatalog beruht auf einheitlichen (Haupt- und Neben-) Kriterien und beinhaltet grundsätzliche wie auch spezifische Fragestellungen. Die Entwicklung des Kriterienkatalogs sowie Begriffsbestimmungen, Bewertungs- und Eingaberegeln sind in Kapitel 4.3 erläutert.

Im Folgenden ist der Kriterienkatalog (Abbildung 6) zur Bewertung von Studien abgebildet.

GEniUS-Kriterienkatalog zur Bewertung von Studien zur umweltbedingten Krankheitslast und Krankheitskosten					
Bewertungssystem					
<ul style="list-style-type: none"> - Die Antwort auf die Leitfrage lautet „nein“ +/- Die Antwort auf die Leitfrage lautet „ja“, jedoch mit Einschränkungen + Die Antwort auf die Leitfrage lautet „ja“ ? Die Informationen in der Publikation reichen nicht aus, um die Frage zu beantworten n.r. Die Frage ist für die betrachtete Studie nicht relevant 					
Zitation der Studie:					
Kurzzitation der Studie:					
Kriterienkatalog					
Nr.	Frage	Bewertungshinweise	Bewertung		Kommentare
			Max	Min	
Bewertungsaspekt 1: Studie					
Hauptkriterium (HK) 1: Studiengrundlagen und -kontext					
Unterkriterium (UK) 1: Formalia der Publikation					
1	Sind die Formalia der Publikation nach wissenschaftlichen Standards bzgl. Sprache, Strukturierung, Umfang und Objektivität erfüllt?	Bewertung: "+" : Die Publikation wurde formal unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Standards erstellt. "+/-" : Die Publikation wurde grundsätzlich formal unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Standards erstellt, weist jedoch einige Mängel auf (z. B. Sprache, Strukturierung, Umfang, Objektivität). "-" : Die Studie wurde nicht unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Standards erstellt und weist erhebliche Mängel auf. Beispiel: Die Studie ist unverständlich, weil z. B. grammatikalische oder begriffliche Fehler enthalten sind oder weil z. B. nicht allgemeingültige Begriffe oder Abkürzungen verwendet werden, die nicht definiert wurden (--> Sprache). Fundamentale Abschnitte einer wissenschaftlichen Publikation (Einleitung, Methodik, Ergebnisse, Diskussion) fehlen (dabei ist zu berücksichtigen, dass Ergebnisse und Diskussion in einem Kapitel behandelt werden können, ggf. sind Kapitel anders benannt --> Strukturierung). Unnötige oder nicht relevante Informationen sind enthalten (Umfang zu groß), wichtige Informationen fehlen (Umfang zu gering). Es sind nicht (nur) objektive Forschungsergebnisse, sondern auch subjektive Meinungen enthalten, Ergebnisse werden nicht objektiv und wertefrei dargestellt (--> Objektivität). <i>Hinweise:</i> In diese Frage fließen keine inhaltlichen Aspekte (wie z. B. Replizierbarkeit der Studie (Frage 24)) ein.			
2	Wurde die Publikation einem externen Review unterzogen?	Bewertung: "+" : Die Publikation wurde einem externen Review unterzogen. Beispiel: Die Publikation ist in einem peer-reviewed Journal erschienen (ob es sich um ein peer-reviewed Journal handelt, kann i.d.R. auf der Homepage des jeweiligen Journals nachgelesen werden). In Berichten werden oftmals die Reviewer genannt, wenn ein Reviewprozess durchlaufen wurde. "+/-" : Entfällt. "-" : Es wird genannt oder ist eindeutig, dass die Publikation keinem externen Review unterzogen wurde. Eindeutig kann ein fehlendes peer Review sein, wenn der Artikel z. B. in einem nicht-peer-reviewed Journal erschienen ist. „?“ : Es ist nicht ersichtlich, ob ein externes Review durchgeführt wurde.			

UK2: Aufbau auf und Einordnung in die bestehende Forschung					
3	Wird der aktuelle Forschungsstand zur Thematik angemessen dargestellt?	<p>Bewertung: "+": Im Einleitungskapitel und ggf. in der Diskussion wird dargestellt, welche Forschungsbemühungen zur Thematik (zu den Stressoren und assoziierten Gesundheitsendpunkten sowie der angewendeten Methodik) bereits vorhanden sind. "+/-": Der Forschungsstand wird dargestellt, allerdings wurden Mängel festgestellt (nicht angemessen/nicht ausreichend). "-": Grundlegende Informationsbedarfe des Bewertenden bleiben offen (z. B. welche gesundheitlichen Effekte verursacht der Umweltstressor, wo kommt die Bevölkerung mit dem Stressor in Kontakt etc.). Hinweise: Bei dieser Frage wird nicht nach der Einordnung der Studie in den Forschungsstand gefragt (siehe Frage 5).</p>			<p>Max. Wert: ... Min. Wert:</p>
4	Wird der Forschungsstand mit wissenschaftlicher Literatur aus wissenschaftlich anerkannten Quellen aus dem jeweiligen Themenfeld belegt?	<p>Bewertung: "+": Der Forschungsstand wird mit wissenschaftlich anerkannter Literatur belegt. Mit "wissenschaftlich anerkannten Quellen" sind wissenschaftliche Fachjournals und Buchbeiträge sowie Berichte anerkannter Institutionen (z. B. die Environmental Health Criteria der Weltgesundheitsorganisation oder vergleichbare Reviews relevanter Institutionen) gemeint. "+/-": Der Forschungsstand wird mit wissenschaftlich anerkannter Literatur belegt, allerdings wurden Mängel festgestellt. "-": Der Forschungsstand wird nicht mit Literatur belegt oder graue Literatur, unveröffentlichte Studien und/oder persönliche Kommunikationen werden übermäßig verwendet. Hinweise: Diese Leitfrage beurteilt nicht, ob der Forschungsstand angemessen dargestellt ist (siehe Frage 3), sondern ob der (ggf. unvollständige) Teil des Forschungsstandes angemessen belegt wird.</p>			<p>Max. Wert: ... Min. Wert:</p>
5	Wird die Studie in den Forschungsstand eingeordnet?	<p>Bewertung: "+": Die Forschungsfrage/das Forschungsziel wurde auf Grundlage des Forschungsstandes erstellt (beschrieben im Hintergrund oder in der Diskussion) und die Ergebnisse der Studie entsprechend eingeordnet. Beschrieben ist, an welche Studien/Erkenntnisse die aktuelle Studie anschließt. Ggf. werden Unterschiede und Gemeinsamkeiten mit anderen Studien/Erkenntnissen beschrieben. "+/-": Die Einordnung in den Forschungsstand erfolgt, allerdings wurden Mängel festgestellt (unvollständig/mangelhaft). "-": Der Zusammenhang zwischen aktueller Studie und dem Stand der Forschung wird nicht klar und/oder der Forschungsstand wird nicht dargestellt. Hinweise: Wird Frage 3 negativ bewertet, so muss diese Frage ebenfalls negativ bewertet werden.</p>			
UK3: Interessenskonflikte					
6	Werden mögliche Interessenskonflikte der Autoren bzw. der Hinweis, dass keine Interessenskonflikte vorliegen, benannt?	<p>Bewertung: "+": Bestätigt wird, dass keine Interessenskonflikte vorliegen. "+/-": Vorhandene Interessenskonflikte werden transparent dargestellt. "-": Interessenskonflikte werden nicht thematisiert. Hinweise: Eine Erklärung zu Interessenskonflikten wird in den meisten peer-reviewed Journals am Ende des Artikels gegeben. Sollten die ggf. offenbaren Interessenskonflikte von dem GEniUS-Konsortium als schwerwiegend beurteilt werden (z. B. durchführende Wissenschaftler einer Studie zu Medikamenten werden durch die Pharmaindustrie finanziert), so wird dieses in der Kommentarspalte vermerkt.</p>			

7	Ist der Auftraggeber bzw. Geldgeber der Studie eine wissenschaftlich anerkannte Institution, unabhängig und frei von Interessenskonflikten?	Bewertung: "+": Die Forschungseinrichtung (frei von Interessenskonflikten) hat die Studie finanziert oder Auftraggeber bzw. Geldgeber (frei von Interessenskonflikten) sind z. B. staatliche Einrichtungen (Umweltamt etc.). "+/-": Entfällt. "-": Beispiel: Verursacher von Umweltstressoren (z. B. die Industrie) sind die Auftrag- bzw. Geldgeber der Studie. "?": Der Auftraggeber bzw. Geldgeber wird nicht genannt oder es handelt sich um einen nicht-staatlichen Geldgeber, der den Bewertenden unbekannt ist. Ist dies der Fall, wird im Kommentarfeld der Text "Einschätzung nicht möglich" eingetragen. <i>Hinweise:</i> Der Geldgeber wird oftmals im Methodenkapitel beschrieben und/oder im Acknowledgement benannt.			
HK2: Studiendesign					
UK4: Forschungsfrage					
8	Wurde die Forschungsfrage/das Forschungsziel angemessen benannt?	Bewertung: "+": Die Forschungsfrage wird angemessen (präzise, spezifisch, eindeutig) benannt und ist beantwortbar bzw. das Forschungsziel wird angemessen (präzise, spezifisch, eindeutig) benannt und ist erreichbar. "+/-": Forschungsfrage/-ziel wird benannt, allerdings nicht angemessen, es wurden Mängel festgestellt. "-": Forschungsfrage/-ziel ist nicht ersichtlich.			
9	Wurde die Forschungsfrage beantwortet/das Forschungsziel erreicht?	Bewertung: "+": In der Diskussion oder im Fazit wird beschrieben, ob das angestrebte Ziel erreicht wurde/die Forschungsfrage wurde beantwortet. "+/-": Die Forschungsfrage wurde zwar beantwortet, allerdings ist die Beantwortung für die bewertende Person nicht zufriedenstellend oder das angestrebte Ziel konnte nicht ohne Abstriche erreicht werden. "-": Die Forschungsfrage wird nicht beantwortet. "?": Forschungsfrage/-ziel wird nicht benannt (Verneinung von Frage 8).			
UK5: Studienpopulation und -jahr					
10	Wurde die Studienpopulation beschrieben?	Bewertung: "+": Die Studienpopulation wird ausführlich und ausreichend beschrieben. "+/-": Die Studienpopulation wird beschrieben, allerdings wurden Mängel bei der Beschreibung festgestellt. "-": Die Studienpopulation wird nicht beschrieben. <i>Hinweise:</i> Beschreibung der Studienpopulation kann z. B. Alter, Geschlecht, Region, ggf. sozioökonomische Eigenschaften etc. betreffen. Beispiel: Geschätzt wurden die Krankheitslasten oder die Krankheitskosten der 18 Jahre und älteren Bevölkerung (m/w) in Deutschland.			
11	Wurde das Bezugsjahr der Studie beschrieben?	Bewertung: "+": Das Bezugsjahr der Studie/Ergebnisse wurde genannt. Beispiel: Die Studie bezieht sich auf das Jahr 2002. "+/-": Es wurde nicht ein Bezugsjahr der Studie/Ergebnisse genannt, allerdings wurden die Jahre genannt, auf die sich die Eingabedaten (Expositions- und Gesundheitsdaten) beziehen. "-": Das Bezugsjahr der Studie wurde nicht beschrieben.			
UK6: Expositionsschätzung					
12	Wurde(n) der (die) einbezogene(n) Stressor(en) eindeutig benannt und definiert?	Bewertung: "+": Je nach Relevanz für den (die) Stressor(en) wird die Zusammensetzung von kombinierten Stressoren, die Erscheinungsformen des (der) Stressors(en) (z. B. organisches Quecksilber, Verkehrslärm etc.), ggf. weitere Ein- und Ausschlusskriterien von Stressoren, Informationen zum Aufnahmepfad/zur Übertragung des (der) Stressors(en) (oral, inhalativ, dermal etc.), Informationen zur Belastungssituation (z. B. chronisch geringe Belastung über die Umwelt, einmalige hohe Belastung, berufliche Belastung etc.) und Informationen zum Umweltmedium (Luft, Wasser, Nahrung etc.), in dem der (die) Stressor(en) vorkommt(en), genannt. Es müssen nicht zwingend alle Aspekte benannt werden, dieses ist vom betrachteten Stressor abhängig. Die Festlegung/Definition des (der) Stressors(en) wird konstant beibehalten. "+/-": Die Stressoren werden zwar definiert/abgegrenzt, allerdings unvollständig bzw. Mängel werden			Max. Wert: ... Min. Wert:

		festgestellt. "-": Die Stressoren werden nicht definiert/abgegrenzt oder unterschiedliche Begrifflichkeiten werden verwendet, deren Abgrenzung bzw. synonyme Verwendung unklar ist. Oder es ist nicht ersichtlich, welche Stressoren (z. B. bei Betrachtung von kombinierten Stressoren) in die Auswertung eingeschlossen wurden.			
13	Wurde die Schätzung der Exposition nachvollziehbar beschrieben (z. B. hinsichtlich Schätzungsmethode, Expositionsmodell und ggf. -szenario)?	Bewertung: "+": Beispiel: Die mittlere Jahreskonzentration des Stressors in ländlichen, städtischen und vorstädtischen Regionen wurde verwendet. Expositionsmodell: Der Zusammenhang zwischen den Expositionsdatentypen und den Bevölkerungsdentypen wird beschrieben. Beispiel: Den Bevölkerungsteilen mit Eigenschaft x (z. B. wohnhaft in einer Großstadt) werden die Expositionsdaten y (z. B. durchschnittliche Messwerte des Stressors in Großstädten) zugeordnet. Ggf. werden Grenzen des Expositionsmodells und mögliche Confounder beschrieben (z. B. mögliche Wechselwirkungen mit anderen Stressoren werden genannt und aus dem Modell ausgeschlossen). Eine Annahme unterschiedlicher Expositionen auf unterschiedliche Personengruppen (z. B. Bewohner in der Stadt vs. Bewohner auf dem Land) werden beschrieben. Expositionsszenario: Mögliche Ausprägungen der Expositionsdaten lassen sich z. B. wie folgt beschreiben: Situation im Land x im Jahr y, konservative Schätzung, best-case scenario, worst-case scenario, scenario of best available data. "+/-": Die Expositionsschätzung wird zwar beschrieben, jedoch werden Mängel festgestellt. "-": Die Expositionsschätzung wird nicht beschrieben. <i>Hinweise:</i> Die Nennung von Datenquellen ist hier nicht relevant, sondern wird in UK9 abgefragt. Expositionen können z. B. mit Hilfe von Regressionen, Transportmodellen, Geo-Informationssystemen etc. geschätzt werden. Diese Leitfrage schließt Interventionsszenarien (what-if-scenario) und Evaluationsszenarien aus, die explizit in Frage 14 thematisiert werden.			Max. Wert: ... Min. Wert:
UK7: Interventionen und Evaluationen (nur von Relevanz, wenn die Krankheitslast/-kosten von Interventions- und/oder Evaluationsszenarien quantifiziert wurden)					
14	Wurde die zugrunde liegende Intervention bzw. Evaluation eindeutig benannt?	Bewertung: "+": Das Interventionsszenario (Beispiel what-if-scenario: Wie würde sich die Krankheitslast/ wie würden sich die Krankheitskosten verändern, wenn die Exposition um $x \mu\text{g}/\text{m}^3$ gesenkt werden würde?) oder das Evaluationsszenario (z. B. welche Gesundheitsgewinne konnten durch Verabschiedung des Nichtraucherschutzgesetzes erreicht werden) wird verständlich beschrieben. "+/-": Das Interventionsszenario oder das Evaluationsszenario wird zwar beschrieben, die Beschreibung weist jedoch Mängel auf/das Szenario bleibt jedoch unklar. "-": Das Interventions- oder Evaluationsszenario wird nicht beschrieben. "n.r.": Die Krankheitslast/Krankheitskosten von Interventions- und/oder Evaluationsszenarien wurde(n) nicht quantifiziert.			Max. Wert: ... Min. Wert:
UK8: Einbezogene Gesundheitsendpunkte					
15	Wurden die einbezogenen Gesundheitsendpunkte eindeutig benannt und definiert?	Bewertung: "+": Die Gesundheitsendpunkte werden mit ICD-10-Codierung, einer vergleichbaren Codierung oder einer Fallbeschreibung (z. B. akute lymphatische Leukämie oder ein Patient mit Symptom y) eindeutig identifiziert, ggf. erfolgt eine Unterscheidung nach chronischer oder akuter Form. "+/-": Die Gesundheitsendpunkte werden benannt, allerdings werden Mängel zur eindeutigen Identifikation festgestellt bzw. Definitionen werden nicht konstant beibehalten. Beispiel: Leukämie wird als Endpunkt genannt unklar bleibt jedoch, ob alle Leukämiearten einbezogen wurden. "-": Es ist nicht ersichtlich, welche Gesundheitsendpunkte in die Auswertung eingeschlossen wurden.			Max. Wert: ... Min. Wert:

16	Wurden die Gesundheitsendpunkte auf Grundlage der Assoziation mit dem Umwelt-Stressor ausgewählt und begründet?	<p>Bewertung: "+": Es wird begründet, warum die betrachteten Gesundheitsendpunkte und keine anderen in die Studie einbezogen wurden. Eindeutige Ein- und Ausschlusskriterien werden genannt. Beispiel: Es wurden nur die Gesundheitsendpunkte einbezogen, deren Assoziation mit dem Stressor überzeugend ist und für die eine ausreichende Datenbasis verfügbar ist. Beispiel: Aufgrund des Fehlens geeigneter Expositions-Wirkungsfunktionen (EWF) wird entsprechender Endpunkt nicht in die Analyse aufgenommen (als Beispiel zur Beurteilung der Evidenzstärke von Gesundheitsendpunkt-Stressor-Assoziationen kann der Endbericht des VegAS-Projektes herangezogen werden (Hornberg et al. 2013, S. 19-22)). "+/-": Die Gesundheitsendpunkte wurden auf Grundlage der Assoziation mit dem Stressor in die Studie eingeschlossen, allerdings wurden Mängel in der Offenlegung/Begründung festgestellt. "-": Der Ein- bzw. Ausschluss der Gesundheitsendpunkte und deren Assoziation mit dem Umwelt-Stressor bleibt unklar. <i>Hinweise:</i> An dieser Stelle wird die Assoziation zwischen Stressor und Endpunkt und nicht die Belastbarkeit der EWF (siehe Frage 20) bewertet.</p>			<p>Max. Wert: ... Min. Wert:</p>
UK9: Datengrundlage					
17	Wurden die verwendeten Eingabedatentypen genannt?	<p>Bewertung: "+": Die verwendeten Eingabedatentypen werden genannt. Beispiel: Als Morbiditätsdaten wurden Inzidenzfälle (und keine Prävalenzfälle) verwendet, verwendet wurde die nationale Lebenserwartung (anstelle einer standardisierten Lebenserwartung), verwendet wurde ein Relatives Risiko als Expositions-Wirkungsfunktion. "+/-": Verwendete Eingabedatentypen werden zwar genannt, allerdings nicht vollständig/angemessen dokumentiert. "-": Unklar bleibt, welche Eingabedatentypen in die Auswertung eingeflossen sind.</p>			<p>Max. Wert: ... Min. Wert:</p>
18	Wurden die Werte der verwendeten Eingabedaten genannt?	<p>Bewertung: "+": Die Werte aller verwendeter Eingabedaten werden genannt. Beispiel: Die Prävalenz der betrachteten Erkrankung in der Altersgruppe 5-10 Jahre ist 5 pro 100.000 oder verwendet wurde ein globales Disability Weight (DW) mit dem Wert 0,18 für alle Altersgruppen. Dieses Kriterium ist auch dann positiv zu bewerten, wenn nicht alle Einzelwerte sondern (z. B. aus Platzgründen) Durchschnittswerte genannt sind. "+/-": Die Werte der verwendeten Eingabedaten werden teilweise genannt. "-": Die verwendeten Eingabedaten werden nicht genannt. <i>Hinweise:</i> Werden anstelle der Eingabedaten die Quellen der Eingabedaten genannt, so ist diese Leitfrage mit "-" zu bewerten, wohingegen Frage 19 mit "+" bewertet wird.</p>			<p>Max. Wert: ... Min. Wert:</p>
19	Wurden die Quellen der verwendeten Eingabedaten genannt?	<p>Bewertung: "+": Die Quellen der verwendeten Eingabedaten werden genannt und sind nachvollziehbar. Bei eigenen Analysen, Modellierungen, Extrapolationen und Annahmen wird deren Grundlage bzw. die methodische Herleitung beschrieben. "+/-": Die Quellen der verwendeten Eingabedaten werden teilweise genannt oder die Quellen der verwendeten Eingabedaten werden genannt, allerdings handelt es sich überwiegend um interne/nicht frei verfügbare Informationen oder wurden durch persönliche Kommunikation übermittelt und/oder Modellierungen/Extrapolationen/Annahmen sind nicht nachvollziehbar. "-": Die Quellen der verwendeten Eingabedaten werden nicht genannt. <i>Hinweise:</i> Mögliche Quellen sind nationale Statistiken, Krankenhausstatistiken, Sterberegister, Surveys (Kohortenstudien, Querschnittstudien, etc.), Metaanalysen, Modellierungen, Extrapolationen, Annahmen, etc.. Wichtig ist eine eindeutige Unterscheidung nach epidemiologischen Daten und Modellierungen, Extrapolationen und Annahmen. Beispiel: Die Daten stammen aus der Todesursachenstatistik (z. B. Statistisches Bundesamt 2010) oder die Inzidenzfälle wurden mit DisMod modelliert.</p>			<p>Max. Wert: ... Min. Wert:</p>

20	Ist die Expositions-Wirkungsfunktion (EWF) belastbar?	<p>Bewertung: "+": Die EWF ist aus einer randomisierten kontrollierten Studie, einer Kohortenstudie oder einer Meta-Analyse dieser Studientypen abgeleitet. "+/-": Die EWF ist aus einer Fall-Kontroll- oder Querschnittstudie abgeleitet. "-": Die EWF leitet sich aus keiner der genannten Studientypen ab oder beruht auf einer kleinen nicht repräsentativen Stichprobe. <i>Hinweise:</i> Werden keine Informationen zur Belastbarkeit der EWF gegeben, so wird "?" zur Beurteilung verwendet (als Beispiel für Kriterien zur Auswahl von Expositions-Wirkungsfunktionen kann der Endbericht des VegAS-Projekts herangezogen werden (Hornberg et al. 2013, S. 19-22)). Wird nicht ersichtlich, aus welcher Quelle die EWF stammt, so fließt eine negative Bewertung bzgl. der EWF in Frage 19 ein.</p>			
UK10: Methode zur Schätzung der umweltbedingten Krankheitslast und -kosten					
21	Wurde keine Diskontierung und keine Altersgewichtung durchgeführt?	<p>Bewertung: "+": Es wurde keine Altersgewichtungen und keine Diskontierungen vorgenommen (vgl. entsprechende Hinweise des Umweltbundesamtes in der Leistungsbeschreibung und des Konsortiums im Angebot des GEniUS-Projekts). "+/-": Entfällt. "-": Altersgewichtung und/oder Diskontierung wurden durchgeführt. <i>Hinweise:</i> Werden Quantifizierungen eines Stressors mit und ohne Diskontierungen und Altersgewichtungen präsentiert, so werden im Rahmen von GEniUS lediglich jene ohne Altersgewichtungen und Diskontierungen einbezogen.</p>			<p>Max. Wert: ... Min. Wert:</p>
22	Wurden für die Studienpopulation die Kostenarten benannt und definiert?	<p>Bewertung: "+": Dieses Kriterium wird nur dann als positiv erfüllt beurteilt, wenn eine Einteilung in direkte und indirekte Kosten benannt wird und eine Definition dieser Kostenarten vorliegt. "+/-": Die Kostenarten werden nicht definiert. "-": Weder Kostenarten noch Definitionen liegen vor.</p>			
23	Wurden für die Studienpopulation und die betrachteten Gesundheitsendpunkte angemessene Disability Weights (DWs) verwendet?	<p>Bewertung: "+": Disability Weights (DWs) speziell für die Studienpopulation und die betrachteten Gesundheitsendpunkte werden verwendet, die entweder bereits verfügbar waren oder in der aktuellen Studie hergeleitet wurden. "+/-": Globale DWs (z. B. aus der GBD 2010 Studie), DWs bezogen auf vergleichbare Länder oder übergreifende DWs (z. B. ein DW für Krebs ohne Unterscheidung nach Krebsarten) werden für die Studie verwendet. "-": Verwendet wurden unangemessene DWs. Beispiel: DWs einer anderen (wenn auch ähnlichen) Erkrankung und/oder entwickelt für eine andere (nicht vergleichbare) Region. "?": Aus der Studie wird nicht ersichtlich, ob das angewendete DW angemessen für die Studienfragestellung ist. <i>Hinweise:</i> Die Frage bezieht sich auf die Hauptanalysen der Studien. D.h. wenn DWs im Rahmen von Unsicherheitsanalysen variiert wurden, so wird die Verwendung eines ggf. unpassenden DWs in der Unsicherheitsanalyse hier nicht mitbewertet.</p>			<p>Max. Wert: ... Min. Wert:</p>
24	Wurden die angewendeten Methoden und Vorgehensweisen zur Schätzung der umweltbedingten Krankheitslast/ Krankheitskosten des Stressors/der Stressoren ausreichend beschrieben, um die Reliabilität der Studie durch Replikation prüfen zu können?	<p>Bewertung: "+": Die angewendeten Methoden und Vorgehensweisen der Studie können lückenlos nachvollzogen werden, sodass eine Replikation der Studie möglich wäre. "+/-": Die angewendeten Methoden und Vorgehensweisen der Studie können grundsätzlich nachvollzogen werden, die Beschreibung beinhaltet allerdings Mängel (z. B. keine Nennung von Details) bzw. eine Replikation wäre nicht möglich. Oder Literaturverweise zur angewendeten Methode werden gegeben, ohne dass die Methode selbst beschrieben wird. "-": Die angewendeten Methoden und Vorgehensweisen werden nicht ausreichend beschrieben, sodass eine Replikation nicht möglich wäre. <i>Hinweise:</i> Die gesamte Methodik zur Schätzung der umweltbedingten Krankheitslasten/Krankheitskosten ist Thema dieser Frage. Diese Frage hat einerseits einen zusammenfassenden Charakter des HK2, andererseits sind nicht explizit abgefragte Aspekte des Studiendesigns hier enthalten. Alle angewandten Methoden (z. B. Methode zur DALY Schätzung, Methode zur Bestimmung attributabler Fraktionen, Methode zur Expositionsschätzung etc.), Datenquellen, Annahmen, Bedingungen und Entscheidungen werden hier berücksichtigt.</p>			<p>Max. Wert: ... Min. Wert:</p>

HK3: Studienergebnisse, -unsicherheiten und -diskussion				
UK11: Ergebnisse				
25	Werden die Ergebnisse ausreichend detailliert dargestellt?	Bewertung: "+" : Die Ergebnisse sind stratifiziert dargestellt (aufgeschlüsselt nach z. B. Alter, Geschlecht sowie ggf. nach weiteren relevanten Faktoren Tabellen und/oder Graphiken werden verwendet). "+/-" : Es werden stark aggregierte Ergebnisse dargestellt, es wird häufig von "hier nicht dargestellten" Ergebnissen gesprochen und/oder die Ergebnisse können nur ungefähr aus Graphiken abgelesen werden. "-" : Die Ergebnisse werden ausschließlich als Mittelwerte ohne Stratifizierung nach Subgruppen dargestellt, die Ergebnisdarstellung ist mangelhaft.		Max. Wert: ... Min. Wert:
UK12: Unsicherheiten				
26	Werden Unsicherheiten und Limitationen der Studie ausreichend beschrieben?	Bewertung: "+" : Die enthaltenen Unsicherheiten und Limitationen werden ausführlich dargestellt, so dass dem Leser die Konsequenzen für die Studienergebnisse deutlich sind. Beispiel: Datenlücken wurden geschlossen, indem Daten auf Grundlage einer kleinen Stichprobe modelliert wurden, was Unsicherheiten mit sich bringt. "+/-" : Unsicherheiten und Limitationen werden dargestellt, allerdings wurden Mängel bei der Beschreibung (z. B. unvollständig, oberflächlich) festgestellt. "-" : Unsicherheiten und Limitationen werden nicht beschrieben.		
27	Wurde eine quantitative Unsicherheitsanalyse durchgeführt?	Bewertung: "+" : Quantitative Unsicherheitsanalysen wurden für alle enthaltenen Quantifizierungen/Stressoren durchgeführt. Beispiel: Variation der Eingabedaten (quantitativ ausgedrückt als Unsicherheitsintervall) oder Anwendung von Monte-Carlo-Simulationen. "+/-" : Quantitative Unsicherheitsanalysen wurden durchgeführt, jedoch nicht für alle enthaltenen Quantifizierungen/Stressoren. "-" : (Eine) quantitative Unsicherheitsanalyse(n) wurden nicht durchgeführt.		
UK13: Diskussion				
28	Werden die Ergebnisse und angewendeten Methoden der Studie durch die Autoren im angemessenen Umfang diskutiert?	Bewertung: "+" : Eine Diskussion, also kritische Hinterfragung von Methoden und Ergebnissen, ist Bestandteil von wissenschaftlichen Arbeiten. Gefragt wird hier nach dem angemessenen Umfang der Diskussion. Dies bedeutet, dass mögliche Beeinflussungen der Studie beschrieben sind. Außerdem werden die Ergebnisse mit Ergebnissen früherer Studien (wenn vorhanden) verglichen und Übereinstimmungen, aber auch Abweichungen, genannt. "+/-" : Eine Diskussion der Ergebnisse und angewendeten Methoden ist vorhanden, enthält allerdings Mängel bzw. Methoden oder Ergebnisse, jedoch nicht beides, werden diskutiert. "-" : Eine Diskussion der Ergebnisse und angewendeten Methoden ist nicht vorhanden.		
ERGÄNZUNG zum Bewertungsaspekt 1: Sonstige Aspekte zur Studie [Freitextfeld]				
29	Sind weitere, nicht durch die Leitfragen abgebildete Aspekte für die Bewertung der vorliegenden Studie relevant?	An dieser Stelle können als Freitext in der Spalte "Kommentare" relevante, nicht im Kriterienkatalog abgebildete Aspekte zur Studie ergänzt werden. Diese Frage wird nicht bewertet. Beispiel: Es fällt auf, dass die Studie aus ethischen Aspekten angreifbar ist. Sammlung ggf. relevanter Themen : Ethik, Relevanz und Hintergrund der Studie, Confounder, Plausibilität der Ergebnisse, Umgang mit Wissenslücken, Stratifizierung etc.		
Bewertungsaspekt 2: Übertragbarkeit auf die aktuelle Situation in Deutschland (Studienland: xx)				
HK4: Bevölkerung				
30	Ist die Bevölkerungspyramide des betrachteten Landes mit der von Deutschland vergleichbar?	Bewertung: "+" : Die Bevölkerungspyramide des Studienlandes hat - ebenfalls wie die von Deutschland - eine Urnenform. "+/-" : Entfällt. "-" : Die Bevölkerungspyramide des Studienlandes hat keine Urnenform. Hinweise : Im Anhang 9.1.1 bis 9.1.3 sind sowohl die Quelle der zu verwendenden Bevölkerungspyramiden als auch eine detaillierte Auswertungsanleitung enthalten. Beachte --> Erläuterung 1 (unter der Tabelle) zur Bewertung mehrerer Länder einer Studie.		Max. Wert: ... Min. Wert:

31	Ist die Lebenserwartung bei Geburt (Referenzjahr 2011) im betrachteten Land mit der von Deutschland vergleichbar?	Siehe Anhang 9.1.4 (WHO o. A.). Bewertung: "+" : Die Lebenserwartung bei Geburt im Jahr 2011 im betrachteten Land - definiert entweder als die obere Hälfte der Abweichung zwischen durchschnittlicher deutscher (81 Jahre) und globaler Lebenserwartung (70 Jahre) oder höher als die Lebenserwartung in Deutschland - ist vergleichbar mit der in Deutschland. D.h. die Lebenserwartung im Jahr 2011 beträgt im betrachteten Land mindestens 75,5 Jahre. "+/-" : Die Lebenserwartung bei Geburt im Jahr 2011 im betrachteten Land- definiert als mindestens die globale durchschnittliche Lebenserwartung (70 Jahre) - ist vergleichbar mit der in Deutschland (81 Jahre). D.h. die Lebenserwartung im Jahr 2011 beträgt im betrachteten Land mindestens 70 Jahre. "-" : Die Lebenserwartung im betrachteten Land ist niedriger als der globale Durchschnitt (70 Jahre) und wird somit als nicht vergleichbar mit der Lebenserwartung in Deutschland bewertet. <i>Hinweise</i> : Die Definitionen der Abweichungen (Hälfte der Abweichung zwischen entweder durchschnittlicher deutscher (81 Jahre) und globaler Lebenserwartung (70 Jahre) oder höher als die Lebenserwartung in Deutschland bzw. mindestens die global durchschnittliche Lebenserwartung) sind willkürlich gewählt und dienen zur Orientierung zum Vergleich der Lebenserwartungen. <i>Hinweise</i> : Im Anhang 9.1.4 ist die Quelle der zu verwendenden Lebenserwartung enthalten. Beachte --> <i>Erläuterung 1</i> (unter der Tabelle) zur Bewertung mehrerer Länder einer Studie.			Max. Wert: ... Min. Wert:
HK5: Land					
32	Gehört die betrachtete Region zu einem entwickelten (anstelle zu einem Entwicklungs-) Land?	Bewertung: "+" : Die betrachtete Region ist - wie Deutschland - ein entwickeltes Land. "+/-" : Entfällt. "-" : Die betrachtete Region ist ein Entwicklungsland. <i>Hinweise</i> : Im Anhang 9.1.5 ist die Quelle der zu verwendenden Einstufung des Länderentwicklungsstatus enthalten.			Max. Wert: ... Min. Wert:
HK6: Ökonomie					
33	Ist das Bruttonationaleinkommen (BNE) pro Kopf (KKP, int. \$) des betrachteten Landes vergleichbar (Abweichung ≤25 bzw. ≤50%) mit dem in Deutschland?	Bewertung: "+" : Das Bruttonationaleinkommen (BNE) pro Kopf (KKP, int. \$), gross national income (GNI) per capita (PPP international \$) im betrachteten Land - definiert als eine Abweichung von plus/minus ≤25% – ist vergleichbar mit dem in Deutschland (40.230 KKP int. \$). D.h. das BNE pro Kopf (KKP int. \$) liegt im betrachteten Land zwischen 30.172,5 und 50.287,5 KKP int. \$. "+/-" : Das BIP im betrachteten Land- definiert als eine Abweichung von plus/minus >25 bis ≤50% - ist vergleichbar mit dem in Deutschland (40.230 KKP int. \$). D.h. das BIP im betrachteten Land liegt zwischen 20.115 und 30.172,5 bzw. 50.287,5 und 60.345 KKP int. \$. "-" : Das BNE im betrachteten Land - definiert als eine Abweichung von plus/minus >50% - ist nicht vergleichbar mit dem in Deutschland. D.h. das BNE im betrachteten Land ist <20.115 bzw. >60.345 KKP int. \$. <i>Hinweise</i> : Im Anhang 9.1.4 ist die Quelle der zu verwendenden Einstufung des BNE enthalten. Die Definitionen der Abweichungen mit plus/minus 25 bzw. 50% sind willkürlich gewählt und dienen als Orientierung zum Vergleich des BIP. Das BIP beinhaltet Limitationen, die im Rahmen von GEniUS im Abschlussbericht diskutiert werden.			Max. Wert: ... Min. Wert:
34	Sind der Ressourcenverbrauch und der Preis übertragbar?	Bewertung: "+" : Daten aus Deutschland. "+/-" : Gepoolte Daten aus einer Studie, an der Deutschland beteiligt ist. "-" : Die Daten stammen aus einem anderen Land. <i>Hinweise</i> : Frage 34 fragt nach der Herkunft der Schätzungen zum Ressourcenverbrauch und des Preises für Gesundheitsleistungen.			Max. Wert: ... Min. Wert:
HK7: Epidemiologie und Krankheitslast					
35	Gehört die betrachtete Region zu einer WHO Region mit Mortalitätsstrata A?	Bewertung: "+" : Die betrachtete Region gehört - wie Deutschland - zu einer WHO Region mit Mortalitätsstrata A. "+/-" : Entfällt. "-" : Die betrachtete Region gehört nicht zu einer WHO Region mit Mortalitätsstrata A. <i>Hinweise</i> : Im Anhang 9.1.6 ist die Quelle der zu verwendenden Einstufung in Mortalitätsstrata enthalten.			Max. Wert: ... Min. Wert:
36	Ist die Gesamtkrankheitslast (Männer und Frauen, alle	Bewertung: "+" : Die Gesamtkrankheitslast des betrachteten Landes- definiert als eine Abweichung von plus/minus ≤25% – ist			Max. Wert: ... Min. Wert:

	Altersgruppen) pro 100.000 Einwohner des betrachteten Landes im Jahre 2010 vergleichbar (Abweichung ≤25 bzw. ≤50%) mit der in Deutschland?	vergleichbar mit der in Deutschland (29.012 DALY/100.000). D.h. die Krankheitslast des betrachteten Landes liegt zwischen 21.759 und 36.265 DALY/100.000 Einwohner). "+/-": Die Gesamtkrankheitslast des betrachteten Landes - definiert als eine Abweichung von plus/minus >25 bis ≤50% - ist vergleichbar mit der in Deutschland (29.012 DALY/100.000). D.h. die Krankheitslast des betrachteten Landes liegt zwischen 14.506 und 21.758 bzw. 36.265 und 43.518 DALY/100.000 Einwohner)."-" : Die Gesamtkrankheitslast des betrachteten Landes - definiert als eine Abweichung von plus/minus >50% - ist nicht vergleichbar mit jener in Deutschland. D.h. die Krankheitslast des betrachteten Landes ist <14.506 bzw. >43.518 DALY/100.000 Einwohner. <i>Hinweise:</i> Die Definitionen der Abweichungen mit plus/minus 25 bzw. 50% sind willkürlich gewählt und dienen als Orientierung zum Vergleich der Gesamtkrankheitslasten. Die Krankheitslasten werden aus der GBD 2010 Karte ((Institute for Health Metrics and Evaluation 2013), siehe Anhang 9.1.7) als ganze Zahlen ohne Komma abgelesen.			
HK8: Exposition/ Umweltzustand					
37	Ist die Exposition (Häufigkeit, Level, Konzentration etc.) des betrachteten Stressors in dem betrachteten Land vergleichbar mit der aktuellen Konzentration des betrachteten Stressors in Deutschland?	Indirekte Bewertung: Je nach Information zur Exposition in der Publikation wird der entsprechende Datentyp für Deutschland recherchiert. Beispiel: Durchschnittliche Belastung, Überschreitung von Grenz- oder Schwellenwerten, Spitzenbelastungen etc.. Zur Beurteilung der Expositionssituation in Deutschland wird zunächst auf Materialien des Umweltbundesamtes zurückgegriffen. Weitere Quellen können darüber hinaus herangezogen werden, allerdings kann keine ausführliche Recherche sämtlicher potentieller Datenquellen erfolgen. Die jeweils recherchierte Exposition für Deutschland wird im Kommentarfeld in diesem Kriterienkatalog samt Quelle notiert. Ebenso wird die Exposition und das Land aus dem Artikel im Kommentarfeld notiert, so dass der/die NutzerIn eigene Vergleiche - entsprechend der eigenen Fragestellung - anstellen kann. Inwiefern die Expositionen vergleichbar sind, ist stark von dem betrachteten Stressor abhängig. Entsprechend können an dieser Stelle keine standardisierten Bewertungsregeln aufgeführt werden.			Stressor: Exposition im Studienland: Exposition in Deutschland: (Kurzzitation)
ERGÄNZUNG zum Bewertungsaspekt 2: Sonstige Aspekte zur Übertragbarkeit auf die aktuelle Situation in Deutschland [Freitextfeld]					
38	Sind weitere, nicht durch die Leitfragen abgebildete Aspekte (passend zu HK4) zur Übertragbarkeit und Verwertbarkeit für die Bewertung der vorliegenden Studie relevant?	An dieser Stelle können als Freitext relevante, nicht im Kriterienkatalog abgebildete Aspekte ergänzt werden. Diese Frage wird nicht bewertet. <i>Beispiele:</i> Wurde in der verfügbaren Studie die Krankheitslast eines bestimmten Stressors für Migranten bestimmt, so kann es relevant sein, die Zahlen zur Migration des betrachteten Landes mit den Migrationszahlen in Deutschland zu vergleichen. <i>Sammlung ggf. relevanter Themen:</i> Armut, Arbeitslosigkeit, Migrationshintergrund, Familienstrukturen, Urbanisierung, Klima, konkurrierende Todesursachen, Naturkatastrophen, Altlasten, Charakteristika von Umweltproblemen (z. B. Irreversibilität), Verwendung/Vorkommen des Stressors, berufliche Belastungen, Koexpositionen etc.			
Langzitation Expositionssituation in Deutschland					
Erläuterungen					
1 Beachte festgehaltene Regeln zur Eingabe von Ergebnissen aus mehreren Ländern einer Studie in die Datenbank. Werden mehrere Länder der Studie in die Datenbank eingegeben und bewertet, so erfolgt der Ländervergleich im Kriterienkatalog (Bewertungsaspekt 2) mit allen eingegebenen Ländern. Die Vergabe von maximaler bzw. minimaler Bewertung ist möglich, um den Variationsbereich abzubilden. Angegeben wird in der Spalte "Kommentare", welche Länder die maximale bzw. minimale Bewertung erreicht haben.					

Abbildung 6: Kriterienkatalog zur Bewertung von Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und -kosten

Zusätzlich zur Bewertung des Hauptkriteriums HK4 durch das GEniUS-Konsortium, in dem die einzelnen Studien bzgl. Ihrer Verwertbarkeit für die gesundheitsbezogene Umweltpolitik in

Deutschland bewertet wurden, ist eine Bewertung der GEniUS-Ergebnisse im Rahmen des GEniUS-Fachgesprächs im Austausch mit Vertreterinnen und Vertretern der Wissenschaft und Politik erfolgt (vgl. Kap. 5.6).

In dem zweiten Teil des Kriterienkatalogs (Übertragbarkeit auf Deutschland) ist eine Recherche bestimmter Indikatoren notwendig (die entsprechend zu verwendenden Quellen sind im Kriterienkatalog genannt). Unabhängig vom Referenzjahr der Studie wurden die aktuell verfügbaren Indikatorenwerte verglichen (z. B. aktuelle Lebenserwartung, aktuelles Bruttonationaleinkommen der Länder, etc.). In Frage 37 wird die Exposition, wie diese in der Publikation für das Zielland gegeben ist, im gleichen Datenformat mit der Exposition in Deutschland verglichen. Auch, wenn das Referenzjahr der Studie nicht aktuell ist (z. B. 2000), so wird die aktuelle Exposition für Deutschland recherchiert, da eine Übertragbarkeit auf die aktuelle Situation in Deutschland angestrebt wird.

Der Kriterienkatalog wurde für jede Studie ausgefüllt. Um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen, wurde sowohl die Lang- als auch die Kurzzitation der Studie in den Kriterienkatalog eingegeben, der Kriterienkatalog mit der Kurzzitation gespeichert und eine Verknüpfung zur bestimmten Studieneingabe in der Datenbank hergestellt (vgl. Kapitel 4.4.2).

Im Kriterienkatalog wird an einigen Stellen auf Anhänge verwiesen, welche in diesem Dokument im Anhang 9.1 abgebildet sind.

5.4 Informationsmatrix

Wie in Kapitel „Entwicklung der datenbankgestützten Informationsmatrix“ (4.4) beschrieben, besteht die Datenbank aus zwei wesentlichen Bestandteilen: dem Eingabeformular und den beiden Ausgabeberichten. Im Folgenden wird zunächst das Eingabeformular (Kapitel 5.4.1) und darauffolgend der Ausgabebericht (Kapitel 5.4.2) vorgestellt.

5.4.1 Eingabeformular

Die Datenbank-gestützte GEniUS-Informationsmatrix enthält alle für das Projekt als wesentlich eingestuft Informationen einer Studie, siehe hierzu auch Kapitel 4.4. Die Datenbank besteht aus verschiedenen Formularen und ist thematisch geordnet. Sie beinhaltet folgende Themenkomplexe:

- Angaben zur Studieneingabe
- Allgemeine Studieninformationen
- Quantifizierungsart und geographischer Bezugsraum
- Darstellung des untersuchten Stressors
- Darstellung des quantifizierten Gesundheitsendpunktes
- Ergebnisse der Studie
- Limitationen der Studie (aufgeteilt nach gesamter Studie und den jeweilig betrachteten Stressoren)

Die folgenden Abbildungen 7 bis 13 veranschaulichen das Eingabeformular der Datenbank. Das Eingabeformular ist prozessorientiert und hierarchisch geordnet, sodass durch die Abbildungen ein vollständiges Bild des Ablaufs der Studieneingabe entsteht. Diese Darstellung

schließt sich an Kapitel 4.4 an, in welchem die Bedeutung der verschiedenen Eingabefelder behandelt wird.

Bevor der Inhalt einer Studie in die Informationsmatrix eingegeben wird, müssen formelle Angaben, wie der Name des Eingebenden und das Datum des Eingabetages, zur Qualitätskontrolle eingetragen werden (Abbildung 7). Zusätzlich wird von Access automatisch eine laufende Nummer, die „Publication ID“ vergeben, sodass jede eingegebene Studie eindeutig identifiziert werden kann.

The screenshot shows a form titled "Input Form" with the following fields:

- Publication ID: 1
- Input date: 21.01.2013
- Name of enterer: N. Steckling
- Modification date: [empty]
- Modifier: [empty]

Abbildung 7: Aufbau der Datenbank - Angaben zur Studieneingabe

Darauf folgend werden die Zitation, der Name der Studie sowie deren Onlineabrufbarkeit in Form eines Links erfragt (Abbildung 8). Durch die Angabe des Ziels und der Schlussfolgerung der Studie wird eine schnelle Übersicht über die Studie und ihre Ziele und Ergebnisse ermöglicht. Wesentlich im Rahmen des GENiUS-Projekts war die Bewertung der identifizierten Studien anhand entwickelter Kriterien, siehe Kapitel 4.3 und 5.3. Das Feld „Link to Assessment of the GENiUS Konsortium“ verweist per Hyperlink auf die durchgeführte Bewertung, die im PDF-Format in einem eigenen Dokument gespeichert ist. Beim Anklicken des Hyperlinks öffnet sich das zu der Studie gehörende PDF-Dokument des Kriterienkataloges. Die Buttons „Quantification“ sowie „General study limitations“ führen zu sich anschließenden Unterformularen (vgl. Abbildung 9). Limitationen der Studie werden sowohl für die Studie allgemein als auch im weiteren Verlauf spezifisch für einzelne Stressoren angegeben.

The screenshot shows a form with the following content:

- Citation:** LOKUGE, K. M., SMITH, W., CALDWELL, B., DEAR, K. & MILTON, A. H. 2004. The Effect of Arsenic Mitigation Interventions on Disease Burden in Bangladesh. Environ Health Perspect, 112, 1172-7.
- Study name:** Not mentioned
- Main research aim:** "[...] to estimate and compare the likely impacts of arsenic mitigation interventions on both arsenic-related disease and water-borne infectious disease" (p. 1172).
- Main research conclusion:** "Intervention appears to be clearly justifiable at present only within the higher levels of exposure" (p. 1177).
- URL of the publication:** <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1247477/pdf/ehp0112-001172.pdf>
- Assessment of study:** [Assessment of GENiUS Konsortium\Lokuge et al. 2004.pdf](#)
- Last visit of URL:** 22.07.2013
- Buttons:** "Quantification" and "General limitations mentioned in the study"
- Kind of quantification:** Disease Burden

Abbildung 8: Aufbau der Datenbank - Darstellung allgemeiner Studieninformationen

Es werden im Folgenden die sich durch den Button „Quantification“ öffnenden Themenfelder – Quantifizierungsart und geographischer Bezugsraum, Darstellung des Stressors, des quantifizierten Outcomes sowie der Ergebnisse – vorgestellt. Auch kann man die Quantifizierungsart auswählen. Im Rahmen des GENiUS-Projekts sind dies Krankheitslasten und -kosten.

Abbildung 9 enthält Angaben zum geographischen Bezugsraum der Studie. Die Datenbank wurde so konzipiert, dass bei Untersuchung von mehreren Regionen oder Stressoren in einer

Studie, diese in einem neu zu öffnenden Unterformular eingetragen werden können. Dies gewährleistet eine übersichtliche und kompakte Darstellung der Studieninformationen.

Geographical level	National
Reference area	Bangladesh

Abbildung 9: Aufbau der Datenbank - Quantifizierungsart und geographischer Bezugsraum

Zur standardisierten Darstellung der Studieninhalte sind die möglichen Eingaben der Felder „Geographical level“, „Reference area“, „Name of Stressor“ und „Kind of Exposure“ in drop-Down-Menüs enthalten (Abbildung 9 und Abbildung 10). Zur Charakterisierung des untersuchten Stressors werden zudem die Exposition(-art) sowie die in Zusammenhang mit dem Stressor stehenden Endpunkte erfragt, siehe Abbildung 10. Abschließend kann nun gewählt werden, ob nachfolgend die Methoden und Ergebnisse zum Stressor oder die Stressor spezifischen Limitationen eingegeben werden sollen.

Name of stressor	Arsenic (As)	
Exposure path	Oral	
Exposure	> 50 µg/L	Subgroup exposure data are given in publication <input checked="" type="checkbox"/>
Exposure for comparison	Reduction of 100%	
Quantified health outcomes associated with stressor	Tracheal, bronchial, lung cancer, bladder cancer, kidney cancer, skin cancer, ischaemic heart disease, diabetes mellitus	
Not quantified outcomes (possibly) associated with stressor	Nonmalignant skin alterations, peripheral vascular disease, hypertension	
<input type="button" value="Method and results"/> <input type="button" value="Stressor-specific limitations mentioned in the study"/>		

Abbildung 10: Aufbau der Datenbank - Darstellung des untersuchten Stressors

Die in Abbildung 11 veranschaulichten Eingaben beziehen sich auf die Informationen des Feldes „Quantified health outcome associated with the stressor“ und schlüsseln diese nach Endpunkten auf. Wie im Beispiel dargestellt kann eine Studie jedoch auch eine Vielzahl an Endpunkten gleichzeitig betrachten.

Das Feld „ICD-10 code“ dient der eindeutigen Zuordnung und Beschreibung des quantifizierten Endpunkts / der quantifizierten Endpunkte. Da zur Nachvollziehbarkeit der Krankheitslasten und -kostenrechnung unterschiedliche Informationen nötig sind, werden für beide Studientypen separate Felder, farblich gekennzeichnet, zur Verfügung gestellt (vgl. Kap. 4.4.1; grün: Krankheitslasten; blau: Krankheitskosten). Zur Spezifizierung der Berechnung der Krankheitslasten werden die Stressor-Endpunkt-Assoziation, das Disability Weight sowie die Verwendung von Diskontierung, Altersgewichtung und inzidenz- oder prävalenzbasierten Daten erfragt. Zur Nachvollziehbarkeit der Kostenrechnungen werden die Definitionen der Kostenarten als auch deren Beurteilung benötigt.

Health outcome quantified	Tracheal, bronchial, lung cancer, bladder cancer, kidney cancer, skin cancer, ischemic heart disease, diabetes	ICD-10 code	Not mentioned
Stressor-outcome-association (reference)	Not mentioned	Discounting	No
Disability weight (reference)	Not mentioned	Age weighting	Not mentioned
Definition of total costs	/	Quantification of YLD	Use of incidence data
Definition of direct costs	/	Type of estimation (total costs)	/
Definition of indirect costs	/	Type of estimation (direct costs)	/
		Type of estimation (indirect costs)	/

Abbildung 11: Aufbau der Datenbank - Darstellung des quantifizierten Outcomes

Durch das Ausführen des Buttons „Results“ wird das in Abbildung 12 dargestellte Unterformular geöffnet. Wiederum sind Felder nach Krankheitslasten und -kosten getrennt. Die durch den quantifizierten Endpunkt verursachten Krankheitslasten und -kosten können, getrennt nach DALY, YLL und YLD sowie nach gesamten sowie direkten und indirekten Kosten eingetragen werden. Zur Übersichtlichkeit werden zudem die relativen (z.B. bevölkerungsnormierten) Angaben und Angaben zu Unsicherheitsbereichen in separaten Feldern behandelt.

Reference population (reference year)	Population of Bangladesh (2001)	Detailed subgroup results are given in publication	No
Absolute DALYs	174,174	Range of uncertainty of absolute DALYs	Not mentioned
Relative DALYs	Not mentioned	Range of uncertainty of relative DALYs	Not mentioned
Absolute YLLs	Not mentioned	Range of uncertainty of absolute YLLs	Not mentioned
Relative YLLs	Not mentioned	Range of uncertainty of relative YLLs	Not mentioned
Absolute YLDs	Not mentioned	Range of uncertainty of absolute YLDs	Not mentioned
Relative YLDs	Not mentioned	Range of uncertainty of relative YLDs	Not mentioned
Currency	/		
Absolute total costs	/	Range of uncertainty of absolute total costs	/
Relative total costs	/	Range of uncertainty of relative total costs	/
Absolute direct costs	/	Range of uncertainty of absolute direct costs	/
Relative direct costs	/	Range of uncertainty of relative direct costs	/
Absolute indirect costs	/	Range of uncertainty of absolute indirect costs	/
Relative indirect costs	/	Range of uncertainty of relative indirect costs	/

Abbildung 12: Aufbau der Datenbank - Darstellung der Ergebnisse

Der Button „stressor-specific Limitations“ in Abbildung 13 dargestellt führt zur Eingabe der stressorspezifischen Limitationen. Wie bereits angedeutet, unterliegt sowohl die Angabe der allgemeinen als auch stressorspezifischen Limitationen den gleichen Gesetzmäßigkeiten. Die Limitationen sind in einem Drop-Down-Menü gespeichert, sodass die jeweils zutreffenden Limitationen ausgewählt werden können. Ein ähnliches Menü öffnet sich bei Betätigung des Buttons „General study limitations“ in Abbildung 8.

The image shows a web form titled "Stressor-specific Limitations". It contains eight rows, each with a "Limitation" label and a dropdown menu. The selected options are:

- Unlikely assumptions.
- Generalizability of effect sizes to different populations is uncertain.
- Temporal changes of effect sizes are not considered.
- Used secondary data do not fit exactly to the study population.
- It was not possible to include all endpoints associated with the stressor.
- Overestimation of effect size.
- Others.
- (Empty dropdown menu)

Abbildung 13: Aufbau der Datenbank - Darstellung der stressorspezifischen Limitationen

Neben dem hier dargestellten Aufbau der Datenbank wird im Folgenden ein Überblick über die Studien, die in die Datenbank eingepflegt wurden, gegeben. In Tabelle 27 sind alle Studien, die in die Datenbank eingegeben wurden, sowie deren eindeutige Identifikationsnummer (Publication ID) aufgeführt. Insgesamt umfasst die Datenbank 86 Studien. Davon beziehen sich 42 auf die Quantifizierungsart Krankheitslasten und 44 Studien quantifizieren die Auswirkungen von Umweltstressoren in Form von Krankheitskosten.

Tabelle 27: In der Datenbank enthaltene Studien

Publication ID	Krankheitslasten	Publication ID	Krankheitskosten
1	Lokuge et al. (2004)	119	Waters (2008)
2	Hornberg et al. (2013)	120	Peters et al. (1998)
3	Lim et al. (2012)	122	Leung et al. (2003)
4	Fewtrell et al. (2004)	123	Zollinger et al. (2004)
5	Valent et al. (2004)	124	Plescica et al. (2011)
6	Öberg et al. (2011)	125	Waters et al. (2009)
7	Norman et al. (2007b)	126	Levy et al. (2011b)
8	Howard et al. (2007)	127	Florence et al. (2007)

Publication ID	Krankheitslasten	Publication ID	Krankheitskosten
9	Rööslı et al. (2005)	128	Levy et al. (2011a)
10	Logue et al. (2012)	129	West et al. (2003)
11	Lıeb et al. (2012)	130	Batscheıder et al. (2012)
12	Fattore et al. (2011)	131	McGhee et al. (2006)
13	de Hollander et al. (1999)	1001	Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Umwelt (2008)
14	Cohen et al. (2005)	1002	Greıser und Glaeske (2013)
15	Hänninen und Knol (2011)	1003	Trasande et al. (2005)
16	Orru et al. (2009)	1005	Hylander und Goodsite (2006)
17	Anenberg et al. (2010)	1006	Mudarri und Fisk (2007)
18	Jaakkola et al. (2011)	1007	Khan et al. (2007)
3007	Zhang et al. (2006)	1008	Hackenmıller-Paradis (2008)
3009	Wilkinson et al. (2009)	1009	Trasande und Liu (2011)
3010	Adamson und Polya (2007)	1010	Landrigan et al. (2002)
3011	Dhımal et al. (2010)	1011	Pıchery et al. (2011)
3012	Norman et al. (2007a)	1012	Muennıg (2009)
3013	Fewtrell et al. (2005)	1013	Stefanak et al. (2005)
3014	Ezzati et al. (2002)	1014	Davıes (2006)
3015	Molla et al. (2004)	1015	Gould (2009)
3016	Howard et al. (2006)	2019	Pascal et al. (2013)
3017	Mıraglıa et al. (2005)	2020	Patankar und Trıvedi (2011)
3018	Kim et al. (2011)	2021	Kan und Chen (2004)
3019	Babısch (2011a)	2022	Deng (2006)
3020	Woodcock et al. (2009)	2023	Hou et al. (2010)
3021	Knol und Staatsen (2005)	2024	Wong et al. (2004)
3022	Forastıere et al. (2011)	2025	Zmırou et al. (1999)
3023	Norman et al. (2010)	2026	Seethaler (1999)
3024	Fantke (2012)	2028	Watterson et al. (2006)
3025	de Hollander und Melse (2004)	2029	Zhang et al. (2008)
3026	Babısch (2011b)	2030	Roy et al. (2011)
3027	Hygge und Kim (2011)	3001	Hedley et al. (2008)
3028	Deshaiet al. (2011)	3002	Ostro et al. (2006)
3029	Janssen et al. (2011)	3003	Voorhees et al. (2000)
3030	Mıedema et al. (2011),	3004	El-Fadel und Massoud (2000)
3031	Prüss-Üstün et al. (2008)	3005	Netalıeva et al. (2005)
		3006	Haurı (2009)
		3008	Haurı et al. (2011)

Für alle hier aufgeführten Studien wurde ein eigenes Formularblatt ausgefüllt indem alle in der Studie genannten und in der Datenbank in Form von Eingabefeldern enthaltenen Informationen eingegeben wurden. Die Informationsmatrix beinhaltet somit eine umfassende Datenvielfalt zu Krankheitslasten- und Krankheitskostenanalysen.

5.4.2 Berichtsmodul

Das Berichtsmodul für die GEniUS-Datenbank wird über eine einzelne Multifunktionsleiste (so genanntes *Access-Ribbon*) gesteuert. Damit können je nach Art des gewünschten Berichtes ein Suchformular oder ein Formular mit allen erfassten Studien geöffnet werden. Wird ein Bericht angezeigt, sind drei Ausgabebuttens auf der Leiste aktiv: den Bericht drucken, als Datei im RTF-Format zur Weiterverarbeitung mit einer Textverarbeitung und im PDF-Format speichern, siehe Abbildung 14.



Abbildung 14: Aufbau des Datenbankausgabemoduls

Das Suchformular

Im Suchformular können Suchkriterien spezifiziert werden, die auf die Kriterien passenden Studien gesucht und die gefundenen Studien bei Bedarf manuell selektiert werden. Für das Ergebnis kann sodann ein Kurz- oder ein Langbericht ausgegeben werden.

Die Kombinationsfelder für die Suchkriterien Stressor, Region und Quantifizierung können in beliebiger Reihenfolge ausgewählt werden, reagieren aber auf eine getroffene Auswahl, so dass die noch leeren Felder nur noch Auswahlmöglichkeiten bieten, die zusammen mit der bereits getroffenen Auswahl mindestens eine Studie finden. Dies bedingt jedoch, dass eine einmal getroffene Auswahl erst geändert werden kann, wenn das Suchformular mit dem *Reset* Button zurückgesetzt wird. Ein Suchfeld darf leer bleiben und es werden in dem Fall alle Stressoren, bzw. Regionen oder Quantifizierungen gefunden.

Sind die Kriterien angegeben, wird die Suche mit dem Button *Search* gestartet und die Ergebnisse im Listenfeld *Matches found* angezeigt. Falls die Suche mehr als ein Ergebnis liefert, gibt es die Möglichkeit, eine weitere manuelle Selektion der Funde vorzunehmen. Dazu werden nach Aktivierung des Buttons *Manual selection of matches for report* die gefundenen Studien in einer Listbox angezeigt und es können ein oder mehrere Studien durch Mausklick ausgewählt werden. Ein Klick auf *Update* übernimmt die manuelle Selektion in das Listenfeld *Matches found*.

Die Buttons *Show short report* und *Show long report* erzeugen den jeweiligen Bericht für die im Feld *Matches Found* angezeigten Studien, siehe Abbildung 15.

Abbildung 15: Suchformular des Berichtsmoduls

Die Liste der Zitationen in der Datenbank

Dieses Formular zeigt alle in der Datenbank erfassten Studien in alphabetischer Reihenfolge und für jede Studie kann mit dem Button *Show report* ein Bericht angezeigt werden, siehe Abbildung 16.

Abbildung 16: Formular mit der Liste aller erfassten Studien zur Erstellung eines Zitationsberichts

Berichtsanzeige, -benutzung und -ausgabe

Ein Bericht wird in der Seitenvorschau angezeigt und kann direkt gedruckt oder in einem der beiden Ausgabeformate gespeichert werden. Dabei bleiben alle Hyperlinks erhalten und können in der Textverarbeitung oder im PDF-Reader genutzt werden, solange die Quelle verfügbar ist. Sollen die Hyperlinks direkt aus dem Bericht heraus benutzt werden, muss die Berichtsanzeige ausgewählt werden. Diese kann in der Statuszeile unten rechts durch Klick auf das Ringbuchsymbol  eingeschaltet werden, siehe Abbildung 17.

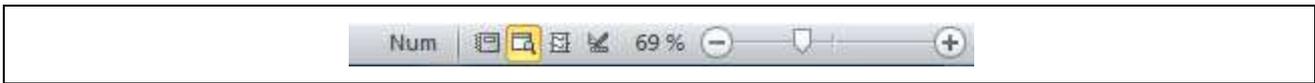


Abbildung 17: Umschaltung zwischen Seiten- und Berichtsansicht

5.5 Defizitanalyse

Die Defizitanalyse, die im Rahmen des GEniUS-Projektes durchgeführt wurde, basiert auf den zuvor erstellten Ergebnissen. Es werden die in AP1 und 2 identifizierten Studien in Form der **Liste relevanter Stressoren** als Ausgangspunkt für die Analyse verwendet. Weitere Informationen werden aus der Datenbank und den Kriterienkatalogen gefiltert.

Wie in Kapitel 4.4.3 beschrieben, bezieht sich die Defizitanalyse auf zwei konkrete Fragen und betrifft sowohl die Studien zu Krankheitslasten als auch zu Krankheitskosten. Die Bewertungen und Ergebnisse werden im Folgenden für beide Quantifizierungsmethoden, getrennt nach den beiden Fragen, präsentiert.

Beantwortung von Frage 1: Für welche weiteren, bisher nicht berücksichtigten Umweltstressoren sind in nächster Zukunft Schätzungen der Krankheitslast/der Krankheitskosten erforderlich? Aus welchen Gründen sind diese sinnvoll und erforderlich?

Die in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten Stressoren wurden in Absprache mit dem BMUB und dem UBA als relevant für Deutschland eingestuft (siehe Kapitel 4.1). Zur Beantwortung von Frage 1 wird die zu Projektanfang erstellte **Liste relevanter Umweltstressoren** mit der im Projektverlauf erstellten **Liste der bereits quantifizierten Stressoren** verglichen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass es relevante Stressoren gibt, für die keine Quantifizierung der Krankheitslasten und/oder -kosten vorliegen. Tabelle 28 listet die Anzahl der anhand der festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien (vgl. Kapitel 5.1.1) gefundenen Studien pro Stressor auf.

Tabelle 28: Anzahl an vorhandenen Studien je Stressor

Stressoren	Studien zu Krankheitslasten	Studien zu Krankheitskosten
Biologische Stressoren		
Feuchte, Schimmel	5	1
Physikalische Stressoren		
Lärm	11	2
Radon	7	0
Fasern	0	1
Asbest	0	1

Stressoren	Studien zu Krankheitslasten	Studien zu Krankheitskosten
Übergreifende Stressoren		
Feinstaub	19	11
Innenraumluftverschmutzung	7	0
Luftverschmutzung	5	1
Passivrauch	8	14
Chemische Stressoren		
Kohlenwasserstoffe	9	0
Benzol	4	0
Toluol	1	0
Ethylbenzol	0	0
Xylol	1	0
Styrol	0	0
Hexachlorbenzol (HCB)	0	0
Polyzyklische Kohlenwasserstoffe (PAK)	1	0
Alkane	0	0
Formaldehyd	2	0
Halogenierte Kohlenwasserstoffe	0	0
Metalle	15	12
Arsen	6	1
Blei	7	8
Cadmium	2	0
Quecksilber	0	3
Uran	0	0
Pflanzenschutzmittel	1	0
Biozide	0	0
Herbizide	0	0
Insektizide	0	0
Pestizide	1	0
Weichmacher	0	0
Phthalate	0	0
Gasförmige Verbindungen	16	5
Kohlenmonoxid (CO)	3	0
Kohlendioxid (CO ₂)	0	0
Stickstoffoxide (NO _x)	1	2
Stickstoffdioxid (NO ₂)	2	0
Ozon	8	2
Schwefeldioxid *	2	0
Ammoniak (NH ₃)	0	1
Polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle	1	0
Dioxine	1	0

Stressoren		Studien zu Krankheitslasten	Studien zu Krankheitskosten
	PCDD	0	0
	PCDF	0	0
	PCB	0	0
Perfluorierte Chemikalien		0	0
	PFOA	0	0
	PFOS	0	0
Nicht eindeutig nachvollziehbare Stressoren		0	4
	Nicht spezifiziert	0	2
	Verschiedene	0	2

* Nicht als konkreter Recherchebegriff enthalten.

Tabelle 28 verdeutlicht, dass es für einige Stressoren mehrere Quantifizierungsstudien gibt. Unterschiedlich ist dabei aber die Anzahl an Studien zu Krankheitslasten und -kosten.

Zum Beispiel gibt es Studien zu Krankheitslasten von Feuchte und Schimmel (5 Studien), Lärm (10 Studien), Radon (6 Studien) und Luftverschmutzung (11 Studien), wohingegen die Anzahl der Krankheitskostenstudien wesentlich geringer ist (eine Studie zu Feuchte und Schimmel, eine Studie zu Lärm, keine Studie zu Radon und drei Studien zu Luftverschmutzung).

Studien zu Krankheitslasten sind nicht vorhanden für einen Teilbereich der Kohlenwasserstoffe (Ethylbenzol, Styrol, Hexachlorbenzol (HCB), Alkane, halogenierte Kohlenwasserstoffe) und Metalle (Quecksilber, Uran). Für Pflanzenschutzmittel und Fasern liegen ebenfalls keine Erkenntnisse in Form von YLL, YLD oder DALY vor.

Studien zu Krankheitskosten sind ebenfalls nicht vorhanden für Radon, Kohlenwasserstoffe (Ausnahme: Benzol), Pflanzenschutzmittel, Weichmacher, polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle wie auch perfluorierte Chemikalien. Vereinzelt Studien liegen für Metalle (Arsen, Blei, Quecksilber) und gasförmige Verbindungen (Stickstoffoxide (NO_x), Ozon) vor.

Lediglich bei Passivrauch (8 Krankheitslastenstudien und 13 Kostenstudien), Quecksilber (keine Krankheitslastenstudie, 2 Kostenstudien) und Asbest (keine Krankheitslastenstudie und eine Kostenstudie) wurden mehr Studien zu Krankheitskosten als zu -lasten recherchiert. Zu bestimmten Stressorgruppen wie polychlorierten Dioxinen, Furanen und Biphenylen, Weichmachern und perfluorierten Chemikalien wurden weder Krankheitslasten- noch Krankheitskostenstudien gefunden.

Bei der Auflistung wird deutlich, dass bestimmte Stressoren, die aktuell in der Diskussion sind, wie perfluorierte Chemikalien, bislang nicht quantifiziert wurden. Diese Befunde wurden auf dem im November 2013 stattgefundenen Fachgespräch bestätigt, vgl. Kapitel 5.6.

Die Ergebnisse zeigen einen Forschungsbedarf hinsichtlich der Erstellung von Krankheitslasten- und Krankheitskostenstudien für eine Vielzahl von relevanten Stressoren. Die Datenlücken können dahingehend interpretiert werden, dass mehr Forschung hinsichtlich einer Vielzahl von Stressoren, wie perfluorierte Chemikalien, polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle, benötigt wird, um deren Krankheitslasten und -kosten zu quantifizieren. Mögliche Gründe, warum es derzeit für einige Stressoren keine Quantifizierung in Form von Kosten und/oder Lasten gibt, werden bei der Beantwortung von Frage 2 thematisiert.

Da die Liste relevanter Stressoren zum einen anhand einer Recherche auf Internetseiten relevanter nationaler Institute und zum anderen in Abstimmung mit den Auftraggebern erstellt wurde, kann von einer hohen Relevanz für Deutschland ausgegangen werden. Entsprechend erscheinen Quantifizierungen der zugehörigen Krankheitskosten und /oder –lasten als wünschenswert, um Argumentationshilfen zur Beurteilung umweltpolitischer Maßnahmen zu bieten.

Beantwortung von Frage 2: Welche erforderlichen und prinzipiell ermittelbaren Informationen zu einzelnen Umweltstressoren, Erkrankungen und Kosten stehen in Deutschland derzeit zur Berechnung von Krankheitskosten und/oder Krankheitslasten nicht zur Verfügung?

Frage 2 bezieht sich auf die Informationen, die für eine Quantifizierung notwendig, aber in Deutschland derzeit nur bedingt verfügbar sind. Die Frage wird anhand von sechs Unterpunkten beantwortet:

- Informationsbedarf
- Beurteilung der in den Studien der Informationsmatrix verwendeten Informationen
- Übertragbarkeit der Krankheitslastenstudien auf Deutschland
- Übertragbarkeit der Krankheitskostenstudien auf Deutschland
- Identifikation von Datenquellen für Deutschland
- Identifikation von Datenlücken

Informationsbedarf

Für die Berechnung von Krankheitslasten und Krankheitskosten wird eine Vielzahl an unterschiedlichen Informationen und Daten benötigt²⁹. Im Folgenden ist eine Liste mit notwendigen Informationen dargestellt (Tabelle 29).

Tabelle 29: Benötigte Daten für Berechnungen von Krankheitslasten und Krankheitskosten

Notwendige Daten	Krankheitslasten	Krankheitskosten
Expositionsschätzung pro Stressor		
Epidemiologische Daten der vom Stressor abhängigen Krankheiten		
Lebenserwartung zum Zeitpunkt des Todes		
Kostenschätzungen der abhängigen Krankheiten		
EWf für alle Kombinationen von Stressor und Krankheiten		
Disability Weights für die vom Stressor bedingten Krankheiten		
Krankheitsdauer der vom Stressor abhängigen Krankheiten (es sei denn ein prävalenzbasierter Ansatz zur YLD Schätzung wird verfolgt)		
Quantifizierung von Wechselwirkungen zwischen Krankheiten		
Quantifizierung von Wechselwirkungen von Stressoren/Expositionspfaden.		

Benötigte Daten Nicht benötigte Daten

²⁹ Eine detaillierte Darstellung und Erläuterung der zur EBD- und Krankheitskostenberechnung benötigten Daten ist Teil des Einleitungskapitels des Abschlussberichts, siehe Kapitel 3.2.

Um eine Quantifizierung der Krankheitslasten und –kosten durchzuführen, sind die genannten Informationen notwendig, jedoch sind diese - bezogen auf Deutschland - nicht immer verfügbar. Im Folgenden werden unter anderem die bestehenden Datenlücken thematisiert. Mögliche Datenquellen für Deutschland sind in Tabelle 42 aufgelistet.

Beurteilung der in den Studien der Informationsmatrix verwendeten Informationen

Die in der Informationsmatrix enthaltenen Studien wurden hinsichtlich der darin verwendeten Informationen bzgl. Exposition, Epidemiologie, EWF sowie Limitationen überprüft. Die folgenden Beschreibungen beziehen sich auf die Übertragbarkeit der im Rahmen von GEniUS recherchierten Studienergebnisse. Diese lassen ableiten, ob Informationen und Daten aus anderen Studien auf die deutschen Verhältnisse übertragen werden können und daher gegebenenfalls keine eigenen Berechnungen für Deutschland notwendig sind.

Expositionsschätzungen sind grundsätzlich für klassische Umweltstressoren vorhanden und stellen eine wesentliche Grundlage für stressorbezogene Berechnungen von Krankheitslasten und -kosten dar. Dennoch wurde anhand des Kriterienkatalogs festgestellt, dass in den recherchierten Studien einige Stressoren in ihrer Expositionsschätzung nicht eindeutig benannt sind. Tabelle 30 listet jene Stressoren auf, dessen Beschreibungen der Expositionsschätzung Mängel aufweisen. Während die Expositionsschätzungen zu allen anderen quantifizierten Stressoren als nachvollziehbar eingestuft wurden, wurde die Güte der Expositionsschätzung nicht explizit überprüft.

Tabelle 30: Nicht eindeutig nachvollziehbare Expositionsschätzungen in den Studien der Informationsmatrix

Stressoren der Studien zu Krankheitslasten	Stressoren der Studien zu Krankheitskosten
Innenraumlftverschmutzung (z. B. durch Verwendung fester Brennstoffe)	Passivrauch (eingeschränkt)
Außenraumlftverschmutzung	Quecksilber
Passivrauch (eingeschränkt)	Stickstoffoxide
Blei (teilweise)	
Feinstaub (teilweise)	
Arsen (eingeschränkt)	

Der Einschluss von stressorbezogenen Gesundheitsendpunkten in Krankheitslasten- und -kostenstudien muss durch Kausalität begründet sein. Lediglich jene Gesundheitsendpunkte, deren Assoziation mit dem Stressor belegt ist, sollten quantifiziert werden. Dieses wurde im Rahmen der Studienbewertung anhand des Kriterienkatalogs überprüft.

Eine Begründung der eingeschlossenen Krankheitsendpunkte auf Grundlage eines Zusammenhangs zwischen Stressor und Erkrankung ist in den Studien zu den Krankheitslasten in den meisten Fällen gegeben. Allerdings lassen sich bei ungefähr der Hälfte der Studien Mängel in der schriftlichen Begründung, warum die Gesundheitseffekte ausgewählt wurden, feststellen (vgl. Frage 16 des Kriterienkatalogs), wobei in einer Studie die Begründung komplett fehlt.

Aus den Krankheitslastenstudien der Informationsmatrix wurden anhand einer Datenbankabfrage alle für einen Stressor quantifizierten Krankheitsendpunkte sowie deren Zitation ausgegeben und in Tabelle 31 zusammengestellt. Diese Liste beinhaltet umfangreiche Informationen bzgl. der Verbindung von Stressoren und assoziierten Gesundheitsendpunkten, wobei, wie bereits erwähnt die Begründungen in den Studien oftmals Mängel aufweisen und

aufgrund dessen bei eigener Verwendung nochmals geprüft werden sollten. In Folgeprojekten sollte eine explizite Datenverfügbarkeitsprüfung für Deutschland erfolgen, indem epidemiologische Daten der in Tabelle 31 aufgeführten Gesundheitsendpunkte zusammengestellt werden bzw. Datenlücken benannt werden.

Tabelle 31: Stressoren mit quantifizierten Krankheitsendpunkten in den Studien zu Krankheitslasten

Stressor	Outcome	Reference
Air pollution	Acute lower respiratory symptoms	Norman et al. (2010)
		Wilkinson et al. (2009)
	Acute respiratory infections	Ezzati et al. (2002)
	Cardiac diseases	Miraglia et al. (2005)
	Cardiopulmonary disease	Norman et al. (2010)
	Cardiovascular causes	Ezzati et al. (2002)
	Cardiovascular disease	Kim et al. (2011)
		Miraglia et al. (2005)
	Chronic obstructive pulmonary disease	Wilkinson et al. (2009)
	Hypertensive heart disease	Norman et al. (2010)
	Inflammatory heart disease	Norman et al. (2010)
	Ischaemic heart disease	Norman et al. (2010)
		Wilkinson et al. (2009)
	Lower respiratory infections	Norman et al. (2010)
	Lung cancer	Norman et al. (2010)
	Mortality	Kim et al. (2011)
	Other cardiovascular diseases	Norman et al. (2010)
	Other respiratory diseases	Norman et al. (2010)
	Otitis media	Norman et al. (2010)
	Respiratory causes	Ezzati et al. (2002)
Respiratory disease	Kim et al. (2011)	
	Miraglia et al. (2005)	
Stroke	Norman et al. (2010)	
Upper respiratory infections	Norman et al. (2010)	
Vascular cerebral accidents	Miraglia et al. (2005)	
Arsen	Arsenicosis	Molla et al. (2004)
	Bladder cancer	Adamson und Polya (2007)
		Howard et al. (2006)
		Howard et al. (2007)
		Lokuge et al. (2004)
	Bronchial cancer	Lokuge et al. (2004)
	Diabetes mellitus	Adamson und Polya (2007)
		Lokuge et al. (2004)
Ischaemic heart disease	Adamson und Polya (2007)	
	Lokuge et al. (2004)	
Kidney cancer	Adamson und Polya (2007)	

Stressor	Outcome	Reference
		Howard et al. (2007)
		Lokuge et al. (2004)
	Lung cancer	Adamson und Polya (2007)
		Howard et al. (2006)
	Skin cancer	Lokuge et al. (2004)
		Howard et al. (2006)
		Howard et al. (2007)
Skin lesions	Fewtrell et al. (2005)	
Tracheal cancer	Lokuge et al. (2004)	
Benzene	Leukemia	de Hollander et al. (1999)
		Hänninen und Knol (2011)
		Hornberg et al. (2013)
Cadmium	Lung cancer	Hornberg et al. (2013)
Carbon monoxide	Cardiovascular disease	Kim et al. (2011)
	Death (acute poisoning)	Logue et al. (2012)
		Wilkinson et al. (2009)
	Non-accidental Mortality	Kim et al. (2011)
Dampness	Asthma	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
		Jaakkola et al. (2011)
		Knol und Staatsen (2005)
	Lower respiratory disease	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
Dioxins	Cancer (total)	Hänninen und Knol (2011)
Formaldehyde	Aggravation of asthma	Hänninen und Knol (2011)
Indoor air pollution	Acute lower-respiratory-tract infection	Ezzati et al. (2002)
		Norman et al. (2007a)
		Norman et al. (2010)
		Prüss-Üstün et al. (2008)
		Valent et al. (2004)
	Acute respiratory infections	Dhimal et al. (2010)
	Asthma	Ezzati et al. (2002)
		Logue et al. (2012)
	Cataracts	Ezzati et al. (2002)
	Chronic bronchitis	Logue et al. (2012)
	Chronic obstructive pulmonary disease	Ezzati et al. (2002)
Norman et al. (2007a)		

Stressor	Outcome	Reference	
		Norman et al. (2010)	
		Prüss-Üstün et al. (2008)	
	Dysrhythmias	Logue et al. (2012)	
	Heart failure (congestive)	Logue et al. (2012)	
	Lung cancer		Ezzati et al. (2002)
			Norman et al. (2007a)
			Norman et al. (2010)
			Prüss-Üstün et al. (2008)
	Ischaemic heart disease	Logue et al. (2012)	
	Lung disease	Logue et al. (2012)	
	Mortality (overall)	Logue et al. (2012)	
	Nonfatal stroke	Logue et al. (2012)	
	Pneumonia	Dhimal et al. (2010)	
	Respiratory infections	Logue et al. (2012)	
Respiratory issues	Logue et al. (2012)		
Tuberculosis	Ezzati et al. (2002)		
Lead	Anemia	Ezzati et al. (2002)	
	Aortic aneurysm	Lim et al. (2012)	
	Atrial fibrillation and flutter	Lim et al. (2012)	
	Cardiomyopathy	Lim et al. (2012)	
	Endocarditis	Lim et al. (2012)	
	Cardiovascular disease	Ezzati et al. (2002)	
	Cerebrovascular disease	Fewtrell et al. (2004)	
	Chronic kidney disease	Lim et al. (2012)	
	Gastrointestinal effects	Ezzati et al. (2002)	
	Hypertensive (heart) disease		Fewtrell et al. (2004)
			Hänninen und Knol (2011)
			Lim et al. (2012)
			Norman et al. (2007b)
			Norman et al. (2010)
	Increased blood pressure	Hänninen und Knol (2011)	
	Intellectual disability	Lim et al. (2012)	
	Ischaemic heart disease		Fewtrell et al. (2004)
			Norman et al. (2007b)
		Norman et al. (2010)	
Mild mental disability	Norman et al. (2010)		
Mild mental retardation	Ezzati et al. (2002)		

Stressor	Outcome	Reference
		Fewtrell et al. (2004)
		Hänninen und Knol (2011)
		Norman et al. (2007b)
		Valent et al. (2004)
	Myocarditis	Lim et al. (2012)
	Nervous effects	Ezzati et al. (2002)
	Other cardiovascular disease	Lim et al. (2012)
		Fewtrell et al. (2004)
		Norman et al. (2007b)
		Norman et al. (2010)
	Peripheral vascular disease	Lim et al. (2012)
	Reproductive system effects	Ezzati et al. (2002)
	Social consequences of IQ loss	Ezzati et al. (2002)
	Stroke	Norman et al. (2007b)
Norman et al. (2010)		
Systolic blood pressure	Lim et al. (2012)	
Mould	Asthma	Jaakkola et al. (2011)
		Wilkinson et al. (2009)
Nitrogen dioxide	Cardiovascular disease	Kim et al. (2011)
	Hospital admissions	Logue et al. (2012)
	Mortality	Forastiere et al. (2011)
		Kim et al. (2011)
	Respiratory disease	Kim et al. (2011)
Logue et al. (2012)		
Noise	Annoyance	de Hollander et al. (1999)
		Knol und Staatsen (2005)
		Miedema et al. (2011)
	Cardiovascular disease	Knol und Staatsen (2005)
	Hypertension	Knol und Staatsen (2005)
	Ischaemic heart disease	de Hollander et al. (1999)
	Reduction in cognitive ability	Hygge und Kim (2011)
	Sleep disturbance	de Hollander et al. (1999)
		Knol und Staatsen (2005)
	Stress	Knol und Staatsen (2005)
Tinnitus	Deshaies et al. (2011)	
Noise (aircraft)	Annoyance	Lieb et al. (2012)
		Miedema et al. (2011)

Stressor	Outcome	Reference
	Cognitive impairment	Lieb et al. (2012)
	Ischaemic heart disease	Lieb et al. (2012)
	Sleep disturbance	Janssen et al. (2011) Lieb et al. (2012)
Noise (railway)	Annoyance	Lieb et al. (2012)
		Miedema et al. (2011)
	Cognitive impairment	Lieb et al. (2012)
	Infarction	Hornberg et al. (2013)
	Ischaemic heart disease	Lieb et al. (2012)
	Sleep disturbance	Janssen et al. (2011) Lieb et al. (2012)
Noise (traffic)	Annoyance	Lieb et al. (2012)
		Miedema et al. (2011)
	Cognitive impairment	Lieb et al. (2012)
	Ischaemic heart disease	Lieb et al. (2012)
		Babisch (2011b)
	Myocardial infarction	Babisch (2011a)
Sleep disturbance	Janssen et al. (2011)	
	Lieb et al. (2012)	
Ozone	Attacks of asthma	Knol und Staatsen (2005)
	Cardiovascular disease	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
		Knol und Staatsen (2005)
	Chronic obstructive pulmonary disease	Knol und Staatsen (2005)
		Lim et al. (2012)
	Mortality	Anenberg et al. (2010)
		de Hollander und Melse (2004)
		Logue et al. (2012)
	Pneumonia	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
Respiratory disease	de Hollander et al. (1999)	
	de Hollander und Melse (2004)	
	Knol und Staatsen (2005)	
Particulate matter (PM _{2.5})	Acute respiratory infections	Cohen et al. (2005)
		Woodcock et al. (2009)
	Bronchial cancer	Lim et al. (2012)
	Cardiopulmonary causes	Cohen et al. (2005)

Stressor	Outcome	Reference
	Cardiopulmonary disease	Hänninen und Knol (2011)
		Hornberg et al. (2013)
		Fattore et al. (2011)
		Wilkinson et al. (2009)
	Cardiorespiratory disease	Woodcock et al. (2009)
	Cerebrovascular disease	Lim et al. (2012)
	Chronic bronchitis	Hänninen und Knol (2011)
		Logue et al. (2012)
	Chronic obstructive pulmonary disease	Lim et al. (2012)
	Ischaemic heart disease	Lim et al. (2012)
	Lower respiratory infections	Lim et al. (2012)
	Lung cancer	Cohen et al. (2005)
		Fattore et al. (2011)
		Hänninen und Knol (2011)
		Lim et al. (2012)
		Hornberg et al. (2013)
		Wilkinson et al. (2009)
		Woodcock et al. (2009)
	Mortality	Anenberg et al. (2010)
		Fattore et al. (2011)
Logue et al. (2012)		
Orru et al. (2009)		
Restricted activity days	Hänninen und Knol (2011)	
Stroke	Logue et al. (2012)	
Tracheal cancer	Lim et al. (2012)	
Particulate matter (PM ₁₀)	Acute bronchitis	Zhang et al. (2006)
	Aggravation of Asthma	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
	Asthma attack	de Hollander und Melse (2004)
		Zhang et al. (2006)
	Cardiopulmonary disease	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
		Kim et al. (2011)
		Prüss-Üstün et al. (2008)
	Cardiovascular disease	Knol und Staatsen (2005)
Cardiovascular symptoms	Zhang et al. (2006)	
	de Hollander und Melse (2004)	

Stressor	Outcome	Reference
	Chronic bronchitis	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
		Zhang et al. (2006)
	Chronic obstructive pulmonary disease	Knol und Staatsen (2005)
	Chronic respiratory disease	de Hollander und Melse (2004)
	Chronic respiratory symptoms	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
	Coronary heart disease	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
	Lower respiratory tract infections	de Hollander und Melse (2004)
	Lower respiratory tract symptoms (aggravation)	de Hollander et al. (1999)
	Lung cancer	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
	Mortality (total, non-accidental & non-violent)	Forastiere et al. (2011)
		Kim et al. (2011)
		Röösli et al. (2005)
		Hornberg et al. (2013)
	Outpatient visits - internal medicines	Zhang et al. (2006)
	Outpatient visits - pediatrics	Zhang et al. (2006)
	Pneumonia	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
	Premature mortality	Zhang et al. (2006)
	Respiratory disease	Kim et al. (2011)
		Knol und Staatsen (2005)
		Prüss-Üstün et al. (2008)
	Respiratory symptoms	Zhang et al. (2006)
	Upper respiratory tract infections	de Hollander und Melse (2004)
	Upper respiratory tract symptoms (aggravation)	de Hollander et al. (1999)
Use of bronchodilators	de Hollander et al. (1999)	
	de Hollander und Melse (2004)	
Pesticide	Cancer effects	Fantke (2012)
	Non-cancer effects	Fantke (2012)
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)	Lung cancer	de Hollander et al. (1999)
Radon	Bronchial cancer	Lim et al. (2012)
	Lung cancer	de Hollander et al. (1999)

Stressor	Outcome	Reference
		de Hollander und Melse (2004)
		Knol und Staatsen (2005)
		Lim et al. (2012)
		Logue et al. (2012)
		Wilkinson et al. (2009)
	Tracheal cancer	Lim et al. (2012)
Second-hand smoke	Acute lower respiratory infection	Hänninen und Knol (2011)
	Acute otitis media	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
	Aggravation of asthma	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
	Asthma	Hänninen und Knol (2011)
		Logue et al. (2012)
		Öberg et al. (2011)
	Bronchial cancer	Lim et al. (2012)
	Cardiac death	Logue et al. (2012)
	Cerebrovascular accident	Wilkinson et al. (2009)
	Cerebrovascular disease	Lim et al. (2012)
	Ischaemic heart disease	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
		Hänninen und Knol (2011)
		Lim et al. (2012)
		Öberg et al. (2011)
	Lower respiratory infections	Lim et al. (2012)
		Öberg et al. (2011)
	Lower respiratory symptoms	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
	Lung cancer	de Hollander et al. (1999)
		de Hollander und Melse (2004)
(Hänninen & Knol 2011)		
Lim et al. (2012)		
Logue et al. (2012)		
Öberg et al. (2011)		
Myocardial infarction	Wilkinson et al. (2009)	
Otitis media	Hänninen und Knol (2011)	
	Lim et al. (2012)	
	Logue et al. (2012)	

Stressor	Outcome	Reference
		Öberg et al. (2011)
	Sudden infant death	de Hollander et al. (1999)
		Logue et al. (2012)
	Tracheal cancer	Lim et al. (2012)
Upper respiratory infections	Lim et al. (2012)	
Sulfur dioxide	Cardiovascular disease	Kim et al. (2011)
	Hospital admissions	Logue et al. (2012)
	Mortality	Kim et al. (2011)
	Respiratory disease	Kim et al. (2011)

Für die nachfolgenden Stressoren konnten Begründungen für die Auswahl von Krankheitsendpunkten in der jeweiligen Krankheitskostenstudie identifiziert werden (Beantwortung der Frage 16 des Kriterienkatalogs mit „+“, siehe Tabelle 32).

Tabelle 32: Stressoren mit eindeutig festgelegten Krankheitsendpunkten in den Studien zu Krankheitskosten

Stressor	Outcome	Reference
Particulate Matter	Respiratory diseases	Deng (2006)
		Hou (2010)
		Kan (2004)
		Seethaler (1999)
		Zmirou (1999)
		Zhang (2008)
	Child asthma	Deng (2006)
	Asthma attacks	Deng (2006)
		Hou (2010)
		Seethaler (1999)
		Zhang (2008)
	Chronic bronchitis	Deng (2006)
		Hou (2010)
		Seethaler (1999)
		Zhang (2008)
	Acute bronchitis	Hou (2010)
		Seethaler (1999)
		Zhang (2008)
	Pneumonia	El-Fadel und Massoud (2000)
	Chronic obstructive pulmonary disease	El-Fadel und Massoud (2000)
		Patancer (2011)
	Cardiovascular diseases	Hou (2010)
		Kan (2004)

Stressor	Outcome	Reference
		Seethaler (1999)
	Premature death	Kan (2004)
	Cough	Patancer (2011)
	Breathlessness	Patancer (2011)
	Wheezing	Patancer (2011)
	Cold	Patancer (2011)
	Allergic rhinitis	Patancer (2011)
	Asthma	Roy (2011)
Air pollution	Cardiac and respiratory diseases	Hedley (2008)
	Phlegm and sputum	Voorhees (2000)
	Lower respiratory illness	Voorhees (2000)
	Headache	Netalieva (2005)
	Runny nose, cough, fever, eye irritation	Netalieva (2005)
Ozone	Respiratory diseases	Ostro (2006)
		Pascal (2013)
	Asthma	Ostro (2006)
Asbestos	Mesothelioma	Watterson (2006)
Second-hand smoke	Ischaemic heart disease	Hauri (2011)
		Hauri (2009)
		Plescia (2011)
		Waters (2009)
	Stroke	Hauri (2011)
		Hauri (2009)
		Zollinger (2002)
	Lung cancer	Hauri (2011)
		Hauri (2009)
		Plescia (2011)
		Waters (2009)
		Zollinger (2002)
	Asthma	Hauri (2011)
		Hauri (2009)
		Plescia (2011)
		Zollinger (2002)
		Waters (2008)
	Nasal sinus cancer	Hauri (2011)
		Hauri (2009)
		Zollinger (2002)

Stressor	Outcome	Reference
	Chronic obstructive pulmonary disease	Hauri (2011)
	Other respiratory diseases	Hauri (2011)
	Preterm delivery	Hauri (2011)
	Chronoc bronchitis	Hauri (2009)
	Low birth weight	Plescia (2011)
		Waters (2008)
		Waters (2009)
	Acute lower respiratory illnesses	Plescia (2011)
		Waters (2009)
	Media and middle ear effusion	Plescia (2011)
		Waters (2009)
	Wheeze illness	Plescia (2011)
		Waters (2009)
	Respiratory Syncytial Virus bronchiolitis	Waters (2008)
	Acute oitis media	Waters (2008)
		Waters (2009)
Death due to: Perinatal death, Sudden Infant Death Syndrome, Respiratory Syncytial Virus bronchiolitis, asthma, burns	Waters (2008)	
Sickle cell disease crises	West (2003)	
Myocardial infarction	Zollinger (2002)	
Arteriosclerosis	Zollinger (2002)	
Cervical cancer	Zollinger (2002)	
Lead	IQ-decrements	Davies (2006)
		Gould (2009)
		Muenning (2009)
	Lead poisoning	Gould (2009) Stefanak (2005)
	ADHD crime	Gould (2009)
		Muenning (2009)
	IQ-decrements in children	Hackenmiller (2008)
Landrigan (2002)		
Pichery (2011)		
Arsenic	Arsenicosis	Khan (2007)
Mercury	IQ-losses in children	Hylander (2005)
		Transande (2005)
Noise	Ischaemic heart diseases	Bundesamt für Raumentwicklung (2008)

Stressor	Outcome	Reference
	Hypertension	Bundesamt für Raumentwicklung (2008)
	Cardiovascular diseases (myocardial infarction, coronary heart disease, congestive heart failure, stroke)	Greiser (2013)
	Diabetes mellitus	Greiser (2013)
	Dementia and Alzheimer's disease	Greiser (2013)
	Depression, psychoses and schizophrenia	Greiser (2013)
Mould	Asthma	Mudarri (2007)

Für die Quantifizierung der Krankheitslast ist zudem das Vorhandensein von EWF notwendig. Diese drücken den statistischen Zusammenhang zwischen Exposition gegenüber einem Stressor und dem Auftreten von gesundheitlichen Effekten aus. In Tabelle 33 sind jene Stressoren und zugehörige Studien aufgeführt, in denen die verwendeten EWF leider nicht ersichtlich sind und somit auch nicht - ohne eine eigene Recherche - für deutsche EBD-Studien verwendet werden könnten.

Tabelle 33: Stressoren, zu denen in den Studien zu Krankheitslasten in der Informationsmatrix keine EWF angegeben wurden

Stressor	Referenz
Arsenic	Adamson und Polya (2007)
	Lokuge et al. (2004)
	Howard et al. (2007)
	Molla et al. (2004)
Benzene	de Hollander et al. (1999)
	Logue et al. (2012)
Lead	Ezzati et al. (2002)
	Lim et al. (2012)
	Norman et al. (2010)
Cadmium	Logue et al. (2012)
Particulate matter (PM _{2.5})	Cohen et al. (2005)
	Logue et al. (2012)
Particulate matter (PM ₁₀)	de Hollander et al. (1999)
	Prüss-Üstün et al. (2008)
	Zhang et al. (2006)
Dampness	de Hollander et al. (1999)
	de Hollander und Melse (2004)
	Jaakkola et al. (2011)
Formaldehyde	Logue et al. (2012)
Ambient air pollution	Norman et al. (2010)
	Ezzati et al. (2002)
Indoor air pollution	Ezzati et al. (2002)
	Logue et al. (2012)
	Norman et al. (2010)
	Prüss-Üstün et al. (2008)

Carbon monoxide	Logue et al. (2012)
Noise	de Hollander et al. (1999)
Ozone	de Hollander et al. (1999)
	Lim et al. (2012)
	Logue et al. (2012)
Second-hand smoke	de Hollander et al. (1999)
	Lim et al. (2012)
	Logue et al. (2012)
	Öberg et al. (2011)
Pestizides	Fantke (2012)
Polycyclic aromatic hydrocarbons	de Hollander et al. (1999)
Radon	de Hollander et al. (1999)
	Lim et al. (2012)
	Logue et al. (2012)
Mould	Jaakkola et al. (2011)
Sulphur dioxide	Logue et al. (2012)
Nitrogen dioxide	Logue et al. (2012)
Toluene	Logue et al. (2012)
Xylene	Logue et al. (2012)

Im Bezug zu Kostenstudien liegen EWF für die Verknüpfung von Stressor und Gesundheitsendpunkt begrenzt vor. Für einige Stressoren liegen nur ausgewählte EWF vor. Für gut untersuchte Stressoren, wie Feinstaub oder Lärm, gibt es EWF, jedoch für Noxen, wie perfluorierte Chemikalien oder Phthalate, sind keine validen und allgemein akzeptierten EWF vorhanden. Innerhalb der Studienergebnisse der vorliegenden Informationsmatrix sind die verwendeten EWF für einen Stressor nicht immer benannt oder nachvollziehbar. Dieses gilt insbesondere für die Stressoren aufgelistet in Tabelle 34.

Tabelle 34: Stressoren mit keinen oder nicht vollständig nachvollziehbaren EWF in den Studien zu Krankheitskosten der Informationsmatrix

Stressor	Referenz
Particulate matter	Deng (2006)
	El-Fadel (2000)
	Hou (2010)
	Kan (2004)
	Patankar (2011)
	Roy (2011)
	Seethaler (1999)
	Zhang (2008)
	Zimirou (1999)
Ambient air pollution	Hedley (2008)
	Netalieva (2005)
	Wong (2004)
Nitrogen oxides	Patankar (2011)
Asbestos	Watterson (2006)

Second-hand smoke	Florence et al. (2007)
	Hauri (2009)
	Levy (2011a)
	Levy (2011b)
	McGhee (2006)
	Peters (1998)
	Plescia (2011)
	Waters (2008)
	Waters (2009)
	Zollinger (2002)
Mould	Mudarri (2007)
Lead	Davies (2006)
	Gould (2009)
	Hackenmiller-Pardis (2008)
	Pichery (2011)
Arsenic	Khan (2000)
Mercury	Transande (2011)
Noise	Bundesanstalt für Raumentwicklung (2008)
	Greiser (2013)

In den Kostenstudien wird selten eine differenzierte Gesamtzusammenstellung der Krankheiten berücksichtigt, sondern es liegt entweder eine umfassende geschätzte Gesamtkostendarstellung anhand der ausgelösten Krankheit(en) vor oder es werden punktuelle Auswirkungen berechnet. Damit könnte es möglicherweise zu einer Unterschätzung der Krankheitskosten kommen. Folgekosten von bestehenden, stressorbezogenen Erkrankungen werden entweder nur sehr allgemein oder nicht ausgewiesen.

Neben der hier dargestellten Limitation in der mangelhaften Darstellung der verwendeten EWF werden weitere Limitationen in den Studien genannt. Aus diesem Grund wurde geprüft, wie häufig unterschiedliche Limitationen in den Studien zu Krankheitslasten und Krankheitskosten genannt wurden. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen 35 und 36 dargestellt.

Tabelle 35: Limitationen genannt in den Krankheitslastenstudien

Häufigkeit der Limitationen	Art der Limitation
More than 20 times	Not all possible health outcomes were included.
	Incomplete estimation due to lack of data.
	Uncertainties associated with the exposure-response function.
	Others.
More than 10 times	Generalizability of effect sizes to different populations is uncertain.
	Used secondary data did not fit exactly to the study population.
	Data will tend to underestimate the full extent of morbidity/mortality.
	The interaction/additional effects of other environmental factors were not considered.

Häufigkeit der Limitationen	Art der Limitation
More than 5 times	Unlikely / oversimplified assumptions.
	Overestimation of effect size.
	Estimates of effect sizes based on different levels of evidence.
	Variations in definitions of exposure across available studies.
	No limitations are discussed.
	No accurate real-life representations.
Less than 5 times	Approach does not take account for (potentially) important trends in exposure.
	Conservative assumptions lead to an underestimation.
	Uncertainties due to data extrapolation or modelling.
	(Some) exposure data based on small sample sizes.
	Age-groups etc. had to be completed by modelling.
	Variation in Disability Weight has a large impact on the results.
	Insufficient control of confounding factors.
	Lack of clarity about an existing threshold.
	Uncertainties of risk modelling.
	Temporal changes of effect sizes were not considered.
	A general (not country-specific) outcome distribution was assumed.
	Not all relevant exposure scenarios were considered.
	Only a subset of possible pathways to health was modeled.
	Substantial uncertainties remain unsolved with respect to specific causative agents and mechanism of actions.
	Underestimation of the exposure-response functions due to misclassification in the health outcome definition.
	Underestimation of exposure prevalence.
	Underestimation of effect size.
	Differences in study year and age groups.
	Unlikely groupings.
	No empirical data can confirm the accuracy of the model.
	Underestimation due to avoidance behaviour.
	Results may not be fully representative for the population with regard to socio-demographic characteristics.
Unlikely assumption due to exposition through average concentration levels.	
Different results because of different methods.	
Evidence limited to prevailing low exposure levels estimation of threshold exceedances.	
Possible oversampling of geographical regions.	
Not named	Results may not be fully representative for the population with regard to health-related characteristics.
	Long-term care costs were not included.
	Not all relevant types of costs were considered.
	Direct comparison to precursor study was not possible due to methodological differences.
	Environmentally attributable fraction was based on expert judgements.

Häufigkeit der Limitationen	Art der Limitation
	Summation of yearly and lifetime costs.
	Unlikely assumptions due to transferability of exposure-response functions from other regions.
	Application uncertainties of willingness-to-pay methods because of different income levels.
	Estimates were only rough approximations.
	Mortality costs were not included.

Wie Tabelle 35 zeigt, sind die am häufigsten genannten Limitationen auf Datenlücken zurückzuführen. Es fehlen beispielsweise Daten zu Gesundheitsendpunkten und EWF.

Diese Auswertung wurde ebenfalls für die Krankheitskostenstudien erstellt, siehe Tabelle 36.

Tabelle 36: Limitationen genannt in den Krankheitskostenstudien

Häufigkeit der Limitation	Art der Limitation
More than 10 times	Not all relevant types of costs were considered.
	Not all possible health outcomes were included.
	Long-term care costs were not included.
	Incomplete estimation due to lack of data.
	Results may not be fully representative for the population with regard to socio-demographic characteristics.
	Data will tend to underestimate the full extent of morbidity/mortality.
	(Some) exposure data based on small sample sizes.
More than 5 times	Not all relevant exposure scenarios were considered.
	Results may not be fully representative for the population with regard to health-related characteristics.
	Others.
Less than 5 times	Generalizability of effect sizes to different populations is uncertain.
	No limitations are discussed.
	Different results because of different methods.
	The interaction/additional effects of other environmental factors were not considered.
	Underestimation of exposure prevalence.
	Insufficient control of confounding factors.
	Unlikely / oversimplified assumptions.
	Used secondary data did not fit exactly to the study population.
	Overestimation of effect size.
	Uncertainties associated with the exposure-response function.
	No empirical data can confirm the accuracy of the model.
	Direct comparison to precursor study was not possible due to methodological differences.
	Environmentally attributable fraction was based on expert judgements.
	Unlikely assumption due to exposition through average concentration levels.
	Estimates were only rough approximations.
Lack of clarity about an existing threshold.	

Häufigkeit der Limitation	Art der Limitation
	Substantial uncertainties remain unsolved with respect to specific causative agents and mechanism of actions.
	Summation of yearly and lifetime costs.
	Unlikely assumptions due to transferability of exposure-response functions from other regions.
	Application uncertainties of willingness-to-pay methods because of different income levels.
	Mortality costs were not included.
	No accurate real-life representations.
Not named	Temporal changes of effect sizes were not considered.
	Estimates of effect sizes based on different levels of evidence.
	A general (not country-specific) outcome distribution was assumed.
	Unlikely groupings.
	Age-groups etc. had to be completed by modelling.
	Variations in definitions of exposure across available studies.
	Variation in Disability Weight has a large impact on the results.
	Underestimation of the exposure-response functions due to misclassification in the health outcome definition.
	Underestimation due to avoidance behaviour.
	Approach does not take account for (potentially) important trends in exposure.
	Only a subset of possible pathways to health was modeled.
	Uncertainties of risk modelling.
	Conservative assumptions lead to an underestimation.
	Uncertainties due to data extrapolation or modelling.
	See general study limitations.
	Underestimation of effect size.
	Differences in study year and age groups.
Evidence limited to prevailing low exposure levels estimation of threshold exceedances.	
Possible oversampling of geographical regions.	

Teilweise zeigen sich Unterschiede in den genannten Limitationen der Krankheitslasten- und -kostenstudien. Die bei Krankheitskostenstudien am häufigsten aufgeführte Limitation lautet „Not all relevant types of costs were considered.“. Diese Limitation ist verständlicherweise nicht für Krankheitslastenstudien relevant. Dennoch können beim Vergleich der Limitationen gewisse Übereinstimmungen festgestellt werden. So sind die beiden Limitationen “Incomplete estimation due to lack of data.” und “Not all possible health outcomes were included” unter den vier am häufigsten genannten Limitationen bei beiden Quantifizierungsarten zu finden.

Durch die Unterschiede in den verfügbaren Daten, die vorhandene Methodenheterogenität, die unterschiedlichen Annahmen in den Studien und unterschiedlichen Bezugsräumen ist die Vergleichbarkeit der Studien eingeschränkt. Dieses wirkt sich auf die Übertragbarkeit der Ergebnisse internationaler Studien auf Deutschland aus.

Übertragbarkeit von Krankheitslastenstudien auf Deutschland

Die Übertragbarkeit der Studien ist unter anderem von dem geografischen Raum, für den die Berechnungen durchgeführt wurden, abhängig. Daher wurde zunächst eine Übersicht mit den

in der Datenbank enthaltenen geografischen Räumen, der Zitation der Studie sowie des Stressors erstellt. Die Ergebnisse für die Krankheitslasten sind in Tabelle 37 dargestellt.

Tabelle 37: Geografische Räume, auf die sich die Krankheitslastenstudien, die in der Informationsmatrix enthalten sind, beziehen

Name des geografischen Raums	Kurzzitationen der Studie	Untersuchte Stressoren	Anzahl (gesamt)
Bangladesch	Lokuge et al. (2004)	Arsen	5
	Howard et al. (2007)	Arsen	
	Howard et al. (2006)	Arsen	
	Adamson und Polya (2007)	Arsen	
Bangladesch (Haziganj Upazila)	Molla et al. (2004)	Arsen	
Deutschland	Hänninen & Knol (2011)*	Benzol, Dioxin, Feinstaub (PM _{2,5}), Transportlärm, Ozon, Passivrauch, Formaldehyd, Blei, Radon	5
	Babisch (2011a)	Lärm	
	Babisch (2011b)	Verkehrslärm	
	(Hornberg et al. 2013)	Benzol, Cadmium, Feinstaub (PM _{2,5} und PM ₁₀), Lärm, Ozon, Passivrauch	
	Prüss-Üstün et al. (2008)**	Feinstaub (PM ₁₀), Innenraumluftverschmutzung	
Estland (Tallinn)	Orru et al. (2009)	Feinstaub (PM _{2,5})	1
Indien	Wilkinson et al. (2009)	Luftverschmutzung	1
Italien (Mazzano & Rezzato)	Fattore et al. (2011)	Feinstaub (PM _{2,5})	1
Niederlande	De Hollander et al. (1999)	Benzol, Feinstaub, Feuchtigkeit, Lärm, Ozon, Passivrauch, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Radon	4
	Janssen et al. (2011)	Lärm	
	De Hollander et al. (2004)	Feinstaub, Ozon, Radon Feuchte, Passivrauch	
	Knol und Staatsen (2005)	Feinstaub (PM ₁₀), Ozon, Lärm, Radon, Feuchte	
Schweiz	Röösli et al. (2005)	Feinstaub (PM _{2,5})	2
	Lieb et al. (2012)	Bahnlärm, Fluglärm, Verkehrslärm	
Südafrika	Norman et al. (2007a)	Blei	3
	Norman et al. (2007b)	Innenraumluftverschmutzung	
	Norman et al. (2010)	Außenluftverschmutzung, Innenraumluftverschmutzung, Blei	
United Kingdom (London)	Wilkinson et al. (2009)	Kohlenmonoxid, Radon, Passivrauch, Feinstaub (PM _{2,5}), Schimmel	2
	Woodcock et al. (2009)	Feinstaub (PM _{2,5})	
USA	Logue et al. (2012)	Benzol, Cadmium, Feinstaub (PM _{2,5}), Formaldehyd, Innenraumluftverschmutzung, Inhaltsstoffe des Passivrauchs, Kohlenmonoxid, Ozon, Passivrauch, Radon, Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Toluol, Xylol	1
China (Shanghai)	Zhang et al. (2006)	Feinstaub (PM ₁₀)	1

Name des geografischen Raums	Kurzzitationen der Studie	Untersuchte Stressoren	Anzahl (gesamt)
Nepal (Dhading)	Dhimal et al. (2010)	Innenraumlftverschmutzung	1
Brasilien (Sao Paolo)	Miraglia et al. (2005)	Luftverschmutzung	1
Korea (Seoul)	Kim et al. (2011)	Luftverschmutzung, Feinstaub (PM ₁₀), NO ₂ , SO ₂ , CO	1
England	Forastiere et al. (2011)	Feinstaub (PM ₁₀), NO ₂	1
Länderzusammenschlüsse			
Europa	Janssen et al. (2011)	Lärm	2
	Miedema et al. (2011)	Lärm	
25 European countries (incl. Germany)	Fantke (2012)	Pestizide	1
45 European countries (incl. Germany)	Jaakkola et al. (2011)	Schimmel, Feuchte	1
Global	Cohen et al. (2005)	Feinstaub (PM _{2,5})	3
	Fewtrell et al. (2005)	Arsen	
	Lim et al. (2010)	Blei, Feinstaub (PM _{2,5}), Ozon, Passivrauch, Radon	
Euro-A	Anenberg et al. (2010)	Ozon, Feinstaub (PM _{2,5})	7
	Ezzati et al. (2002)	Außenraum Luftverschmutzung, Blei, Innenraumlftverschmutzung	
	Öberg et al. (2011)	Passivrauch	
	Deshaies et al. (2011)	Lärm	
	Fewtrell et al. (2005)	Blei	
	Hygge und Kim (2011)	Lärm	
	Valent et al. (2004)	Innenraumlftverschmutzung, Blei	

* In der Studie von Hänninen & Knol (2011) wurde die Krankheitslast für insgesamt sechs Länder (Belgien, Finnland, Frankreich, Italien, die Niederlande und Deutschland) berechnet. In der Datenbank wurden lediglich die Ergebnisse für Deutschland eingetragen.

** In der Studie Prüss-Üstün et al. (2008) wurde die Krankheitslast für insgesamt 192 Länder berechnet. In der Datenbank wurden lediglich die Ergebnisse für Deutschland eingetragen.

Die hier dargestellten Informationen zeigen, dass sich die im Rahmen des Projektes identifizierten Studien auf viele unterschiedliche geografische Räume beziehen. Dies sind z. B. regionale Bezugsräume wie Städte oder Regionen (Molla et al. 2004; Miraglia et al. 2005; Orru et al. 2009; Woodcock et al. 2009; Dhimal et al. 2010; Fattore et al. 2011; Kim et al. 2011). Ein weiterer Bezugsraum, für den einige Berechnungen durchgeführt wurden, ist die nationale Ebene. Die meisten Studien wurden für Bangladesch (5 Studien), Deutschland (5 Studien) und die Niederlande (4 Studien) gefunden. Wobei beachtet werden muss, dass manche Studien wie Hänninen und Knol (2011) und Prüss-Üstün et al. (2008) Berechnungen für verschiedene Länder durchgeführt haben, in die Datenbank aber nur die Ergebnisse für Deutschland aufgenommen wurden, wodurch sich ein verzerrtes Bild bezüglich des Bezugsraums entsteht. Die letzte Kategorie, die auch in der Tabelle gesondert dargestellt wurde, sind internationale Bezugsräume. Diese sind teilweise eigens in der Studie betrachtete Länderzusammenschlüsse, als auch anerkannte geografische Räume wie Europa oder die Einteilung der WHO in die Kategorie Euro-A.

Die hier dargestellten Informationen sind zudem Teil des Kriterienkatalogs und wurden für die Kategorie "Übertragbarkeit auf Deutschland" verwendet. Eine Übersicht über diese bewertete Kategorie des Kriterienkatalogs der Krankheitslastenstudien ist in Tabelle 38 kurz dargestellt.

Tabelle 38: Zusammenstellung der Bewertung der in Krankheitslasten- und Krankheitskostenstudien betrachteten Länder

Länder	Bevölkerungs pyramide	Lebens erwartung	Entwick lungsstand	Brutto sozial produkt pro Kopf	Mortalitäts strata A	DALY pro 100.000 Personen
Bangla- desch	-	+/-	-	-	-	+
Deutsch- land	+	+	+	+	+	+
Estland	+	+	/**	+/-	-	+
Italien	+	+	+	+	+	+
Nieder- lande	+	+	+	+	+	+
Schweiz	+	+	+	+	+	+
Dänemark	+	+	+	+	+	+
Frank-reich	+	+	+	+	+	+
Japan	+	+	+	+	Keine Bewertung	Keine Bewertung
Kasach-stan	-	-	+	-	-	+/-
Libanon	+	+/-	+	-	-	+/-
Südafrika	-	-	-	-	-	-
USA	+	+	+	+	+	+
Indien	-	-	-	-	-	-
United Kingdom	+	+	+	+	+	+
China	+/-	+	-	-	-	+
Nepal	-	-	-	-	-	+/-
Welt*	-	+/-	Keine Bewertung	-	Keine Bewertung	+
Brasilien	-	+/-	-	-	-	+
Korea	+/-	+	-	+	-	+
Slovakei	+/-	+	+	+/-	-	+
Europa*	+/-	+	Keine Bewertung	+/-	Keine Bewertung	+

* Verwendung von weiteren Datenquellen, die nicht im Kriterienkatalog vorgeben sind.

** „...countries of eastern Europe and of the Commonwealth of Independent States (code 172) in Europe are not included under either developed or developing regions“ (United Nations Division 2013)

Übergreifende geografische Räume und Länderzusammenschlüsse konnten nicht vollständig bewertet werden, da für diese keine vergleichbaren Daten zur Verfügung stehen. Daher wurde

für die Studien von Fantke (2012) und Jaakkola et al. (2011) der letzte Teil des Kriterienkatalogs unbewertet gelassen. Ebenso wurde für die Studien, die sich auf den geografischen Raum Euro-A beziehen, keine Bewertung der Übertragbarkeit auf Deutschland durchgeführt, da die entsprechenden Daten nicht zur Verfügung stehen.

In der dargestellten Tabelle 38 sind Länder enthalten, deren Ergebnisse, bewertet nach den im Projekt festgelegten Kriterien (vgl. Kapitel 5.3 und Anhang 9.1), sich gut auf die aktuelle Situation in Deutschland übertragen lassen (5- oder 6-mal mit + bewertet). Diese Länder sind Italien, die Niederlande, die Schweiz, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten von Amerika. Bei den Ergebnissen von anderen Ländern, die größtenteils mit minus bewertet wurden, ist eine Übertragbarkeit unsicher. Beispiele hierfür sind Südafrika und Indien. Diese Ergebnisse gelten als Richtlinie und sollen nicht als alleiniges Argument für oder gegen die Verwendung der Daten sprechen. Weitere Diskussionspunkte finden sich in Kapitel 6.1.3 und 6.1.5.

Ein weiterer zentraler Aspekt, der die Übertragbarkeit der Studienergebnisse beeinflusst, ist die Exposition, die in der Studie zu Berechnung der Krankheitslast verwendet wurde. Daher sind in der Tabelle 39 die in den Studien angebenen Expositionsdaten mit der Einheit sowie des Expositionsmediums und der Bezugsbevölkerung dargestellt.

Tabelle 39: Zusammenstellung der in den Krankheitslastenstudien angegebenen Expositionsdaten (so wie in der Datenbank hinterlegt)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurz zitation)
Air pollution	Outdoor	n.n.	Europa A (EurA) (defined by WHO)	(Ezzati et al. 2002)
Air pollution	Outdoor	47.4 µg/m ³ PM10, 8.25 ppm CO, 14.7 µg/m ³ SO2, µg/m ³ NOx, 247.9 µg/m ³	Population of Brazil	(Miraglia et al. 2005)
Air pollution	Outdoor air pollution due to PM ₁₀ and PM _{2.5}	Population weighted mean (urban areas with monitoring data): PM ₁₀ : 46.9 µg/m ³ , PM _{2.5} : 26.6 µg/m ³	Urban population of South Africa (2000)	(Norman et al. 2010)
Air pollution	Indoor air pollution due to incomplete combustion	n. n.	Population of India (< 5 years and > 30 years)	(Wilkinson et al. 2009)
Arsenic	Exposure due to drinking water resources	Given in table 5 (p. 1914) in µg/L (quantity of people exposed with x10-50, 50-100 etc. µg/L)	Bangladesh population exposed to arsenic levels > 10 µg/L (no concrete reference year)	(Adamson & Polya 2007)
Arsenic	Exposure to drinking water	People with arsenic concentrations with more than 50µg/L	Global population aged 10 years and older (no concrete reference year)	(Fewtrell et al. 2005)
Arsenic	Exposure due to drinking water resources	Given in table 1 (p. 350)	n. n.	(Howard et al. 2006)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurzzitation)
Arsenic	Chronic exposure through (tube-well) drinking water	n. n.	Population of Bangladesh	(Howard et al. 2007)
Arsenic	Chronic exposure through (tube-well) drinking water	> 50 mg/L	Population of Bangladesh	(Lokuge et al. 2004)
Arsenic	n. n.	n. n.	168 Bangladeshi people suffering from arsenicosis, all ages and both sexes	(Molla et al. 2004)
Benzene	n. n.	n. n.	Population of the Netherlands	(de Hollander et al. 1999)
Benzene	Indoor air pollution	2.5 µg/m ³	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Benzene	Average annual exposure concentration	1.8 µg m ³	Population of Germany	(Hornberg et al. 2013)
Benzene	Inhalation exposure (ambient and indoor air)	1.83µg/m ³	14 geographical regions (defined by WHO), general population	(Hänninen & Knol 2011)
Cadmium	Indoor air pollution	2.6 x 10 ⁻³	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Cadmium	Inhalation exposure (ambient air)	0.0002131 µg/m ³	Population of Germany	(Hornberg et al. 2013)
Carbon monoxide	Outdoor air pollution through incinerators	Emission standard: 0.839 ppb; measured level: 0.177 ppb	Population of Seoul	(Kim et al. 2011)
Carbon monoxid	Indoor air pollution	810 µg/m ³	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Carbon monoxide	Indoor exposure in United Kingdom housing stocks	n. n.	United Kingdom housing stock	(Wilkinson et al. 2009)
Dampness	Damp in houses	n. n.	Population of the Netherlands	(de Hollander et al. 1999)
Dampness	Damp in houses	0.175 (0.07 stDev) prevalence	Population of the Netherlands	(de Hollander & Melse 2004)
Dampness	Home environment	15% (10 - 25%)	Population of the 45 European countries, ages 0 - 14 years	(Jaakkola et al. 2011)
Dampness	Damp in houses	Percentage of damp houses, shown graphically p. 51, figure 8	Population of the Netherlands	(Knol & Staatsen 2005)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurzzitation)
Dioxins (including furans and dioxin-like PCBs)	Survey (questionnaire) on food consumption	2.0 pg/kg bw/d daily intake of adults	Population of Germany	(Hänninen & Knol 2011)
Formaldehyde	Annual mean residential indoor concentration	26.0 µg/m ³	German toddlers 0-3 years	(Hänninen & Knol 2011)
Formaldehyde	Indoor air pollution	69 µg/m ³	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Indoor air pollution (Smoke from solid fuel)	Indoor air pollution	% of households using solid fuels	Population in Dhading, Nepal younger than 5 years	(Dhimal et al. 2010)
Indoor air pollution (Smoke from solid fuel)	Indoor air pollution	n.n (% of households using solid fuels)	Europa A (EurA) (defined by WHO)	(Ezzati et al. 2002)
Indoor air pollution (air pollutants)	Indoor air pollution	n. n.	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Indoor air pollution (Smoke from solid fuel)	Indoor air pollution	% of households using solid fuels	Population of South Africa	(Norman et al. 2007b)
Indoor air pollution (smoke from solid fuels)	Indoor air pollution	33% households using solid fuels	Adult (30+) and childish population (under 5 years of age) population of South Africa	(Norman et al. 2010)
Indoor air pollution (Smoke from solid fuel)	Indoor air pollution	< 5% of households using solid fuels	Population of Germany aged under 5 and above 30 years	(Prüss-Üstün et al. 2008)
Indoor air pollution (Smoke from solid fuel)	Indoor air pollution	% of households using solid fuels: EurA 0	Europa A (EurA) (defined by WHO), 0 - 4 years	(Valent et al. 2004)
Lead	No specific kind of exposure (measured in blood)	n.n	Europa A (EurA) (defined by WHO),	(Ezzati et al. 2002)
Lead	No specific kind of exposure (measured in blood)	3.7 µg/dL	Europa A (EurA) (defined by WHO),	(Fewtrell et al. 2004)
Lead	Distribution of blood lead levels	22.0 µg/l	Population of Germany	(Hänninen & Knol 2011)
Lead	No specific kind of exposure (measured in blood)	n. n.	21 regions (summarizing 187 countries) of the world, > 15 and ≥ 25 years	(Lim et al. 2012)
Lead	No specific kind of exposure (measured in blood)	n. n.	Western Europe, all ages	(Lim et al. 2012)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurzzitation)
Lead	No specific kind of exposure (measured in blood)	0-4 years: 7.5 µg/dl blood (urban), 5.5 µg/dl blood (rural); 15+ years: 7.4 µg/dl blood (urban), 5.5 µg/dl blood (rural)	South Africa, Children < 5 and adults ≥ 30 years	(Norman et al. 2007a)
Lead	No specific kind of exposure (measured in blood)	Ranges from 5.5 µg/dl to 7.5 µg/dl	Adult (30+) and childish (under 5 years of age) population of South Africa (2000)	(Norman et al. 2010)
Lead	No specific kind of exposure (measured in blood)	28 - 45µg/L	Europa A (Euro A) (defined by WHO), 0 - 4 years	(Valent et al. 2004)
Mould	Home environment	10% (5 - 25%)	Population of the 45 European countries, ages 0 - 14 years	(Jaakkola et al. 2011)
Mould	Indoor exposure in United Kingdom housing stocks in %	17.7%	United Kingdom housing stock	(Wilkinson et al. 2009)
Noise	n. n.	n. n.	Population of the Netherlands	(de Hollander et al. 1999)
Noise	Environmental noise	Not available	Population aged 15 years and older in the Europa A region	(Deshaies et al. 2011)
Noise	Auditive	Exposed population (aged 7 - 19 years): < 55 Ldn: 11.24%, 55 - 65 Ldn: 3.14%, 65 - 75 Ldn: 1.82%, > 75 Ldn: 0.33%	Children aged 7 - 19 years in the Europa A region	(Hygge & Kim 2011)
Noise	Auditive	Exposure is given graphically p. 42, figure 4	Population of the Netherlands	(Knol & Staatsen 2005)
Nitrogen dioxide	Outdoor air pollution through incinerators	Emission standard: 1.343 ppb; measured level: 0.448 ppb	Population of Seoul	(Kim et al. 2011)
Nitrogen dioxide	Outdoor air pollution through incinerators	Measured data: 0.1944 µg/m ³ National limit: 0.2271 µg/m ³	Population of Italy living within 3km of an incinerator	(Forastiere et al. 2011)
Nitrogen dioxide	Outdoor air pollution through incinerators	Measured data: 0.1346 µg/m ³ National limit: 0.2855 µg/m ³	Population of England living within 3 km of an incinerator	(Forastiere et al. 2011)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurzcitation)
Nitrogen dioxide	Outdoor air pollution through incinerators	National level: 0.0078 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Population of Slovakia living within 3 km of an incinerator	(Forastiere et al. 2011)
Nitrogen dioxide	Indoor air pollution	13.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Ozone	Air pollution	56.7 ppb	Europa A (EurA) (defined by WHO)	(Anenberg et al. 2010)
Ozone	Air pollution	n. n.	Population of the Netherlands	(de Hollander et al. 1999)
Ozone	Air pollution	45.6 (6.8 stDev) 8-hours $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Population of the Netherlands	(de Hollander & Melse 2004)
Ozone	Ambient concentration in air	n. n.	21 regions (summarizing 187 countries) of the world, ≥ 25 years	(Lim et al. 2012)
Ozone	Ambient concentration in air	n. n.	Western Europe, ≥ 25 years	(Lim et al. 2012)
Ozone	Indoor air pollution	17.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Ozone	Ambient concentration in air	Annual mean of daily 8 hour (13-20h) mean ozone values 1990 - 2002, no concrete number stated, figure p. 35	Population of the Netherlands	(Knol & Staatsen 2005)
Ozone	Ambient concentration in air	55.4 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ ozone, 3,464 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ SOM035 in 2009	Population of Germany	(Hornberg et al. 2013)
Particulate matter (PM _{2.5})	Ambient concentration of particles with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 μm	14.77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.40-39.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Global population older 30 years	(Anenberg et al. 2010)
Particulate matter (PM _{2.5})	Air pollution, long-term exposure & short-term exposure	n. n.	Population of the Netherlands	(de Hollander et al. 1999)
Particulate matter (PM _{2.5})	Ambient concentration of particles with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 μm	n. n.	Europa A (EurA) (defined by WHO)	(Cohen et al. 2005)
Particulate matter (PM _{2.5})	Ambient concentration of particles with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 μm	42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Population older than 30 years of Mazzano (Italy)	(Fattore et al. 2011)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurzzitation)
Particulate matter (PM _{2.5})	Ambient concentration of particles with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 µm	n. n.	21 regions (summarizing 187 countries) of the world, age < 5 years and ≥ 25	(Lim et al. 2012)
Particulate matter (PM _{2.5})	Ambient concentration of particles with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 µm	n. n.	Western Europe, age < 5 years and ≥ 25 years	(Lim et al. 2012)
Particulate matter (PM _{2.5})	Ambient concentration of particles with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 µm	16.0 µg/m ³	Population of Germany	(Hänninen & Knol 2011)
Particulate matter (PM _{2.5})	Indoor air pollution	15.9 µg/m ³	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Particulate matter (PM _{2.5})	Ambient concentration of particles with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 µm	11.6 µg/m ³	Tallinn population aged 28 years or older	(Orru et al. 2009)
Particulate matter (PM _{2.5})	Ambient concentration of particles with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 µm	14.6 µm/m ³	German population	(Hornberg et al. 2013)
Particulate matter (PM _{2.5})	Indoor exposure in UK housing stocks	5.5 µg/m ³	United Kingdom housing stock	(Wilkinson et al. 2009)
Particulate matter (PM _{2.5})	Outdoor	7.8 µg/m ³ due to lower-carbonemission vehicles; 7.7 µg/m ³ due to increased active travel; 7.4 µg/m ³ due to sustainable transport	Population of London, United Kingdom	(Woodcock et al. 2009)
Particulate matter (PM ₁₀)	Outdoor air	34.4 (3.4 stDev) ann.av. 24-h (µg/m ³), ann.av. 8-hour (µg/m ³)	Population of the Netherlands	(de Hollander & Melse 2004)
Particulate matter (PM ₁₀)	Outdoor air pollution through incinerators	Measured data: 0.0030 µg/m ³ National limit: 0.0114 µg/m ³	Population of Italy living within 3 km of an incinerator	(Forastiere et al. 2011)
Particulate matter (PM ₁₀)	Outdoor air pollution through incinerators	National limit: 0.0078 µg/m ³	Population of Slovakia living within 3 km of an incinerator	(Forastiere et al. 2011)
Particulate matter (PM ₁₀)	Outdoor air pollution through incinerators	Measured data: 0.0016 µg/m ³ National limit: 0.0143 µg/m ³	Population of England living within 3 km of an 145l incinerator	(Forastiere et al. 2011)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurz zitation)
Particulate matter (PM ₁₀)	Outdoor air pollution through incinerators	Emission standard: 0.504 µg/m ³ ; measured level: 0.020 µg/m ³	Population of Seoul	(Kim et al. 2011)
Particulate matter (PM ₁₀)	Outdoor air pollution	29 µg/m ³	Population of the Netherlands	(Knol & Staatsen 2005)
Particulate matter (PM ₁₀)	Outdoor air pollution	Mean urban concentration: 29 µg/m ³	Population of Germany aged under 5 and above 30 years	(Prüss-Üstün et al. 2008)
Particulate matter (PM ₁₀)	Ambient concentration in air	19,6 µg/m ³	Population of Switzerland	(Röösli et al. 2005)
Particulate matter (PM ₁₀)	Ambient concentration of particles with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 µm	20.1 µm/m ³	Population of Germany	(Hornberg et al. 2013)
Particulate matter (PM ₁₀)	Ambient air	n. n.	Population living in the area of greater Shanghai	(Zhang et al. 2006)
Pesticides	Inhalation and ingestion	Given graphically in figure 2.8 (p. 46)	Population of 25 European countries	(Fantke 2012)
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)	n. n.	n. n.	Population of the Netherlands	(de Hollander et al. 1999)
Radon	n. n.	n. n.	Population of the Netherlands	(de Hollander et al. 1999)
Radon	n. n.	23-24 Bq m ⁻³ average indoor concentration (Bq m ⁻³)	Population of the Netherlands	(de Hollander & Melse 2004)
Radon	Residential	700 microsievvert mean individual inhalation dose over 10 years	Population of the Netherlands	(Knol & Staatsen 2005)
Radon	Residential	n. n.	21 regions (summarizing 187 countries) of the world, all ages	(Lim et al. 2012)
Radon	Residential	n. n.	Western Europe, all ages	(Lim et al. 2012)
Radon	Indoor air pollution	n. n.	Population of the USA, smokers	(Logue et al. 2012)
Radon	Indoor exposure in United Kingdom housing stocks	21.7 Bq/m ³	United Kingdom housing stock	(Wilkinson et al. 2009)
Second-hand smoke	n. n.	n. n.	Population of the Netherlands	(de Hollander et al. 1999)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurzzitation)
Second-hand smoke	n. n.	0.22 - 0.60 smoking partner	Population of the Netherlands	(de Hollander & Melse 2004)
Second-hand smoke	Children and non-smoking adults reporting exposure to second-hand smoke	n. n.	21 regions (summarizing 187 countries , age < 5 and age ≥25 years	(Lim et al. 2012)
Second-hand smoke	Children and non-smoking adults reporting exposure to second-hand smoke	n. n.	Western Europe, all ages	(Lim et al. 2012)
Second-hand smoke (and subset of compounds of second-hand smoke)	Indoor air pollution	n. n.	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Second-hand smoke	% of people exposed (= yes)	24 % in children, 31 % in adults	Not clear because results for different age groups are combined	(Hänninen & Knol 2011)
Second-hand smoke	Children and non-smoking adults reporting exposure to second-hand smoke	n. n.	Europa A (EurA) (defined by WHO), adults and children < 15 years	(Öberg et al. 2011)
Second-hand smoke	% of people exposed (= yes)	% of people exposed p. 302	German non-smoking population	(Hornberg et al. 2013)
Second-hand smoke	Indoor exposure in UK housing stocks in %	1,5%	UK housing stocks (adults above the age of 30)	(Wilkinson et al. 2009)
Sulfur dioxide	Outdoor air pollution through incinerators	Emission standard: 0.049 ppb; measured level: 0.021 ppb	Population of Seoul (2007)	(Kim et al. 2011)
Sulfur dioxide	Indoor air pollution	2.9 µg/m ³	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Toluene	Indoor air pollution	2.3 µg/m ³	Population of the USA	(Logue et al. 2012)
Traffic noise		Approximately 16% were exposed to exceeding 65 dB(A) L _{day16hr} , 15% were exposed to 60-65 dB(A) L _{day16hr} , 69% were exposed to levels below 60 dB(A) L _{day16hr}	Population of Berlin	(Babisch 2011a)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurzzitation)
Traffic noise - road		31% people exposed to road traffic noise levels > 60 dB(A)	Population of Germany	(Babisch 2011b)
Traffic noise - road	Traffic noise	44% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to <45 dB(A); 1% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to > 69 dB(A), table on p. 63	285 million EU persons living in agglomerations with > 50 000 inhabitants	(Janssen et al. 2011)
Traffic noise - Aircraft	Traffic noise	96% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to <45 dB(A); 0% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to > 69 dB(A), table on p. 64	285 million EU persons living in agglomerations with > 50 000 inhabitants	(Janssen et al. 2011)
Traffic noise - rail	Traffic noise	93% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to <45 dB(A); 0 % of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to > 69 dB(A), table on p. 63r	285 million EU persons living in agglomerations with > 50 000 inhabitants	(Janssen et al. 2011)
Traffic noise - road	Traffic noise	25.9% of people are exposed to 45-49 dB(A); 3% of people exposed to > 54 dB(A), table on p. 62	Population of the Netherlands	(Janssen et al. 2011)
Traffic noise - rail	Traffic noise	12% of general Dutch population reported being highly disturbed in 2003	Population of the Netherlands	(Janssen et al. 2011)
Traffic noise	Traffic noise	n. n.	Population of Switzerland	(Lieb et al. 2012)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurz-zitation)
Traffic noise - road	Traffic noise	Exposure is given graphically in Fig. 8-1, p. 22	Population of Switzerland	(Lieb et al. 2012)
Traffic noise - rail	Traffic noise	Exposure is graphically given in Fig. 8-2, p. 23	Population of Switzerland	(Lieb et al. 2012)
Traffic noise - aircraft	Traffic noise	Exposure is graphically given in Fig. 8-3, p. 23	Population of Switzerland	(Lieb et al. 2012)
Traffic noise - road	Traffic noise	0% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to < 55 dB(A); 1% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to > 75 dB(A) table on p. 94,	85 million EU persons living in agglomerations with > 50 000 inhabitants	(Miedema et al. 2011)
Traffic noise - rail	Traffic noise	95% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to < 55 dB(A); 0% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to > 75 dB(A) table on p. 95,	85 million EU persons living in agglomerations with > 50 000 inhabitants	(Miedema et al. 2011)
Traffic noise - Aircraft	Traffic noise	50% of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to < 55 dB(A); 1 % of people living in large agglomerations (> 50 000 inhabitants) are exposed to > 75 dB(A) table on p. 94,	85 million EU persons living in agglomerations with > 50 000 inhabitants	(Miedema et al. 2011)
Traffic noise - road	Traffic noise	Percentage of people exposed to L_{den} (55 - > 75 dB(A)) and L_{night} (50 - >70 dB(A)) p.185	German population living in agglomerations	(Hornberg et al. 2013)

Stressor	Expositionsmedium	Exposition und Einheit	Bezugsbevölkerung	Studie (Kurz zitation)
Traffic noise - Aircraft	Traffic noise	Percentage of people exposed to L_{den} (55 - > 75 dB(A)) and L_{night} (50 - >70 dB(A)) p. 188	German population living in agglomerations	(Hornberg et al. 2013)
Traffic noise - rail	Traffic noise	Percentage of people exposed to L_{den} (55 - > 75 dB(A)) and L_{night} (50 - >70 dB(A)) p.185	German population living in agglomerations	(Hornberg et al. 2013)
Xylene	Indoor air pollution	Xylene o $8.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, xylene m/p $9.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, xylenes $7.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Population of the USA	(Logue et al. 2012)

Zur Beurteilung der Übertragbarkeit auf Deutschland sollten die entsprechenden Expositionsdaten für Deutschland herangezogen und verglichen werden. Diese Daten wurden recherchiert und sind in Tabelle 40 zusammengefasst. Ebenso ist die Quelle der Daten aufgelistet, um gegebenenfalls weiterführende Recherchen zu ermöglichen. Diese Angaben sind zudem Teil des Kriterienkatalog (vergleiche Frage 38 des Kriterienkatalogs).

Tabelle 40: Expositionsdaten für Deutschland

Stressor	Werte	Quelle
Ammoniak (NH ₃)	Reinluft: 0,1 - 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Forstwirtschaftlich geprägte Gebiete: 1,0 - 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ackerbaulich geprägte Gebiete: 1 - 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Gebiete mit intensiver Viehhaltung: 5 - 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nicht explizit auf Deutschland bezogene Werte (europaweit), Außenluft, kein Referenzjahr angegeben)	Bayerisches Landesamt für Umwelt (2013, S. 3, zit. nach Dämmgen & Sutton 2001; Hej & Erisman 1997)
	7-stufige chemische Gewässergüteklasseklassifikation für Ammonium (NH ₄): bei 82 % von 257 Messstellen Einhaltung der Güteklasse I, I - II und II (I: $\leq 0,04 \text{ NH}_4 \text{ mg}/\text{l}$, I - II: $\leq 0,10 \text{ NH}_4 \text{ mg}/\text{l}$, II: $\leq 0,30 \text{ NH}_4 \text{ mg}/\text{l}$) Keine Einstufung in die höchsten Güteklassen III-IV ($\leq 2,40 \text{ NH}_4 \text{ mg}/\text{l}$) und IV ($> 2,40 \text{ NH}_4 \text{ mg}/\text{l}$) (Oberflächengewässer, 2011)	Umweltbundesamt (2013) und Arle et al. (2013)
Asbest	Reinluftgebiete: 50 - 100 F/m ³ (Außenluft) Konzentration in Außenluft in Ballungsgebieten in Mitteleuropa durch langsame Abwitterung: 50 - 150 F/m ³ (nicht explizit auf Deutschland bezogen (Mitteleuropa), Außenluft, kein Referenzjahr angegeben)	Kühne und Schaefer (2014, S. 2, zit. nach Rödelsperger et al. 2004; Handbuch der Umweltgifte 2007; Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009)
Arsen	4,21 - 6,99 $\mu\text{g}/\text{l}$ FG (Urin, 2009)	Umweltprobenbank (2014d)
	4,40 $\mu\text{g}/\text{l}$ (Urin 3 - 14-Jähriger, 2003/06) (KUS)	Umweltbundesamt (2007a, S. 2)

Stressor	Werte	Quelle
	Anzahl der Nichteinhaltung des Grenzwertes im Trinkwasser von 0,01 mg/l (Grenzwert in: (Mendel et al. 2001)): 1 WVG (17 Überschreitungen bei 21 Untersuchungen) (2010) → räumliche Konzentration	Bundesministerium für Gesundheit und Umweltbundesamt (2011, S. 81)
Benzol	1,90 µg/m ³ (Innenraum, 2003/06) (KUS)	Umweltbundesamt (2010, S. 54)
	< 4 µg/m ³ (Außenluft, 2010/14)	Umweltbundesamt (2014b)
Blei	11,40 - 14,12 µg/l FG (Vollblut, 2009)	Umweltprobenbank (2014a)
	16,3 µg/l (Urin 3 - 14-Jähriger, 2003/06) (KUS)	Umweltbundesamt (2007a, S. 2)
Cadmium	0,2131 ng/m ³ (Außenluft, 2009)	Hornberg et al. (2013, S. 130)
	0,24 - 0,32 µg/l FG (Vollblut, 2009)	Umweltprobenbank (2014b)
	0,068 g/l (Urin 3 - 14-Jähriger, 2003/06) (KUS)	Umweltbundesamt (2007a, S. 26)
Dioxin	2,69 - 5,08 pg/kg KG WHO-PCDD/F-TEQ Aufnahme pro Woche (untere Schwelle - obere Schwelle) 12,66 - 16,89 pg/kg KG WHO-PCDD/F-PCB-TEQ Aufnahme pro Woche (untere Schwelle - obere Schwelle) (Vorläufige Schätzung ohne Bezugsjahr, Daten ab 2000)	BfR (2010, S. 41) (Zusatz: es gibt eine Dioxindatenbank http://www.dioxindb.de/ → Anmeldung erforderlich)
Quecksilber	0,65 - 0,89 µg/l FG Vollblut 0,13 - 0,20 µg/l FG Urin (2009)	Umweltprobenbank (2014c)
	0,23 µg/l (Urin 3 - 14-Jähriger, 2003/06) (KUS)	Umweltbundesamt (2007a, S. 28)
Formaldehyd	23,3 µg/m ³ (2003/06, Innenraum) (KUS)	(Umweltbundesamt 2010, S. 101)
Kohlenstoffmonoxid (CO)	Ländlich: ca. 1µg/m ³ Städtisch: ca. 2,5 µg/m ³ Verkehr: ca. 0,4 mg/m ³ (2012, Außenluft, Baden-Württemberg)	Landesanstalt für Umwelt Messungen und Naturschutz (o. J.)
	136 - 164 ppb (Außenluft, 2011)	(Umweltbundesamt o. J. - b, S. 1)
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	391 - 411 ppm (Außenluft, 2011)	(Umweltbundesamt o. J. - a, S. 1)
Pestizide	Organochlorpestizide → Hexachlorbenzol: 0,01 - 0,01 µg/l FG (Blutplasma) Pentachlorphenol: 0,38 - 0,63 µg/l FG (Blutplasma) Pentachlorphenol: 0,05 - 0,09 µg/l FG (Urin, 2010)	Umweltprobenbank (2014e)

Stressor	Werte	Quelle
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Naphthalin: < 1,0 µg/m ³ (Innenraum, 2003/06) (KUS)	Umweltbundesamt (2010, S. 6)
	Hydroxyphenanthren ³⁰ : 0,52 µg/l (Urin 3 - 14-Jähriger, 2003/06) (KUS)	Umweltbundesamt (2007a, S. 68)
	Überschreitungen des Zielwertes von 1 ng/m ³ in % des PAK-Markers in der Luft, Benzo[a]pyren: Verkehrsnah: 4% (Vor-)städtisch: 1% Industrienah: 1% Ländlich: 0%	Umweltbundesamt (2012b, S. 14)
Schwefeldioxid	2,9 µg/m ³ (Außenluft, Brandenburg, 2012)	Landesamt für Umwelt Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (2013, S. 9)
	0,4 - 1,0 µg/m ³ (Außenluft, 2008)	Umweltbundesamt (o. J. - c, S. 1)
Schimmel/Feuchte	14,9 % Schimmelbefall (2003/06) (KUS, KiGGS)	Robert Koch-Institut und Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (2008, S. 120)
Stickoxide	/	/
Stickstoffdioxid	Ländlich: ca. 10 µg/m ³ Städtisch: ca. 22 µg/m ³ Städtisch verkehrsnah: ca. 42 µg/m ³ (Außenluft, 2013)	Umweltbundesamt (2014a, S. 9)
Ozon	Ländlich: ca. 59 µg/m ³ Städtisch: ca. 44 µg/m ³ Städtisch verkehrsnah: ca. 37 µg/m ³ (Außenluft, 2013)	Umweltbundesamt (2014c)
	Bevölkerungsgewichtete mittlere Exposition: 55,40 µg/m ³ (2009, Außenluft) (differenziert nach Expositionsgruppe auf S. 281)	Hornberg et al. (2013, S. 281)
Toluol	13,6 µg/m ³ (Innenraum, 2003/06) (KUS)	Umweltbundesamt (2010, S. 6)
Xylol	4,81 µg/m ³ (Innenraum, 2003/06) (KUS)	Umweltbundesamt (2010, S. 6)
Lärm	Strassenverkehrslärm Anzahl der exponierten Personen in Agglomerationen 55- >75 L _{den} und 50- >70 L _{night} (2012)	Eionet Forum (2012)
	Luftverkehrslärm Anzahl der exponierten Personen in Agglomerationen 55- >75 L _{den} und 50- >70 L _{night} (2012)	Eionet Forum (2012)

³⁰ Als Hydroxyphenanthrene werden zusammengefasst: 1-Hydroxypyren, 1-Hydroxyphenanthren, 2/9-Hydroxyphenanthren, 3-Hydroxyphenanthren, 4-Hydroxyphenanthren.

Stressor	Werte	Quelle
	Zugverkehrslärm Anzahl der exponierten Personen in Agglomerationen 55- >75 L_{den} und 50- >70 L_{night} (2012)	Eionet Forum (2012)
Radon	Im Freien: ca. 5 - 30 Bq/m ³ Innenraum: ca. 50 Bq/m ³ , 10% > 100 Bq/m ³ (Allgemeingültige Werte)	Bundesamt für Strahlenschutz (2013, S. 2)
PM 10	Ländlich: ca. 16 µg/m ³ Städtisch: ca. 19 µg/m ³ Städtisch verkehrsnah: ca. 24 µg/m ³ (Außenluft, 2013)	Umweltbundesamt (2014a, S. 7)
	Bevölkerungsgewichtete mittlere Exposition: 20,1 µg/m ³ (Außenluft, 2009) (differenziert nach Expositionsgruppe auf S. 161)	Hornberg et al. (2013, S. 161)
PM 2,5	6 - 23 µg/m ³ (Außenluft, 2013)	Umweltbundesamt (o. J.)
	Bevölkerungsgewichtete mittlere Exposition: 14,6 µg/m ³ (Außenluft, 2009) (differenziert nach Expositionsgruppen auf S. 164)	Hornberg et al. (2013, S. 164)
Innenraumluftverschmutzung (Exposition gegenüber Rauch bei der Verbrennung fester Brennstoffe)	Keine adäquaten Daten gefunden, kann daran liegen, dass in Deutschland kaum offenes Feuer zum Kochen im Haus verwendet wird, Berechnungen der Krankheitslast von „Rauch bei der Verbrennung fester Brennstoffe“ ergeben keine Belastung (Prüss-Üstün et al. 2008) bzw. Ergebnisse auf der Internetseite. Gleichfalls hat das Kochen mit Gas in Deutschland eine geringere Bedeutung als in anderen Ländern.	/
(Außen-)Luftverschmutzung (PM ₁₀ , CO, SO ₂ , NO _x .)	Einzel aufgeführt, da auch in den Studien einzeln betrachtet bzw. bei Stressor „Luftverschmutzung“ nicht nachvollziehbar, welche Einzelstressoren darin zusammengefasst werden.	/
Passivrauch	Prozent exponierter Erwachsener (18-29 Jahre) 72,0% der Männer, 61,6% der Frauen, 65+ Jahre 18% der Männer, 10,4% der Frauen) (2009)	Lampert und List (2011, S. 54)
	Prozent exponierter Jugendlicher (11 Jahre: 21,6% der Jungen, 26,8% der Mädchen , 17 Jahre: 63,9% der Jungen, 59,9% der Mädchen) (2003/06) (KUS)	Lampert et al. (2008, S. 268)

Übertragbarkeit der Krankheitskostenstudien auf Deutschland

Die Vielfältigkeit der geografischen Räume und der Expositionsdaten ist auch in den Kostenstudien zu finden.

In Tabelle 41 werden die geographischen Räume der Studien beschrieben. Die Übertragbarkeit der Studien nach den Bewertungskriterien „Bevölkerungspyramide, Lebenserwartung, Entwicklungsstand, Bruttonationaleinkommen (pro Kopf), Mortalitätsstrata A und DALY pro 100.000 Personen“ wurden bereits in Tabelle 38 beschrieben.

Tabelle 41: Geografische Räume, auf die sich die Krankheitskostenstudien, die in der Informationsmatrix enthalten sind, beziehen

Name des Landes	Kurzzitationen der Studien, die sich auf das betreffende Land beziehen	Untersuchte Stressoren	Anzahl der Studien (gesamt)
Bangladesch	Khan et al., 2007	Arsen	1
China, Hong Kong	Hedley, Deng 2006; Hou et al. 2010; Kan & Chen 2004; Zhang et al. 2008, Leung et al. 2003; Peters et al. 1998; McGhee et al. 2006(Hedley et al. 2008)(Hedley et al. 2008) Hedley, McGhee et al. 2008)	Luftverschmutzung (Air Pollution), Feinstaub, Passivrauch	8
Dänemark (Grönland)	Hylander & Goodsite 2006	Quecksilber	1
Deutschland	Greiser and Glaeske, 2013, Batscheider et al. 2012	Lärm, Passivrauch	2
Frankreich	Pichery et al. 2011; Zmirou et al. 1999	Blei	1
Indien (Mumbai)	Patankar & Trivedi 2011, Patankar & Trivedi 2011	Feinstaub, NOx	2
Kasachstan	Netalieva et al. 2005	Luftverschmutzung (Air Pollution)	1
Libanon	El-Fadel & Massoud 2000	Feinstaub	1
Schweiz	Sommer H 2005, Hauri et al. 2010; Hauri et al. 2009	Feinstaub, Passivrauch	3
Japan	Voorhees et al. 2000	NOx	1
United Kingdom	Ostro et al. 2006	Asbest	1
USA	Landrigan et al. 2002; Muennig 2009; Stefanak et al. 2005, Hackmiller-Pardis 2008; Gould 2009, Mudarri & Fisk 2007, Trasande et al. 2005// Roy, Ostro et al. 2006, Florence et al. 2007; Levy et al. 2012; Waters 2008; West et al. 2003; Douglas et al. 2012; Waters et al. 2009; Aligne et al. 2013; Plescia et al. 2011	Blei, Feuchtigkeit, Schimmel, Quecksilber, Feinstaub, Ozon, Passivrauch	14
Europa	Pascal et al. 2013 (25 europäische Städte), Seethaler 1999 (Frankreich, Österreich, Schweiz)	Feinstaub	2

Neben den erwähnten Einschränkungen basieren in den Krankheitskostenstudien die dargestellten Kosten auf sehr unterschiedlichen Preisen und Ressourcenverbräuchen (Greiner & Damm 2012). Das schränkt die Übertragbarkeit der vorliegenden internationalen Ergebnisse zusätzlich extrem ein.

Als Beispiel für unterschiedliche Preise seien die Krankenhausaufgaben pro Aufenthalt in verschiedenen OECD-Staaten genannt (Squires 2012), siehe Abbildung 18. Sie betragen in den USA mit 18.142 \$ mehr als das Dreifache der durchschnittlichen Ausgaben in Deutschland (Squires 2012).

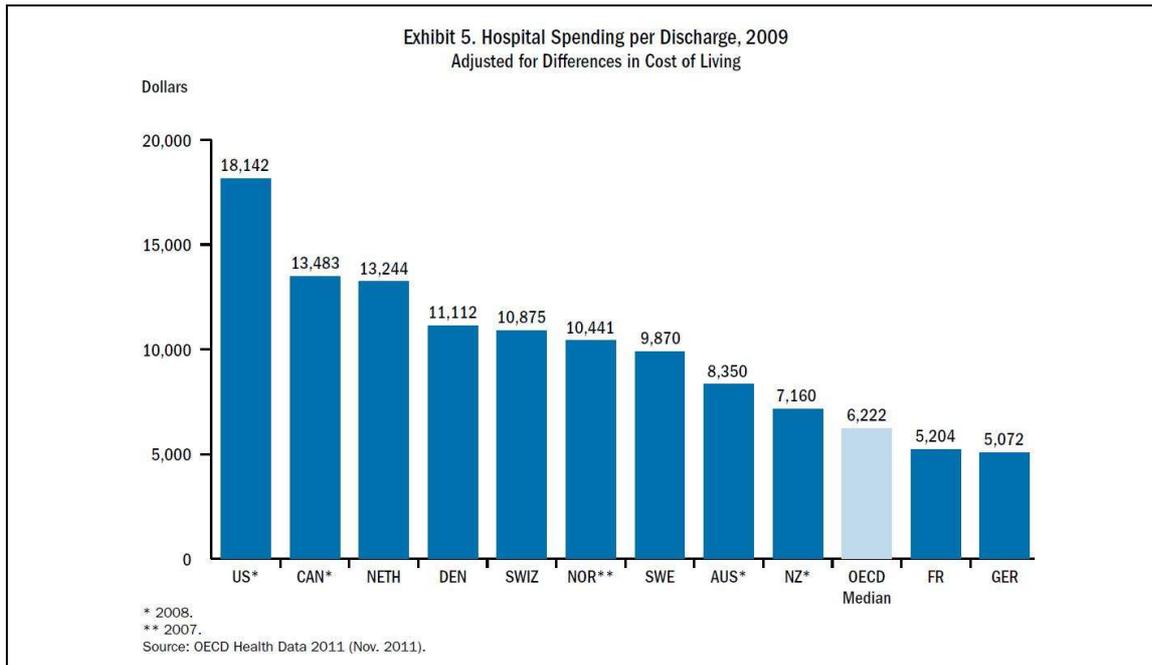


Abbildung 18: Lebenskostenadjustierte durchschnittliche Ausgaben für einen Krankenhausaufenthalt in verschiedenen OECD-Ländern, 2009

Quelle: Squires (2012)

Unabhängig von den Preisen unterscheidet sich aber auch der gesundheitsbezogene Ressourcenverbrauch in verschiedenen Ländern erheblich. So ist die Häufigkeit von Knieersatzoperationen in den USA und Deutschland gleich, die Häufigkeit von Hüftoperationen beträgt in Deutschland das 1,6-fache gegenüber den USA. Die Unterschiede zu anderen OECD-Ländern wie Norwegen oder Kanada sind noch deutlich größer (Squires 2012), siehe Abbildung 19.

Exhibit 8. Volume of Knee and Hip Replacements, 2009

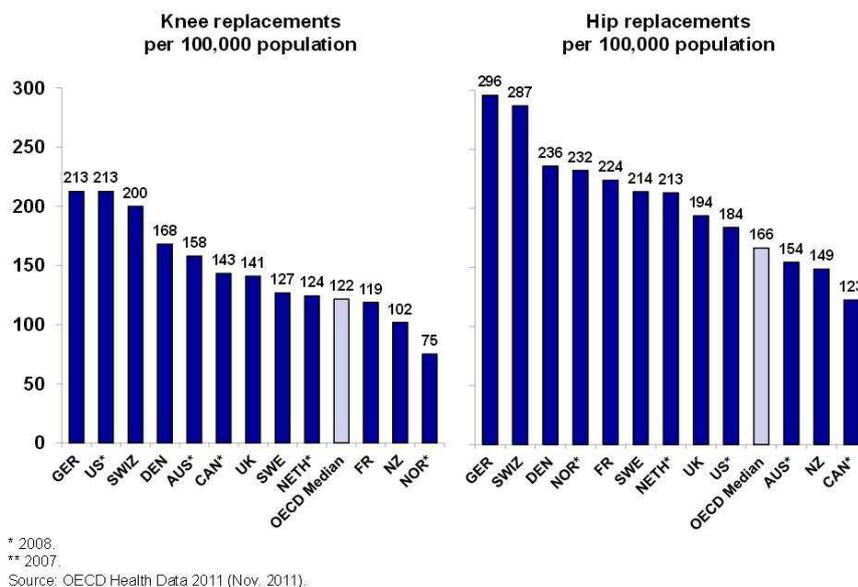


Abbildung 19: Häufigkeit von Knie- und Hüftersatzoperationen in verschiedenen OECD-Ländern, 2009

Quelle: Squires (2012)

Da sich direkte Krankheitskosten aus Preis und Ressourcenverbrauch zusammensetzen, die sich in verschiedenen Ländern unabhängig voneinander unterscheiden, scheint eine Übertragung internationaler Schätzungen auf Deutschland mit einem einfachen Übertragungsfaktor nicht angemessen. Für indirekte Kosten, die hauptsächlich auf Verdienstaufschlag beruhen, könnte eine Übertragung z. B. mit dem Gewichtungsfaktor Bruttoinlandsprodukt eventuell vorgenommen werden.

Neben diesen Einschränkungen basieren in den Krankheitskostenstudien die dargestellten Kosten auch auf kulturell sehr unterschiedlichen Preisen und unterschiedlichem Ressourcenverbrauch.

In den Krankheitskostenstudien besteht in Hinsicht auf Methoden, verfügbaren Daten, zugrunde liegenden Annahmen wie auch kulturellen Unterschieden in den Preisen sowie der Nutzung von Ressourcen eine große Heterogenität. Eine übertragbare Aussage aus internationalen Studien zu Krankheitskosten ist deshalb, für einen festgelegten Stressor, auf Grundlage der vorhandenen Literatur nicht möglich.

Identifikation von Datenquellen

Neben der Übertragbarkeit von Informationen bzw. Ergebnissen aus den in der Informationsmatrix vorhandenen Studien, beschrieben in den vorherigen Abschnitten, werden im Folgenden nationale Datenquellen aufgezeigt.

In Deutschland existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen Datenquellen für die EBD-Thematik (siehe Tabelle 42). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Daten nicht problemlos zu einem SMPH zusammengefasst werden können, da sich die Daten auf unterschiedliche Zeiträume, Populationen und geografische Räume beziehen. Hier ist eine eingehende Prüfung der Daten notwendig. Eine Realisierung dieser Prüfung ist in Form eines Folgeprojektes möglich.

Für Deutschland gibt es keine nationalen Disability Weights. Derzeit wird auf internationale Daten zurückgegriffen. Gleiches gilt für die Krankheitsdauer, die benötigt wird, um die YLD nach der GBD 1990 Methode zu berechnen. Diese Daten sind nicht für alle Erkrankungen in Deutschland wie auch international verfügbar. Diese Erkenntnisse stammen aus dem VegAS-Projekt. Für weitere Informationen zu verfügbaren Daten für Deutschland siehe (Hornberg et al. 2013).

Als weitere Variable für EBD-Schätzungen sind Informationen zur Lebenserwartung notwendig. Angaben zur Lebenserwartung der weiblichen und männlichen Bevölkerung können in Deutschland anhand von Sterbetafeln nachvollzogen werden und sind für jedes Alter berechenbar (Statistisches Bundesamt 2009).

Daten zu Krankheitskosten sind nur limitiert verfügbar. Das Statistische Bundesamt (DeStatis) in Zusammenarbeit mit dem Robert Koch-Institut (RKI) konnte als einheitliche und umfangreiche Quelle für direkte Kostendaten von Erkrankungen identifiziert werden. Begrenzt verfügbar hingegen sind Kosten für Erkrankungen. Medizinische Behandlungskosten sind bekannt und Kosten durch Krankheitsausfall könnten aus den vorhandenen Daten berechnet werden. Nicht zur Verfügung stehen Berechnungen zu intangiblen Kosten und nur eingeschränkt Kosten für stressorbezogenen Interventionen bzgl. einer Erkrankung (Statistisches Bundesamt 2013). Gegenüber den sehr heterogenen Datengrundlagen der Kostenschätzung, die in den berücksichtigten Studien erkennbar sind, haben die Daten des Statistischen Bundesamtes den Vorteil, dass für viele verschiedene Gesundheitsendpunkte die gleichen Typen von Krankheitskosten mit der gleichen Methode geschätzt werden.

In Tabelle 42 sind mögliche Datenquellen für Deutschland zusammengefasst. Bei dieser Zusammenstellung fließen Erkenntnisse aus dem VegAS-Projekt ein (Hornberg et al. 2013).

Tabelle 42: Mögliche Datenquellen für Deutschland

Daten	Beispiele für mögliche Quellen
Bevölkerungsdaten	<ul style="list-style-type: none"> - DeStatis - EuroStat
Expositionsdaten	<ul style="list-style-type: none"> - Umwelt-Survey (US) - Kinder-Umwelt-Survey (KUS) - Humanprobenbank - The European Air quality data Base (AirBase) - European Environment Agency (EEA)
Gesundheitsdaten	<ul style="list-style-type: none"> - Todesursachenstatistik Deutschland - Statistisches Bundesamt - Robert Koch-Institut - Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) - Deutsches Krebsregister
Kostendaten	<ul style="list-style-type: none"> - DeStatis

Identifikation von Datenlücken

Wechselwirkungen zwischen Stressoren sowie unterschiedliche Expositionspfade eines Stressors sind zum Teil bekannt und nachgewiesen. Belegt ist u. a., dass es eine Korrelation zwischen der Exposition gegenüber Feinstaub und der Wahrnehmung von Straßenverkehrslärm gibt (Klaeboe et al. 2000). Daten oder EWF, die diesen Zusammenhang quantifizieren, existieren jedoch noch nicht. Dies bedeutet für vorhandene Krankheitskostenstudien möglicherweise eine Überschätzung von Krankheitskosten. Im Rahmen der Krankheitslasten kann es dadurch zu Über- als auch Unterschätzungen kommen. Abhängig ist dies von den Stressoren und ihrer Beziehung zueinander.

Datenlücken, die durch nicht vorliegende notwendige Informationen zur Berechnung von Krankheitslasten wie -kosten entstehen, werden in den in der Informationsmatrix eingeschlossenen Studien durch Schätzungen und Annahmen ersetzt. Diese Schätzungen und Annahmen können die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse zum Teil erheblich einschränken.

Ein Beispiel dafür ist die Studie von Landrigan (Landrigan et al. 2002) zum Thema umweltbedingte Krankheitskosten pädiatrischer Erkrankungen. Hier wird der jeweilige umweltattributable Krankheitsanteil auf Basis einer Delphibefragung ermittelt. Für pädiatrische Krebserkrankungen kommt das Delphi Panel auf einen umweltattributablen Anteil von 5 - 90%. Die eigentlichen Kostenschätzungen werden dann aber nur am unteren Rand dieser großen Unsicherheitspanne, bei umweltattributablen Anteilen von 5 % angesetzt.

Damit sind die umweltattributablen Kosten nicht eingrenzbar. Der zeitliche Bezug in den Krankheitskostenschätzungen ist ebenfalls oft durch Annahmen geprägt und die Auswirkungen bzw. die genauen Angaben hierzu in den vorhandenen Studien selten benannt. Aus der Inzidenzperspektive werden Kosten für die Lebenszeit einer Kohorte geschätzt, während aus der Prävalenzperspektive Kosten für ein Jahr geschätzt werden.

Da sich insbesondere Datenlücken und relevante Informationen hinsichtlich aktuell diskutierter Umweltstressoren, wie perfluorierter Chemikalien, zeigen, werden hier neue Studien zur Berechnung von Krankheitslasten und -kosten benötigt. Valide EWF sowie Expositionsdaten für

Deutschland sind dabei unerlässlich. Dieses betrifft zusätzlich bereits erforschte Stoffe wie polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle, Fasern und Pflanzenschutzmittel.

5.6 Protokoll des GEniUS-Fachgesprächs

Tabelle 43 TeilnehmerInnenliste des GEniUS-Fachgesprächs

ExpertInnen	
Dr. Michael Csicsaky	Ehem. niedersächsisches Ministerium für Soziales, Frauen, Familie und Gesundheit
Dr. Angela Franz-Balsen	Health and Environment Alliance (HEAL)
Prof. Dr. Rainer Friedrich	Uni Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (TFU)
Frank George	Weltgesundheitsorganisation (WHO)
Prof. Dr. Alexander Krämer	Universität Bielefeld, Biomedizinische Grundlagen und Bevölkerungsmedizin
Dr. Odile Mekel	Landeszentrum für Gesundheit (LZG) NRW
Dietrich Plaß	Universität Bielefeld, Biomedizinische Grundlagen und Bevölkerungsmedizin
Lucas Porsch	Ecologic Institut
Sylvia Schwermer	Bundeskanzleramt, Berlin
Dr. Claudia Terschüren	Landeszentrum für Gesundheit (LZG) NRW
KonsortiumsteilnehmerInnen	
Dr. Thomas Claßen	Universität Bielefeld, Umwelt und Gesundheit
Prof. Dr. Claudia Hornberg	Universität Bielefeld, Umwelt und Gesundheit
Hanna Mertes	Universität Bielefeld, Umwelt und Gesundheit
Gunnar Paetzelt	Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW)
Johann Popp	Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW)
Prof. Dr. Zita Schillmöller	Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW)
Nadine Steckling	Universität Bielefeld, Umwelt und Gesundheit
Myriam Tobollik	Universität Bielefeld, Umwelt und Gesundheit
Drittmittelgeber	
André Conrad	Umweltbundesamt
Dr. Andreas Gies	Umweltbundesamt
Jens Küllmer	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Dirk Wintermeyer	Umweltbundesamt

Eröffnung des Fachgesprächs

Jens Küllmer eröffnet das Fachgespräch und begrüßt alle Anwesenden. Er betont die Wichtigkeit des Themas „Umwelt und Gesundheit“ für die Politik. Jens Küllmer weist auf die aktuellen Koalitionsgespräche hin und, dass ein ministeriumsübergreifendes Regierungsprogramm „Umwelt und Gesundheit“ als Teil des Koalitionsvertrags diskutiert wird. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) strebt weitere Environmental Burden of Disease (EBD)-Forschungsaktivitäten an, da EBD-Ergebnisse verstärkt im politischen Raum verankert werden sollen. Zudem sollen das Umweltbundesamt (UBA) und

die Forschungsnehmer weiterhin die EBD-Thematik aufnehmen sowie mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO) kooperieren.

André Conrad begrüßt alle Anwesenden und zeigt auf, dass EBD und Krankheitskosten für das Umweltbundesamt ein wichtiges Thema darstellen, welches auch vermehrt auf gesellschaftliches und mediales Interesse trifft. GEniUS stellt diesbezüglich einen wichtigen Beitrag dar und verdeutlicht, dass eine weitere Bearbeitung der Thematik notwendig ist. André Conrad bedankt sich bei dem GEniUS-Konsortium und wünscht sich eine kritische und konstruktive Diskussion, da diese einen wichtigen Beitrag für das Projekt darstellt.

André Conrad und Odile Mekel fungieren während des Fachgesprächs als Moderatoren. Odile Mekel stellt die Tagesordnung vor und übergibt das Wort an Claudia Hornberg.

Claudia Hornberg bedankt sich bei dem UBA und dem BMU für die Auftragsvergabe des GEniUS-Projektes. Claudia Hornberg betont die neue Perspektive, welche, im Vergleich zum VegAS-Projekt durch GEniUS eingenommen werden konnte.

Vortrag 1: Hintergrund, Ziele und Inhalte des GEniUS-Vorhabens (Claudia Hornberg)

Der politische Prozess wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst. GEniUS, als ein wissenschaftliches Projekt, fokussiert wissenschaftliche Erkenntnisse und deren mögliche Verwendung im Bereich Umwelt und Gesundheit.

Vortrag 2: Umweltbedingte Krankheitslasten und -kosten: Vorstellung der zugrunde liegenden Konzepte (Nadine Steckling, Gunnar Paetzelt)

Keine Anmerkungen

Vortrag 3: Vorstellung der Stressorenauswahl und Studienrecherche (Hanna Mertes)

André Conrad: Wie viele Studien wurden bei der Recherche gefunden?

Zita Schillmöller: Die Anzahl der gefundenen Studien liegt im vierstelligen Bereich. Bei der Sichtung der Abstracts wurde im weiteren Verlauf des Projektes eine Vielzahl von Studien ausgeschlossen, da diese nicht die Einschlusskriterien erfüllen.

Frank George: Wie viele Studien entfallen aufgrund sprachlicher Barrieren?

Claudia Hornberg: In dem Projekt gibt es sprachliche Limitationen. Es konnten lediglich Studien die in deutscher oder englischer Sprache publiziert wurden, aufgenommen werden. Die Ausdehnung auf weitere Publikationssprachen war in dem Projekt nicht leistbar.

Rainer Friedrich: Werden nur Artikel aus peer-reviewed Journals in die Datenbank eingegeben?

Nadine Steckling: Es werden neben peer-reviewed Artikeln auch weitere Veröffentlichungsformen berücksichtigt, zum Beispiel Projektberichte, wenn diese mit der präsentierten Suchstrategie identifiziert wurden.

Michael Csicsaky fragt nach wie mit Studien umgegangen wird, die anhand des Kriterienkatalogs schlecht bewertet wurden. Denn auch negativ bewertete Studien können für bestimmte Sachverhalte informativ sein, sodass auch diese Studien in die Datenbank mit aufgenommen werden sollten.

Johann Popp: Es werden alle Studien bewertet, die in der Datenbank aufgenommen sind. Somit hängt der Einschluss einer Studie nicht von deren Bewertung ab.

Dietrich Plaß: Wie wurde mit dem publication bias umgegangen?

Zita Schillmöller: Es wurde zusätzlich zu der Recherche in Pubmed und WorldCat eine google scholar Suche durchgeführt, bei der die ersten 50 Treffer betrachtet wurden. Durch dieses Vorgehen sollte weitere graue Literatur identifiziert werden.

Johann Popp ergänzt, dass diese Recherchen kaum neue Ergebnisse generierten und dass die Suche in Pubmed die meisten relevanten Ergebnisse lieferte.

Nadine Steckling: GEniUS enthält lediglich Studien die mit der präsentierten Suchstrategie identifiziert wurden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass relevante Artikel oder Studien anhand der Suchkriterien nicht gefunden wurden.

Rainer Friedrich erwähnt, dass seiner Meinung nach Stressoren fehlen. Zum Beispiel der Klimawandel, der aufgrund von Temperaturstress hohe Krankheitslasten verursacht. Er regt die Durchführung einer Metaanalyse an.

Zita Schillmöller führt an, dass die Stressoren-Liste in enger Absprache mit den Auftraggebern entwickelt wurde und sich thematisch an den Arbeitsbereichen des UBA und BMU orientiert.

Alexander Krämer regt nochmals die Idee einer Metaanalyse für einzelne Stressoren an, da Metaanalysen die Befunde erhärten könnten.

Michael Csicsaky verweist auf einen Bias der seiner Meinung nach im GEniUS-Projekt aufgetreten ist: Aufgrund des Einschlusskriterium, dass eine Verknüpfung von Stressor und Kosten in den Studien enthalten sein muss, entfallen viele Studien, die zum Beispiel nur Teilaspekte qualifiziert abdecken. Daraus folgt, dass moderne Schadstoffe überrepräsentiert sind, da für diese Quantifizierungen existieren. Ältere, bereits gut untersuchte Stressoren, für die aber keine Quantifizierungen in Form von DALY oder Kosten vorliegen, werden nicht betrachtet.

Vortrag 4: Vorstellung der GEniUS-Informationsmatrix (Myriam Tobollik)

Die vorgestellte Datenbank ermöglicht eine übersichtliche Darstellung der recherchierten Ergebnisse. Ein Ausgabeformular ist in Planung. In die Datenbank werden nur Limitationen aufgenommen, die in den Studien benannt werden.

Vortrag 5: Vorstellung des Kriterienkatalogs zur Studienbewertung (Nadine Steckling, Johann Popp)

Die Sprache des Kriterienkataloges ist deutsch. Ob eine Übersetzung stattfinden wird, ist noch offen. Die Nutzung der Studienbewertung ist von der Nutzerin und dem Nutzer sowie deren oder dessen Erkenntnisinteresse abhängig.

Dietrich Plaß: Was bedeutet die numerische Bewertung? Kann zum Beispiel der Unterschied von 70 % und 80 % bei der Bewertung interpretiert werden? Gibt es eine Gewichtung der Fragen? Welche numerische Bedeutung hat das Fragezeichen?

Nadine Steckling: Das Fragezeichen wird mit einer 0 bewertet und geht somit als eine negative Wertung in das Gesamtergebnis mit ein.

Rainer Friedrich weist darauf hin, dass jede Bewertung ein Ziel voraussetzt. Er fragt nach dem Ziel des präsentierten Kriterienkatalogs.

Sylvia Schwermer lobt die hohe Anzahl der im Projekt einbezogenen Studien. Die Datenbank bietet einen reichen Fundus an wissenschaftlichem Wissen. Die Bewertung des Kriterienkatalog ist sehr wissenschaftlich. Zum Beispiel sei die Bewertung der Ursache-Wirkungsbeziehung für die Politik nicht relevant. Eine politische Bewertung würde andere Fragen enthalten.

Claudia Hornberg veranschaulicht anhand von Folie 3 der Präsentation „Hintergrund, Ziele und Inhalt des GEniUS-Vorhabens“ in welchem politischen Rahmen sich das GEniUS-Projekt bewegt. GEniUS bezieht sich auf wissenschaftliches Wissen. Der Fokus liegt dabei auf Umweltexpositionen und den damit einhergehenden Effekten.

Myriam Tobollik ergänzt, dass sich das Projekt auf wissenschaftliches Wissen beschränkt. So ist auch die Bewertung der Studien eine wissenschaftliche. Es wird die wissenschaftliche Qualität der Studie sowie die Übertragbarkeit auf Deutschland bewertet, aber nicht die Nutzbarkeit der Ergebnisse auf politischer Ebene. Diese Bewertung ist nicht von einem rein wissenschaftlichen Team zu leisten.

Frank George berichtete von Diskussionen, die derzeit in der WHO stattfinden. Es wird diskutiert, welche ökonomischen Bewertungen im Bereich Umwelt und Gesundheit für wissenschaftliche Politikberatung genutzt werden können. Er betont die adressatengerechte Kommunikation der Ergebnisse. Er verweist auf ein bereits bestehendes Netzwerk (Environmental Health Economics Network, EHEN). Er regt an, die GEniUS-Datenbank mit der im Netzwerk entwickelten Datensammlung zum Thema Umwelt, Gesundheit und ökonomische Bewertung zu verzahnen.

Alexander Krämer erinnert daran, dass GEniUS ein wissenschaftliches Projekt für die Politikberatung ist. Ein Antagonismus zwischen Politik und Wissenschaft sollte trotz dessen gegeben sein, da es sonst zu Problemen kommen kann. Dementsprechend ist die kritische Sichtweise des Projektes positiv hervorzuheben.

Alexander Krämer sieht als ein Problem des Kriterienkatalogs dessen Standardisierung. Der Kriterienkatalog bildet einen Index mit zwei unterschiedlichen Informationen: wissenschaftliche Güte und Übertragbarkeit auf Deutschland. Diese Inklusion zweier verschiedener Indizes in ein Summenmaß sieht er als nicht sinnvoll an, denn es wird die Möglichkeit einer Rangfolge suggeriert. Alexander Krämer schlägt vor, die Studien in die Gruppen „gut“, „mittel“ und „schlecht“ einzuordnen.

Frank George stimmt mit der von Alexander Krämer vorgeschlagenen Gruppenbildung überein. Ebenso sollte es der Nutzerin und dem Nutzer überlassen werden zu entscheiden, welche Aspekte einer Studie er/sie als wichtig erachtet.

Claudia Terschüren stimmt ebenfalls dem Vorschlag von Alexander Krämer zur Gruppenbildung zu. Für Nichtregierungsorganisationen ist es gut, wenn sie sehen, wie viele Studien es zu Feinstaub gibt und welche als gut eingestuft sind. Die Bewertung garantiert eine gute Qualität der Studien.

Lucas Porsch findet die Bewertung der wissenschaftlichen Güte mithilfe des Kriterienkatalogs als eine relevante Botschaft für die politische Ebene. Jedoch sieht er es für notwendig an, die beiden Informationen, Wissenschaftliche Güte und Übertragbarkeit, zu trennen.

Odile Mekel: Sind die Bewertungskriterien ein guter Ansatz?

Rainer Friedrich: Das Ziel der Bewertung ist nicht eindeutig, dementsprechend sollte die Nutzerin und der Nutzer entscheiden können, welche Kriterien für ihn/sie relevant sind. Daher sollten die Kriterien bewertet, aber nicht in einem Summenmaß zusammengefasst werden.

Angela Franz-Balsen: Die Zielgruppe sind PolitikerInnen mit unterschiedlichen Interessen. Daher ist sie ebenfalls der Meinung von Rainer Friedrich und plädiert für eine transparente Darstellung der Kriterien ohne eine Aufsummierung. Angela Franz-Balsen würde die entwickelten GEniUS-Werkzeuge in ihrer Arbeit nutzen, da sie nützliche Anwendungen darstellen.

In der Praxis werden bereits ähnliche Anwendungen anderer Länder genutzt und es wäre begrüßenswert, wenn es diese auch in Deutschland gäbe.

Nadine Steckling greift die präsentierte Alternatividee, Symbole (+,-) anstatt Zahlen zu verwenden auf.

Vortrag 6: Vorstellung der Defizitanalyse (Johann Popp, Myriam Tobollik)

Sylvia Schwermer fragt nach, ob Daten zu Krankheitslasten verursacht durch einen Stressor benötigt werden, denn es gäbe Daten zu Krankheitskosten, die mithilfe von Expositions-Wirkungsbeziehungen auf Stressoren zurückgeführt werden können. Sie nimmt damit Bezug auf die Anmerkung von Johann Popp (im Vortrag), dass Krankheitskostenstudien nur auf Deutschland übertragbar sind, wenn sie im deutschen Raum durchgeführt wurden. Sie erläutert, dass die Kaufkraftparität einen Vergleich von Kostenstudien, die sich auf verschiedene Länder beziehen, ermöglicht.

Rainer Friedrich geht auf seine Vorrednerin ein und erkundigt sich, ob Gesundheitsendpunkte und Kosten aus unterschiedlichen Studien zusammengeführt werden.

Johann Popp: In GEniUS wurden nur Studien berücksichtigt, die die gesamte Wirkungskette von Stressor bis Gesundheitsendpunkt in Form von DALY oder Kosten quantifizieren. Wenn lediglich ein Teil berechnet wurde, wurden diese nicht aufgenommen.

Zita Schillmöller ergänzt, dass es nicht vom Auftraggeber gefordert war, Berechnungen aufbauend auf den identifizierten Ergebnissen, durchzuführen.

Michael Csicsaky ist verwundert, dass lediglich eine geringe Anzahl an Studien in das GEniUS-Projekt eingeschlossen wurde. Arbeitsmedizinische Ergebnisse wurden nicht integriert, obwohl diese die Basis für viele Expositions-Wirkungsbeziehungen darstellen.

Claudia Hornberg erinnert an die Ausschlusskriterien für Stressoren: die Daten aus der Arbeitsmedizin entfallen, da diese in den Hochdosisbereich fallen und nicht die Exposition der Allgemeinbevölkerung wiedergeben.

Angela Franz-Balsen: Was geschieht mit den Ergebnissen der Defizitanalyse?

André Conrad: Mit der Defizitanalyse wird deutlich, dass weitere Forschung notwendig ist. Wir erhoffen Informationen über konkrete Datenlücken zu erhalten. Zum Beispiel ist bekannt, dass es eine hohe Belastung aufgrund von Weichmachern gibt, allerdings fehlen hierzu Quantifizierungsdaten. Die älteren Stoffklassen sind meist nicht mit der EBD-Methodik quantifiziert.

Claudia Hornberg: Die Ungleichheit von Studien zu neueren und älteren Stressoren muss in den Blick genommen und Datenlücken aufgezeigt werden.

Alexander Krämer: Eine globale Perspektive sollte beachtet werden. Die Umweltsituation in anderen Ländern ist wesentlich gravierender.

Frank George wiederholt das Angebot, mit der WHO zusammenzuarbeiten. Er sieht das Fachgespräch als einen guten Startpunkt. Es sollte versucht werden, Gesundheitssituationen mit Zahlen zu unterlegen. Allerdings wird noch diskutiert, welche Methoden hierzu verwendet werden sollen.

Dietrich Plaß: Es gibt Überlegungen, eine nationale Burden of Disease-Studie durchzuführen und Disability Weights für Deutschland zu entwickeln. Es werden noch Kooperationspartner

gesucht. Ziel ist die Errechnung von DALY für Deutschland und das Aufzeigen von Datenlücken.

Claudia Hornberg: Das Robert-Koch Institut (RKI) und das UBA sind hinsichtlich der EBD-Thematik in Deutschland als relevante Akteure zu nennen. Wichtig ist, Datenquellen transparent zu machen.

Vortrag 7: Zusammenführende vorläufige Ergebnisse des GEniUS-Projekts und Anwendungsbereiche (Zita Schillmöller)

Keine Anmerkungen

Nutzung und Bedeutung des GEniUS-Projekts für die Umweltpolitik in Deutschland. Identifikation von Stärken und Schwächen der GEniUS Informationsmatrix im gesundheitsbezogenen Umweltschutz

Rainer Friedrich bedauert es, dass intangible Kosten ausgeschlossen wurden. Aus seiner Sicht sind diese Kosten notwendig um die Gesamtkosten einer Erkrankung darzustellen. So sollten zum Beispiel auch die Kosten, die entstehen, wenn eine Person verstirbt, betrachtet werden.

Johann Popp: Die Studien zu intangiblen Kosten wurden ausgeschlossen, weil i) sie schwierig zu monetarisieren sind und ii) teilweise keine entsprechenden Studien vorhanden sind.

Rainer Friedrich und Frank George sind der Meinung, dass Studien zu intangiblen Kosten nötig sind. Zudem stellen intangible Kosten keine Bewertung, sondern Messungen dar. Kosten sind demnach immer ein gesellschaftlicher Aushandlungsprozess.

Johann Popp: Es muss unterschieden werden, was eine Person oder Gesellschaft bereit ist zu zahlen und dem, was tatsächlich gezahlt wird. Im Forschungsantrag steht „tatsächlich anfallende Kosten“ und daher bezieht sich das Projekt lediglich auf diese Kosten.

Lucas Posch: Ohne den Einbezug intangibler Kosten kann ein Bias bei der Darstellung der Krankheitskosten entstehen. Zum Beispiel führt demnach der sofortige Tod eines Vierjährigen zu keinen Kosten, die Krebserkrankung eines 80-jährigen jedoch zu erheblichen Kosten.

Gunnar Paetzelt: Eine Möglichkeit diesen Fehler zu vermeiden ist Years of life lost (YLL) mit Kosten zu verknüpfen.

Alexander Krämer: Es ist problematisch, Krankheitslasten in Kosten umzurechnen. Es könnten jedoch die Kosten von Interventionen berechnet werden und so Gesundheitsgewinne quantifizieren werden.

Claudia Hornberg: Aus medizinischer Sicht sollten intangible Kosten berücksichtigt werden.

Rainer Friedrich: Ein Pflichtbestandteil von EU Direktiven im Bereich Umwelt sind Kosten-Nutzen-Analysen. Daher gibt es eine Vielzahl von Studien, die auf der Willingness-to-pay (WTP)-Methode basieren. Im Projekt sollte darauf hingewiesen werden, dass es auch andere Kostenarten gibt.

André Conrad: Es ist schwierig, die WTP-Methode zu kommunizieren.

Frank George: Die WHO verwendet bevorzugt Kosten-Nutzen-Analysen. Doch aufgrund von einer mangelhaften Datenlage werden oft auch Daten verwendet, die mit der WTP-Methode berechnet wurden. Auch die Europäische Kommission wendet regelmäßig die WTP-Methode an. Es ist besser „halb blind, anstatt ganz blind“ zu arbeiten. Frank George führt an, dass so viele Informationen wie möglich genutzt werden sollten, um Kosten zu belegen.

Sylvia Schwermer: Die Politik hat keine Präferenzen hinsichtlich der Kosten-Nutzen-Analyse. Die politische Ebene benötigt eine Vielzahl an Informationen, um Entscheidungen treffen zu können. Dabei sind auch andere Argumente als die Höhe von Krankheitskosten notwendig. Die Kosten-Nutzen-Analyse und der WTP-Ansatz sollten zusammen genutzt werden. Hierbei bestehen Schwierigkeiten in der Kommunikation der Ergebnisse, denn die beiden ökonomischen Werkzeuge sind komplex.

Gunnar Paetzelt führt an, dass es unterschiedliche Definitionen von intangiblen Kosten gibt und bei der geführten Diskussion unterschiedliche Definitionen verwendet werden.

Stärken und Schwächen des GEniUS-Projektes

Odile Mekel fragt nach den Stärken und Schwächen des GEniUS-Projektes.

Lucas Posch: Eine Stärke ist die Ausarbeitung eines Konzeptes und einer Systematik, wie Studien nutzbar und verfügbar für die politische Ebene gemacht werden können.

Jens Küllmer ist aufgrund der Einschränkungen des Projektes nachdenklich gestimmt. Als positiv sieht er, dass in dem Projekt nur tatsächlich anfallende Kosten berücksichtigt werden. Er unterstützt es, dass geringere Summen präsentiert werden, diese dafür aber belastbar sind. Das GEniUS-Projekt hat viele Ergebnisse erzielt und falls ein Regierungsprogramm „Umwelt und Gesundheit“ verwirklicht werden sollte, wird es eine wichtige Rolle spielen. Er weist darauf hin, dass das BMU wahrscheinlich nicht mit der Datenbank arbeiten wird. Primär wird das UBA die Datenbank verwenden.

Thomas Claßen ergänzt, dass die Datenbank durch die Ausgabemaske für PolitikberaterInnen handhabbar wird.

Jens Küllmer: Die Ergebnisse werden für die Politikberatung genutzt, allerdings werden einfache Botschaften und nicht die komplexe Datenbank benötigt.

André Conrad bestätigt, dass primär das UBA mit der Datenbank arbeiten und die Daten für das BMU aufbereiten wird.

Michael Csicsaky: Was nützt eine Quantifizierung im politischen Raum? Für die Politik müssen die Ergebnisse auf einer DIN-A 4 Seite kondensiert werden. Die volle Länge von Forschungsergebnissen wird von Fachbehörden genutzt. Es ist die Aufgabe der PolitikerInnen über knappe Ressourcen zu entscheiden und es ist eindeutig, dass nicht alle Gelder in die Gesundheit fließen können. Die Quantifizierungsbemühungen dienen dazu, Finanzierungsbedarfe zu verdeutlichen. Es besteht ein Abwägungsproblem und es sollte nicht davon ausgegangen werden, dass immer aufgrund von Zahlen entschieden wird. Die Frage der Machbarkeit ist ebenfalls zu berücksichtigen.

Impulse für den weiteren Projektverlauf

André Conrad: Was kann dem Konsortium mit auf den Weg gegeben werden?

Dietrich Plaß: Es sollten englischsprachige Nutzerinnen- und Nutzerhinweise für die Informationsmatrix erstellt werden.

Rainer Friedrich: Die Innenraumluftverschmutzung und damit zusammenhängende gesundheitliche Auswirkungen sollten aufgenommen werden, da zukünftig Expositions-Wirkungsfunktionen vorhanden sein werden.

Sylvia Schwermer: Die Zusammenarbeit bei der Nutzenbewertung sollte verstärkt werden, damit mehr Informationen für Gesetzesfolgeabschätzungen vorhanden sind. Sie regt an, Methodenkonventionen zu externen Kosten zu erstellen.

Zusammenfassung der Ergebnisse des Fachgesprächs und Ausblick (Claudia Hornberg)

Claudia Hornberg fasst die Ergebnisse und Diskussionen des Fachgesprächs zusammen:

- Die von einem Stressor ausgehenden Gesundheitsfolgen und die dadurch verursachten Kosten zu ermitteln ist ein komplexer Vorgang.
- Es wurde angeregt, das Bewertungssystem des Kriterienkatalogs zu ändern und eine Gruppen- oder „+/-“-Bewertung zu verwenden.
- Die Informationsmatrix wird als ein relevantes Werkzeug angesehen.
- Die Frage nach kulturellen Unterschieden in der Interpretation von Studien ist offen.
- Die Thematik der intangiblen Kosten wird kritisch gesehen, denn es gibt nur begrenzt Studienergebnisse und somit sind intangible Kosten meist keine solide Basis.
- Es wurde angeregt, eine Metaanalyse für verschiedene Stressoren durchzuführen und die identifizierten Ergebnisse zusammenzufassen.
- Es ist wichtig, die Anwendbarkeit und Nutzbarkeit der Datenbank auch nach Projektende zu gewährleisten. -
- Die Erforschung von robusten Expositions-Wirkungsfunktionen und Disability Weights sollte intensiviert werden.
- Die Durchführung qualitativ hochwertiger Bevölkerungssurveys, wie des Umweltsurveys, ist wesentlich für eine gute Datenbasis im Bereich Umwelt und Gesundheit. Die Einbeziehung eines biographischen Ansatzes (Lebenslaufperspektive) sollte angedacht werden.
- Der Burden of Disease- und EBD-Ansatz erlangt zunehmende Aufmerksamkeit in Deutschland. Ein verantwortungsvoller Umgang mit diesen Methoden ist von zentraler Bedeutung.
- Bereits gut untersuchte Stressoren müssen weiterhin beachtet werden.

Offene Fragen

- Wie wird die Übertragbarkeit auf deutsche Rahmenbedingungen definiert?
- Welche Zielgruppe wird mit der Datenbank und dem Kriterienkatalog angesprochen?

Ausblick

Die Zielgruppen der Datenbank sollten fokussiert werden. Wer kann/wird auf welcher Ebene mit der Datenbank arbeiten?

Eine Verknüpfung der GEniUS-Datenbank mit der Datenbank der WHO sollte angestrebt werden.

Ein Perspektivwechsel wird vorgeschlagen, hin zu Gesundheitsgewinnen anstelle von Gesundheitsverlusten.

Verabschiedung

André Conrad und Odile Meikel bedanken sich bei den anwesenden Expertinnen und Experten für die konstruktive Diskussion und beenden das Fachgespräch.

5.7 Zusammenführung der Ergebnisse

Im Rahmen des GEniUS-Projektes wurden 42 Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und 46 Studien zu umweltbedingten Krankheitskosten in die Informationsmatrix eingegeben und anhand des Kriterienkataloges bewertet. Die Auswahl der Studien erfolgte anhand der in Kapitel 5.1.1 benannten Ein- und Ausschlusskriterien und schließen die Stressorenauswahl aus Kapitel 5.1.2 ein.

Der Anteil der gefundenen Studien ist je nach Stressor sehr unterschiedlich. In Tabelle 44 werden die Stressoren gelistet, für die mehr als zehn Treffer vorliegen.

Tabelle 44: Stressoren mit mindestens zehn Studienergebnissen

Umweltbedingte Krankheitslasten	Umweltbedingte Krankheitskosten
Gasförmige Verbindungen (15)	Feinstaub (13)
Luftverschmutzung (11)	Passivrauch (13)
Metalle (15)	Metalle (10)
Feinstaub (17)	
Lärm (10)	

Für einige Stressoren liegen keine Studienergebnisse vor. Für Krankheitslasten wie auch -kosten gibt es keine Ergebnisse bei den Stressoren perfluorierte Chemikalien, polychlorierte Dioxine, Furane, Biphenyle und Weichmacher. Bei den Krankheitslasten liegen ebenfalls für Fasern (hier spezifiziert für Asbest) keine Ergebnisse vor. Krankheitskostenstudien konnten zusätzlich nicht für Pflanzenschutzmittel und Radon identifiziert werden.

Bei der Erstellung der Informationsmatrix stehen die Anforderungen der Datenbanknutzenden im Vordergrund. Die Suche nach Informationen kann sich auf unterschiedlichste Aspekte beziehen. Sie kann u.a.

- sich auf den nationalen wie internationalen Raum beziehen,
- auf dem eigenen, persönlich privatem Interesse oder dem beruflichen Kontext beruhen,
- umwelt- oder gesundheitspolitisch motiviert sein,
- wissenschaftlich motiviert sein,
- sich darauf beziehen, einen Überblick zu erhalten,
- als Suche nach Originalquellen dienen oder
- mögliche Unsicherheiten von Ergebnissen herausfiltern.

Die Eingabe in die Informationsmatrix und die Bewertung anhand des Kriterienkataloges ermöglicht es, dass der oder die Nutzende eine Gegenüberstellung von DALY und Kosten zu einem stressorbezogenen Gesundheitsendpunkt durchführen könnte unter der Bedingung, dass für diesen alle relevanten Informationen vorliegen.

Zu berücksichtigen ist hierbei stets die Frage der Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf Deutschland. Die vorliegenden Studien sind in unterschiedlichen Ländern wie Kontinenten durchgeführt worden. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse zu Krankheitslasten wie -kosten ist

aus diesem Grund nicht immer gewährleistet. Im Kriterienkatalog sind dazu die notwendigen Einschätzungen zu finden. Bei der Zusammenführung von Lasten und Kosten in Bezug auf einen Stressor kann es aus diesem Grund zu unterschiedlichen Szenarien der Übertragbarkeit kommen. Die Vielfältigkeit ist in Tabelle 45 zu sehen.

Tabelle 45: Anwendungsszenarien unter Berücksichtigung der Übertragbarkeit

Stressor Endpunkt Quantifizierung		Umweltbedingte Krankheitslasten			
		Studie mit Ergebnissen für Deutschland	Studie mit Ergebnissen für Regionen die Deutschland beinhalten (z. B. Europa)	Studie mit Ergebnissen für Regionen die Deutschland nicht beinhalten (z. B. Asien)	Keine Studie vorhanden
Umweltbedingte Krankheitskosten	Studie mit Ergebnissen für Deutschland	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
	Studie mit Ergebnissen für Regionen die Deutschland beinhalten (z. B. Europa)	Szenario 5	Szenario 6	Szenario 7	Szenario 8
	Studie mit Ergebnissen für Regionen die Deutschland nicht beinhalten (z. B. Asien)	Szenario 9	Szenario 10	Szenario 11	Szenario 12
	Keine Studie vorhanden	Szenario 13	Szenario 14	Szenario 15	Szenario 16

Die Zusammenführung von Krankheitslasten und -kosten ist nach den vorliegenden Informationen des Kriterienkataloges ebenfalls begrenzt durch unterschiedliche Definitionen, u. a. bezogen auf den Stressor, den Gesundheitsendpunkt und die Methode. Die Expositionsmessungen sind nicht einheitlich, es liegen für den ausgewählten Stressor Berechnungen für unterschiedliche Gesundheitsendpunkte vor. Anzumerken ist insbesondere, dass einheitliche, stressorspezifische Studien für Krankheitslasten und -kosten nicht vorliegen. Gründe hierfür werden in Kapitel 6.1.7 diskutiert.

Um eine qualitätsgesicherte Zusammenführung von Krankheitslasten und -kosten zu erreichen, ist eine verbesserte Datengrundlage notwendig, bei der Definitionen und Methoden einheitlich verwendet werden müssen.

Die vorliegende Informationsmatrix dient als Wegweiser für vorhandene (eingeschränkte), stressorbezogenen Informationen bzgl. der Krankheitslasten und -kosten. Sie identifiziert derzeitige Forschungslücken und benennt die größten Limitationen innerhalb der Studien. Durch den Kriterienkatalog wird eine erste Bewertung der Studienergebnisse möglich.

6 Diskussion

In den folgenden Abschnitten werden die im Rahmen des Projektes erarbeiteten Produkte und Ergebnisse diskutiert. Zunächst wird auf das methodische Vorgehen eingegangen (6.1). Dies beinhaltet die Literaturrecherche zu den Krankheitslasten (6.1.1) sowie den Krankheitskosten (6.1.2), den entwickelten Kriterienkatalog (6.1.3), die Informationsmatrix (6.1.4), die Defizitanalyse (6.1.5), das GEniUS-Fachgespräch (6.1.5) und die Zusammenführung von Krankheitslasten und Krankheitskosten (6.1.7.). Darüber hinaus werden die Ergebnisse des Projektes hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit für die gesundheitsbezogene Umweltpolitik in Deutschland erörtert (6.2), und die Projektergebnisse werden in das wissenschaftliche Umfeld eingeordnet (6.3). Abschließend werden Handlungsempfehlungen abgeleitet und Forschungsbedarfe thematisiert (6.4).

6.1 Methodisches Vorgehen des GEniUS-Projektes

6.1.1 Literaturrecherche von EBD-Studien

Die Basis der Studienrecherche stellt die Liste der Umweltstressoren dar, die für Deutschland als relevant identifiziert wurden (siehe hierzu die Tabelle 18 bis 22 in Kapitel 5.1.2). Die Stressoren wurden, wie in Kapitel 4.2 beschrieben, mit Gesundheitsbegriffen und Quantifizierungsparametern kombiniert, um Krankheitslasten- und -kostenstudien zu finden.

Aufgrund der Vielzahl und der Relevanz der gelisteten Studien für das GEniUS-Projekt kann PubMed als wichtigstes Rechercheinstrument in der Datenbank MedLine zur Erreichung der Projektziele bewertet werden. Da aufgrund zeitlicher Limitationen die Recherchen begrenzt werden mussten, begründet dies die Fokussierung der Recherchen auf diese Datenbank.

Die Recherche der Gesundheitsbegriffe und Quantifizierungsparameter „Years lived with Disability“ und „Years lost due to premature mortality“ ergab eine geringe Trefferanzahl (eine Studie), weshalb eine Suche mit der Kombination dieser Begriffe und den einzelnen Stressoren nicht durchgeführt wurde. Somit konnte das Kosten-Nutzen-Verhältnis der sehr zeitaufwändigen Recherche verbessert werden. Die Erweiterung von unspezifischen und mit vielen Treffern verbundenen Recherchekombinationen durch Schlagworte wie „DALY“ kann als angemessen charakterisiert werden. Somit konnte die Gesamttrefferanzahl, bei gleichzeitiger Erhöhung spezifischer und relevanter Ergebnisse, verringert werden.

Eine Recherche der Stressoren in Kombination mit „Burden of Disease“, „Years lived with Disability“ und „Years lost due to premature mortality“ / „Years of life lost“ wurde in den Literaturdatenbanken GREENPILOT und WorldCat aus zeitlichen Gründen, aber auch aufgrund der Tatsache, dass Medline die wichtigste Datenbank für das Projekt darstellt, nicht durchgeführt. Zudem wurde ersichtlich, dass ein Großteil der in GREENPILOT und WorldCat gelisteten Studien ebenfalls in Medline aufgeführt ist. Anzumerken ist, dass das Auffinden von grauer Literatur mit diesen Datenbanken möglich ist, wohingegen Medline keine graue Literatur listet. Weiterhin ist davon auszugehen, dass nicht sämtliche relevante Studien in Medline geführt werden.

Es ist gewährleistet, dass die mittels der Literaturrecherche identifizierten Studien angemessen anhand der zuvor festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien als für das Projekt relevant oder nicht-relevant klassifiziert wurden. Eine Identifikation sämtlicher, für GEniUS potentiell relevanten Studien ist durch die Methodik der Literaturrecherche jedoch nicht vollständig zu sichern. Eine Erweiterung und somit Bestätigung der Recherche sowie deren Ergebnisse durch ein Schneeballverfahren und eine Recherche auf den Internetseiten wichtiger Institutionen war

im Rahmen des Projektes nicht möglich. Allerdings wurde eine erweiterbare Liste mit relevanten Institutionen für Folgeerhebungen angelegt (Tabelle 46).

Tabelle 46: Relevante Institutionen und Internetseiten für Folgeerhebungen zur Identifikation von grauer EBD-Literatur

Institutionen oder Projektkonsortien	Internetseite (letzter Abruf: 14.05.2014)
AIHW - Australian Institute of Health and Welfare	http://www.aihw.gov.au
BAuA - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	http://www.baua.de/de/Startseite.html
BIPS - Institut für Epidemiologie und Präventionsforschung GmbH	http://www.bips.uni-bremen.de
BfR - Bundesinstitut für Risikobewertung	http://www.bfr.bund.de/de/start.html
Blacksmith Institute	http://www.blacksmithinstitute.org/
EC - Europäische Kommission	http://ec.europa.eu/index_de.htm
EEA - European Environmental Agency	http://www.eea.europa.eu/
Harvard University	http://www.harvard.edu/
Health Impact Assessment Gateway	http://www.hiagateway.org.uk/
HEIMTSA - Health and Environment Integrated Methodology and Toolbox for Scenario Assessment	http://www.heimtsa.eu/
IHME - Institute for Health Metrics and Evaluation	http://www.healthmetricsandevaluation.org/
INTARESE - Integrated Assessment of Health Risks of Environmental Stressors in Europe	http://www.intarese.org/
LSE - School of Economics and Political Science, Department of Geography and Environment, London	http://www2.lse.ac.uk/geographyAndEnvironment/Home.aspx
LZG.NRW - Landeszentrum Gesundheit NRW	http://www.lzg.gc.nrw.de/
RAPID - Risk Assessment from Policy to Impact Dimension	http://www.sdu.dk/en/om_sdu/institutter_centre/ist_sundhedstjenesteforsk/forskning/forskningsenheder/sundhedsfr emme/forskningsprojekter/rapid
RIVM - National Institute for Public Health and the Environment	http://www.rivm.nl/en/
THL - National Institute for Health and Welfare, Finland	http://www.thl.fi/en_US/web/en
Umweltbundesamt	http://www.umweltbundesamt.de/
U.S. EPA - United States Environmental Protection Agency	http://www.epa.gov/
VITO - Flemish Institute for Technological Research	http://www.vito.be/VITO/EN/HomepageAdmin/Home/
University of Washington	http://www.washington.edu/
World Health Organization	http://www.who.int/en/

In das GEniUS-Projekt sind deutsch- und englischsprachige Veröffentlichungen eingeflossen. In der Diskussion auf dem Fachgespräch wurde deutlich, dass unter anderem eine Vielzahl chinesischer Studien (ohne englischsprachige Abstracts) zur gesundheitlichen Wirkung von Feinstäuben existiert. Aufgrund sprachlicher Barrieren ist jedoch der Einschluss weiterer Sprachen nicht möglich. Gleichfalls kann keine Übersicht gegeben werden, welche Studien aufgrund sprachlicher Limitation nicht berücksichtigt werden konnten.

Eine methodische Limitation stellt das unterschiedliche Vorgehen in der Literaturrecherche nach Krankheitslastenstudien- und -Krankheitskostenstudien dar. Die Recherche nach Krankheitskostenstudien fokussierte den MeSH-Ansatz. Das Aufstellen eines MeSH-Kozeptes für Krankheitslasten ist aufgrund fehlender MeSH-Begriffe für BoD, EBD, DALY etc. nicht möglich. Mit Ausnahme des MeSH-Ansatzes kann jedoch eine gute Übereinstimmung der Recherche konstatiert werden. So bildet die Liste relevanter Stressoren jeweils den Ausgangspunkt der Recherchen.

In Kapitel 5.2 wurden die Ergebnisse der Literaturrecherche aufgeteilt nach Stressoren dargestellt. Es hat sich gezeigt, dass die Einordnung der Studien zum Teil nicht ganz exakt ist. Dies ist der Darstellung der Stressoren in den Studien geschuldet, da zur Entscheidung über die Inklusion der Studien in das Projekt zunächst der Titel und die Abstracts gesichtet wurden. Abstracts beinhalten teilweise übergreifende Stressoren, wie beispielsweise „air pollution“ oder „indoor air pollution“. Beim Lesen des gesamten Artikels wurden im Methodikabschnitt eine exaktere Definition oder der verwendete Indikator angegeben. Beispiele hierfür sind Miraglia et al. (2005) und Prüss-Üstün et al. (2008): In diesen Publikationen wurde zunächst das Thema „air pollution“ angesprochen. Im Weiteren wurde dann der Indikator PM_{10} zur Berechnung der Krankheitslast thematisiert. Ein vergleichbares Bild zeigt sich bei dem Stressor „indoor air pollution“. Unter „indoor air pollution“ wird in fast allen betrachteten Studien vornehmlich die Exposition gegenüber Luftschadstoffen aus der Verbrennung fester Brennstoffe (solid fuels) gefasst.

In einer Vielzahl von Studien wurde die Methodik zur EBD-Berechnung sowie die Komponenten und Daten die zur Quantifizierung benötigt werden, detailliert dargestellt, in der Publikation selbst wurde oftmals jedoch keine Rechnung durchgeführt (Fewtrell et al. 2003; Jacobs 2011; Kales et al. 2011; Zeeb 2011). Deshalb wurden diese Publikationen anhand des nicht berücksichtigten Einschlusskriteriums (E7) - Quantifizierung der Krankheitslasten in den identifizierten Studien durch DALY, YLD oder YLL im Nachhinein ausgeschlossen (vgl. Kapitel 5.2.1).

In diversen Artikeln wird auf eine ausführlichere Dokumentation der Studie in anderen Publikationen hingewiesen, z. B. bei den Artikeln von Ezzati et al. (2002) und Cohen et al. (2005). Aus zeitlichen Gründen konnten die ausführlicheren Publikationen nicht in das Projekt eingeschlossen werden. In der Datenbank sind daher nur Informationen enthalten, die in den Artikeln beschrieben sind. Ebenso bezieht sich die Bewertung anhand des Kriterienkatalogs lediglich auf die Angaben aus den Artikeln. Möglich ist, dass weitere und detailliertere Informationen in den ausführlicheren Publikationen zu finden sind, die zu einer besseren Bewertung geführt hätten.

Die Studienrecherche ist begrenzt auf den Zeitraum von 01.01.1995 bis 31.12.2012, um eine umfassende und gleichzeitig auch durchführbare Recherche im Rahmen des Projektes zu ermöglichen. Eingeschlossen werden konnten lediglich jene Studien, die entsprechend der Recherchestrategie auffindbar waren. Laufende Projekte sind zumeist (noch) nicht auffindbar bzw. stellen (noch) keine Publikationen zur Verfügung, die hätten verwendet werden können.

Diskussion der Ein- und Ausschlusskriterien für EBD-Studien

Die Formulierung der Ein- und Ausschlusskriterien fand in enger Absprache mit den Auftraggebern statt, sodass auf die Auswahl der als (nicht) relevant identifizierten Stressoren nicht weiter eingegangen werden soll. Sie begründet sich vor allem in der thematischen Ausrichtung des Forschungsvorhabens.

Die Diskussion der Ein- und Ausschlusskriterien konzentriert sich vor allem auf das Einschlusskriterium 7 „Quantifizierung der Krankheitslasten in den identifizierten Studien durch DALY, YLL oder YLD“ sowie auf den im Fachgespräch kritisierten Ausschluss arbeitsbedingter Expositionen. Weitere Quantifizierungsarten der Krankheitslast (ohne Verwendung von DALY, YLL, YLD) sind schwer greifbar. Zudem sind prinzipiell unendlich viele Möglichkeiten vorhanden, wie z. B. umweltbedingte Inzidenzen, gesundheitlich eingeschränkte Tage, Krankenhaustage oder auch Krankenhauseinweisungen, was Boyd und Genuis (2008) als Indikator der umweltbedingten Krankheitslast verwendet haben. Eine standardisierte Suche ist entsprechend problematisch und zugleich sehr umfangreich. Im Rahmen des GEniUS Projekts war die transparente Begrenzung auf DALY, YLD und YLL angemessen, sollte jedoch in Folgeprojekten durch die Aufnahme weiterer ausgewählter Maße erweitert werden.

Der Ausschluss arbeitsbedingter beziehungsweise von Spitzenexpositionsszenarien ist in der Ausrichtung des Projekts begründet. Wichtig ist die Betrachtung der Stressoren mit allgemeiner Public Health-Relevanz. Somit wird ersichtlich, welche Stressoren auf Bevölkerungsebene bereits gut erforscht sind und welche Auswirkungen sie auf die Gesundheit der gesamten Gesellschaft haben. Arbeitsbedingte Expositionen sind nicht übertragbar auf die Expositionssituation der Bevölkerung, da bei diesen Studien lediglich ein Teil der Bevölkerung fokussiert wird. Die Untersuchung höherer Expositionsszenarien sollte durch Folgeprojekte geleistet werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Recherche von EBD-Studien umfassend sowie gleichfalls zielgerichtet durchgeführt wurde. Zudem ist diese samt ihren Ein- und Ausschlusskriterien sorgfältig dokumentiert worden, wodurch eine Weiterführung und Aktualisierung der Recherche möglich ist.

6.1.2 Literaturrecherche von Kostenstudien

Im Rahmen der Literaturrecherche wurde auf die Liste relevanter Stressoren (siehe Kapitel 5.1.2), zusammen gestellt in Absprache mit dem Auftraggeber, zurückgegriffen. Die Auswahl der stressorbezogenen Suchbegriffe erfolgte auf dieser Grundlage.

Die Literaturrecherche sollte nachfolgende Punkte herausarbeiten (unter Beachtung der zeitlichen (Studien ab 1995) und sprachlichen (Studien in deutscher/englischer Sprache) Einschränkung):

- Zusammenstellung eines breiten Überblicks über die verfügbare Literatur
- Impulse für breit abdeckende Suchbegriffe
- Gewährleistung einer möglichst umfangreichen Recherche

Im Rahmen der Krankheitskostenstudien wurden diese Aspekte in den Datenbanken Medline (Suchmaschine PubMed) und über die Suchmaschinen WorldCat und GREENPILOT durchgeführt. Da nicht davon auszugehen war, dass alle Krankheitskostenstudien in den genannten Literaturdatenbanken erfasst sind, erfolgte die Suche nach sogenannter grauer Literatur mit der Suchmaschine ‚google scholar‘.

Die Suche in den wissenschaftlich orientierten Datenbanken erwies sich als zielführend. Eine hohe Anzahl von Studien konnte den ausgewählten Stressoren zugeordnet und in weiteren Schritten eingehend untersucht werden.

Da die Suche sich ausschließlich auf deutsche bzw. englische Literatur bezog, ist nicht bekannt, wie hoch der Anteil anderssprachiger Studien zu stressorbezogenen Krankheitskosten ist.

Des Weiteren erfolgte die Suche mit Begriffen, die inhaltlich Krankheitskosten abbildeten. Hier konnten drei wesentliche englische Begriffe herausgearbeitet werden, die u. a. in den MeSH Terms in der Suchmaschine PubMed enthalten sind.

Innerhalb der grauen Literatur ergab sich ein etwas anderes Bild. Die punktgenaue Suche basierend auf den Stressoren in Verbindung mit den Begriffen der Krankheitskosten zeigte ein unvollständiges Angebot der Literatur im Vergleich zu der wissenschaftlichen Datenbanksuche. Die Suche nach möglichen Fehlerquellen innerhalb der Suchstrategie der grauen Literatur ergab, dass Stressoren und deren Auswirkungen wie Kosten nicht direkt benannt werden, sondern einer Umschreibung (z.B. anstelle von Nomen werden Adjektive genutzt) unterliegen. Bei Nutzung dieser Strategie ergab sich ein vielfältiges Angebot. Eine genauere Eingrenzung der Suchbegriffe war nicht möglich, da die Trefferquote sich wieder sehr stark eingrenzte und für einige Kombinationen von Kostenbegriff und Stressor keine Ergebnisse vorlagen. Um das große Angebot der allgemeinen Suche zu bewältigen, wurden die ersten 50 Trefferseiten anhand der gelisteten ‚google Scholar‘ Angaben gesichtet und ausgewertet.

Es kann dennoch davon ausgegangen werden, dass ein großer Teil der potenziell verfügbaren stressorbezogenen Veröffentlichungen in deutscher und englischer Sprache recherchiert werden konnte. Zusätzlich wurden die Literaturlisten der Publikationen systematisch gesichtet, um fehlende Quellen zu identifizieren. Diese Vorgehensweise ergab zusätzlich einige neue Treffer und bestätigte alle bereits im Vorfeld gefundenen Literaturquellen.

Durch dieses Vorgehen lag vor Auswahl der relevanten Studien ein guter Überblick über die deutsch- und englischsprachige Literatur bezogen auf Krankheitskosten und Stressoren vor. Weitere Suchbegriffe konnten im Rahmen der Suche nach grauer Literatur herausgearbeitet werden. Es ist anzunehmen, dass innerhalb der Recherche alle bedeutsamen und wesentlichen Publikationen zu dem Thema gefunden wurden.

Die gefundene Literatur wurde in einem zweiten Schritt auf die Ein- und Ausschlusskriterien hin überprüft (siehe Kapitel 5.1.1). Durch die Sichtung der Zusammenfassungen (Abstracts) konnten die Studien hinsichtlich ihrer Bedeutung und Aussage geprüft und ausgewählt werden.

Im letzten Schritt, vor Eingabe in die Informationsmatrix, grenzte die vollständige Auswertung der Publikation die weitere Auswahl ein. Wurden alle Einschlusskriterien erfüllt und konnten alle Ausschlusskriterien widerlegt werden, kam es zur Dateneingabe in die Informationsmatrix.

6.1.3 Kriterienkatalog

Neben der Recherche und Dokumentation von derzeit relevanten Publikationen bezüglich stressorbezogenen Krankheitslasten wie -kosten, ist es Ziel des GEniUS-Projektes, die identifizierten Studien hinsichtlich ihrer wissenschaftlich-methodischen Studienqualität (Zielsetzung, Fragestellung, methodische Durchführung) zu bewerten und die Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf Deutschland zu überprüfen. Um eine transparente Bewertung zu ermöglichen, wurde im Rahmen des Projektes ein Kriterienkatalog mit insgesamt 38 Fragen erarbeitet. Dieser enthält die in der Leistungsausschreibung des Projektes geforderten, sowie weitere Aspekte.

Die Bewertung anhand des Kriterienkatalogs kann dem/der Nutzenden der Projektergebnisse bei der Entscheidung, welche der identifizierten Studien für die gesundheitsbezogene Umweltpolitik verwendet werden können, helfen. Die Bewertung enthält sowohl wissenschaftliche Gütekriterien als auch Hinweise auf eine mögliche Übertragbarkeit auf Deutschland.

Die Bewertung erfolgte anhand von Symbolen, da eine Punktevergabe und die darauf folgenden Aufsummierung in einem Index sich nicht als zielführend und angemessen herausgestellt hat. Für die Erstellung eines Indexes wäre es notwendig, dass entweder alle Fragen die gleiche Gewichtung haben oder eindeutig festgelegt wird, welches Gewicht einzelne Fragen besitzen. In dem Kriterienkatalog ist eine Vielzahl an unterschiedlichen Informationen enthalten. Je nach Interessenslage kann ausgewählt werden, welche Qualitätsstandards für den speziellen Gebrauch im Vordergrund stehen. Das Bewertungssystem anhand von Symbolen wurde unter anderem aufgrund der Diskussionen, die auf dem Fachgespräch geführt wurden (siehe Kapitel 5.6), festgelegt. Zunächst war eine Punktebewertung (0, 1 und 2 Punkte) und eine Aufsummierung der einzelnen Bewertungen zu einem Summenmaß vorgesehen. Da der Kriterienkatalog zwei sehr unterschiedliche Schwerpunkte umfasst (Qualität der Studie und Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Deutschland) wurde in Absprache mit dem Auftraggeber von einem Summenmaß Abstand genommen. Ebenso ist die Zielgruppe der Bewertung nicht festgeschrieben, daher kann es sein, dass für den Nutzenden bzw. die Nutzende einzelne Fragen bedeutsamer sind und somit stärker gewichtet werden. Die jetzige Bewertung anhand von Symbolen ermöglicht den Nutzenden alle Bewertungen einzeln zu betrachten und ein individuellen and die jeweilige Fragestellung angepassten Maßstab zu bilden.

Um ein standardisiertes Verfahren der Bewertung innerhalb der GEniUS-Projektgruppe zu gewährleisten, erfolgte eine genaue Absprache zur Eingabe und Bewertung sowie eine Definition einzelner Begriffen (siehe Kapitel 4.3.3 und 4.3.4).

Durch die Bewertung mithilfe des Kriterienkataloges wurden die Defizite und die vielfältige Methodenauswahl der verschiedenen Studien erkennbar.

Der erstellte Kriterienkatalog enthält wesentliche Aspekte zur Bewertung der Studienqualität, die auf Grundlage von wissenschaftlichen Quellen entwickelt wurden (vgl. Kapitel 4.3). Durch eine zunächst sehr umfangreiche literaturbasierte Sammlung an Bewertungsmöglichkeiten wurden schließlich alle Kriterien zu Zwecken der Studienbewertung operationalisiert. Der erste Entwurf des Kriterienkatalogs war durch eine deutlich höhere Anzahl sehr spezieller Fragen gekennzeichnet und wurde schrittweise präzisiert, um den Katalog für das GEniUS-Projekt anwendbar zu machen. Die Kürzung des Kriterienkatalogs verfolgte das Ziel, anstelle von Spezifika und Ausnahmen eher Grundlagen und Bestandteile aller Studien zu bewerten. Um ggf. relevante individuelle und studienabhängige Aspekte zu berücksichtigen, ist zu beiden Bewertungsaspekten Platz für notwendige Ergänzungen (siehe Frage 28 und Frage 38 in Abbildung 6) für den oder die Bewertende(n) vorhanden.

Die Bewertung des zweiten Teils des Kriterienkatalogs, der sich auf die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Deutschland bezieht, beruht auf verschiedenen Daten. Entsprechende Daten können durch Quellenverweise im Kriterienkatalog aufgerufen werden. Diese sind anerkannte Datenquellen, wie die Webseiten der WHO, der Vereinten Nationen oder des Institute for Health Metrics and Evaluation; vgl. Anhang 9.1). Diese Angaben sind für fast alle Länder vorhanden. Es fehlen diese Angaben jedoch für weitere Bezugsräume, wie Europa oder Euro-A. Wenn möglich wurde hier auf andere verlässliche Datenquellen zurückgegriffen, wie die Website der WHO³¹ oder der OECD³². Nicht möglich war es, Daten für die Region Euro-A zu

³¹ http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/life_tables/situation_trends/en [25.02.2014].

³² <http://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264183896-en/01/01/index.html?itemId=/content/chapter/9789264183896-4-en> [25.02.2014].

finden sowie in den Studien eigens zusammengefügte Länderverbunde zu finden und hinsichtlich einer Übertragbarkeit auf Deutschland zu bewerten. Dies trifft auf die folgenden Studien zu: Fantke (2012) und Jaakkola et al. (2011). Berechnungen für die Euro-A Region wurde in diesen Studien durchgeführt: Anenberg et al. (2010), Ezzati et al. (2002), Öberg et al. (2011), Deshaies et al. (2011), Fewtrell et al. (2005), Hygge und Kim (2011) und Valent et al. (2004).

Im Kriterienkatalog mussten unter dem Hauptkriterium 2 „Übertragbarkeit auf Deutschland“ Grenzen ausgewählt werden, um eine Vergleichbarkeit mit Deutschland zu gewährleisten. Diese Grenzen wurden willkürlich gewählt, wobei berücksichtigt wurde, dass bei Betrachtung der gesamten Verteilung, nicht (nahezu) alle anderen Länder ein- bzw. ausgeschlossen werden. Alternative Grenzdefinitionen wären ebenso möglich gewesen.

Das Bruttonationaleinkommen (BNE) (früher: Bruttosozialprodukt) wurde als Indikator für die ökonomische Vergleichbarkeit der Länder in dieser Studie herangezogen, weil es die Summe aller Güter und Dienstleistungen, die von Inländern innerhalb eines Jahres im In- und Ausland hergestellt werden umfasst. Ebenfalls handelt sich um einen Indikator der vielfach Anwendung findet und Daten für fast alle Länder vorhanden sind. Dieser vergleichbare Wert wird unter anderem von der WHO verwendet bei der Zusammenstellung der wichtigsten Kennzahlen für ein Land (<http://www.who.int/countries/en>).

Neben dem BNE wird oftmals das Bruttoinlandsprodukt (BIP) zum Ländervergleich herangezogen. Dies berücksichtigt alle Güter und Dienstleistungen, die im Inland innerhalb eines Jahres von In- und Ausländern hergestellt werden.

Derzeit werden beide Ansätze als Vergleichsoptionen zwischen Nationen diskutiert. Da derzeit international kein einheitlich neuer Vergleichswert vorliegt, wird auf eine weitere Diskussion verzichtet.

Studien die weltweite Berechnungen durchgeführten haben, wurden gesondert bewertet, weil eine Vielzahl an Informationen beschrieben wurde, es jedoch nicht möglich war, explizit deutsche oder europäische Daten herauszufiltern. In der Publikation von Öberg et al. wurde beispielweise gesschrieben: “Results were calculated separately for every age- group, sex, and country, and then summed as appropriate“ (Öberg et al. 2011, S. 142). Diese Ergebnisse wurden nicht in dem Artikel dargestellt und im Rahmen von GEniUS war es nicht möglich, entsprechende Daten von den Autorinnen oder Autoren einzufordern.

Bei Studien, die die Krankheitslast von bestimmten Szenarien, die auf politischen Maßnahmen beruhen, quantifizierten (Woodcock et al. 2009), kann keine direkte Übertragung der Ergebnisse auf Deutschland stattfinden, da die Krankheitslast einer bestimmten Situation berechnet wird und nicht die Krankheitslast bezogen auf die Allgemeinbevölkerung, die zu einem bestimmten Zeitpunkt besteht. Hierbei sollte die Studie nochmals studiert werden, um weitere relevante Ergebnisse abzuleiten. Ebenfalls wird in diesen Studien, z. B. Health Impact Assessment-Studien, der Fokus auf andere Aspekte, wie zum Beispiel die Beschreibung der alternativen Szenarien, gelegt, weshalb es zu einer relativ schlechten Bewertung im Kriterienkatalog kommen konnte.

Allgemein kann festgehalten werden, dass die Bewertung der Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf Deutschland nur einen ungefähren Richtwert darstellt. Falls die Verwendung bestimmter Studiendaten in Betracht gezogen wird, sollte die gesamte Publikation samt ihrer Limitationen eingeschlossen werden und nicht lediglich die Bewertung des Kriterienkatalogs.

Ein weiterer Faktor, der die Bewertung mithilfe des Kriterienkatalogs beeinflusst, ist der Umfang bzw. die Dokumentation der Studie. In dem GEniUS-Projekt sind viele unterschiedliche

Studien eingeflossen, die Dokumentation erfolgte sowohl in umfangreichen Projektberichten (z. B. Knol und Staatsen 2005, Hänninen und Knol 2011, Hornberg et al. 2013) in denen die verwendete Methodik und Daten detailliert beschrieben wurden als auch in Zeitschriftenartikeln, wo das gesamte Vorhaben auf wenigen Seiten zusammengefasst wurde. Da die Bewertung nur auf den in der Publikation gegebenen Informationen beruht, ist es möglich, dass die Bewertung bei kurzen Dokumentationen schlechter ausgefallen ist als bei ausführlicheren Projektberichten. Dies betrifft vor allem Fragen bezüglich der Begründung, warum bestimmte Daten oder Indikatoren ausgewählt und verwendet wurden sowie die Darlegung der angewandten Methode (z. B. Frage 10, 12, 13, 14, 15, 24, 25 und 26 des Kriterienkatalogs).

Die Bewertung des Kriterienkatalogs wurde von mehreren Personen des GEniUS-Konsortiums vorgenommen. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass aufgrund von individuellem Vorwissen die Beantwortung beeinflusst wurde. Diese Fehlerquelle wurde mithilfe von klar definierten Eingaberegeln sowie der Kommentarfelder, siehe Kapitel 4.3.3, möglichst klein gehalten. Trotz dessen kann nicht garantiert werden, dass andere Personen zu der gleichen Bewertung kämen. Aus diesem Grund sollten die Bewertung der Studien, die im Rahmen des Projektes stattgefunden hat, als Hilfe zur weiteren Verwendung der Studienergebnisse gesehen werden, aber nicht nur auf dieser beruhen.

Der Kriterienkatalog wurde speziell für das Projekt und das verfolgte Projektziel entwickelt. Dabei wurden alle Vorgaben des Auftraggebers berücksichtigt. Von den Projektnehmerinnen und -nehmern wird empfohlen, dieses Instrument auf Ebene der wissenschaftlichen Politikberatung zu diskutieren und damit auch die Möglichkeit einer weiteren Verwendung für die Bewertungen von Krankheitslasten- und -kostenstudien zu erörtern. Es wird auch empfohlen, das Instrument zu validieren.

6.1.4 Informationsmatrix

Die im Rahmen von GEniUS entwickelte Informationsmatrix gibt einen Überblick über alle Studien, die in dem Projekt eingeschlossen wurden. Dies sind insgesamt 86 Studien, wobei 42 Krankheitslasten und 44 Krankheitskosten berechnet haben. Eine Vielzahl an unterschiedlichen Informationen zu den Studien, z. B. die verwendete Methodik, Ergebnisse und Limitationen werden in der Datenbank erfasst. Dem oder der Nutzenden wird es überlassen, weitere Informationen anhand von Originalquellen einzuholen. Ein Internetlink zur Quelle sowie die gesamte Zitation der Studie sind in der Informationsmatrix angegeben.

Da eine große Definitions- sowie Methodenvielfalt existiert, werden die relevanten Informationen in der Datenbank näher aufgeführt. Auch war es notwendig, die benannten Expositionsberechnungen und EWF zu benennen. Detaillierte Angaben zur Herleitung der EWF oder Expositionsschätzung werden nicht benannt und es bleibt dem und der Nutzenden überlassen, weitere Informationen einzuholen. Wie in den Ergebnissen der Literaturrecherche erwähnt, liegen für einige Stressoren keine Quantifizierungsstudien vor. Dies bringt es mit sich, dass in der Informationsmatrix Stressoren vernachlässigt werden, für die ungenügende oder keine Quantifizierungen vorhanden sind. Die Datenbank stellt somit nur die gefundenen Ergebnisse dar. Aufschlüsse über Datenlücken gibt die im Rahmen des Projektes durchgeführte Defizitanalyse, siehe Kapitel 5.5.

In der Datenbank sind die in den Studien genannten Limitationen in einer einheitlichen Form erfasst. Dazu wurden während der Studieneingabe einheitliche Limitationen formuliert und im Verlauf der weiteren Eingabe in die Datenbank integriert, sodass die Limitationen auch für andere Studien zur Auswahl standen. Hierbei wird nochmals betont, dass lediglich die in den

Studien genannten Limitationen aufgenommen wurden. Daher ist auch die Auswahl „No limitations are discussed“ möglich.

In der Datenbank wurden bevorzugt Werte für den Bezugsraum Deutschland eingegeben. Zum Beispiel haben Prüss-Üstün et al. (2008) und Hänninen und Knol (2011) Berechnungen für verschiedene Länder durchgeführt, in die Datenbank wurden hingegen nur die Ergebnisse für Deutschland aufgenommen. In der Publikation von Prüss-Üstün et al. (2008) wurden keine direkten Angaben für Deutschland dargestellt. Vielmehr wurde in der Publikation die Vorgehensweise und Methodik beschrieben. Die Ergebnisse aufgegliedert nach einzelnen Ländern sind im Internet zu finden³³.

In umfassenden Berichten wurde oft die Krankheitslast für verschiedene Stressoren berechnet (z. B. (Hornberg et al. 2013)). In manchen Berichten wurden die Berechnungen zudem für verschiedene Jahre durchgeführt (Knol und Staatsen (2005)). Hierbei wurde das aktuellste Jahr in die Datenbank eingegeben, bzw. in dem konkreten Fall von Knol und Staatsen (2005) wurden die berechneten Daten eingegeben und nicht die Daten, die mit Unsicherheiten modelliert wurden. Ebenfalls wurden verschiedene Vergleichswerte für die Berechnung verwendet.

In die Datenbank sind nur die Angaben, die in den Studien gemacht wurden, eingeflossen. Teilweise führt dies zu Unstimmigkeiten, denn in den Studien ist die Krankheitslast in Form von DALY dargestellt, hingegen wurden nur YLL berechnet und als DALY bezeichnet. Hierbei wurde jedoch die Konnotation des Artikels übernommen.

Die Datenbank wurde möglichst benutzerfreundlich erstellt. Hierbei wurden die Vorgaben aus der Leistungsbeschreibung berücksichtigt sowie weitere relevante Informationen aufgenommen. Inwiefern die zur Verfügung gestellten Informationen für die Ziele des und der Nutzenden der Datenbank hilfreich und ausreichend sind, sollte in einem Praxistext überprüft werden. Eine Weiterentwicklung sollte aufgrund der in diesem Bericht detailliert erläuterten Feldfunktionen und des Aufbaus der Datenbank (vgl. Kapitel 4.4 und Anhang 9.2) möglich sein.

Die in der Datenbank enthaltenen Studien, siehe Tabelle 27, sind anhand der AP 1 und 2 ausgewählt worden. Wie bereits in den Kapiteln 4.2, 6.1.1 und 6.1.2 erläutert, ist es möglich, dass Studien mit Relevanz für die gesundheitsbezogene Umweltpolitik in Deutschland ausgeschlossen wurden. Daher wurde bei der Programmierung der Datenbank darauf geachtet, dass problemlos weitere Studien eingegeben werden können. Die Angaben zur Studieneingabe, siehe Abbildung 7, lassen dabei eine eindeutige Zuordnung, wer und wann die Studie eingegeben hat, zu.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Informationsmatrix, umgesetzt in einer Access-Datenbank, die in der Leistungsbeschreibung geforderten Elemente enthält und sogar über diese Vorgaben hinausgeht und weitere, von den Projektnehmerinnenn und -nehmern als relevant eingestufte Informationen enthält. Eine direkte Nebeneinanderstellung von Krankheitslasten und Krankheitskosten konnte nicht realisiert werden. Gründe hierfür sind in der Diskussion der Defizitanalyse enthalten, siehe Kapitel 6.1.5.

6.1.5 Defizitanalyse

Da die **Liste relevanter Stressoren** zusammen mit den Auftraggebern erstellt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass diese Stressoren von großem Interesse für Deutschland aus

³³ Die Ergebnisse für Deutschland sind unter dem folgenden Link auf Seite 18 dargestellt:
http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/countryprofileseuro.pdf?ua=1 [26.02.2014].

Sicht von Umwelt und Gesundheit sind. Die dargelegten Datenlücken (vgl. Kapitel 5.5, Tabelle 28) belegen, dass weitere Forschung hinsichtlich der Quantifizierung von Stressoren in Form von Krankheitslasten und/oder -kosten wünschenswert ist. Die erste Frage kann daher im Rahmen des Projektes als beantwortet gesehen werden.

Bei den aufgezeigten Datenlücken setzt die zweite Frage an, welche erforderlichen und prinzipiell ermittelbaren Informationen zu einzelnen Umweltstressoren, Erkrankungen und Kosten in Deutschland derzeit zur Berechnung von Krankheitskosten und/oder Krankheitslasten nicht zur Verfügung stehen. Zur Beantwortung dieser Frage wurden sechs Aspekte betrachtet: Informationsbedarf, Beurteilung der in den Studien der Informationsmatrix verwendeten Informationen, Übertragbarkeit der Krankheitskostenstudien auf Deutschland, Übertragbarkeit der Krankheitslastenstudien auf Deutschland, Identifikation von Datenquellen für Deutschland, Identifikation von Datenlücken. Die Übertragbarkeit der Studienergebnisse beantwortet nicht direkt die Frage, ist aber aus Sicht der Projektnehmerinnen und -nehmer ein relevantes Ergebnis des Projektes und sollte daher thematisiert werden. Zudem müssten in Deutschland keine eigenen Berechnungen durchgeführt werden, wenn Ergebnisse aus anderen Ländern oder Bezugsräumen problemlos auf Deutschland übertragen werden könnten. Die einzelnen Aspekte werden erläutert und soweit es mit den im Projekt erarbeiteten Informationen möglich ist, die übergeordnete Frage der Defizitanalyse beantwortet. Es werden sowohl Datenlücken aufgezeigt als auch mögliche Datenquellen dargelegt. Nicht möglich war es, im Rahmen des Projektes dies für jeden der 40 Stressoren im Detail durchzuführen. Eine solche Analyse ist ein eigenes Forschungsvorhaben mit einer Internetrecherche und der Analyse von Datenquellen. Ein solches Forschungsvorhaben wird von den Projektnehmerinnenn und -nehmern begrüßt.

6.1.6 Das GEniUS-Fachgespräch

Die kritisch-konstruktive Diskussion des GEniUS-Fachgesprächs hat einen wesentlichen Beitrag zur Ausgestaltung einzelner Instrumente und zum Abschluss des Projektes geleistet. Es wurde nochmals deutlich, dass auf politischer, gesellschaftlicher und medialer Ebene ein zunehmendes Interesse an der Thematik Umwelt und Gesundheit zu verzeichnen ist. Dementsprechend ist die Fokussierung auf den EBD-Ansatz im Rahmen des Projektes zu begrüßen.

Bezüglich der Stressorenauswahl wurde angeregt, die Liste der für Deutschland relevanten Stressoren zu erweitern. Vorgeschlagen wurde zum Beispiel „Hitze“ als temperaturbedingter Stressor. Alternativ wurde die Durchführung einer Metaanalyse für verschiedene Stressoren und die Zusammenfassung der identifizierten Ergebnisse vorgeschlagen.

Durch die von dem Projektkonsortium gewählten Ein- und Ausschlusskriterien der Studien ist ein Bias im GEniUS-Projekt aufgetreten, vgl. Beschreibung in Kapitel 6.1.1. Aufgrund des Einschlusskriteriums, dass eine Verknüpfung von Stressor und Kosten oder Stressor und Quantifizierung in Form von Krankheitslasten (DALY, YLL, YLD) in den Studien enthalten sein muss, entfallen viele Studien, die zum Beispiel lediglich Teilaspekte quantifizieren. Daraus folgt, dass aktuell diskutierte Schadstoffe teilweise überrepräsentiert sind, da für diese Quantifizierungen existieren. Bereits gut untersuchte Schadstoffe, für die aber keine Quantifizierungen in Form von DALY oder Kosten vorliegen, werden nicht im Rahmen des Projektes betrachtet. Kritisch wurde ebenfalls der Ausschluss arbeitsmedizinischer Erkenntnisse gesehen, da diese die Basis für viele EWF darstellen.

Ein besonderer Fokus wurde durch die Expertinnen und Experten auf die Diskussion der eingeschlossenen Kostenarten und Berechnungsmethoden gelegt. Kritisiert wurden der Ausschluss intangibler Kosten sowie der Ausschluss von Kostenberechnungen mittels der

Willingness-to-pay (WTP)-Methode. Der Einbezug intangibler Kosten wäre notwendig, um die Gesamtkosten einer Erkrankung darzustellen. Ohne die Beachtung intangibler Kosten kann ein Bias bei der Darstellung der Krankheitskosten entstehen. So führt zum Beispiel der sofortige Tod eines Vierjährigen zu keinen Kosten, die Krebserkrankung eines 80-Jährigen jedoch zu erheblichen Kosten. Aus medizinischer Sicht sollten intangible Kosten berücksichtigt werden. In GEniUS wurden intangible Kosten ausgeschlossen, weil diese schwierig zu monetarisieren sind.

Bezüglich des Ausschlusses der WTP-Methode wurde festgestellt, dass im Projekt darauf hingewiesen werden sollte, dass neben Krankheitskosten und Kosten-Nutzen-Analysen weitere Kostenarten existieren. Die WHO verwendet bevorzugt Kosten-Nutzen-Analysen; aufgrund der mangelhaften Datenlage werden jedoch oft weitere Daten verwendet, die mit der WTP-Methode berechnet wurden, da eine Vielzahl von Studien auf dieser Methode basieren. Auch die Europäische Kommission wendet regelmäßig die WTP-Methode an, da alle verfügbaren Informationen zur Berechnung genutzt werden. Das BMU steht der Eingrenzung der Studien unter dem Aspekt, dass diese ausschließlich tatsächlich monetäre Kosten enthalten, positiv gegenüber, da dieses zu belastbare Zahlen führt und keinen Bewertungen unterliegt (siehe Kapitel 6.1.7). Die Politik benötigt eine Vielzahl an Informationen, um Entscheidungen treffen zu können. Dabei sind auch andere Argumente als die Höhe von Krankheitskosten relevant. Die Kosten-Nutzen-Analyse und der WTP-Ansatz können, nach Meinung einiger Teilnehmerinnen und Teilnehmer, gemeinsam genutzt werden. Hierbei bestehen Schwierigkeiten in der Kommunikation der Ergebnisse, da die beiden ökonomischen Werkzeuge komplex sind.

Der Kriterienkatalog und insbesondere die Bewertung der wissenschaftlichen Güte der Studien werden als relevante Botschaft für die politische Ebene eingestuft. Basierend auf der Diskussion der Expertinnen und Experten wurde die Bewertungsform des Kriterienkatalogs neu konstruiert, sodass eine symbolische und keine numerische Bewertung der Studien vorgenommen wurde, vgl. hierzu auch Kapitel 6.1.3. Insbesondere die Zusammenfassung des Kriterienkatalogs, ausgedrückt in einem Index, wurde aufgrund der zwei unterschiedlichen Schwerpunkte – wissenschaftliche Güte und Übertragbarkeit auf Deutschland – als problematisch angesehen. Dementsprechend wurde eine getrennte Darstellung vorgeschlagen. Zudem wird durch einen einzelnen Index die Möglichkeit einer Rangfolge suggeriert, da die Bewertung eine intervallskalierte Aufsummierung erfährt, die Beantwortung der Fragen jedoch ein ordinales Messniveau besitzt. Alternativen wurden in einer Einteilung der Studien in „schlecht“, „mittel“ und „gut“ beziehungsweise nur in der Durchführung der Bewertung gesehen, sodass die Nutzerinnen und Nutzer entscheiden können, welche Kriterien für sie/ihn relevant sind.

Während des Fachgesprächs wurde herausgestellt, dass die im Rahmen von GEniUS entwickelten Ergebnisse für die wissenschaftliche Politikberatung genutzt werden können. Nicht alle gelieferten Ergebnisse werden im gleichen Maße nutzbar sein, da zum Beispiel die Bewertung der wissenschaftlichen Güte der Studien mittels des Kriterienkatalogs nicht direkt dem politischen Interessesbedürfnis entsprechen. Die Bewertung der Nutzbarkeit der Studien für die politische Ebene kann jedoch von einem wissenschaftlichen Team nicht geleistet werden.

Als Stärke des GEniUS-Projekts wurden die Ausarbeitung eines Konzepts und einer Systematik, wie Studien nutzbar und verfügbar für die politische Ebene gemacht werden, gesehen. Auch sind die entwickelten Werkzeuge von anderen Organisationen in der Praxis nutzbar, da bereits ähnliche Anwendungen genutzt werden und es ist begrüßenswert, wenn es diese auch in Deutschland gibt. Falls ein Regierungsprogramm Umwelt und Gesundheit verwirklicht werden sollte, werden die Ergebnisse des Projektes darin eine wichtige Rolle einnehmen. GEniUS

verdeutlicht zudem Forschungs- und Finanzierungsbedarfe, wodurch auch dem Bias durch den stärkeren Einbezug von aktuell diskutierten Stressoren begegnet werden kann.

Weiterhin wurde durch den Vertreter der WHO, Frank George, ein Zusammenschluss der GEniUS-Datenbank mit weiteren Datenkollektionen zum Thema Umwelt, Gesundheit und ökonomische Bewertung im Rahmen des Netzwerkes Environmental Health Economics Network (EHEN) angeregt. In der WHO wird derzeit diskutiert, welche ökonomischen Bewertungen im Bereich Umwelt und Gesundheit für die wissenschaftliche Politikberatung genutzt werden sollten und wie eine adressatengerechte Kommunikation gestaltet werden kann. Das Fachgespräch wurde dabei als guter Startpunkt für eine zukünftige Zusammenarbeit identifiziert.

Für den weiteren Projektverlauf wurde angeregt, sowohl die Zielgruppe der Informationsmatrix und des Kriterienkatalogs zu definieren als auch die Anwendbarkeit und Nutzbarkeit der Datenbank nach Projektende zu gewährleisten. Weiterhin wurde herausgestellt, dass die Erforschung und Ableitung robuster EWF sowie von Disability Weights intensiviert werden sollte und dass die Durchführung qualitativ hochwertiger Bevölkerungssurveys, wie des Umweltsurveys, eine wesentliche Datenbasis im Bereich Umwelt und Gesundheit darstellen.

6.1.7 Zusammenführung von Krankheitslasten und -kosten

Da die beiden Quantifizierungsmethoden, Krankheitslasten und Krankheitskosten, im Fokus des gesamten Forschungsvorhabens stehen, soll auf die Zusammenführung der Konzepte kurz eingegangen werden.

Die Vielzahl an unterschiedlichen Definitionen von Exposition, Gesundheitsendpunkten wie auch Kostenarten ermöglichte aus Sicht der Projektnehmerinnen und -nehmer keine direkte Verknüpfung von stressorbezogenen Krankheitslasten und -kosten.

Bei der Literaturrecherche wurden Studien gefunden, die sowohl DALY als auch Kosten berechnet haben. Hier ist im Einzelfall zu untersuchen, inwiefern die beiden Quantifizierungsarten in die GEniUS-Datenbank aufgenommen werden können. Als Beispiel sei hier die Studie von Miraglia et al. (2005) genannt. In dieser werden DALY für die Darstellung der Krankheitslast von Luftverschmutzung berechnet. In einem zweiten Schritt wurden die indirekten Kosten, die mithilfe der *Value of Statistical Life-Method* berechnet wurden, mit den DALY multipliziert, um die Kosten, welche durch Luftverschmutzung entstehen, zu erhalten. Die berechneten DALY sind in der Datenbank enthalten, die errechneten Kosten hingegen nicht, da es sich um eine WTP-Methode handelt, die im GEniUS-Vorhaben ausgeschlossen wurde.

Ein weiteres Beispiel ist die Studie von Orru et al. (2009). In dieser werden sowohl die Krankheitslast als auch die Kosten quantifiziert. Die Kosten werden anhand des Konzeptes Value Of Life Year berechnet. Auch diese Methode wurde nicht in das Projekt eingeschlossen.

In der Studie von de Hollander und Melse (2004) werden ebenfalls DALY und Kosten quantifiziert. Wie in den beiden zuvor genannten Beispielen werden auch hier die Kosten anhand der WTP-Methode hergeleitet. Deshalb wurden auch hier nur die DALY in die Datenbank aufgenommen. Die Autorin und der Autor der Studie kommentieren die WTP-Methode und ihre Schwächen wie folgt: „In particular, most of the WTP-studies involving morbidity risks have been done in the US and there are systematic differences between the US and Europe in the cultural and socio-economic dimensions discussed here. Therefore the results of WTP calculations should be regarded as crude estimates, allowing comparisons between different risks rather than being real money“ (de Hollander & Melse 2004, S. 130).

Weitere Gründe, die gegen eine Zusammenführung von Krankheitslasten und -kosten sprechen, sind folgende:

Expositionen werden, wie z. B. bei Lärm, akkumuliert dargestellt und es ist keine genaue Zuweisung von Krankheitslasten oder -kosten möglich. Ebenso sind keine Wechselwirkungen in den Studienergebnissen berücksichtigt (z. B. für Feinstaub und Lärm) und eine genaue Aufschlüsselung der Krankheitslasten und -kosten ist dementsprechend nicht möglich.

Die benannten, tatsächlich anfallenden Kosten in den Studien berücksichtigen meist nur Morbidität, nicht aber Mortalität. Dagegen wird die Kombination beider Aspekte bei den Krankheitslasten zugrunde gelegt, wodurch es bei der Kombination der beiden Aspekte zu einer Verzerrung kommen kann.

Für die stressorattributablen Anteile sind bevölkerungsattributable Anteile erforderlich, die auf Basis belastbarer (in Deutschland entwickelter bzw. auf Deutschland übertragbarer) Expositions-Wirkungsbeziehungen wurden.

Von den Projektnehmerinnen und -nehmern wird angeregt, eine intensive Diskussion der beiden Konzepte sowie der Zusammenführung von Krankheitslasten und -kosten zu fördern.

Diskussion der WTP-Methode

Da in den identifizierten Studien, die sowohl Krankheitslasten als auch -kosten berechnet haben, immer die WTP-Methode zur Quantifizierung der Kosten verwendet wurde, wird diese und deren Ausschluss aus dem Projekt im Folgenden erläutert. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass dieses Projekt laut Leistungsbeschreibung sich auf die tatsächlich anfallenden Kosten (monetär) bezieht.

Kostenschätzungen auf Basis der WTP-Methode spielen eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, umweltrelevante Auswirkungen von politischen Entscheidungen zu quantifizieren, indem sie primär nicht käuflichen Werten wie einem intakten Ökosystem oder der Gesundheit einen monetären Wert zuweisen. Die Methode nimmt daher in der Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung der Umweltkosten des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt 2007b; 2012a) eine wichtige Rolle ein.

Fokus der Schätzung von Umweltkosten sind allerdings nicht wie im GEniUS-Projekt die tatsächlich anfallenden Kosten, sondern „individuelle Wertschätzungen (Präferenzen)“ (UBA 2007c, S. 16).

Dass es sich hierbei um zwei unterschiedliche Entitäten handelt, die nicht mit einander gleichgesetzt werden können, wird deutlich, wenn man sich als einfache ökonomische Transaktion den Kauf einer Ware vorstellt: Auf Seiten des Käufers kann durch Befragung die Zahlungsbereitschaft für eine Einheit der Ware ermittelt werden. Multipliziert mit der Menge der zu erwerbenden Ware ergibt das Kosten, die auf der WTP-Methode basieren. Die tatsächlich anfallenden Kosten orientieren sich aber nicht allein an der Zahlungsbereitschaft, sondern beinhalten darüber hinaus unter anderem den für die Produktion der Ware nötigen Aufwand, den Entlohnungswillen des Verkäufers, Angebot und Nachfrage. Daraus resultiert ein Preis, der je nach Konstellation kleiner, größer oder gleich der Zahlungsbereitschaft sein kann. Tatsächlich anfallende Kosten multiplizieren diesen Preis mit der Menge der zu erwerbenden Ware und können deshalb geringer, gleich oder größer sein als die nach WTP-Methode ermittelten Kosten.

Alberini und Krupnick (2000) vergleichen WTP-Schätzungen und tatsächlich anfallende Kosten (Behandlungskosten und Verdienstaufschlag) anhand von empirischen Daten zur

Luftverschmutzung in Taiwan. Sie nehmen anhand der Daten einer Kohortenstudie aus Taiwan, die durch Luftverschmutzung verursachte respiratorische Symptome untersucht, einen direkten Vergleich tatsächlich anfallender direkter und indirekter Kosten (als Cost-of-Illness (COI) bezeichnet) mit monetären Bewertungen vor, die auf der Zahlungsbereitschaftsmethode beruhen. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass die Zahlungsbereitschaft die tatsächlich anfallenden Kosten abhängig vom Ausmaß der Luftverschmutzung um das 1,61–2,26 fache übersteigt. Nach Ansicht der Autoren stützt dieser Befund ein theoretisches Modell (in dem davon ausgegangen wird, dass Menschen Gesundheit als hohes Gut einschätzen und dafür viel bezahlen würden), bei dem tatsächlich anfallende Krankheitskosten als Teilaspekt der Zahlungsbereitschaft gesehen werden (Alberini & Krupnick 2000). Dieser Logik folgend werden tatsächlich in einigen Studien direkte und indirekte Krankheitskosten mit einem Multiplikationsfaktor auf Schätzungen der Zahlungsbereitschaft hochgerechnet (Ostro & Chestnut 1998).

Auch wenn die Plausibilität des Konstrukts von tatsächlich anfallenden Kosten als Teilaspekt der Zahlungsbereitschaft nicht nachvollzogen werden kann, zeigen die Befunde von Alberini und Krupnick (2000) zumindest, dass diese beiden methodischen Herangehensweisen unterschiedliche Entitäten abbilden.

Intangible Kosten werden hierbei nicht berücksichtigt. Dies sind nicht monetär abbildbare Kosten die u.a. Einschränkungen der Lebensqualität beinhalten (siehe Kapitel 3.2.2.) Eine Bewertung dieser Kosten über die WTP-Methode würde je nach subjektivem Empfinden des oder der Einzelnen ausfallen und könnte eine hohe Spannbreite in der Zahlungsbereitschaft aufweisen. Eine mögliche Standardisierung der intangiblen Kosten würde wiederum das subjektive Empfinden des oder der Einzelnen nicht berücksichtigen. Eine ethische Diskussion dieses Vorgehen ist unabdingbar.

Pearce & Crowards (1996) äußern zur Verwendung der WTP-Methode nachfolgendes:

„Note, however, that these estimates are based on individuals' willingness to pay to avoid the illness. They say nothing about the costs to the health services. It is not always clear if 'cost-of-illness' estimates should be added to WTP measures. If they should, then the estimates here understate the true social costs of health damage” (Pearce & Crowards 1996, S. 616).

Abschließend ist festzuhalten, dass es durchaus möglich wäre, die stressorbezogenen Krankheitskosten für Deutschland zu schätzen. Dafür wäre es nicht notwendig, Kostendaten bzw. Preis oder Mengenangaben aus Studien zu nutzen, die nur eine geringe bis gar keine Übertragbarkeit auf Deutschland zulassen.

Die vorhandene Datenlage benötigt keine Schätzung von möglichen Kosten durch die WTP-Methoden, wobei hierbei eine Betrachtung der intangiblen Kosten (Kap.3.2.2) dann nicht erfolgen könnte. Wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben, werden in Deutschland die direkten medizinischen Kosten der Gesundheitsausgabenrechnung entnommen und können somit sehr detailliert einzelnen Krankheiten zugeordnet werden. Die Veröffentlichung der Daten erfolgt über die Gesundheitsberichterstattung des Bundes durch das RKI und die Daten sind über die GENESIS online Datenbank des statistischen Bundesamtes (<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Gesundheit.html>) abrufbar. Hier werden die Krankheitskosten nach ICD-10 Codes, stratifiziert nach Geschlecht und Altersgruppen, abgebildet.

Darüber hinaus veröffentlicht das RKI auch die indirekten Kosten nach Ausfallart (Mortalität, Arbeitsunfähigkeit und Invalidität), stratifiziert nach Geschlecht. Eine Berechnung der indirekten Kosten auf Grundlage der Humankapital methode kann auch über

Krankenkassendaten (Ausfallgrund, Dauer) und Sterbetafeln (DESTATIS), erfolgen (Brüggenjürgen & Willich 2006; Schreyögg & Stargardt 2012).

6.2 Nutzen des GEniUS-Projektes für die gesundheitsbezogene Umweltpolitik in Deutschland

Im Rahmen des GEniUS-Projekts wurden mehrere Instrumente entwickelt, anhand derer die erfassten Studien zu Krankheitskosten und -lasten identifiziert und ausgewertet wurden:

1. - eine Liste mit 40 für Deutschland relevanten Umweltstressoren,
2. - ein Kriterienkatalog zur Bewertung der Qualität und Übertragbarkeit der Studien auf Deutschland,
3. - eine Datenbank zur Erfassung der Studieninformationen.

Bestehende Datenlücken wurden mithilfe einer Defizitanalyse sowohl durch die Auswertung der Informationen in der Datenbank als auch durch die Analyse der Studienbewertung identifiziert. Inwiefern diese Ergebnisse für gesundheitsbezogene umweltpolitische Maßnahmen in Deutschland aus Sicht der Wissenschaft genutzt werden können, wird im Folgenden skizziert.

Die Liste mit den 40 relevanten Umweltstressoren wurde in detaillierter Absprache mit dem Auftraggeber und unter Hinzuziehung von Informationen relevanter (überwiegend nationaler) Institutionen erstellt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Liste einen guten und umfassenden Überblick über die für Deutschland relevanten Stressoren gibt und somit sowohl für den Auftraggeber als auch weitere politische Akteure von hohem Wert ist. Hierbei ist jedoch zu betonen, dass es sich nicht um eine umfassende Liste aller biologischen, chemischen und physikalischen Umweltstressoren mit gesundheitlicher Relevanz handelt. Diese Auflistung ist das Ergebnis einer intensiven Recherche sowie der Absprache zwischen Auftraggeber und Auftragnehmerin. [Deckt vornehmlich auch die Verantwortlichkeiten des BMUB und des UBA für die genannten Umweltstressoren ab].

Die recherchierten Studien stellen eine zentrale Informationsquelle dar. Da ein Großteil der relevanten Informationen aus den Studien in die Datenbank aufgenommen und zusätzlich anhand des Kriterienkatalogs bewertet wurde, konnten die Studieninhalte in eine übersichtliche und nutzbare Form überführt werden. Die Datenbank bietet somit eine umfassende Übersicht über derzeit publizierte EBD- und Kostenstudien, deren Methoden, Ergebnisse und Limitationen.

Diese Informationen können der politischen Ebene Hinweise über die wissenschaftliche Qualität der Studien und damit über die Nutzbarkeit der Ergebnisse liefern. Inwiefern einzelne Studien oder in Studien enthaltene Informationen genutzt werden sollten, kann an dieser Stelle nicht eingeschätzt werden. Regelmäßig sollten die jeweiligen Originalstudien und nicht lediglich die Angaben aus der Datenbank und der Kriterienkataloge als Informationsquelle genutzt werden.

Im Rahmen des Projektes wurde die Vielfältigkeit der in den Krankheitslasten und -kostenstudien verwendeten Studiendesigns, Methoden und dargelegten Ergebnisinterpretationen sichtbar. Durch die Defizitanalyse wurde erkennbar, in welchem Umfang die recherchierten Umweltstressoren in den Studien aufgegriffen wurden. Zudem wurde deutlich, dass nicht alle erforderlichen, erwünschten und für wichtig erachteten Angaben in allen Studien vorhanden sind. Hier wird für die Umsetzung umweltpolitischer Maßnahmen

deutlich, dass vor allem für einige Umweltstressoren (z. B. Feinstaub, Passivrauch und Metalle) Ergebnisse vorliegen. Gleichzeitig konnte aufgezeigt werden, dass Kostendaten aus unterschiedlichen Quellen (z.B. Daten des Statistischen Bundesamtes) vorhanden sind, diese jedoch derzeit nicht verknüpft werden oder mit attributablen Risiken von Erkrankungen verbunden werden können.

Aktuell vorliegende Angaben, die Auskunft über umweltbezogenen Krankheitskosten geben, beruhen überwiegend auf Studien in denen die WTP-Methode eingesetzt wurde. Bei Bedarf kann bei diesen Studien bei den beteiligten Autorinnen oder Autoren erfragt werden, welche Art der Kosten mithilfe der WTP-Methode ermittelt wurden. Eine weiterführende Diskussion über den genutzten methodischen WTP-Ansatz ist sinnvoll, um eine differenzierte Entscheidung darüber zu treffen zu können, ob Ergebnisse auf Grundlage von Einschätzungen (Werturteilen) oder konkreten Kosten (Geldbetrag) zustande kommen sollten.

Die Berücksichtigung von intangiblen Kosten ist derzeit nicht möglich, da eine objektive monetäre Quantifizierung dieser Kosten zum aktuellen Zeitpunkt nicht vorliegt. Gleichfalls existieren keine Daten über den Umfang der bestehenden Krankheitslasten, welche die intangible Faktoren bilden.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse in den gelisteten Studien der GEniUS-Datenbank ist als sehr unterschiedlich einzuschätzen. Neben den methodischen Einschränkungen liegen derzeit international unterschiedliche Preisentwicklungen wie auch Behandlungsmethoden und den damit verbundenen Kosten vor. Ein vergleichbares Bild zeigt sich bei den EBD-Studien. Hierbei sind die Höhe der Exposition in den untersuchten Studien sowie die zugrunde gelegte Bevölkerungsstruktur oft sehr unterschiedlich zu den deutschen Verhältnissen. Die Einschätzung der Übertragbarkeit der Ergebnisse ist individuell und je nach Fragestellung zu entscheiden; die Einschätzung anhand des Kriterienkatalogs bietet hierfür eine umfangreiche Basis.

Das in der Leistungsbeschreibung gewünschte Ranking von Umweltstressoren ist aus vielfältigen Gründen nicht durchführbar. Hierbei gibt es Gründe, die sich einerseits aus den Krankheitslastenstudien, andererseits auch aus den Kostenstudien ergeben.

Bezüglich der Krankheitslasten ist ein Ranking nicht möglich, da die identifizierten Studien sehr unterschiedlich hinsichtlich ihrer verwendeten Methoden und Annahmen sind. Auch sind der Bezugsrahmen und das Bezugsjahr meist nicht vergleichbar. Darüber hinaus werden in fast allen Studien Limitationen hinsichtlich einer Über- oder Unterschätzung genannt, sodass keine Studie die gesamte Krankheitslast eines Stressors abbildet und ein Ranking somit nicht aussagekräftig wäre.

Für die Krankheitskostenstudien ist ebenfalls kein Ranking möglich, da die Übertragbarkeit der Ergebnisse aufgrund der Heterogenität der Definitionen von Kosten und Methoden wie auch fehlenden EWF und unterschiedlichen kulturell bedingten Preisen nicht vorliegt und eine Berechnung wie Übertragbarkeit für Deutschland dadurch erschwert ist. Die Kostenstudien bilden ebenfalls nicht die Gesamtkosten, ausgelöst durch eine Exposition ab, sondern beschränken sich auf ausgewählte Gruppen oder Expositionen oder Erkrankungen. Ein Ranking kann dadurch nicht erstellt werden.

6.3 Einordnung des GEniUS-Projektes in das wissenschaftliche Umfeld

GEniUS fokussiert den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand zu Krankheitslasten- und Krankheitskostenstudien und seine mögliche Verwendung im Bereich des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes. Die im GEniUS-Projekt zusammengestellten Informationen bilden in

diesem Kontext eine bisher einmalige und umfassende Datenbasis. Die Zusammenführung von verschiedenen Krankheitslasten- und Krankheitskostenstudien stellt die aktuelle Wissensbasis der beiden Konzepte dar und ist in diesem Umfang bislang noch nicht erstellt bzw. publiziert worden. Speziell der Fokus auf die Übertragbarkeit der recherchierten Ergebnisse sowie das Ziel, die Projektergebnisse zur Abschätzung von gesundheitlichen Folgen von Umweltbelastungen zu verwenden, konnte in keinem anderen Forschungsprojekt wiedergefunden werden.

Prüss-Üstün et al. (2011) haben in einem Review den aktuellen Stand der Krankheitslast von Chemikalien zusammengefasst. Hierbei wurde ebenfalls eine systematische Literaturrecherche von Krankheitslastenstudien durchgeführt. Auch in dieser Studie werden große Datenlücken festgestellt: „Chemicals with known health effects, such as dioxins, cadmium, mercury or chronic exposure to pesticides could not be included in this article due to incomplete data and information“ (Prüss-Üstün et al. 2011, S. 1). Da im Rahmen von GEniUS jedoch keine Aufsummierung der DALY, die in den einzelnen Studien erfolgte, kann diesbezüglich kein Vergleich gezogen werden. Trotzdem ist zu bestätigen, dass das in GEniUS dargestellte Bild der Krankheitslasten unterschiedlicher Umweltstressoren nur einen Teil der Gesamtkrankheitslast der Bevölkerung in Deutschland abbildet.

Der entwickelte Kriterienkatalog basiert, wie in Kapitel 4.3 beschrieben, auf diversen wissenschaftlichen Quellen. Es wurden unterschiedliche Bewertungsinstrumente sowie darüber hinaus gehende Literatur zu den Themen Studienbewertung, Unsicherheiten in EBD-Studien und ökonomische Bewertungen miteinbezogen (vgl. Tabelle 12). Dies war notwendig, weil bisher kein umfassendes Instrument zur Bewertung von EBD- und Kostenstudien vorliegt. Der Kriterienkatalog stellt damit ein sehr gut geeignetes Instrument zur Bewertung der wissenschaftlichen Qualität sowie der Übertragbarkeit von Studienergebnissen auf die aktuelle Situation in Deutschland dar und ergänzt die bereits vorhandenen Arbeiten zu Studienbewertungen.

Kostenstudien

Die Zusammenstellung der Krankheitskostenstudien bildet unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien den wissenschaftlichen Kern in Hinblick auf die fokussierten Umweltstressoren. Die Beurteilung dieser Studien nach ausgewählten wissenschaftlich definierten Kriterien macht die Heterogenität des Wissenschaftsfeldes in Bezug auf Definitionen und Methoden innerhalb der Krankheitskostenanalyse deutlich. Die Übertragbarkeit internationaler Studien auf Deutschland kann dabei nicht immer in Betracht gezogen werden, da die Gesundheitssysteme wie auch die Kosten von Krankheiten unterschiedlich bewertet werden (u. a. unterschiedliche Kosten für Medikamente, Behandlungen, unterschiedliche Kosten für Diagnosestellungen).

Dies zeigt, dass ein Diskurs über Vergleichbarkeit von Studien, Methoden und Übertragbarkeiten im Wissenschaftsfeld der Krankheitslasten und -kostenanalyse notwendig ist, um eine Nutzung internationaler Studien zur Politikgestaltung zu ermöglichen.

Wissenschaftliche Fachtagungen

Um den wissenschaftlichen Diskurs zu Krankheitslasten und -kosten national sowie international zu unterstützen, wurde das GEniUS-Projekt auf den folgenden Fachtagungen vorgestellt³⁴:

- Jahrestagung der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP) 2012
- Second Symposium des WHO Netzwerkes Environmental Health and Economics - Network (EHEN) 2013 -
- Forschungstag Competence Center Gesundheit 2013

Zudem ist geplant das GEniUS-Projekt auf diesen Konferenzen zu präsentieren:

- Third Symposium des WHO Netzwerkes Environmental Health and Economics Network (EHEN) 2014
- 26th Annual International Society for Environmental Epidemiology Konferenz 2014
- 9. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie 2014
- Jahrestagung der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP) 2015

6.4 Ableitung von Handlungsempfehlungen und Identifikation von Forschungsbedarfen

Anhand der im Rahmen des Projektes erstellten Informationsmatrix konnten diverse Datenlücken identifiziert werden. So wurde zum Beispiel erfasst, zu welchen Umweltstressoren EBD- oder Kosten-Berechnungen durchgeführt wurden und für welche Stressoren Quantifizierungen in Form von DALY oder Kosten fehlen.

Es wird dargelegt, dass zu den Stressoren Feinstaub, Passivrauch und Lärm mehrere Quantifizierungsstudien vorliegen, zu anderen Stressoren wie Herbiziden, perfluorierte oder polychlorierte Verbindungen und Uran sowie Weichmachern keine Berechnungen publiziert wurden. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden Handlungsempfehlungen sowohl für Krankheitslasten als auch Krankheitskostenstudien formuliert. Zudem wurden allgemeine und übergreifenden Handlungsempfehlungen sowie Forschungsbedarfe aufgedeckt.

Handlungsempfehlungen zu Krankheitslastenstudien

- Da es nur eine sehr begrenzte Anzahl an nationalen EBD-Studien gibt (5 Studien), wird angeregt weitere Forschung in diese Richtung zu unterstützen, um speziell für Deutschland generierte Ergebnisse zu erhalten.
- Um eine eindeutige Verknüpfung von Expositions- und Gesundheitsdaten zu ermöglichen, wird die konsequente Verwendung der ICD-10 Kodierung sowohl in epidemiologischen Studien als auch bei der Bezeichnung von statistischen Gesundheitsdaten als hilfreich erachtet.

³⁴ Darüber hinaus hat der Leiter des EHEN-Netzwerkes Interesse an den Ergebnissen bekundet. Ebenso würde er es begrüßen, die im Rahmen von GEniUS erstellte Datenbank mit der Datenbank des EHEN Netzwerkes zu vereinen, umso die beiden Datenbanken zu erweitern (vgl. Kapitel 5.6).

- Um im Rahmen des zuvor genannten Aspektes aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, werden diverse Daten benötigt (dargelegt in Kapitel 5.5, Tabelle 42). Daher wird empfohlen, die routinemäßige und standardisierte Erfassung von Umweltdaten, Morbiditäts- und Mortalitätsdaten weiter auszubauen.
- Im DALY-Konzept wird besonders die Bewertungskomponente Disability Weight (DW) kritisch gesehen, da die Bewertung von Krankheitszuständen von Land zu Land sehr unterschiedlich sein kann. Daher wird angeregt, nationale DWs nach einer abzusprechenden national anerkannten Herleitungsmethode zu generieren, um spezifisch auf Deutschland bezogene Ergebnisse erstellen zu können.
- Die im Rahmen des Projektes VegAS angestoßene kritische Diskussion der DALY und deren Nutzung in Deutschland sollte weitergeführt werden. In diesem Zusammenhang bietet die GEniUS-Datenbank ein sehr gutes Instrument, um die kritische Diskussion mit Studienergebnissen zu unterfüttern und die wissenschaftliche Politikberatung evidenzbasiert zu unterstützen.

Handlungsempfehlungen zu Krankheitskostenstudien

- Die vorhandenen Krankheitskostendaten und attributablen Risiken sollten unter Berücksichtigung eines zeitlichen Bezuges in den Krankheitskostenschätzungen - zusammengeführt werden. -
- In diesem Projekt werden ausschließlich Studien berücksichtigt, die die tatsächlich anfallenden Kosten beinhalten. Die Verwendung der WTP-Methode zur Herleitung von Kosten wird dabei ausgeschlossen. Eine wissenschaftliche Diskussion zur Verwendung von Krankheitskostenstudien auf Basis der WTP-Methode ist notwendig, um Über- wie Unterschätzungen der Krankheitskosten zu vermeiden.
- Die Literaturrecherche des GEniUS-Projektes konnte zeigen, dass für viele Expositionen keine oder nur eine geringe Anzahl von Kostenstudien vorliegen. Für aktuell wichtige Umweltstressoren in Deutschland sollten weitere Krankheitskostenstudien durchgeführt werden.
- Wie sich in der Literatur sowie im Fachgespräch gezeigt hat, liegen unterschiedliche Definitionen der Kostenarten vor. Eine einheitliche Verwendung und Definition von Kostenarten ist anzustreben.

Allgemeine und übergreifende Handlungsempfehlungen

- Der vorhandene Kriterienkatalog sollte einer Validierung und Prüfung im Realbetrieb unterzogen werden.
- Die Weiterentwicklung und Pflege einer anwenderfreundlichen Ausgabemaske (anstelle der bisherigen Eingabemaske und als Ergänzung der beiden Ausgabeberichte) ist sinnvoll.
- Im Sinne einer konsequenten und nachhaltigen Weiterentwicklung der Datenbank sollten Nutzerrückmeldungen systematisch erhoben und ausgewertet werden. Hierfür sollte die Datenbank unter Realbedingungen mit einer Auswahl von Fragestellungen aus der Verwaltungspraxis des UBA und BMUB getestet werden.
- Die fortwährende Pflege der Datenbank ist anzustreben, indem aktuelle Studien recherchiert, in die Datenbank eingegeben und mit Hilfe des Kriterienkatalogs bewertet werden.
- Die Zusammenführung von DALY und Krankheitskosten sollte intensiv und kritisch untersucht werden. Zudem sollte diskutiert werden, ob diese Ergebnisse zur Legitimation von (umwelt)politischen Entscheidungen genutzt werden können. Hierzu kann das EHEN-Netzwerk der WHO ein geeigneter Raum sein.

Forschungsbedarf

- Eigene Studien zu Krankheitskosten und Krankheitslasten unter Berücksichtigung aktuell relevanter Umweltstressoren in Deutschland sollten durchgeführt werden, da - wie im Bericht an anderen Stellen dargestellt - eine Übertragbarkeit von Studien, die sich auf andere geografische Räume beziehen, nur begrenzt möglich ist.
- Bei der Berechnung von Krankheitskosten, die die Wirkung von Interventionsmaßnahmen mit einbeziehen, ist eine Ausgangsuntersuchung vor Beginn der Intervention mit zu bedenken und durchzuführen.
- Der Umgang mit intermediären Einflussfaktoren – d.h. solchen Faktoren, die neben der Exposition auf das Krankheitsgeschehen einwirken – bei der Berechnung von Krankheitskosten sollte weiter erforscht werden, um valide Berechnungen durchführen zu können.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Das GEniUS-Projekt fokussiert den Zusammenhang zwischen Umweltstressoren und den daraus entstehenden Krankheitskosten und -lasten. Dazu wurde eine aktuelle Informationsdatenbank mit relevanten nationalen und internationalen wissenschaftlichen Studien zu den beiden Themenschwerpunkten *umweltbedingte Krankheitslasten* und *umweltbedingte Krankheitskosten* erstellt. Das wesentliche Projektziel war die Zusammenstellung von Argumentationshilfen für umweltpolitische Maßnahmen, indem die gesundheitlichen und monetären Folgen von Umweltbelastungen dargestellt werden. Die Projektziele wurden anhand von fünf Arbeitspaketen verfolgt:

- Recherche von Environmental Burden of Disease-Studien
- Recherche von Studien zu Krankheitskosten durch Umweltbelastungen
- Bewertung der recherchierten Studien
- Erstellung einer Informationsmatrix
- Durchführung einer Defizitanalyse.

Zunächst wurden - basierend auf den Arbeitsschwerpunkten der auftraggebenden Institutionen - 40 für Deutschland relevante Umweltstressoren ermittelt. Diese lassen sich in biologische, chemische, physikalische sowie sog. übergreifende Stressoren, die nicht in eine der drei Kategorien fallen, einteilen. Als *biologische Stressoren* wurden Schimmel und Feuchte, als *physikalische Stressoren* Lärm und Radon identifiziert. Als *chemische Stressoren* wurden Kohlenwasserstoffe, Metalle, Pflanzenschutzmittel, Weichmacher, gasförmige Verbindungen sowie Fasern im Rahmen des Projektes bearbeitet. Zudem wurden ausgewählte perfluorierte und polychlorierte Verbindungen als relevant eingestuft. Als *übergreifende Stressoren* wurden Passivrauch sowie Feinstaub klassifiziert.

Ausgehend von den identifizierten Stressoren wurde eine umfangreiche Literaturrecherche für die Krankheitskosten- und -lasten-Studien mit den Suchmaschinen PubMed und WorldCat durchgeführt. Als Ergänzung wurde für die Recherche nach Krankheitslasten-Studien das Suchportal GREENPILOT verwendet. Für eine erweiterte Suche von Krankheitskosten wurde auf die Datenbank Google Scholar und die Sichtung von Literaturreferenzen der gefundenen Artikel zurückgegriffen. Die Suchkombinationen verknüpften die Umweltstressoren mit den Quantifizierungsparametern des DALY-Konzeptes bzw. mit Kosten.

Unter Hinzunahme der spezifisch für das Projekt formulierten Ein- und Ausschlusskriterien erfolgte ein Einschluss von 42 EBD-Studien. Wichtigstes Einschlusskriterium waren die im Rahmen der Studien berechneten DALY, YLL oder YLD.

Unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien konnten 121 Kosten-Studien als relevant eingestuft werden. Bei der Eingabe in die Datenmatrix der GEniUS-Datenbank wurden weitere 75 Studien ausgeschlossen. Gründe hierfür waren u. a. die Verwendung der WTP-Methode, keine Benennung von Krankheitsendpunkten oder fehlende Informationen zu den Expositionen. Dementsprechend sind in der letzten Version 46 Kosten-Studien in der Datenbank enthalten. In der Datenbank sind somit 86 Studien enthalten.

Nach Eingabe der Studien in die entwickelte Informationsmatrix erfolgte deren Bewertung anhand eines eigens entwickelten Kriterienkatalogs. Durch den Kriterienkatalog werden zwei inhaltliche Schwerpunkte des GEniUS-Projektes abgebildet: die *inhaltliche Qualität der Studien* sowie die *Übertragbarkeit der Studienergebnisse* auf Deutschland. Die Bewertung der Übertragbarkeit ist ein wichtiges Instrument bei Einschätzung bzw. Nutzung der

Studienergebnisse für die gesundheitsbezogene Umweltpolitik. Sie gewinnt insbesondere vor dem Hintergrund eine besondere Relevanz, da nur wenige Studien aus Deutschland eingeschlossen werden konnten (sieben Studien insgesamt, fünf zu Krankheitslasten und zwei zu Krankheitskosten).

Durch die Defizitanalyse konnten weitere Datenlücken identifiziert werden. So liegen keine Erkenntnisse zu den Krankheitslasten der chemischen Stressoren Alkanen, Asbest, Ethylbenzol, Hexachlorbenzol, Quecksilber, Styrol, Uran, Weichmacher, sowie zu Bioziden, Herbiziden, Insektiziden und polychlorierten bzw. perfluorierten Verbindungen vor. Als bereits gut untersuchte Stressoren können Lärm, Passivrauch, Feinstaub und Luftverschmutzung eingestuft werden (mehr als zehn identifizierte Studien). Eine Auswahl der mit dem jeweiligen Stressor assoziierten Gesundheitsendpunkte ist in vielen Studien begründet dargelegt, eine genaue Beschreibung der Gesundheitsendpunkte durch die ICD-10-Kodierung ist jedoch meist nicht gegeben.

Die Übertragbarkeit der Krankheitslasten-Studien auf die deutschen Rahmenbedingungen ist in manchen Fällen, bewertet nach den im Projekt festgelegten Kriterien, möglich; so zum Beispiel wenn die Studien aus den Niederlanden, der Schweiz, Italien oder den USA stammen. Limitationen zeigen sich bei Studien aus Afrika und Indien. Hierbei wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Originalpublikationen dezidiert im jeweiligen Entscheidungskontext zu berücksichtigen sind.

Für die Stressoren Feinstaub, Metalle und Passivrauch (überwiegend die Exposition gegenüber Blei) konnten über 10 Studien recherchiert werden, während für die physikalischen Umweltstressoren (mit Ausnahme von Lärm) sowie die Biphenyle, chemischen Stressoren, Asbest, gasförmige Verbindungen, Pflanzenschutzmittel, polychlorierte Dioxine, und, perfluorierte Chemikalien und Weichmacher, wenige bis keine Informationen im Rahmen der Kostenstudien vorliegen.

Die Bewertung der 46 Krankheitskostenstudien anhand des Kriterienkataloges verdeutlicht, dass die Expositionsstressoren Passivrauch, Quecksilber und Stickstoffoxide in ihrem jeweiligen Beitrag zu den Krankheitskosten nicht eindeutig nachvollzogen werden konnten. Nur für die Stressoren Arsen, Asbest, Blei, Quecksilber, Lärm und eingeschränkt für Feinstaub sowie Passivrauch liegen festgelegte Krankheitsendpunkte vor. Da Kosten der Umweltstressoren über eine EWF genau beurteilt werden, sollten diese in den Krankheitskostenstudien benannt sein. Dieses liegt in den vorliegenden Studien jedoch nur bedingt vor. So fehlt eine konkrete Beschreibung der zugrunde liegenden EWF in Studien zu Schimmel und Feuchtigkeit, Arsen, teilweise Blei, teilweise Quecksilber, teilweise Passivrauch und bei Feinstaub. Da die Literaturrecherche internationale Studienergebnisse einbezieht, stellt sich die Frage nach der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Deutschland. Durch unterschiedliche Preissysteme und Behandlungsansätze ist dies nur eingeschränkt möglich.

Die Zusammenstellung der Krankheitskostenstudien zeigen, dass umweltbedingte Krankheitskosten international zunehmend thematisiert werden, eingeschränkt durch eine erhebliche Methodenvielfalt und weitere wissenschaftliche Kriterien, die eine Übertragbarkeit und Verallgemeinerung von Aussage erschweren. GEniUS bietet einen Überblick, inwieweit und mit welchen Informationen und Einschränkungen Krankheitskostenstudien zu bestimmten Umweltstressoren vorliegen und ermöglicht es, die benannten Informationen zu nutzen bzw. herauszufiltern, welche Informationen für den Bedarf der Gesundheitspolitik noch erhoben werden sollten.

GEniUS ermöglicht die Einschätzung der gesundheitlichen Auswirkungen verschiedener Umweltstressoren, quantifiziert in Krankheitslasten oder -kosten. Gleichfalls verweist GEniUS auf bestehende Datenlücken in Deutschland sowie in den identifizierten Studien. Mittels der aktuellen Informationsbasis, die in der Informationsmatrix umfassend und benutzerfreundlich dargestellt ist, können die Studieninhalte für die gesundheitsbezogene Umweltpolitik genutzt werden. Die Studienbewertung erlaubt dabei die Einordnung der Erkenntnisse in den aktuellen deutschen Kontext. Ebenfalls ermöglichen die Ergebnisse Rückschlüsse auf die Folgen von unterlassenen oder fehlenden Umweltschutzmaßnahmen in Form von Krankheitslasten oder -kosten.

8 Quellenverzeichnis

- 1 - Adamson, G. C., Polya, D. A. (2007): Critical pathway analysis to determine key uncertainties in net impacts on disease burden in Bangladesh of arsenic mitigation involving the substitution of arsenic bearing for groundwater drinking water supplies. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 42(12): 1909-1917.
- 2 - Alberini, A., Krupnick, A. (2000): Cost-of-Illness and Willingness-to-Pay Estimates of the Benefits of Improved Air Quality: Evidence from Taiwan. *Land Economics* 76(1).
- 3 - Anenberg, S. C., Horowitz, L. W., Tong, D. Q., West, J. J. (2010): An estimate of the global burden of anthropogenic ozone and fine particulate matter on premature human mortality using atmospheric modeling. *Environ Health Perspect* 118(9): 1189-1195.
- 4 - Arbeitsgruppe Epidemiologische Methoden der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Epidemiologie (DAE), Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS), Deutschen Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP), Deutschen Region der Internationalen Biometrischen Gesellschaft (DR-IBS) (2004): Leitlinien und Empfehlungen zur Sicherung von Guter Epidemiologischer Praxis (GEP). Zugriff unter: http://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/_media/Empfehlungen_GEP.pdf [30.07.2012].
- 5 - Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten (AGENS) der Deutschen Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP) und Arbeitsgruppe Epidemiologische Methoden, der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi), der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) und der Deutschen Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP) (2008): GPS - Gute Praxis Sekundärdatenanalyse: Revision nach grundlegender Überarbeitung. *Gesundheitswesen* 70(1): 54-60.
- 6 - Arle, J., Blondzik, K., Claussen, U., Duffek, A., Grimm, S., Hilliges, F., Hoffmann, A., Leujak, W., Mohaupt, V., Naumann, S., Pirntke, U., Richter, S., Schilling, P., Schroeter-Kermani, C., Ullrich, A., Wellnitz, J., Werner, S., Wolter, R. (2013): Wasserwirtschaft in Deutschland. Teil 2: Gewässergüte.
- 7 - Arnesen, T., Nord, E. (1999): The value of DALY life: problems with ethics and validity of disability adjusted life years. *BMJ* 319(7222): 1423-1425.
- 8 - Babisch, W. (2009): Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06: Lärm Daten und Materialiensammlung Deskription und Zusammenhangsanalysen. Schriftenreihe Umwelt & Gesundheit, 01/2009. Dessau-Roßlau, Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3617.pdf> [04.12.2012].
- 9 - Babisch, W., Kim, R. (2011a): Environmental Noise And Cardiovascular Disease. In: World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe (Hrsg.). *Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe*. Bonn: World Health Organization (WHO). 19: 15-43.
- 10 - Babisch, W., Kim, R. (2011b): Traffic noise exposure and ischaemic heart disease. In: M. Braubach, Jacobs, D.E., Ormandy, D. (Hrsg.). *Environmental burden of disease associated with inadequate housing - A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region*. Bonn: World Health Organization (WHO)
- 11 - Baltussen, R. M., Sanon, M., Sommerfeld, J., Wurthwein, R. (2002): Obtaining disability weights in rural Burkina Faso using a culturally adapted visual analogue scale. *Health Econ* 11(2): 155-163.

- 12 - Batscheider, A., Zakrzewska, S., Heinrich, J., Teuner, C. M., Menn, P., Bauer, C. P., Hoffmann, U., Koletzko, S., Lehmann, I., Herbarth, O., Berg, A. v., Berdel, D., Krämer, U., Schaaf, B., Wichmann, H. E., Leidl, R., author.lastName, a. f. (2012): Exposure to second-hand smoke and direct healthcare costs in children – results from two German birth cohorts, GINIplus and LISAplus. BMC health services research 12(1).
- 13 - Bayerisches Landesamt für Umwelt (2013): Ammoniak und Ammonium. UmweltWissen. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt. Zugriff unter: http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_6_ammoniak_ammonium.pdf [01.04.2014].
- 14 - Becker, K., Kaus, S., Helm, D., Krause, C., Meyer, E., Schulz, C., Seiwert, M. (2001): Umwelt-Survey 1998. Band IV: Trinkwasser. Elementgehalte in Stagnationsproben des häuslichen Trinkwassers der Bevölkerung in Deutschland. WaBuLu-Hefte, 02/01. Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2022.pdf> [14.01.2013].
- 15 - Becker, K., Kaus, S., Krause, C., Lepom, P., Schulz, C., Seiwert, M., Seifert, B. (2002): Umwelt-Survey 1998. Band III: Human-Biomonitoring. Stoffgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland. WaBuLu-Hefte, 01/02. Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2104.pdf> [29.03.2012].
- 16 - Becker, K., Kaus, S., Krause, C., Lepom, P., Schulz, C., Seiwert, M., Seifert, B. (2004): Umwelt-Survey 1998. Band V: Hausstaub. Stoffgehalte im Hausstaub aus Haushalten der Bevölkerung in Deutschland. WaBuLu-Hefte, 05/04. Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2786.pdf> [10.12.2012].
- 17 - Becker, K., Müssig-Zufika, M., Conrad, A., Lüdecke, A., Schulz, C., Seiwert, M., Kolossa-Gehring, M. (2007): Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06: Human-Biomonitoring: Stoffgehalte in Blut und Urin der Kinder in Deutschland. WaBoLU-Hefte, 01/07. Dessau, Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3257.pdf> [04.12.2012].
- 18 - Becker, K., Pick-Fuß, H., Conrad, A., Zigelski, C., Dr. Kolossa-Gehring, M., Dr. Göen, T., Dr. Seidel, A. (2009): Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06: Human-Biomonitoring-Untersuchungen auf Phthalat- und Phenanthrenmetabolite sowie Bisphenol A. Schriftenreihe Umwelt & Gesundheit, 04/09. Dessau-Roßlau, Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3822.pdf> [04.12.2012].
- 19 - Benemann, J., Bromen, K., Lehmann, N., Marr, A., Jöckel, K.-H. (2003): Umwelt-Survey 1998, Band VII: Arsen, Schwer- und Edelmetalle in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade. Bewertung wesentlicher Pfade der Schadstoffbelastung der Allgemeinbevölkerung mit Hilfe multivariater Analysen Teilprojekt E: Arsen, Blei, Cadmium, Quecksilber und Edelmetalle im Blut und/oder im Urin. Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2922.pdf> [10.12.2012].
- 20 - Bernigau, W., Lorber, K. E., Wilken, M. (2004): Umwelt-Survey 1998 Band VIII: PAK-Metabolite im Urin der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade. Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2748.pdf> [10.12.2012].
- 21 - BfR (2010): Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel (Cadmium, Blei, Quecksilber, Dioxine und PCB). Ergebnisse des Forschungsprojektes LExUKon. Fachgruppe Expositionsschätzung und -standardisierung, Abteilung Wissenschaftliche Querschnittsaufgaben. Rostock: Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Zugriff unter: http://www.bfr.bund.de/cm/238/aufnahme_von_umweltkontaminanten_ueber_lebensmittel.pdf [07.02.2011].

- 22 - BfR (2012a): Bewertung der stofflichen Risiken von Lebensmitteln. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Zugriff unter: http://www.bfr.bund.de/de/bewertung_der_stofflichen_risiken_von_lebensmitteln-432.html [03.12.2012].
- 23 - BfR (2012b): Bewertung mikrobieller Risiken von Lebensmitteln. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Zugriff unter: www.bfr.bund.de/de/bewertung_mikrobieller_risiken_von_lebensmitteln-674.html [03.12.2012].
- 24 - BfR (2012c): BfR-Kommission für Kontaminanten und andere gesundheitlich unerwünschte Stoffe in der Lebensmittelkette. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Zugriff unter: http://www.bfr.bund.de/de/bfr_kommission_fuer_kontaminanten_und_andere_gesundheitlich_unerwuenschte_stoffe_in_der_lebensmittelkette-11098.html [28.02.2013].
- 25 - BfR (2012d): Bundesinstitut für Risikobewertung. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Zugriff unter: www.bfr.bund.de [28.02.2013].
- 26 - BMU (1999): Methoden und Maßstäbe für die Ableitung von Prüf- und Maßnahmenwerten gemäß § 8 des Gesetzes zum Schutz des Bodens (BBodSchG) vom 17.3.1998 sowie § 4 Abs. 5 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) Bonn: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Zugriff unter: <http://www.lanuv.nrw.de/boden/pdf/AbleitungBundesanzeiger.pdf> [03.04.2013].
- 27 - BMU (2009): Ein gesundes Zuhause für Kinder. Kleine Tipps - große Wirkung. Dessau-Roßlau: Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Zugriff unter: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/faltblatt_gesundes_zuhause.pdf [07.01.2012].
- 28 - BMU (2010a): Blauer Engel kennzeichnet umweltfreundliche Polstermöbel aus Leder Umweltzeichen demnächst auch für Energiesparlampen, Geschirrspüler, Mikrowellen und Internet-Telefone. Pressemitteilung: Nr. 094/10 | Berlin, 21.06.2010, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Zugriff unter: [http://www.bmu.de/bmu/presse-reden/pressemitteilungen/pm/artikel/blauer-engel-kennzeichnet-umweltfreundliche-polstermoebel-aus-leder/?tx_ttnews\[backPid\]=515&cHash=9635e6501ef8f00166f280346ee3f121](http://www.bmu.de/bmu/presse-reden/pressemitteilungen/pm/artikel/blauer-engel-kennzeichnet-umweltfreundliche-polstermoebel-aus-leder/?tx_ttnews[backPid]=515&cHash=9635e6501ef8f00166f280346ee3f121) [07.01.2013].
- 29 - BMU (2010b): Umweltbericht 2010: Umweltpolitik ist Zukunftspolitik. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Zugriff unter: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_umweltbericht_2010_bf.pdf [02.07.2012].
- 30 - BMU (2012): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Zugriff unter: <http://www.bmu.de/allgemein/aktuell/160.php> [04.12.2012].
- 31 - Boyd, D. R., Genius, S. J. (2008): The environmental burden of disease in Canada: respiratory disease, cardiovascular disease, cancer, and congenital affliction. Environ Res 106(2): 240-249.
- 32 - Braubach, M., Jacobs, D. E., Ormandy, D. (2011): Environmental burden of disease associated with inadequate housing. Methods for quantifying health impacts of selected housing risks in the WHO European Region. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. Methods for quantifying health impacts of selected housing risks in the WHO European Region. Bonn: World Health Organisation (WHO). Zugriff

- unter: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/142077/e95004.pdf [30.07.2012].
- 33 - Brüggjenjürgen, D. B., Willich, S. N. (2006): Nutzbarkeit von Datenbanken in der Gesundheitsökonomie. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 49(1): 11-18.
- 34 - Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Umwelt (2008): Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz ; Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten ; Schlussbericht. Zugriff unter: <http://opus.kobv.de/zlb/volltexte/2008/6523/> [2012/11/14/16:26:41].
- 35 - Bundesamt für Strahlenschutz. (2013): Radon - Hauptursache der natürlichen Strahlenexposition. Retrieved 28.03.2014, from http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/ionisierende_strahlung/radon/info_radon.html.
- 36 - Bundesministerium für Gesundheit, Umweltbundesamt (2011): Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit und des Umweltbundesamtes an die Verbraucherinnen und Verbraucher über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) in Deutschland. B. f. Gesundheit and Umweltbundesamt. Bonn, Dessau-Roßlau. Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4238.pdf>.
- 37 - Busse, R. (2006): Gesundheitsökonomie. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 49(1): 3-10.
- 38 - Carson, R. T. (2012): Contingent Valuation: A Practical Alternative when Prices Aren't Available. Journal of Economic Perspectives 26(4): 27-42.
- 39 - Claßen, T., Mekel, O., Schümann, M., Schillmöller, Z., Conrad, A., Samson, R., Steckling, N., Terschüren, C., Sierig, S., Popp, J., Wintermeyer, D., Hornberg, C. (2010): Verteilungsbasierte Analyse gesundheitlicher Auswirkungen von Umwelt-Stressoren (VegAS) – ein Beitrag zur Schätzung der umweltbedingten Krankheitslast in Deutschland. Umweltmed Forsch und Prax 15(5): 266.
- 40 - Claßen, T., Samson, R., Hagemann, S., Hornberg, C. (2009): Umweltbedingte Krankheitslast (Environmental Burden of Disease – EBD) in Deutschland – erste Abschätzungen für den Umweltrisikofaktor Feinstaub. Umweltmed Forsch Prax 14(5): 293.
- 41 - Claßen, T., Samson, R., Mekel, O., Terschüren, C., Fehr, R., Hornberg, C. (2008): Abschätzung der Krankheitslast durch Passivrauch in Nordrhein-Westfalen - Bedingungen vor der Implementierung des Nichtraucherschutzgesetzes. Umweltmed Forsch und Prax 13(5): 277-278.
- 42 - Cohen, A. J., Anderson, H. R., Ostro, B., Pandey, K. D., Krzyzanowski, M., Kunzli, N., Gutschmidt, K., Pope, A., Romieu, I., Samet, J. M., Smith, K. (2005): The global burden of disease due to outdoor air pollution. J Toxicol Environ Health A 68(13-14): 1301-1307.
- 43 - Curtis, L., Rea, W., Smith-Willis, P., Fenyves, E., Pan, Y. (2006): Adverse health effects of outdoor air pollutants. Environ Int 32(6): 815-830.
- 44 - Davies, K. (2006): Economic Costs of Childhood Diseases and Disabilities Attributable to Environmental Contaminants in Washington State, USA. EcoHealth Journal Consortium EcoHealth 3: 86-94.
- 45 - de Hollander, A. E., Melse, J. M., Lebret, E., Kramers, P. G. (1999): An aggregate public health indicator to represent the impact of multiple environmental exposures. Epidemiology 10(5): 606-617.

- 46 - de Hollander, A. E. M., Melse, J. M. (2004): Assessing and evaluating the health impact of environmental exposures. "Deaths, DALYs or Dollars?". Utrecht. Zugriff unter: <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2004-0511-152200/full.pdf> [12.03.2014].
- 47 - De Schryver, A. M., Brakkee, K. W., Goedkoop, M. J., Huijbregts, M. A. (2009): Characterization factors for global warming in life cycle assessment based on damages to humans and ecosystems. *Environ Sci Technol* 43(6): 1689-1695.
- 48 - Deng, X. (2006): Economic costs of motor vehicle emissions in China: A case study. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 11(3): 216-226.
- 49 - Deshaies, P., Gonzales, Z., Zenner, H. P., Plontke, S., Paré, L., Hébert, S., Normandin, N., Girard, S. A., Leroux, T., Tyler, R., Côté, C. (2011): Environmental Noise And Tinnitus. Burden Of Disease From Environmental Noise - Quantification Of Healthy Life Years Lost In Europe, WHO. Bonn: World Health Organization (WHO) 71-89. Zugriff unter: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf [12.03.2014].
- 50 - Dhimal, M., Dhakal, P., Shrestha, N., Baral, K., Maskey, M. (2010): Environmental burden of acute respiratory infection and pneumonia due to indoor smoke in Dhading. *J Nepal Health Res Counc* 8(1): 1-4.
- 51 - du Prel, J. B., Rohrig, B., Blettner, M. (2009): Critical appraisal of scientific articles: part 1 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Ärzteblatt Int* 106(7): 100-105.
- 52 - Eijkemans, G. J., Takala, J. (2005): Moving knowledge of global burden into preventive action. *Am J Ind Med* 48(6): 395-399.
- 53 - Eionet Forum (2012): Population exposure to noise from different sources in Europe. Zugriff unter: http://forum.eionet.europa.eu/etc-sia-consortium/library/noise_database/end_df4_8_results_2012.xl [27.03.2014].
- 54 - El-Fadel, M., Massoud, M. (2000): Particulate matter in urban areas: health-based economic assessment. *The Science of the total environment* 257(2-3): 133-146.
- 55 - Euston Quaha, T. L. B. (2003): The economic cost of particulate air pollution on health in Singapore. *Journal of Asian Economics* 2003(14): 73-90.
- 56 - Ezzati, M., Lopez, A. D., Rodgers, A., Vander Hoorn, S., Murray, C. J., Comparative Risk Assessment Collaborating, G. (2002): Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet* 360(9343): 1347-1360.
- 57 - Fantke, P. (2012): Health impact and damage cost assessment of pesticides in Europe. *Environ Int* 49: 9-17.
- 58 - Fattore, E., Paiano, V., Borgini, A., Tittarelli, A., Bertoldi, M., Crosignani, P., Fanelli, R. (2011): Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. *Environ Res* 111(8): 1321-1327.
- 59 - Fewtrell, L., Fuge, R., Kay, D. (2005): An estimation of the global burden of disease due to skin lesions caused by arsenic in drinking water. *J Water Health* 3(2): 101-107.
- 60 - Fewtrell, L., Kaufmann, R., Prüss-Üstün, A. (2003): Lead. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. EBD-Series, 2, A. Prüss-Üstün, D. Campbell-Lendrum, C. Corvalán and A. Woodward. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/en/leadebd2.pdf [30.07.2012].
- 61 - Fewtrell, L. J., Prüss-Ustün, A., Landrigan, P., Ayuso-Mateos, J. L. (2004): Estimating the global burden of disease of mild mental retardation and cardiovascular diseases from environmental lead exposure. *Environ Res* 94(2): 120-133.

- 62 - Florence, C. S., Adams, E. K., Ayadi, M. F. (2007): Pediatric health care costs attributable to exposure to second-hand smoke: an exploratory analysis. *Journal of health care finance* 34(1): 36-43.
- 63 - Forastiere, F., Badaloni, C., de Hoogh, K., von Kraus, M. K., Martuzzi, M., Mitis, F., Palkovicova, L., Porta, D., Preiss, P., Ranzi, A., Perucci, C. A., Briggs, D. (2011): Health impact assessment of waste management facilities in three European countries. *Environ Health* 10: 53.
- 64 - Friedrich, C., Helm, D., Becker, K., Hoffmann, K., Krause, C., Nöllke, P., Seiwert, M., Seifert, B. (2001): Umwelt-Survey 1990/92, Band VI: Hausstaub - Deskription der Spurenelement- und Biozidgehalte im Hausstaub in der Bundesrepublik Deutschland. *WaBoLu-Hefte Nr. 01/2001*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/1998.html> [29.03.2012].
- 65 - Gilbert, N. L., Guay, M. (2011): Formaldehyde and respiratory symptoms in children. Environmental burden of disease associated with inadequate housing - A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region, M. Braubach, D. E. Jacobs and D. Ormandy. Bonn: World Health Organization (WHO) Zugriff unter: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/142077/e95004.pdf [30.07.2012].
- 66 - Gould, E. (2009): Childhood Lead Poisoning: Conservative Estimates of the Social and Economic Benefits of Lead Hazard Control. *Environmental Health Perspectives* 117(7): 1162-1167.
- 67 - Greiner, W. (2007): Die Berechnung von Kosten und Nutzen. In: O. Schöffski, J. Schulenburg and M. Graf (Hrsg.). *Gesundheitsökonomische Evaluationen*. Berlin Heidelberg: Springer: 49-63.
- 68 - Greiner, W., Damm, O. (2012): Die Berechnung von Kosten und Nutzen. In: O. Schöffski and J. M. Graf von der Schulenburg (Hrsg.), *Gesundheitsökonomische Evaluationen*. Berlin, Heidelberg: Springer. Vierte, vollständig überarbeitete Auflage: 23-42.
- 69 - Greiner, W., Schöffski, O., Graf von der Schulenburg, J. M. (2007): Die Übertragbarkeit internationaler Ergebnisse auf nationale Fragestellungen In: (Hrsg.). *Gesundheitsökonomische Evaluationen*: 491-508
- 70 - Greiser, E., Glaeske, G. (2013): Soziale und ökonomische Folgen nächtlichen Fluglärms im Umfeld des Flughafens Frankfurt/Main. *Das Gesundheitswesen* 75(03): 127-133.
- 71 - Greiser, E., Greiser, C. (2010): Risikofaktor nächtlicher Fluglärm Abschlussbericht über eine Fall-Kontroll-Studie zu kardiovaskulären und psychischen Erkrankungen im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn. *Schriftenreihe Umwelt und & Gesundheit* 32.
- 72 - Hackenmiller-Paradis, R. (2008): The Price of Pollution: Cost Estimates of Environmentally-Related Disease in Oregon. O. E. Council. Zugriff unter: <http://www.oconline.org/resources/publications/reportsandstudies/pop> [12.03.2014].
- 73 - Hajen, L., Schumacher, H., Paetow, H. (2006): *Gesundheitsökonomie: Strukturen - Methoden - Praxisbeispiele*. Stuttgart, Kohlhammer.
- 74 - Hänninen, O., Knol, A. (2011): European Perspectives on Environmental Burden of Disease. Estimates for Nine Stressors in Six European Countries. Helsinki: National Institute for Health and Welfare (THL). Zugriff unter: <http://www.thl.fi/thl-client/pdfs/b75f6999-e7c4-4550-a939-3bccb19e41c1> [30.07.2012].
- 75 - Haucke, F., Holle, R., Wichmann, H. E. (2009): Epidemiologische Erforschung und ökonomische Bewertung gesundheitlicher Umweltrisiken. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 52(12): 1166-1178.

- 76 - Hauri, D., Lieb C., Kooijman C., Wenk S., van Nieuwkoop R., Sommer H., Rösli M. (2009): Gesundheitskosten des Passivrauchens in der Schweiz. Basel: Institut für Sozial und Präventivmedizin am Schweizerischen Tropeninstitut Basel, Assoziiertes Institut der Universität Basel, Institut für Sozial- und Präventivmedizin am Schweizerischen Tropeninstitut Basel - Assoziiertes Institut der Universität Basel. Zugriff unter: http://www.swisstph.ch/fileadmin/user_upload/Pdfs/EPH/Hauri_et_al._Gesundheitskosten_Passivrschweiz_2009_.pdf [14.01.2013].
- 77 - Hauri, D. D., Lieb, C. M., Rajkumar, S., Kooijman, C., Sommer, H. L., Rösli, M. (2011): Direct health costs of environmental tobacco smoke exposure and indirect health benefits due to smoking ban introduction. *The European Journal of Public Health* 21(3): 316-322.
- 78 - Hausman, D. M. (2012): Health, well-being, and measuring the burden of disease. *Popul Health Metr* 10(1): 13.
- 79 - Havelaar, A. H., De Hollander, A. E., Teunis, P. F., Evers, E. G., Van Kranen, H. J., Versteegh, J. F., Van Koten, J. E., Slob, W. (2000): Balancing the risks and benefits of drinking water disinfection: disability adjusted life-years on the scale. *Environ Health Perspect* 108(4): 315-321.
- 80 - Hedley, A. J., McGhee, S. M., Barron, B., Chau, P., Chau, J., Thach, T. Q., Wong, T.-W., Loh, C., Wong, C.-M. (2008): Air pollution: costs and paths to a solution in Hong Kong—understanding the connections among visibility, air pollution, and health costs in pursuit of accountability, environmental justice, and health protection. *Journal of toxicology and environmental health. Part A* 71(9-10): 544-554.
- 81 - Henke, K.-D., Martin, K. (2006): Die Krankheitskostenrechnung als Entscheidungshilfe. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 49: 19-27.
- 82 - Hertl, M., Merk, H. F. (1994): Metalle/Chrom. In: H. E. Wichmann, H.-W. Schlipkötter and G. Fülgraff (Hrsg.). *Handbuch der Umweltmedizin. Toxikologie - Epidemiologie - Hygiene - Belastungen - Wirkungen - Diagnostik - Prophylaxe*. Köln. 3. Ergänzungslieferung 1/94.
- 83 - Hornberg, C., Claßen, T., Steckling, N., Samson, R., McCall, T., Tobollik, M., Mekel, O., Terschüren, C., Schillmöller, Z., Popp, J., Paetzelt, G., Schümann, M. (2013): Abschlussbericht des Projektes "Verteilungsbasierte Analyse gesundheitlicher Auswirkungen von Umwelt-Stressoren". Schriftenreihe *Umwelt & Gesundheit* (01/2013), Forschungskennzahl 3709 61 209. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt.de/vegas-studie/> [06.03.2014].
- 84 - Hou, Q., An, X. Q., Wang, Y., Guo, J. P. (2010): An evaluation of resident exposure to respirable particulate matter and health economic loss in Beijing during Beijing 2008 Olympic Games. *Science of The Total Environment* 408(19): 4026-4032.
- 85 - Howard, G., Ahmed, M. F., Shamsuddin, A. J., Mahmud, S. G., Deere, D. (2006): Risk assessment of arsenic mitigation options in Bangladesh. *J Health Popul Nutr* 24(3): 346-355.
- 86 - Howard, G., Ahmed, M. F., Teunis, P., Mahmud, S. G., Davison, A., Deere, D. (2007): Disease burden estimation to support policy decision-making and research prioritization for arsenic mitigation. *J Water Health* 5(1): 67-81.
- 87 - Hurley, F., Hunt, A., Cowie, H., Holland, M., Miller, B., Pye, S., Watkiss, P. (2005): Methodology Paper (Volume 2) for Service Contract for carrying out cost-benefit analysis of air quality related issues, in particular in the clean air for Europe (CAFE) programme. Didcot: AEA Technology Environment. Zugriff unter: http://www.cafe-cba.org/assets/volume_2_methodology_overview_02-05.pdf [30.07.2012].

- 88 - Hygge, S., Kim, R. (2011): Environmental Noise And Cognitive Impairment in Children. Burden Of Disease From Environmental Noise - Quantification Of Healthy Life Years Lost In Europe, WHO. Bonn: World Health Organization (WHO) 45-53. Zugriff unter: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf.
- 89 - Hylander, L. D., Goodsite, M. E. (2006): Environmental costs of mercury pollution. The Science of the total environment 368(1): 352-370.
- 90 - Institute for Health Metrics and Evaluation (2013): GBD Compare. Zugriff unter: <http://viz.healthmetricsandevaluation.org/gbd-compare/> [04.12.2013].
- 91 - Jaakkola, M. S., Haverinen-Shaughnessy, U., Douwes, J., Nevalainen, A. (2011): Indoor dampness and mould problems in homes and asthma onset in children. Environmental burden of disease associated with inadequate housing - A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region, M. Braubach, Jacobs, D.E., Ormandy, D. Bonn: World Health Organisation (WHO) Zugriff unter: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/142077/e95004.pdf [14.01.2013].
- 92 - Jacobs, D. E. (2011): Health effects of lead in housing. Environmental burden of disease associated with inadequate housing - A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region, M. Braubach, Jacobs, D.E., Ormandy, D. Bonn: World Health Organisation (WHO). Zugriff unter: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/142077/e95004.pdf [14.01.2013].
- 93 - Janssen, S., Basner, M., Griefahn, B., Miedema, H. (2011): Environmental Noise and Sleep Disturbance. Burden Of Disease From Environmental Noise - Quantification Of Healthy Life Years Lost In Europe, WHO. Bonn: World Health Organization (WHO) 55-70. Zugriff unter: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf [12.03.2014].
- 94 - Kales, S. N., Islam, T., Kim, M. (2011): Household carbon monoxide poisoning. Environmental burden of disease associated with inadequate housing - A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region, M. Braubach, Jacobs, D.E., Ormandy, D. Bonn: World Health Organisation (WHO) Zugriff unter: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/142077/e95004.pdf [14.01.2013].
- 95 - Kan, H., Chen, B. (2004): Particulate air pollution in urban areas of Shanghai, China: health-based economic assessment. Science of The Total Environment 322(1-3): 71-79.
- 96 - Kesavachandran, C., Pangtey, B. S., Bihari, V., Fareed, M., Pathak, M. K., Srivastava, A. K., Mathur, N. (2012): Particulate matter concentration in ambient air and its effects on lung functions among residents in the National Capital Region, India. Environ Monit Assess 185(2): 1265-1272.
- 97 - Khan, M. Z. H., South Asian Network for, D., Environmental, E., Economic Research, G. (2007): Managing the arsenic disaster in water supply: risk measurement, costs of illness, and policy choices for Bangladesh. Kathmandu, South Asian Network for Development and Environmental Economics.
- 98 - Kim, Y. M., Kim, J. W., Lee, H. J. (2011): Burden of disease attributable to air pollutants from municipal solid waste incinerators in Seoul, Korea: a source-specific approach for environmental burden of disease. Sci Total Environ 409(11): 2019-2028.
- 99 - Kittel, J. (2006): Symptome und Zeichen der chronischen Kupfervergiftung. Ludwig-Maximilians- Universität zu München (LMU). Zugriff unter: http://edoc.ub.uni-muenchen.de/5471/1/Kittel_Jochen.pdf [19.12.2012].

- 100 - Klaeboe, R., Kolbenstvedt, M., Clench-Aas, J., Bartonova, A. (2000): Oslo traffic study: part 1: an integrated approach to assess the combined effects of noise and air pollution on annoyance. *Atmospheric Environment* 34: 4727-4736.
- 101 - Klett-Verlag (o. A.): TERRAMethode, Indien und China - neue Wirtschaftsmächte. Eine Bevölkerungspyramide auswerten.
- 102 - Knol, A., Staatsen, B. (2005): Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands 1980-2020. RIVM report 500029001/2005. Bilthoven: RIVM 97. Zugriff unter: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500029001.pdf> [12.03.2014].
- 103 - Knol, A. B., Petersen, A. C., van der Sluijs, J. P., Lebet, E. (2009): Dealing with uncertainties in environmental burden of disease assessment. *Environ Health* 8: 21.
- 104 - Krieger, T., Eikmann, Th. (o.A.): Metalle/Thallium. In: H. E. Wichmann, H.-W. Schlipkötter and G. Fülgraff (Hrsg.). *Handbuch der Umweltmedizin. Toxikologie - Epidemiologie - Hygiene - Belastungen - Wirkungen - Diagnostik - Prophylaxe*. Aachen, Gelsenkirchen. 25. Ergänzungslieferung 9/2002.
- 105 - Kühne, M., Schaefer, L. (2014): Sachstandsbericht. Die Bewertung der Immissionsbelastung durch Asbestfasern in der Außenluft. . Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Zugriff unter: http://www.mugv.brandenburg.de/media_fast/4055/asbest_sachstandsbericht2014.pdf [01.04.2014].
- 106 - Lai, T., Habicht, J., Kiivet, R. A. (2009): Measuring burden of disease in Estonia to support public health policy. *Eur J Public Health* 19(5): 541-547.
- 107 - Lampert, T., List, S. M. (2011): Passivrauchbelastung bei Erwachsenen in Deutschland Ergebnisse der Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell“ 2009 Passive Smoking Among Adults in Germany. Results of the „German Health Update“ Study 2009. UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst 3: 43-49.
- 108 - Lampert, T., Thelen, J., Wolf, U. (2008): Tabakkonsum und Passivrauchbelastung von Jugendlichen – Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS). *Umweltmedizinischer Informationsdienst (UMID)* 2: 14-18.
- 109 - Landesamt für Umwelt Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (2013): Luftqualität in Brandenburg. Jahresbericht 2012. Potsdam Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Zugriff unter: http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDIQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.lugv.brandenburg.de%2Fmedia_fast%2F4055%2Fluft_12.pdf&ei=9q7U66yMMeEtAaF8IHbW&usq=AFQjCNGJ3EvYXyp9jSLtYbcKff-o0bdxFw&bvm=bv.63934634,d.Yms [02.04.2014].
- 110 - Landesanstalt für Umwelt Messungen und Naturschutz. (o. J.): Kohlenmonoxid. Retrieved 02.04.2014, from <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/21967/>.
- 111 - Landrigan, P. J., Schechter, C. B., Lipton, J. M., Fahs, M. C., Schwartz, J. (2002): Environmental pollutants and disease in American children: estimates of morbidity, mortality, and costs for lead poisoning, asthma, cancer, and developmental disabilities. *Environ Health Perspect* 110(7): 721-728.
- 112 - Leung, G., Ho, L., Lam, T. (2003): The economic burden of environmental tobacco smoke in the first year of life. *Archives of Disease in Childhood* 88(9): 767-771.
- 113 - Levy, D. E., Rigotti, N. A., Winickoff, J. P. (2011a): Medicaid expenditures for children living with smokers. *BMC health services research* 11.
- 114 - Levy, D. E., Winickoff, J. P., Rigotti, N. A. (2011b): School Absenteeism Among Children Living With Smokers. *Pediatrics* 128(4): 650-656.

- 115 - LfU.Bayern (1997): Lindan. UmweltWissen. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU.Bayern). Zugriff unter:
http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_38_lindan.pdf [20.02.13].
- 116 - LfU.Bayern (2004): Luftschadstoffe - Wirkungen auf Ökosysteme. UmweltWissen. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU.Bayern). Zugriff unter:
http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_39_luftschadstoffe_wirkungen_oekosysteme.pdf [28.02.13].
- 117 - LfU.Bayern (2005a): Bodenbelastungen - eine Übersicht. UmweltWissen. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU.Bayern). Zugriff unter:
http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_14_bodenbelastungen.pdf [19.12.2012].
- 118 - LfU.Bayern (2005b): Schadstoffe in Gebäuden - Teil 1. UmweltWissen. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU.Bayern). Zugriff unter:
http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_btb_12_schadstoffe_gebaeude_teil_1.pdf [19.02.13].
- 119 - LfU.Bayern (2008): Pentachlorphenol (PCP). UmweltWissen. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU.Bayern). Zugriff unter:
http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_50_pentachlorphenol_pcp.pdf [20.02.13].
- 120 - Lieb, C. M., Buffat, M., Sommer, H. (2012): Auswirkungen des Verkehrslärms auf die Gesundheit - Berechnung von DALY für die Schweiz. Altdorf, Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU). Zugriff unter:
http://www.bafu.admin.ch/laerm/10520/10521/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp610NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2YUq2Z6gpjCGfH9_hGym162epYbg2c_jjKbNokSn6A-. [04.04.2013].
- 121 - Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., Amann, M., Anderson, H. R., Andrews, K. G., Aryee, M., Atkinson, C., Bacchus, L. J., Bahalim, A. N., Balakrishnan, K., Balmes, J., Barker-Collo, S., Baxter, A., Bell, M. L., Blore, J. D., Blyth, F., Bonner, C., Borges, G., Bourne, R., Boussinesq, M., Brauer, M., Brooks, P., Bruce, N. G., Brunekreef, B., Bryan-Hancock, C., Bucello, C., Buchbinder, R., Bull, F., Burnett, R. T., Byers, T. E., Calabria, B., Carapetis, J., Carnahan, E., Chafe, Z., Charlson, F., Chen, H., Chen, J. S., Cheng, A. T., Child, J. C., Cohen, A., Colson, K. E., Cowie, B. C., Darby, S., Darling, S., Davis, A., Degenhardt, L., Dentener, F., Des Jarlais, D. C., Devries, K., Dherani, M., Ding, E. L., Dorsey, E. R., Driscoll, T., Edmond, K., Ali, S. E., Engell, R. E., Erwin, P. J., Fahimi, S., Falder, G., Farzadfar, F., Ferrari, A., Finucane, M. M., Flaxman, S., Fowkes, F. G., Freedman, G., Freeman, M. K., Gakidou, E., Ghosh, S., Giovannucci, E., Gmel, G., Graham, K., Grainger, R., Grant, B., Gunnell, D., Gutierrez, H. R., Hall, W., Hoek, H. W., Hogan, A., Hosgood, H. D., 3rd, Hoy, D., Hu, H., Hubbell, B. J., Hutchings, S. J., Ibeanusi, S. E., Jacklyn, G. L., Jasrasaria, R., Jonas, J. B., Kan, H., Kanis, J. A., Kassebaum, N., Kawakami, N., Khang, Y. H., Khatibzadeh, S., Khoo, J. P., Kok, C., Laden, F., Lalloo, R., Lan, Q., Lathlean, T., Leasher, J. L., Leigh, J., Li, Y., Lin, J. K., Lipshultz, S. E., London, S., Lozano, R., Lu, Y., Mak, J., Malekzadeh, R., Mallinger, L., Marcenes, W., March, L., Marks, R., Martin, R., McGale, P., McGrath, J., Mehta, S., Mensah, G. A., Merriman, T. R., Micha, R., Michaud, C., Mishra, V., Hanafiah, K. M., Mokdad, A. A., Morawska, L., Mozaffarian, D., Murphy, T., Naghavi, M., Neal, B., Nelson, P. K., Nolla, J. M., Norman, R., Olives, C., Omer, S. B., Orchard, J., Osborne, R., Ostro, B., Page, A., Pandey, K. D., Parry, C. D., Passmore, E., Patra, J., Pearce, N., Pelizzari, P. M., Petzold, M., Phillips, M. R., Pope, D., Pope, C. A., 3rd, Powles, J., Rao, M., Razavi, H., Rehfuss, E. A., Rehm, J. T., Ritz, B., Rivara, F. P., Roberts, T., Robinson, C., Rodriguez-Portales, J. A., Romieu, I., Room, R., Rosenfeld, L. C., Roy, A., Rushton, L., Salomon, J. A., Sampson, U., Sanchez-Riera, L., Sanman, E., Sapkota, A., Seedat, S., Shi, P., Shield, K., Shivakoti, R., Singh, G. M., Sleet, D. A., Smith, E., Smith, K. R., Stapelberg, N. J., Steenland, K., Stockl, H., Stovner, L. J., Straif, K., Straney, L., Thurston, G. D., Tran, J. H., Van Dingenen, R., van Donkelaar, A.,

- Veerman, J. L., Vijayakumar, L., Weintraub, R., Weissman, M. M., White, R. A., Whiteford, H., Wiersma, S. T., Wilkinson, J. D., Williams, H. C., Williams, W., Wilson, N., Woolf, A. D., Yip, P., Zielinski, J. M., Lopez, A. D., Murray, C. J., Ezzati, M. (2012): A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 380(9859): 2224-2260.
- 122 - Logue, J. M., Price, P. N., Sherman, M. H., Singer, B. C. (2012): A method to estimate the chronic health impact of air pollutants in U.S. residences. *Environ Health Perspect* 120(2): 216-222.
- 123 - Lokuge, K. M., Smith, W., Caldwell, B., Dear, K., Milton, A. H. (2004): The Effect of Arsenic Mitigation Interventions on Disease Burden in Bangladesh. *Environ Health Perspect* 112(11): 1172-1177.
- 124 - Malsch, A., Pinheiro, P., Krämer, A., Hornberg, C. (2006): Zur Bestimmung von "Environmental / Burden of Disease" (BoD / EBD) in Deutschland. Bielefeld, Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst NRW (lögD), Abteilung Umweltmedizin, Umwelthygiene.
- 125 - Marquardt, H., Schäfer, S. (2004): Lehrbuch der Toxikologie. Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH.
- 126 - Mathers, C., Vos, T., Lopez, A., Salomon, J., Ezzati, M. (2001a): National Burden of Disease Studies: A Practical Guide. Global Program on Evidence for Health Policy, Edition 2.0. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: <http://www.who.int/healthinfo/nationalburdenofdiseasemanual.pdf> [30.07.2012].
- 127 - Mathers, C. D., Bernard, C., Iburg, K. M., Inoue, M., Fat, D. M., Shibuya, K., Stein, C., Tomijima, N., Xu, H. (2004): Global Burden of Disease in 2002: data sources, methods and results. Global Programme on Evidence for Health Policy Discussion Paper, 54. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: <http://www.who.int/healthinfo/paper54.pdf> [28.02.2013].
- 128 - Mathers, C. D., Vos, E. T., Stevenson, C. E. (1999): The burden of disease and injury in Australia. Canberra: Australian Institute of Health and Welfare. Zugriff unter: <http://www.aihw.gov.au/publications/phe/bdia/bdia.pdf>.
- 129 - Mathers, C. D., Vos, E. T., Stevenson, C. E., Begg, S. J. (2001b): The burden of disease and injury in Australia. *Bull World Health Organ* 79(11): 1076-1084.
- 130 - McGhee, S. M., Ho, L. M., Lapsley, H. M., Chau, J., Cheung, W. L., Ho, S. Y., Pow, M., Lam, T. H., Hedley, A. J. (2006): Cost of tobacco-related diseases, including passive smoking, in Hong Kong. *Tobacco Control* 15(2): 125-130.
- 131 - Mendel, B., Ließfeld, R., castell-Exner, C. (2001): Die neue Trinkwasserverordnung, Teil 2. *Energie, Wasser, Praxis* 5: 32-37.
- 132 - Metz, S. (2005): Gesundheitsökonomische Evaluationsmethoden. *Biometrie und Medizin* 2006(5): 30.
- 133 - Miedema, H., Janssen, S., Kim, R. (2011): Environmental Noise And Annoyance. Burden Of Disease From Environmental Noise - Quantification Of Healthy Life Years Lost In Europe, WHO. Bonn: World Health Organization (WHO) 91-98. Zugriff unter: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf [12.03.2014].
- 134 - Miraglia, S. G., Saldiva, P. H., Bohm, G. M. (2005): An evaluation of air pollution health impacts and costs in Sao Paulo, Brazil. *Environ Manage* 35(5): 667-676.
- 135 - Molla, A. A., Anwar, K. S., Hamid, S. A., Hoque, M. E., Haq, A. K. (2004): Analysis of Disability Adjusted Life Years (DALYs) among arsenic victims: a cross-sectional study on health economics perspective. *Bangladesh Med Res Counc Bull* 30(2): 43-50.

- 136 - Mudarri, D., Fisk, W. J. (2007): Public health and economic impact of dampness and mold. *Indoor Air* 17: 226-235.
- 137 - Muennig, P. (2009): The social costs of childhood lead exposure in the post-lead regulation era. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* 163(9): 844-849.
- 138 - MUNLV.NRW (2009): Trinkwasserbericht Nordrhein-Westfalen Düsseldorf: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV.NRW). Zugriff unter: http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/munlv_trinkwasserbericht_08.pdf [10.10.2012].
- 139 - Murray, C. J. (1994): Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years. *Bulletin of the World Health Organization* 72(3): 429-445.
- 140 - Murray, C. J., Acharya, A. K. (1997): Understanding DALYs. *Journal of Health Economics* 16(6): 703-730.
- 141 - Murray, C. J., Ezzati, M., Flaxman, A. D., Lim, S., Lozano, R., Michaud, C., Naghavi, M., Salomon, J. A., Shibuya, K., Vos, T., Wikler, D., Lopez, A. D. (2012): GBD 2010: design, definitions, and metrics. *Lancet* 380(9859): 2063-2066.
- 142 - Murray, C. J. L. (1996): Rethink DALYs. In: C. J. L. Murray and A. D. Lopez (Hrsg.). *The global burden of disease*. Geneva: Harvard School of Public Health: 1-89.
- 143 - Murray, C. J. L., Lopez, A. D. (1996a): Annex Table 3: Age specific disability weights for the untreated and treated forms of sequelae included in the Global Burden of Disease Study. In: C. J. L. Murray and A. D. Lopez (Hrsg.). *The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020*. Boston: Harvard School of Public Health on behalf of the World Health Organization and the World Bank: 412-118.
- 144 - Murray, C. J. L., Lopez, A. D. (1996b): *Global Burden of Disease: A Comprehensive Assessment of Mortality and Disability from Diseases, Injuries, and Risk Factors in 1990 and Projected (Global Burden of Disease and Injury Series)*, Harvard University Press.
- 145 - Murray, C. J. L., Salomon, J. A., Mathers, C. D., Lopez, A. D. (2002): Summary measures of population health: concepts, ethics, measurement and applications. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: <http://files.dcp2.org/pdf/GBD/GBD03.pdf>.
- 146 - Müssig-Zufika, M., Becker, K., Conrad, A., Schulz, C., Seiffert, I., Seiwert, M., Lusansky, C., Pick-Fuß, H., Kolossa-Gehring, M. (2008): *Kinder-Umwelt-Survey 2003/06 - KUS - Hausstaub: Stoffgehalte im Hausstaub aus Haushalten mit Kindern in Deutschland. WaBoLu-Hefte, 02/08*. Dessau-Roßlau, Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3356.pdf> [04.12.2012].
- 147 - National Center for Biotechnology Information (2012a): Home - MeSH - NCBI. Zugriff unter: <http://www.ncbi.nih.gov/mesh> [30.07.2012].
- 148 - National Center for Biotechnology Information. (2012b): Home - MeSH - NCBI. Retrieved 29.05.2012, from <http://www.ncbi.nih.gov/mesh>.
- 149 - Nelson, D. I., Nelson, R. Y., Concha-Barrientos, M., Fingerhut, M. (2005): The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med* 48(6): 446-458.
- 150 - Netalieva, I., Wesseler, J., Heijman, W. (2005): Health costs caused by oil extraction air emissions and the benefits from abatement: the case of Kazakhstan. *Energy Policy* 33(9): 1169-1177.
- 151 - NLGA (2011): *Bioaerosole aus Geflügelställen - Gesundheitliche Beeinträchtigung der Nachbarschaft? Fachgespräch am 20. Juni 2011*. Niedersächsisches Landesgesundheitsamt (NLGA). Zugriff unter: www.nlga.niedersachsen.de/download/61638/Bioaerosole_aus_Gefluegelstaellen_-

[Gesundheitliche Beeinträchtigung der Nachbarschaft Fachgespräch am 20. Juni 2011.pdf](#) [12.03.2014].

- 152 - Norman, R., Barnes, B., Mathee, A., Bradshaw, D. (2007a): Estimating the burden of disease attributable to indoor air pollution from household use of solid fuels in South Africa in 2000. *S Afr Med J* 97(8 Pt 2): 764-771.
- 153 - Norman, R., Bradshaw, D., Lewin, S., Cairncross, E., Nannan, N., Vos, T. (2010): Estimating the burden of disease attributable to four selected environmental risk factors in South Africa. *Rev Environ Health* 25(2): 87-119.
- 154 - Norman, R., Mathee, A., Barnes, B., van der Merwe, L., Bradshaw, D. (2007b): Estimating the burden of disease attributable to lead exposure in South Africa in 2000. *S Afr Med J* 97(8 Pt 2): 773-780.
- 155 - Nothen, M., Böhm, K. (2009): Krankheitskosten. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 48. Berlin: Robert Koch-Institut (RKI). Zugriff unter: http://www.gbe-bund.de/gbe10/owards.prc_show_pdf?p_id=12567&p_sprache=d&p_uid=gasts&p_aid=19550686&p_lfd_nr=1 [30.07.2012].
- 156 - Öberg, M., Jaakkola, M. S., Prüss-Üstün, A., Schweizer, C., Woodward, A. (2010): Second-hand smoke: Assessing the burden of disease at national and local levels. EBD-Series, No. 18. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/SHS.pdf [30.07.2012].
- 157 - Öberg, M., Jaakkola, M. S., Woodward, A., Peruga, A., Prüss-Ustün, A. (2011): Worldwide burden of disease from exposure to second-hand smoke: a retrospective analysis of data from 192 countries. *Lancet* 377(9760): 139-146.
- 158 - Obi-Osius, N., Fertmann, R., Schümann, M. (2005a): Umwelt-Survey 1998: Band IX: PCP und andere Chlorphenole im Urin der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade. Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2985.pdf> [10.12.2012].
- 159 - Obi-Osius, N., Fertmann, R., Schümann, M. (2005b): Umwelt-Survey 1998: Band X: Chlororganische Verbindungen im Blut der Bevölkerung in Deutschland - Belastungsquellen und -pfade. Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2984.pdf> [10.12.2012].
- 160 - OECD, Eurostat, WHO (2011): A System of Health Accounts. Paris: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), Statistisches Amt der Europäischen Union (EuroStat), Weltgesundheitsorganisation (WHO). Zugriff unter: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-30-11-270/EN/KS-30-11-270-EN.PDF [30.07.2012].
- 161 - Orru, H., Teinemaa, E., Lai, T., Tamm, T., Kaasik, M., Kimmel, V., Kangur, K., Merisalu, E., Forsberg, B. (2009): Health impact assessment of particulate pollution in Tallinn using fine spatial resolution and modeling techniques. *Environ Health* 8: 7.
- 162 - Ostro, B. (2004): Outdoor air pollution. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. EBD-Series, 5, A. Prüss-Üstün, D. Campbell-Lendrum, C. Corvalan and A. Woodward. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/ebd5.pdf [30.07.2012].
- 163 - Ostro, B., Chestnut, L. (1998): Assessing the Health Benefits of Reducing Particulate Matter Air Pollution in the United States. *Environmental Research* 76(2): 94-106.
- 164 - Ostro, B. D., Tran, H., Levy, J. I. (2006): The Health Benefits of Reduced Tropospheric Ozone in California. *Journal of the Air & Waste Management Association* 56(7): 1007-1021.

- 165 - Pascal, M., Corso, M., Chanel, O., Declercq, C., Badaloni, C., Cesaroni, G., Henschel, S., Meister, K., Haluza, D., Martin-Olmedo, P., Medina, S. (2013): Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: Results of the Aphekom project. *Science of The Total Environment* 449: 390-400.
- 166 - Patankar, A. M., Trivedi, P. L. (2011): Monetary burden of health impacts of air pollution in Mumbai, India: implications for public health policy. *Public Health* 125(3): 157-164.
- 167 - Pearce, D., Crowards, T. (1996): Particulate matter and human health in the United Kingdom. *Energy Policy* 24(7): 609-619.
- 168 - Peters, J., McCabe, C. J., Hedley, A. J., Lam, T. H., Wong, C. M. (1998): Economic burden of environmental tobacco smoke on Hong Kong families: scale and impact. *Journal of epidemiology and community health* 52(1): 53-58.
- 169 - Pichery, C., Bellanger, M., Zmirou-Navier, D., Glorennec, P., Hartemann, P., Grandjean, P. (2011): Childhood lead exposure in France: benefit estimation and partial cost-benefit analysis of lead hazard control. *Environmental Health* 10.
- 170 - Plescia, M., Wansink, D., Waters, H. R., Herndon, S. (2011): Medical costs of secondhand-smoke exposure in North Carolina. *North Carolina medical journal* 72(1): 7-12.
- 171 - Poulin, J., Gibb, H. (2008): Mercury. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. EBD-Series, 16, A. Prüss-Üstün. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596572_eng.pdf [30.07.2012].
- 172 - Prüss-Üstün, A., Bonjour, S., Corvalan, C. (2008): The impact of the environment on health by country: a meta-synthesis. *Environ Health* 7: 7.
- 173 - Prüss-Üstün, A., Mathers, C., Corvalán, C., Woodward, A. (2003): Introduction and methods - Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. *Environmental Burden of Disease Series, No. 1*, A. Prüss-Üstün, D. Campbell-Lendrum, C. Corvalán and A. Woodward. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/en/9241546204.pdf [29.03.2012].
- 174 - Prüss-Üstün, A., Vickers, C., Haefliger, P., Bertollini, R. (2011): Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. *Environ Health* 10: 9.
- 175 - Public Health Group, Department of Human Services (2005): Victorian Burden of Disease study: mortality and morbidity in 2001. Melbourne Victoria. Zugriff unter: http://www.health.vic.gov.au/healthstatus/downloads/bod_2001.pdf.
- 176 - Ragas, A. M., Oldenkamp, R., Preeker, N. L., Wernicke, J., Schlink, U. (2011): Cumulative risk assessment of chemical exposures in urban environments. *Environ Int* 37(5): 872-881.
- 177 - Razum, O., Breckenkamp, J., Brzoska, P. (2011): *Epidemiologie für Dummies*. Wanheim, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- 178 - Rehm, J., Frick, U. (2010): Valuation of health states in the US study to establish disability weights: lessons from the literature. *Int J Methods Psychiatr Res* 19(1): 18-33.
- 179 - Robert Koch-Institut, Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (2008): *Erkennen – Bewerten – Handeln: Zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. Berlin: RKI. Zugriff unter: http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Studien/Kiggs/Basiserhebung/KiGGS_GPA.pdf?__blob=publicationFile [27.03.2014].
- 180 - Röhrig, B., du Prel, J.-B., Blettner, M. (2009): Studiendesign in der medizinischen Forschung. Teil 2 der Serie zur Bewertung wissenschaftlicher Publikationen. *Deutsches Ärzteblatt* 106(11): 184–189.

- 181 - Röösl, M., Kunzli, N., Braun-Fahrlander, C., Egger, M. (2005): Years of life lost attributable to air pollution in Switzerland: dynamic exposure-response model. *Int J Epidemiol* 34(5): 1029-1035.
- 182 - Roy, A., Sheffield, P., Wong, K., Trasande, L. (2011): The effects of outdoor air pollutants on the costs of pediatric asthma hospitalizations in the United States, 1999 to 2007. *Medical care* 49(9): 810-817.
- 183 - Samson, R., Terschüren, C., Mekel, O., Claßen, T., Fehr, R., Hornberg, C. (2007): Durch Feinstaub verursachte Krankheitslast in Nordrhein-Westfalen: eine erste Abschätzung. *Umweltmed Forsch Prax* 12(5): 253-254.
- 184 - Schöffski, O. (2007a): Einführung. In: O. Schöffski, J. Schulenburg and M. Graf (Hrsg.). *Gesundheitsökonomische Evaluationen*. Berlin Heidelberg: Springer 3-12.
- 185 - Schöffski, O. (2007b): Grundformen gesundheitsökonomischer Evaluationen. In: O. Schöffski, J. Schulenburg and M. Graf (Hrsg.). *Gesundheitsökonomische Evaluationen*. Berlin Heidelberg: Springer 65-94.
- 186 - Schreyögg, J., Stargardt, T. (2012): Gesundheitsökonomische Evaluation auf Grundlage von GKV-Routinedaten. *Bundesgesundheitsblatt* 55: 668 - 676.
- 187 - Schröder, P. (2007): Public-Health-Ethik in Abgrenzung zur Medizinethik. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* 50: 103-111.
- 188 - Schulz, C., Rapp, T., Conrad, A., Hünken, A., Seiffert, I., Becker, K., Seiwert, M., Kolossa-Gehring, M. (2008): Kinder-Umwelt-Survey 2003/06 - KUS - Trinkwasser Elementgehalte im häuslichen Trinkwasser aus Haushalten mit Kindern in Deutschland. *WaBoLu-Hefte*, 04/08. Dessau-Roßlau, Bad Elster, Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3433.pdf> [04.12.2012].
- 189 - Schulz, C., Ullrich, D., Pick-Fuß, H., Seiwert, M., Conrad, A., Brenske, K.-R., Hünken, A., Lehmann, A., Kolossa-Gehring, M. (2010): Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06: Innenraumluft - Flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumluft in Haushalten mit Kindern in Deutschland. *Schriftenreihe Umwelt & Gesundheit*, 03/10. Dessau-Roßlau, Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4011.pdf> [04.12.2012].
- 190 - Seethaler, R. (1999). *Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution*. WHO Ministerial Conference on Environment and Health, London.
- 191 - Sengupta, R., Mandal, S. (2009): Health Damage Cost of Automotive Air Pollution: Cost Benefit Analysis of Fuel Quality Upgradation for Indian Cities. *eSocialSciences*. Zugriff unter: <http://www.esocialsciences.org/Download/repecDownload.aspx?fname=Document11612009410.894848.pdf&category=Articles&Aid=1841&fref=repec> [14.01.2013].
- 192 - Sommer, H. (2002): *Verkehrsbedingte Lärmkosten in der Schweiz. 15 Jahre Lärmschutzverordnung*. Olten, Schweiz, ECOPLAN Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik.
- 193 - Squires, D. A. (2012): Issues in international health policy: explaining high health care spending in the United States: an international comparison of supply, utilization, prices, and quality. *Issue brief (Commonwealth Fund)* 10: 1.
- 194 - Statistisches Bundesamt (2006): *Gesundheit - Ausgaben, Krankheitskosten und Personal 2004. Methodenanhang zur Pressebroschüre*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Zugriff unter: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2006/Gesundheit/ME TH_ANH.pdf?__blob=publicationFile [30.07.2012].

- 195 - Statistisches Bundesamt (2009): Bevölkerung Deutschlands bis 2060. 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Begleitmaterial zur Pressekonferenz am 18. November 2009 in Berlin. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Zugriff unter: http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Themen/Politik_Gesellschaft/DemographEntwicklung/bev%C3%B6lkerungsentwicklung_2060.pdf?__blob=publicationFile [28.02.2013].
- 196 - Statistisches Bundesamt. (2013, 2013/10/21/T12:37:15+1:00 2013/10/21/10:37:56): Krankheitskosten: Deutschland, Jahre, Krankheitsdiagnosen (ICD10). from https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=92F1AC829E5A9E6AC38CCA2E8ACB610E.tomcat_GO_2_1?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1382351679451&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=23631-0001&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf.
- 197 - Steckling, N., Classen, T., Mekel, O., Schillmöller, Z., Schümann, M., Conrad, A., Terschüren, C., Popp, J., Paetzelt, G., Samson, R., Tobollik, M., McCall, T., Wintermeyer, D., Hornberg, C. (2013a): Quantification of the health impact of environmental stressors in Germany for use in policy making: results of the VegAS project. *The Lancet* 381: S136.
- 198 - Steckling, N., Classen, T., Mekel, O., Terschüren, C., Tobollik, M., McCall, T., Samson, R., Hornberg, C. (2013b): The feasibility of estimating the total environmental burden of disease due to cadmium: experiences of the VegAS project. *The Lancet* 381: S137.
- 199 - Steckling, N., Mekel, O., Tobollik, M., McCall, T., Terschüren, C., Samson, R., Classen, T., Hornberg, C. (2013c): The health gains of maintaining a benzene threshold value in air in Germany below the European Union limit. *The Lancet* 381: S138.
- 200 - Stefanak, M., Diorio, J., Frisch, L. (2005): Cost of child lead poisoning to taxpayers in Mahoning County, Ohio. *Public Health Reports* 120(3): 311-315.
- 201 - Stouthard, M. E. A., Essink-Bot, M.-L., Bonsel, G. J. (2000): Disability weights for diseases. A modified protocol and results for a Western European region. *Eur J Public Health* 10(1): 24-30.
- 202 - Stouthard, M. E. A., Essink-Bot, M.-L., Bonsel, G. J., Barendregt, J. J., Kramers, P. G. N., van de Water, H. P., Gunning-Schepers, L. J., van der Maas, P. J. (1997): Disability Weights for Diseases in The Netherlands. Rotterdam: Department of Public Health, Erasmus University Rotterdam. Zugriff unter: <http://dare.uva.nl/document/174853>.
- 203 - Szewzyk, R., Becker, K., Hünken, A., Pick-Fuß, H., Kolossa-Gehring, M. (2011): Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06: Sensibilisierungen gegenüber Innenraumschimmelpilzen. Schriftenreihe Umwelt & Gesundheit, 05/11. Dessau-Roßlau, Berlin: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4176.pdf> [04.12.2012].
- 204 - Trasande, L., Landrigan, P. J., Schechter, C. (2005): Public Health and Economic Consequences of Methyl Mercury Toxicity to the Developing Brain. *Environmental Health Perspectives* 113(5): 590-596.
- 205 - Trasande, L., Liu, Y. (2011): Reducing the staggering costs of environmental disease in children, estimated at \$76.6 billion in 2008. *Health affairs (Project Hope)* 30(5): 863-870.
- 206 - U.S. EPA (2010): Guidelines for Preparing Economic Analyses U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA). Zugriff unter: [http://yosemite.epa.gov/ee/epa/erm.nsf/vwAN/EE-0568-50.pdf/\\$file/EE-0568-50.pdf](http://yosemite.epa.gov/ee/epa/erm.nsf/vwAN/EE-0568-50.pdf/$file/EE-0568-50.pdf) [11.01.2013].

- 207 - UBA (2007a): Das Umweltbundesamt. Ein Amt für Mensch und Umwelt. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3676.pdf> [30.07.2012].
- 208 - UBA (2007b): Erfassung und Bewertung als Baustein des Umweltmanagementsystems. Einschätzung der Relevanz bestehender Umweltprobleme. Umweltökonomie und Umweltmanagement. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt.de/umweltoekonomie/bua/k3-3.htm> [30.07.2012].
- 209 - UBA (2007c): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten. Dessau: Umweltbundesamt (UBA) 1-115. Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3193.pdf> [11.01.2013].
- 210 - UBA (2007d): Wie Schadstoffe und Lärm die Gesundheit unserer Kinder belasten: Erste Ergebnisse aus dem Kinder-Umwelt-Survey des Umweltbundesamtes. Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3528.pdf> [12.03.2014].
- 211 - UBA (2008): Trinkwasserqualität bei Endverbrauchern (Schwermetalle). Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2884> [28.02.2013].
- 212 - UBA (2010a): Bisphenol A: Massenchemikalie mit unerwünschten Nebenwirkungen. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3782.pdf> [20.12.2012].
- 213 - UBA (2010b): Gesundheit und Umwelthygiene. Umwelt-Survey. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/survey/index.htm> [28.06.2012].
- 214 - UBA (2011): Luft und Luftreinhalte - Luftschadstoffe. Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe/index.htm> [28.02.2013].
- 215 - UBA (2012a): Chemikalienpolitik und Schadstoffe, REACH: Dioxine. Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/dioxine.htm> [28.02.2013].
- 216 - UBA (2012b): Das Umwelt-Kernindikatoren-system des Umweltbundesamtes (KIS). Umweltbundesamt (UBA). Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2702> [28.02.2013].
- 217 - Ulrich, V. (2012): Entwicklung der Gesundheitsökonomie in Deutschland. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 55(5): 604-613.
- 218 - Umweltbundesamt (2007a): Kinder-Umwelt-Survey 2003/06 -KUS- Human Biomonitoring. Stoffgehalte in Blut und Urin der Kinder in Deutschland. WaBoLU-Hefte. Dessau/Berlin: Umweltbundesamt. Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kinder-umwelt-survey-200306-human-biomonitoring> [01.04.2014].
- 219 - Umweltbundesamt (2007b): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden - Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten. Dessau, Eigenverlag.
- 220 - Umweltbundesamt (2010): Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06. Innenraumluft – Flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumluft in Haushalten mit Kindern in Deutschland. Schriftenreihe Umwelt & Gesundheit, Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Zugriff unter: <http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=OCDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fmedien%2F419%2Fpublikationen%2F4011.pdf&ei=gSdOU8AGyuezBt23gEA&usq=AFQjCNFa0kgFqEw pZcmxhEx7IXbZB8KY1w&bvm=bv.64764171,d.Yms> [16.04.2014].

- 221 - Umweltbundesamt (2012a): Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten: ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Dessau-Roßlau, Eigenverlag.
- 222 - Umweltbundesamt (2012b): Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Umweltschädlich! Giftig! Unvermeidbar? Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Zugriff unter: <http://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/polyzyklische-aromatische-kohlenwasserstoffe> [16.04.2014].
- 223 - Umweltbundesamt. (2013): Ökologischer Zustand der Fließgewässer. Retrieved 15.04.2014, from <http://www.umweltbundesamt.de/daten/gewaesserbelastung/fliessgewaesser/oekologischer-zustand-der-fluessgewaesser>.
- 224 - Umweltbundesamt (2014a): Luftqualität 2013 - Vorläufige Auswertung. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Zugriff unter: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/hg_luftqualitaet_web.pdf [20.11.2013].
- 225 - Umweltbundesamt. (2014b): Luftqualität in Ballungsräumen. Benzol. Retrieved 16.04.2014, from <http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/luftqualitaet-in-ballungsraeumen>.
- 226 - Umweltbundesamt. (2014c): Ozon-Belastung. Retrieved 06.03.2014, from <http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/ozon-belastung>.
- 227 - Umweltbundesamt (o. J.): Feinstaub (PM2.5) im Jahr 2013. Umweltbundesamt. Zugriff unter: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/358/dokumente/pm2_2013.pdf [02.04.2014].
- 228 - Umweltbundesamt. (o. J. -a): Jahresmittel Kohlendioxid (CO₂) in ppm (NOAA-Scale). Retrieved 03.04.2014, from www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/JM_CO2.pdf.
- 229 - Umweltbundesamt. (o. J. -b): Jahresmittel Kohlenmonoxid (CO) in ppb. Retrieved 03.04.2014, from www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/JM_CO.pdf.
- 230 - Umweltbundesamt. (o. J. -c): Jahresmittel Schwefeldioxid (SO₂). Tagesproben in µg/m³. Retrieved 03.04.2014, from www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/JM_TCM.pdf.
- 231 - Umweltprobenbank. (2014a): Chemische Belastungen - Rechercheergebnis (Blei). Retrieved 27.03.2014, from http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/investigations/results/analytes?analytes=10005&sampling_areas=10102&sampling_years=2008..2009&specimen_types=10004.
- 232 - Umweltprobenbank. (2014b): Chemische Belastungen - Rechercheergebnis (Cadmium). Retrieved 27.03.2014, from http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/investigations/results/analytes?analytes=10030&sampling_areas=10102&sampling_years=2008..2009&specimen_types=10004.
- 233 - Umweltprobenbank. (2014c): Chemische Belastungen - Rechercheergebnis (Quecksilber). Retrieved 27.03.2014, from http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/investigations/results/analytes?analytes=10003&sampling_areas=10102&sampling_years=2008..2009&specimen_types=10004.
- 234 - Umweltprobenbank. (2014d): Chemische Belastungen - Rechercheergebnisse (Arsen). Retrieved 27.03.2014, from http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/investigations/results/analytes?analytes=10006&sampling_areas=10102&sampling_years=2008..2009&specimen_types=10004.

- 235 - Umweltprobenbank. (2014e): Chemische Belastungen - Rechercheergebnisse (Organochlorpestizide). Retrieved 27.03.2014, from http://umweltprobenbank.de/de/documents/investigations/results/analytes?analytes=10010&sampling_areas=10102&sampling_years=2010&specimen_types=10004.
- 236 - UN (2011): World Population Prospects: The 2010 Revision. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Zugriff unter: <http://esa.un.org/unpd/wpp/population-pyramids/population-pyramids.htm> [23.08.2012].
- 237 - United Nations Division. (2013): Composition of macro geographical (continental) regions, geographical sub-regions, and selected economic and other groupings Retrieved 04.12.2013, from <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm#developed>.
- 238 - Valent, F., Little, D., Bertollini, R., Nemer, L. E., Barbone, F., Tamburlini, G. (2004): Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe. *Lancet* 363(9426): 2032-2039.
- 239 - Völckner, F. (2006): Methoden zur Messung individueller Zahlungsbereitschaften: Ein Überblick zum State of the Art. *Journal für Betriebswirtschaft* 56(1): 33-60.
- 240 - Voorhees, A. S., Araki, S., Sakai, R., Sato, H. (2000): An ex post cost-benefit analysis of the nitrogen dioxide air pollution control program in Tokyo. *Journal of the Air & Waste Management Association* (1995) 50(3): 391-410.
- 241 - Vos, T., Flaxman, A. D., Naghavi, M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., Shibuya, K., Salomon, J. A., Abdalla, S., Aboyans, V., Abraham, J., Ackerman, I., Aggarwal, R., Ahn, S. Y., Ali, M. K., Alvarado, M., Anderson, H. R., Anderson, L. M., Andrews, K. G., Atkinson, C., Baddour, L. M., Bahalim, A. N., Barker-Collo, S., Barrero, L. H., Bartels, D. H., Basanez, M. G., Baxter, A., Bell, M. L., Benjamin, E. J., Bennett, D., Bernabe, E., Bhalla, K., Bhandari, B., Bikbov, B., Bin Abdulhak, A., Birbeck, G., Black, J. A., Blencowe, H., Blore, J. D., Blyth, F., Bolliger, I., Bonaventure, A., Boufous, S., Bourne, R., Boussinesq, M., Braithwaite, T., Brayne, C., Bridgett, L., Brooker, S., Brooks, P., Brugha, T. S., Bryan-Hancock, C., Bucello, C., Buchbinder, R., Buckle, G., Budke, C. M., Burch, M., Burney, P., Burstein, R., Calabria, B., Campbell, B., Canter, C. E., Carabin, H., Carapetis, J., Carmona, L., Cella, C., Charlson, F., Chen, H., Cheng, A. T., Chou, D., Chugh, S. S., Coffeng, L. E., Colan, S. D., Colquhoun, S., Colson, K. E., Condon, J., Connor, M. D., Cooper, L. T., Corriere, M., Cortinovis, M., de Vaccaro, K. C., Couser, W., Cowie, B. C., Criqui, M. H., Cross, M., Dabhadkar, K. C., Dahiya, M., Dahodwala, N., Damsere-Derry, J., Danaei, G., Davis, A., De Leo, D., Degenhardt, L., Dellavalle, R., Delossantos, A., Denenberg, J., Derrett, S., Des Jarlais, D. C., Dharmaratne, S. D., Dherani, M., Diaz-Torne, C., Dolk, H., Dorsey, E. R., Driscoll, T., Duber, H., Ebel, B., Edmond, K., Elbaz, A., Ali, S. E., Erskine, H., Erwin, P. J., Espindola, P., Ewoigbokhan, S. E., Farzadfar, F., Feigin, V., Felson, D. T., Ferrari, A., Ferri, C. P., Fevre, E. M., Finucane, M. M., Flaxman, S., Flood, L., Foreman, K., Forouzanfar, M. H., Fowkes, F. G., Franklin, R., Fransen, M., Freeman, M. K., Gabbe, B. J., Gabriel, S. E., Gakidou, E., Ganatra, H. A., Garcia, B., Gaspari, F., Gillum, R. F., Gmel, G., Gosselin, R., Grainger, R., Groeger, J., Guillemin, F., Gunnell, D., Gupta, R., Haagsma, J., Hagan, H., Halasa, Y. A., Hall, W., Haring, D., Haro, J. M., Harrison, J. E., Havmoeller, R., Hay, R. J., Higashi, H., Hill, C., Hoen, B., Hoffman, H., Hotez, P. J., Hoy, D., Huang, J. J., Ibeanusi, S. E., Jacobsen, K. H., James, S. L., Jarvis, D., Jasrasaria, R., Jayaraman, S., Johns, N., Jonas, J. B., Karthikeyan, G., Kassebaum, N., Kawakami, N., Keren, A., Khoo, J. P., King, C. H., Knowlton, L. M., Kobusingye, O., Koranteng, A., Krishnamurthi, R., Lalloo, R., Laslett, L. L., Lathlean, T., Leasher, J. L., Lee, Y. Y., Leigh, J., Lim, S. S., Limb, E., Lin, J. K., Lipnick, M., Lipshultz, S. E., Liu, W., Loane, M., Ohno, S. L., Lyons, R., Ma, J., Mabweijano, J., MacIntyre, M. F., Malekzadeh, R., Mallinger, L., Manivannan, S., Marcenes, W., March, L., Margolis, D. J., Marks, G. B., Marks, R., Matsumori, A., Matzopoulos, R., Mayosi, B. M., McAnulty, J. H., McDermott, M. M., McGill, N., McGrath, J., Medina-Mora, M. E., Meltzer, M., Mensah, G. A., Merriman, T. R., Meyer, A. C., Miglioli, V., Miller, M., Miller, T. R.,

- Mitchell, P. B., Mocumbi, A. O., Moffitt, T. E., Mokdad, A. A., Monasta, L., Montico, M., - Moradi-Lakeh, M., Moran, A., Morawska, L., Mori, R., Murdoch, M. E., Mwaniki, M. K., - Naidoo, K., Nair, M. N., Naldi, L., Narayan, K. M., Nelson, P. K., Nelson, R. G., Nevitt, M. - C., Newton, C. R., Nolte, S., Norman, P., Norman, R., O'Donnell, M., O'Hanlon, S., Olives, - C., Omer, S. B., Ortblad, K., Osborne, R., Ozgediz, D., Page, A., Pahari, B., Pandian, J. D., - Rivero, A. P., Patten, S. B., Pearce, N., Padilla, R. P., Perez-Ruiz, F., Perico, N., Pesudovs, - K., Phillips, D., Phillips, M. R., Pierce, K., Pion, S., Polanczyk, G. V., Polinder, S., Pope, C. - A., 3rd, Popova, S., Porrini, E., Pourmalek, F., Prince, M., Pullan, R. L., Ramaiah, K. D., - Ranganathan, D., Razavi, H., Regan, M., Rehm, J. T., Rein, D. B., Remuzzi, G., Richardson, - K., Rivara, F. P., Roberts, T., Robinson, C., De Leon, F. R., Ronfani, L., Room, R., Rosenfeld, - L. C., Rushton, L., Sacco, R. L., Saha, S., Sampson, U., Sanchez-Riera, L., Sanman, E., Schwebel, D. C., Scott, J. G., Segui-Gomez, M., Shahraz, S., Shepard, D. S., Shin, H., Shivakoti, R., Singh, D., Singh, G. M., Singh, J. A., Singleton, J., Sleet, D. A., Sliwa, K., Smith, E., Smith, J. L., Stapelberg, N. J., Steer, A., Steiner, T., Stolk, W. A., Stovner, L. J., Sudfeld, C., Syed, S., Tamburlini, G., Tavakkoli, M., Taylor, H. R., Taylor, J. A., Taylor, W. J., Thomas, B., Thomson, W. M., Thurston, G. D., Tleyjeh, I. M., Tonelli, M., Towbin, J. A., Truelsen, T., Tsilimbaris, M. K., Ubeda, C., Undurraga, E. A., van der Werf, M. J., van Os, J., Vavilala, M. S., Venketasubramanian, N., Wang, M., Wang, W., Watt, K., Weatherall, D. J., Weinstock, M. A., Weintraub, R., Weisskopf, M. G., Weissman, M. M., White, R. A., Whiteford, H., Wiersma, S. T., Wilkinson, J. D., Williams, H. C., Williams, S. R., Witt, E., Wolfe, F., Woolf, A. D., Wulf, S., Yeh, P. H., Zaidi, A. K., Zheng, Z. J., Zonies, D., Lopez, A. D., Murray, C. J., AlMazroa, M. A., Memish, Z. A. (2012): Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 380(9859): 2163-2196.
- 242 - Vos, T., Mathers, C. D. (2000): The burden of mental disorders: a comparison of methods between the Australian burden of disease studies and the Global Burden of Disease study. *Bull World Health Organ* 78(4): 427-438.
- 243 - Waters, H. (2008): The Economic Impact of Secondhand Smoke in Maryland.
- 244 - Waters, H. R., Foldes, S. S., Alesci, N. L., Samet, J. (2009): The Economic Impact of Exposure to Secondhand Smoke in Minnesota. *American Journal of Public Health* 99(4): 754-759.
- 245 - Watterson, A., Gorman, T., Malcolm, C., Robinson, M., Beck, M. (2006): The Economic Costs of Health Service Treatments for Asbestos-Related Mesothelioma Deaths. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1076(1): 871-881.
- 246 - West, D. C., Romano, P. S., Azari, R., Rudominer, A., Holman, M., Sandhu, S. (2003): Impact of environmental tobacco smoke on children with sickle cell disease. *Archives of pediatrics & adolescent medicine* 157(12): 1197-1201.
- 247 - West Dc, R. P. S. (2003): Impact of environmental tobacco smoke on children with sickle cell disease. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* 157(12): 1197-1201.
- 248 - WHO-IPCS (2008): Guidance document on characterizing and communicating uncertainty in exposure assessment. Harmonization Project Document No. 6 (Part 1). Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: <http://www.inchem.org/documents/harmproj/harmproj/harmproj6.pdf> [30.07.2012].
- 249 - WHO (1994): Assessing human health risk of chemicals. Derivation of guidance values for health based exposure limits. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc170.htm> [13.03.2014].
- 250 - WHO (2002): The World Health Report 2002. Reducing Risks, Promoting Healthy Life. Geneva: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: http://www.who.int/whr/2002/en/whr02_en.pdf [23.08.2012].

- 251 - WHO (2011): Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization (WHO). Zugriff unter: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf [13.03.2014].
- 252 - WHO (2012): Ten chemicals of major public health concern. World Health Organization (WHO). Zugriff unter: http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chemicals_phc/en/index.html [28.02.2013].
- 253 - WHO (o. A.): Countries. Zugriff unter: <http://www.who.int/countries/en/> [04.12.2013].
- 254 - Wilhelm, M. (1994): Metalle/Aluminium. In: H. E. Wichmann, H.-W. Schlipkötter and G. Fülgraff (Hrsg.). Handbuch der Umweltmedizin. Toxikologie - Epidemiologie - Hygiene - Belastungen - Wirkungen - Diagnostik Prophylaxe. Düsseldorf. 3. Ergänzungslieferung 1/94.
- 255 - Wilkinson, P., Smith, K. R., Davies, M., Adair, H., Armstrong, B. G., Barrett, M., Bruce, N., Haines, A., Hamilton, I., Oreszczyn, T., Ridley, I., Tonne, C., Chalabi, Z. (2009): Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: household energy. *Lancet* 374(9705): 1917-1929.
- 256 - Wirtschaftslexikon, G. (2013): Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Gesundheitsökonomische Evaluation, Springer Gabler Verlag (Herausgeber).
- 257 - Wong, E. Y., Gohlke, J., Griffith, W. C., Farrow, S., Faustman, E. M. (2004): Assessing the health benefits of air pollution reduction for children. *Environmental Health Perspectives* 112(2): 226-232.
- 258 - Woodcock, J., Edwards, P., Tonne, C., Armstrong, B. G., Ashiru, O., Banister, D., Beevers, S., Chalabi, Z., Chowdhury, Z., Cohen, A., Franco, O. H., Haines, A., Hickman, R., Lindsay, G., Mittal, I., Mohan, D., Tiwari, G., Woodward, A., Roberts, I. (2009): Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport. *Lancet* 374(9705): 1930-1943.
- 259 - Zeeb, H. (2011): Indoor radon and lung cancer. Environmental burden of disease associated with inadequate housing - A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region, M. Braubach, Jacobs, D.E., Ormandy, D. Bonn: World Health Organization (WHO). Zugriff unter: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/142077/e95004.pdf [13.03.2014].
- 260 - Zhang, M., Song, Y., Cai, X., Zhou, J. (2008): Economic assessment of the health effects related to particulate matter pollution in 111 Chinese cities by using economic burden of disease analysis. *Journal of environmental management* 88(4): 947-954.
- 261 - Zhang, Y. H., Chen, C. H., Chen, G. H., Song, G. X., Chen, B. H., Fu, Q. Y., Kan, H. D. (2006): Application of DALYs in measuring health effect of ambient air pollution: a case study in Shanghai, China. *Biomed Environ Sci* 19(4): 268-272.
- 262 - Zmirou, D., Deloraine, A., Balducci, F., Boudet, C., Dechenaux, J. (1999): Health effects costs of particulate air pollution. *Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine* 41(10): 847-856.
- 263 - Zollinger, T. W., Saywell, R. M., Jr., Overgaard, A. D., Jay, S. J., Holloway, A. M., Cummings, S. F. (2004): Estimating the economic impact of secondhand smoke on the health of a community. *American journal of health promotion: AJHP* 18(3): 232-238.

9 Anhang

9.1 Anhang zu Kapitel 5.3 - Kriterienkatalog

Im Folgenden werden die zur Bewertung der Studien anhand des Kriterienkatalogs hinzugezogenen Informationen aufgeführt.

9.1.1 Anhang des Kriterienkatalogs 1

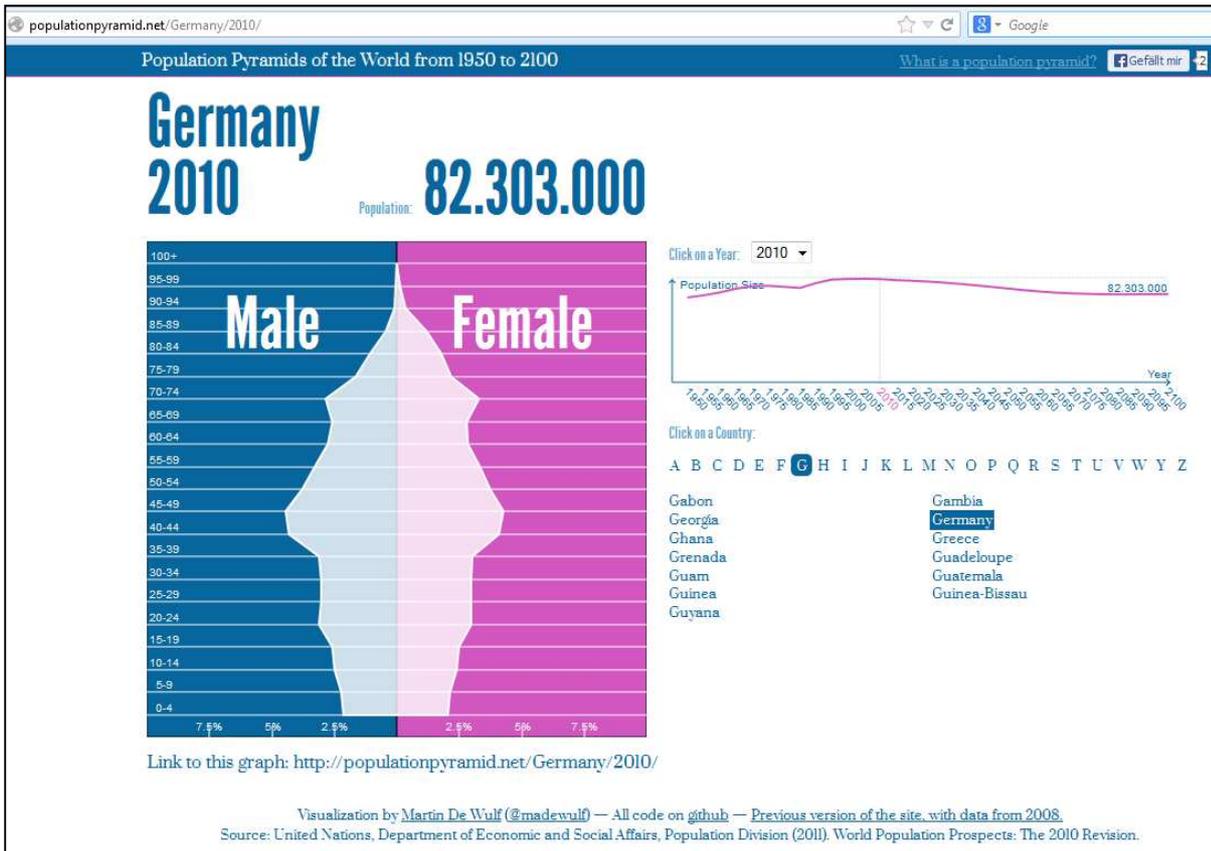


Abbildung 20: Anhang des Kriterienkatalogs 1 - Bevölkerungspyramide von Deutschland, 2010

Quelle: UN (2011)

9.1.2 Anhang des Kriterienkatalogs 2

Idealtypische Bevölkerungspyramiden

Bevölkerungspyramiden bilden die Veränderungen der Bevölkerungszahlen durch Geburten, Sterblichkeit und Wanderung in den vergangenen Jahrzehnten ab. Es gibt mehrere idealtypische **Formen von Bevölkerungspyramiden** (siehe Abbildung 4.1).

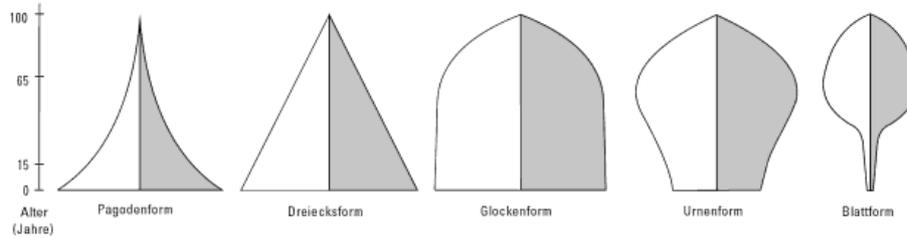


Abbildung 4.1: Idealtypische Formen der Bevölkerungspyramide (weiß: Männer, grau: Frauen)

- ✓ **Pagodenform:** Junge, schnell wachsende Bevölkerung mit geringer Lebenserwartung durch sehr hohe Kindersterblichkeit. Über 40 Prozent der Bevölkerung ist jünger als 15 Jahre. Beispiele: afrikanische Entwicklungsländer heute, Deutschland um 1840.
- ✓ **Dreiecksform:** Junge, schnell wachsende Bevölkerung mit geringerer Kindersterblichkeit, aber noch hoher Sterblichkeit im mittleren Alter. Beispiele: Brasilien heute, Deutschland um 1910.
- ✓ **Glockenform:** Stabile (stationäre) Bevölkerung, kaum Bevölkerungsrückgang oder Bevölkerungswachstum. Rückgang der Kindersterblichkeit und stabile Geburtenzahl. Beispiel: Deutschland um 1980.
- ✓ **Urnenform (Bischofsmütze):** Schrumpfende und alternde Bevölkerung durch Rückgang der Geburten und/oder Abwanderung junger Menschen. Beispiele: Italien, Deutschland um 2030.
- ✓ **Blattform:** »Aussterbende« Bevölkerung durch dramatischen Rückgang der Geburtenzahl. Beispiel: einzelne ländliche Gebiete mit starker Abwanderung.

Abbildung 21: Anhang des Kriterienkatalogs 2 - Darstellung idealtypischer Bevölkerungspyramiden Hintergrundwissen für den Ländervergleich im GEniUS-Projekt

Quelle: Razum et al. (2011, S. 77)

9.1.3 Anhang des Kriterienkatalogs 3

Hinweise zur Beantwortung der Frage 29 (Bevölkerungspyramide) des GEniUS-Kriterienkatalogs

Die Internetseite <http://populationpyramid.net> wird im Rahmen der GEniUS Studienbewertung verwendet, um die Bevölkerungspyramide des mit Deutschland zu vergleichenden Landes auszugeben. Die Daten der auf der genannten Internetseite visualisierten Bevölkerungspyramiden stammen von den Vereinten Nationen (UN 2011).

Schritt 1: Die Bevölkerungspyramide des Ziellandes wird mit der urnenförmigen (Abbildung 22) Bevölkerungspyramide von Deutschland (Abbildung 20) zunächst visuell verglichen. Kann visuell eindeutig identifiziert werden, dass die Bevölkerungspyramide des Ziellandes keine Urnenform aufweist, so werden im Kriterienkatalog null Punkte vergeben. Weist das Zielland eindeutig eine Urnenform auf, so werden 2 Punkte vergeben (Die Kategorisierung ein Punkt entfällt).

Schritt 2: (entfällt, wenn Schritt 1 bereits zu einer eindeutigen Interpretation der Bevölkerungspyramide führt) Wenn eine visuelle Identifikation der Bevölkerungspyramidenform nicht eindeutig möglich ist, weil bspw. eine Mischform vorliegt, so wird rechnerisch überprüft, ob das Verhältnis der Bevölkerungsverteilung mit jener in Deutschland übereinstimmt. Dafür werden die Angabe der prozentuellen Bevölkerungsverteilung aus der ausgewählten Landesbevölkerungspyramide auf <http://populationpyramid.net> für jede Alters- und Geschlechtsgruppe nach Microsoft Excel® übertragen. Die Angabe erscheint für die männliche und weibliche Bevölkerung, wenn der Cursor auf dem Balken der jeweiligen Altersgruppe gesetzt ist. Für Deutschland werden entsprechend die folgenden Daten nach Excel® übertragen:

Alter	Prozentualer Anteil der Bevölkerungsgruppen (nach Alter und Geschlecht) an der Gesamtbevölkerung		Prozentualer Anteil der 0-14, 15-64- und >64-jährigen
	Männlich	Weiblich	
100+	0,0	0,0	20
95-99	0,0	0,1	
90-94	0,1	0,3	
85-89	0,4	1,2	
80-84	1,1	1,8	
75-79	1,6	2,2	
70-74	2,8	3,3	
65-69	2,6	2,8	

60-64	2,8	2,9	66
55-59	3,3	3,3	
50-54	3,8	3,7	
45-49	4,5	4,3	
40-44	4,3	4,1	
35-39	3,1	3,0	
30-34	3,0	3,0	
25-29	3,0	3,0	
20-24	3,1	3,0	
15-19	2,6	2,5	
10-14	2,5	2,4	14
5-9	2,2	2,1	
0-4	2,2	2,1	

In Deutschland setzt sich die Bevölkerung überwiegend aus den 15-64-Jährigen (66%) zusammen. Der Anteil der über 64-Jährigen ist mit 20% größer als der Anteil der 0-14-Jährigen (14%). Im GEniUS-Kriterienkatalog wird entsprechend ein + vergeben, wenn die Bevölkerungsverteilung des Ziellandes ebenfalls das Schema Anteil der 15-64-Jährigen > Anteil der 64-Jährigen > Anteil der 0-14-Jährigen aufweist. Andernfalls wird ein - vergeben.

Diese Informationen zur Auswertung von Bevölkerungspyramiden wurden in Anlehnung an die folgende Quelle erstellt, in der weitere Informationen zur Auswertung von Bevölkerungspyramiden nachgelesen werden können: Klett-Verlag, TERRAMethode, Indien und China – neue Wirtschaftsmächte: Eine Bevölkerungspyramide auswerten. Zugriff unter: http://www2.klett.de/sixcms/media.php/82/27960_022_023.pdf [03.09.2013].

Abbildung 22: Anhang des Kriterienkatalogs 3 - Informationen zur Interpretation von Bevölkerungspyramiden

Quelle: Klett-Verlag (o. A.)

9.1.4 Anhang des Kriterienkatalogs 4

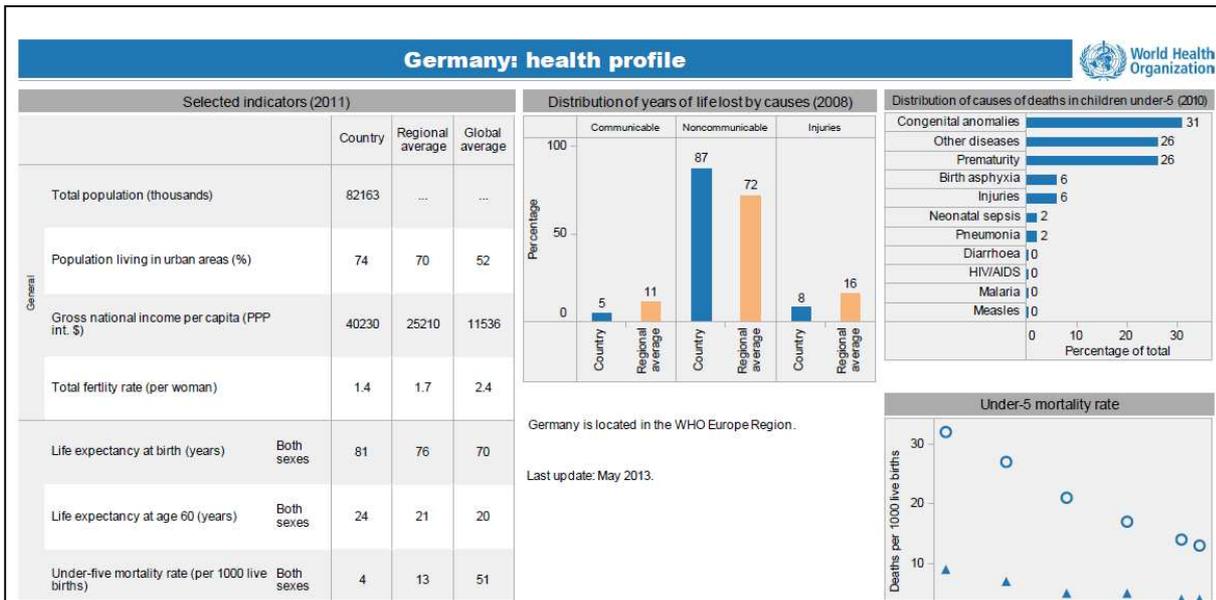


Abbildung 23: Anhang des Kriterienkatalogs 4 - WHO Country Health Profile, markiert für Deutschland

Quelle: WHO (o. A.)

9.1.5 Anhang des Kriterienkatalogs 5

Developed and developing regions c/	
<i>Developing regions</i>	
002	Africa
019	Americas excluding Northern America (numerical code 021)
029	Caribbean
013	Central America
005	South America
142	Asia excluding Japan
009	Oceania excluding Australia and New Zealand (numerical code 053)
<i>Developed regions</i>	
021	Northern America
150	Europe
392	Japan
053	Australia and New Zealand

c/ There is no established convention for the designation of "developed" and "developing" countries or areas in the United Nations system. In common practice, Japan in Asia, Canada and the United States in northern America, Australia and New Zealand in Oceania, and Europe are considered "developed" regions or areas. In international trade statistics, the Southern African Customs Union is also treated as a developed region and Israel as a developed country; countries emerging from the former Yugoslavia are treated as developing countries; and countries of eastern Europe and of the Commonwealth of Independent States (code 172) in Europe are not included under either developed or developing regions.

Abbildung 24: Anhang des Kriterienkatalogs 5 - Länderentwicklungsstatus

Quelle: United Nations Division (2013)

9.1.6 Anhang des Kriterienkatalogs 6

234	<i>The World Health Report 2002</i>	<i>List of Member States by WHO Region and mortality stratum</i>			
<p>African Region Algeria – AFR-D Angola – AFR-D Benin – AFR-D Botswana – AFR-E Burkina Faso – AFR-D Burundi – AFR-E Cameroon – AFR-D Cape Verde – AFR-D Central African Republic – AFR-E Chad – AFR-D Comoros – AFR-D Congo – AFR-E Côte d'Ivoire – AFR-E Democratic Republic of the Congo – AFR-E Equatorial Guinea – AFR-D Eritrea – AFR-E Ethiopia – AFR-E Gabon – AFR-D Gambia – AFR-D Ghana – AFR-D Guinea – AFR-D Guinea-Bissau – AFR-D Kenya – AFR-E Lesotho – AFR-E Liberia – AFR-D Madagascar – AFR-D Malawi – AFR-E Mali – AFR-D Mauritania – AFR-D Mauritius – AFR-D Mozambique – AFR-E Namibia – AFR-E Niger – AFR-D Nigeria – AFR-D Rwanda – AFR-E Sao Tome and Principe – AFR-D Senegal – AFR-D Seychelles – AFR-D Sierra Leone – AFR-D South Africa – AFR-E Swaziland – AFR-E Togo – AFR-D Uganda – AFR-E United Republic of Tanzania – AFR-E Zambia – AFR-E Zimbabwe – AFR-E</p>	<p>Region of the Americas Antigua and Barbuda – AMR-B Argentina – AMR-B Bahamas – AMR-B Barbados – AMR-B Belize – AMR-B Bolivia – AMR-D Brazil – AMR-B Canada – AMR-A Chile – AMR-B Colombia – AMR-B Costa Rica – AMR-B Cuba – AMR-A Dominica – AMR-B Dominican Republic – AMR-B Ecuador – AMR-D El Salvador – AMR-B Grenada – AMR-B Guatemala – AMR-D Guyana – AMR-B Haiti – AMR-D Honduras – AMR-B Jamaica – AMR-B Mexico – AMR-B Nicaragua – AMR-D Panama – AMR-B Paraguay – AMR-B Peru – AMR-D Saint Kitts and Nevis – AMR-B Saint Lucia – AMR-B Saint Vincent and the Grenadines – AMR-B Suriname – AMR-B Trinidad and Tobago – AMR-B United States of America – AMR-A Uruguay – AMR-B Venezuela, Bolivarian Republic of – AMR-B</p>	<p>Eastern Mediterranean Region Afghanistan – EMR-D Bahrain – EMR-B Cyprus – EMR-B Djibouti – EMR-D Egypt – EMR-D Iran, Islamic Republic of – EMR-B Iraq – EMR-D Jordan – EMR-B Kuwait – EMR-B Lebanon – EMR-B Libyan Arab Jamahiriya – EMR-B Morocco – EMR-D Oman – EMR-B Pakistan – EMR-D Qatar – EMR-B Saudi Arabia – EMR-B Somalia – EMR-D Sudan – EMR-D Syrian Arab Republic – EMR-B Tunisia – EMR-B United Arab Emirates – EMR-B Yemen – EMR-D</p> <p>Mortality strata A. Very low child, very low adult B. Low child, low adult C. Low child, high adult D. High child, high adult E. High child, very high adult</p>	<p>European Region Albania – EUR-B Andorra – EUR-A Armenia – EUR-B Austria – EUR-A Azerbaijan – EUR-B Belarus – EUR-C Belgium – EUR-A Bosnia and Herzegovina – EUR-B Bulgaria – EUR-B Croatia – EUR-A Czech Republic – EUR-A Denmark – EUR-A Estonia – EUR-C Finland – EUR-A France – EUR-A Germany – EUR-A Greece – EUR-B Hungary – EUR-C Iceland – EUR-A Ireland – EUR-A Israel – EUR-A Italy – EUR-A Kazakhstan – EUR-C Kyrgyzstan – EUR-B Latvia – EUR-C Lithuania – EUR-C Luxembourg – EUR-A Malta – EUR-A Monaco – EUR-A Netherlands – EUR-A Norway – EUR-A Poland – EUR-B Portugal – EUR-A Republic of Moldova – EUR-C Romania – EUR-B Russian Federation – EUR-C San Marino – EUR-A Slovakia – EUR-B Slovenia – EUR-A Spain – EUR-A Sweden – EUR-A Switzerland – EUR-A Tajikistan – EUR-B The former Yugoslav Republic of Macedonia – EUR-B Turkey – EUR-B Turkmenistan – EUR-B Ukraine – EUR-C United Kingdom – EUR-A Uzbekistan – EUR-B Yugoslavia – EUR-B</p>	<p>South-East Asia Region Bangladesh – SEAR-D Bhutan – SEAR-D Democratic People's Republic of Korea – SEAR-D India – SEAR-D Indonesia – SEAR-B Maldives – SEAR-D Myanmar – SEAR-D Nepal – SEAR-D Sri Lanka – SEAR-B Thailand – SEAR-B</p>	<p>Western Pacific Region Australia – WPR-A Brunei Darussalam – WPR-A Cambodia – WPR-B China – WPR-B Cook Islands – WPR-B Fiji – WPR-B Japan – WPR-A Kiribati – WPR-B Lao People's Democratic Republic – WPR-B Malaysia – WPR-B Marshall Islands – WPR-B Micronesia, Federated States of – WPR-B Mongolia – WPR-B Nauru – WPR-B New Zealand – WPR-A Niue – WPR-B Palau – WPR-B Papua New Guinea – WPR-B Philippines – WPR-B Republic of Korea – WPR-B Samoa – WPR-B Singapore – WPR-A Solomon Islands – WPR-B Tonga – WPR-B Tuvalu – WPR-B Vanuatu – WPR-B Viet Nam – WPR-B</p>

Abbildung 25: Anhang des Kriterienkatalogs 6 - Einteilung der WHO Regionen nach Kontinent und Mortalitätsstrata

Quelle: WHO (2002)

9.1.7 Anhang des Kriterienkatalogs 7

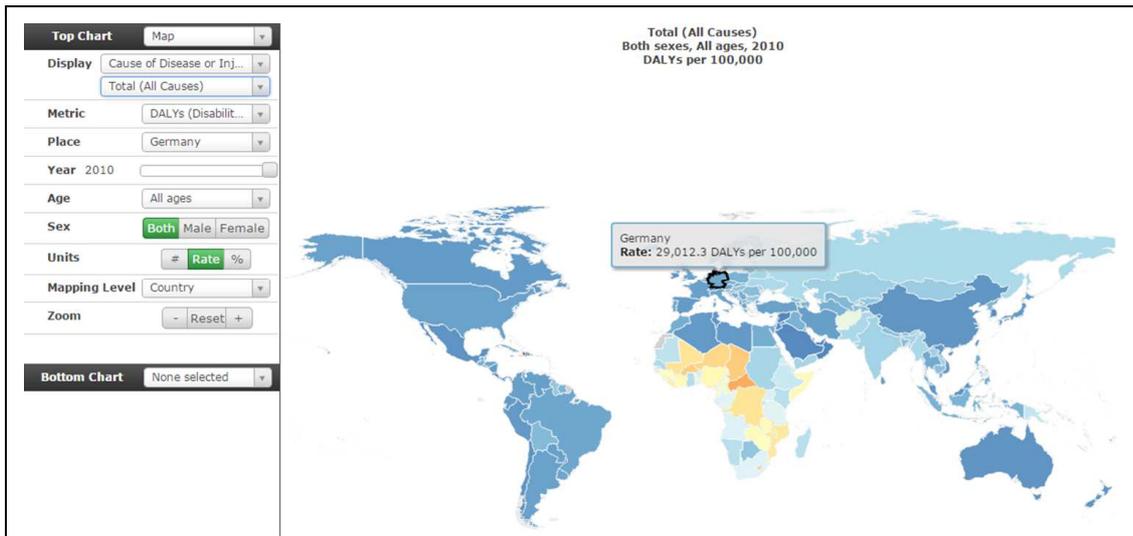


Abbildung 26: Anhang des Kriterienkatalogs 7 - In der GBD 2010 Studie geschätzte Gesamtkrankheitslast (in DALYs pro 100.000) für die gesamte Bevölkerung des Jahres 2010 und alle Erkrankungen nach Land, markiert für Deutschland

Quelle: Institute for Health Metrics and Evaluation (2013)

9.2 Anhang zu Kapitel 5.4 - Informationsmatrix

Anhang 9.2 enthält zusätzliche Informationen zur Benutzung der Access – Informationsmatrix. Insbesondere wird in Kapitel 9.2.3 auf die Vorgehensweise bei der Verknüpfung zweier Informationsmatrixen eingegangen.

9.2.1 Navigation in der Informationsmatrix

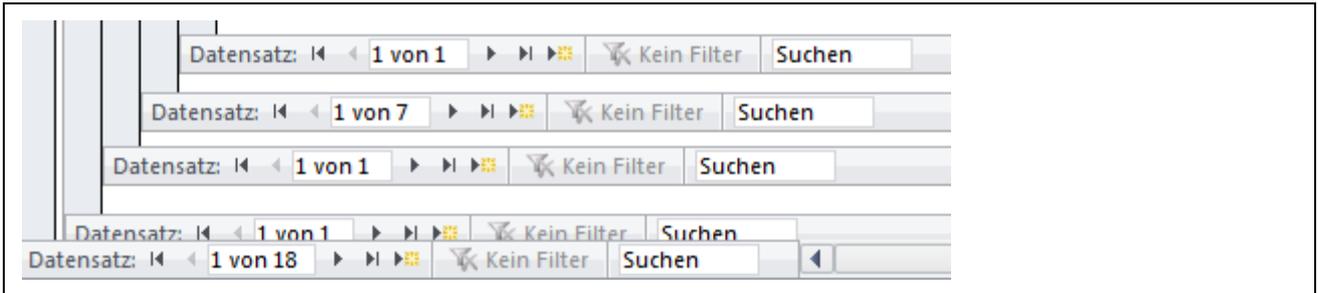


Abbildung 27: Navigationsleiste der Datenbank zur Eingabe weiterer Datensätze am unteren Ende des Gesamtformulars



Abbildung 28: Navigationsleiste der Datenbank zur Eingabe weiterer Datensätze im Reiter "Start"

9.2.2 Erweiterung von Drop-Down Menüs in der Informationsmatrix

Technischer Hinweis

Bei Eingabe eines neuen Eintrags in ein Drop-Down Menü erscheint das in Abbildung 29 eingefügte Informationsfeld. Nach Bejahung öffnet sich die hinterlegte Tabelle (Abbildung 30), in der die Ergänzung hinzugefügt werden muss. Geöffnet wird grundsätzlich der erste Eintrag der Tabelle. Zur Erstellung eines neuen Eintrages muss der in der Fußzeile enthaltene Rechtspfeil mit gelbem Sternchen verwendet werden, sodass ein neuer Eintrag gemacht und kein alter überschrieben wird. Nach Eingabe des neuen Drop-Down Elements muss die Tabelle gespeichert werden.

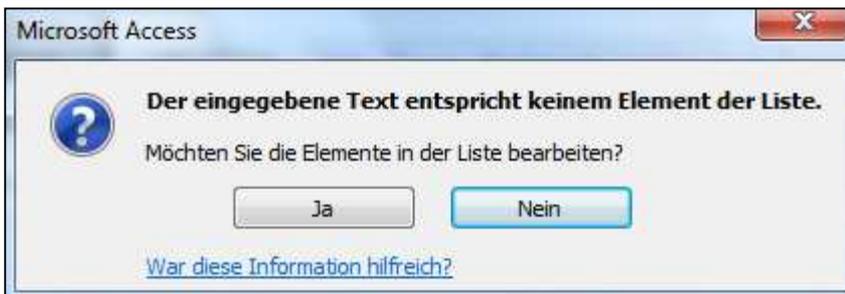


Abbildung 29: Informationsfeld bei Erweiterung von Drop-Down Menüs

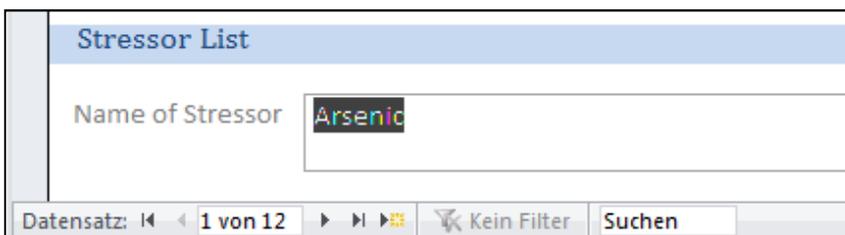


Abbildung 30: Beispiel einer Tabelle zur Erweiterung eines Drop-Down Menüs

9.2.3 Zusammenführung zweier Datenbanken

Bei der Eingabe der Studien in die Informationsmatrix wurde mit unterschiedlichen Datenbanken gearbeitet. Zum Abschluss des Projektes wurden diese in einer Datenbank zusammengeführt. Im Folgenden wird der technische Vorgang anhand des Zusammenführens zweier Datenbanken beschrieben. Werden mehrere Datenbanken in einer Datenbank zusammengeführt, muss der Vorgang, entsprechend der Anzahl zu vereinigender Datenbanken, wiederholt werden.

Anfügen der Tabellen

Eine Access-Datenbank ist die Zieldatei; in ihr werden alle Informationen der anderen Informationsmatrix zusammengeführt. Um die Informationen in die Zieldatei zu übertragen wird diese geöffnet: Die Datei, deren Daten in die Zieldatei übernommen werden sollen, wird während des gesamten Vorgangs nicht geöffnet. In der Zieldatei wird der Reiter „Externe Dateien“ und das Symbol „Access“ angeklickt (Abbildung 31).



Abbildung 31: Access - Erster Schritt zum Zusammenfügen zweier Datenbanken

In Abbildung 32 ist das sich daraufhin öffnende Fenster dargestellt.

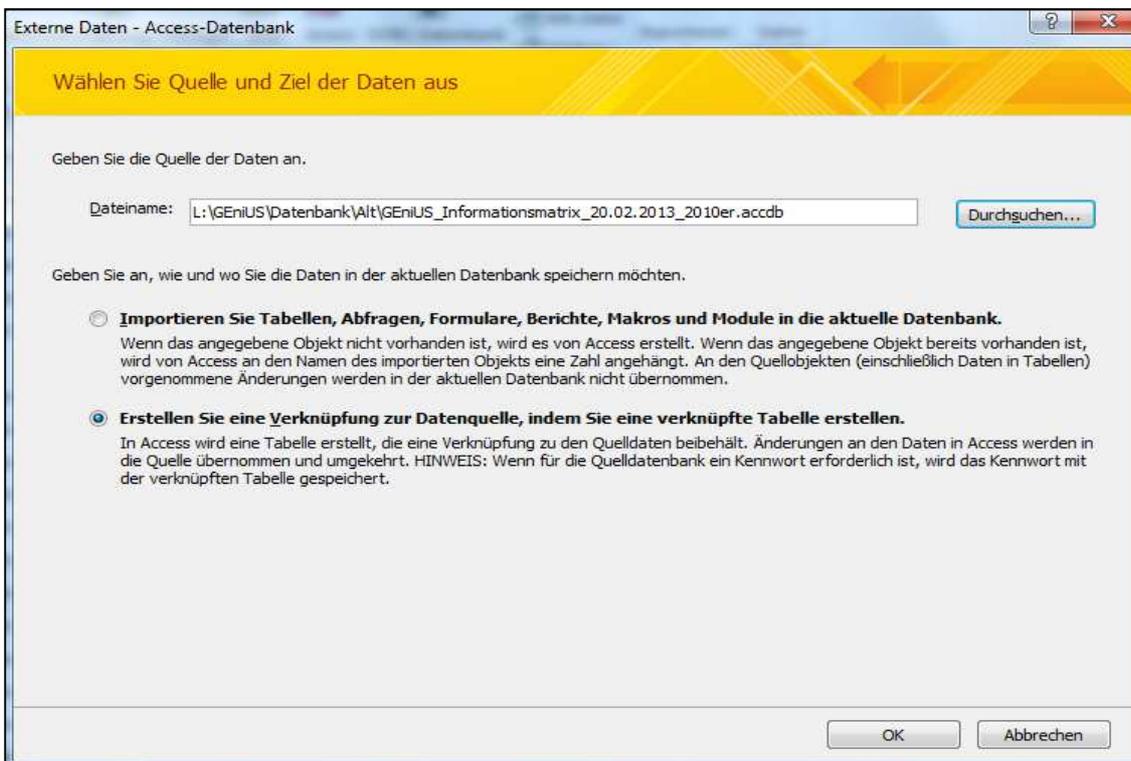


Abbildung 32: Access - Fenster „Externe Dateien“ - Access-Datenbank

Mittels der Funktion „Durchsuchen“ erfolgt die Auswahl der anzufügenden Datenbank.

Zusätzlich wird das Feld „Erstellen sie eine Verknüpfung zur Datenquelle, indem sie eine verknüpfte Tabelle erstellen“ und „Okay“ angeklickt.

Es öffnet sich das Fenster „Tabelle verknüpfen“ (Abbildung 33).

In diesem Fenster werden alle Tabellen der Quelldatei angezeigt, welche in die Zieldatei übernommen werden können. Da bei GEniUS der Inhalt aller Tabellen übernommen werden soll, wird der Menüpunkt „Alle auswählen“ und „Okay“ angeklickt.

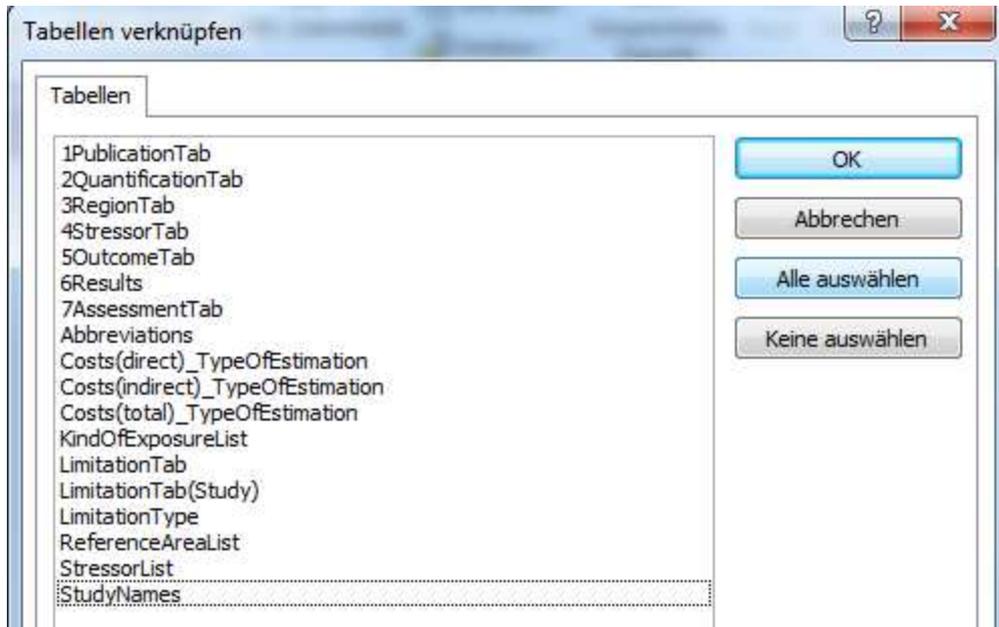


Abbildung 33: Access - Übertragen der Tabellen in die Zieldatei

Verknüpfen der Tabellen

In der Zieldatei wird nun, wie in Abbildung 34 veranschaulicht, im Reiter „Erstellen“ das Symbol „Abfrageentwurf“ angeklickt.

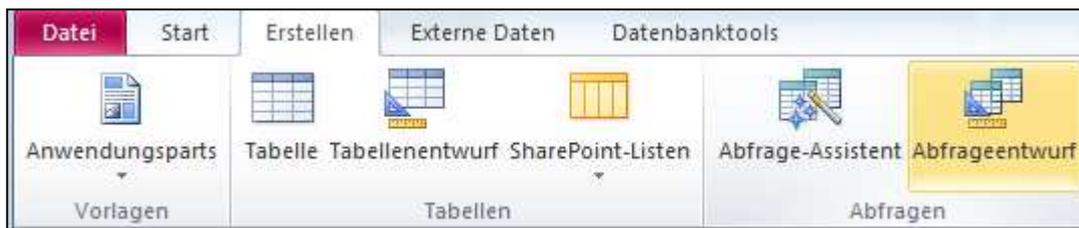


Abbildung 34: Access - Erster Schritt zum Importieren der Tabellen der Quell- in die Zieldatei

Das Fenster „Tabelle anzeigen“ öffnet sich. Wie in Abbildung 35 veranschaulicht, werden sowohl die Tabellen der Quell- als auch der Zieldatei angezeigt. Mittels des Balkens an der rechten Seite kann zu den weiteren Tabellen gescrollt werden.

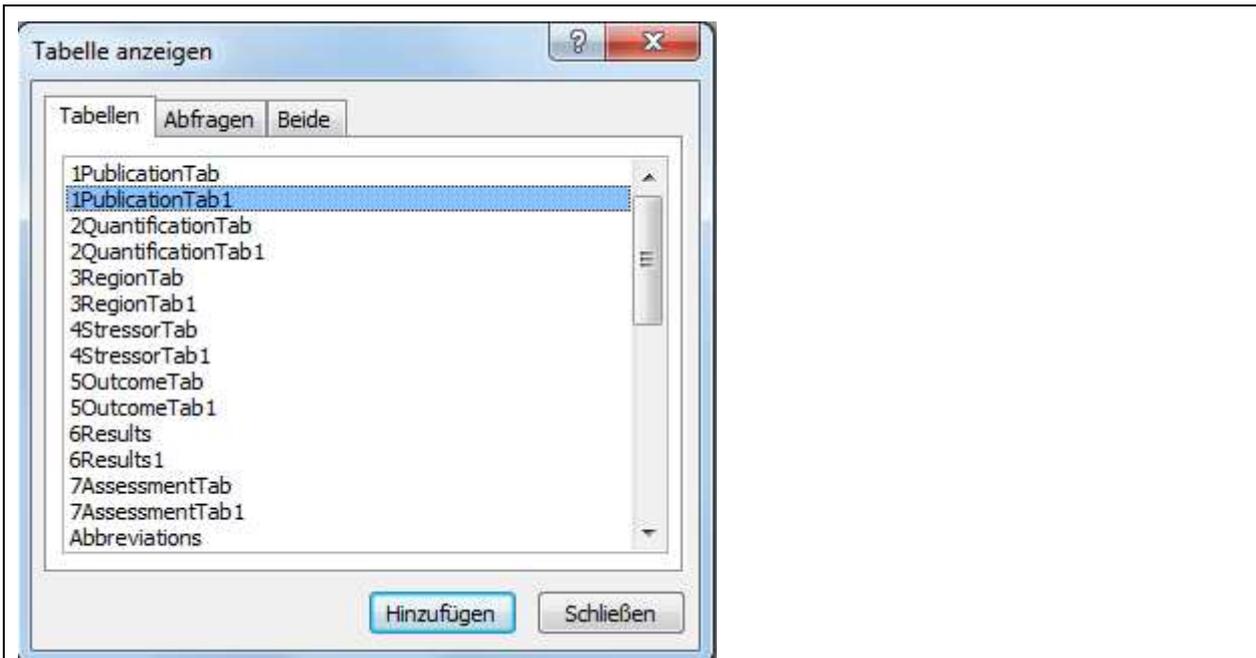


Abbildung 35: Access - Anzeigen der Tabellen der Ziel- und Quelldatei

Wichtig: Im Fenster werden alle Tabellen aus der Ziel- und der Quelldatei angezeigt. Ihr Name unterscheidet sich nur durch eine 1 am Ende des Namens. Die 1 kennzeichnet die neuen, anzufügenden Tabellen. D. h. in diesem Schritt werden nur die Tabellen ausgewählt, die eine 1 am Ende des Namens haben, z. B. „1PublicationTab1“.

Die Tabellen werden nacheinander angefügt. Der im Folgenden geschilderte Vorgang wird also für jede Tabelle einzeln wiederholt.

Wichtig: Erst müssen die Tabellen verknüpft werden, bei denen in der Beziehungsangabe die „1“ steht, da sonst die referenzielle Integrität verletzt wird und eine Fehlermeldung erscheint. Die Angabe der Beziehungen findet sich unter dem Reiter „Datenbanktools“ – „Beziehungen“. So muss z. B. die Tabelle „Limitation Type“ vor den Tabellen „LimitationTab1“ und „LimitationTab(Study)1“ angefügt werden.

Dementsprechend sollten folgende Tabellen zuerst an die Zieldatenbank angefügt werden:

- „Study Names“
- „LimitationType“
- „StressorList“
- „KindOfExposureList“
- „ReferenceAreaList“
- „Cost(total)_TypeOfEstimation“
- „Cost(direct)_TypeOfestimation“
- „Cost(indirect)_TypeOfEstimation“

Sind diese Tabellen angefügt, werden die weiteren chronologisch angefügt.

Im hier angeführten Beispiel erfolgt die Auswahl der Tabelle „1PublicationTab1“. Um die Tabelle auszuwählen muss a) „Hinzufügen“ angeklickt werden oder ein Doppelklick auf den Tabellennamen erfolgen und b) „Schließen“ angewählt werden.

Im nächsten Schritt wird im Reiter „Entwurf“ das Symbol „Anfügen“ angeklickt (Abbildung 36).



Abbildung 36: Access - Das Symbol "Anfügen"

Das Fenster „Anfügen“ öffnet sich (Abbildung 37).

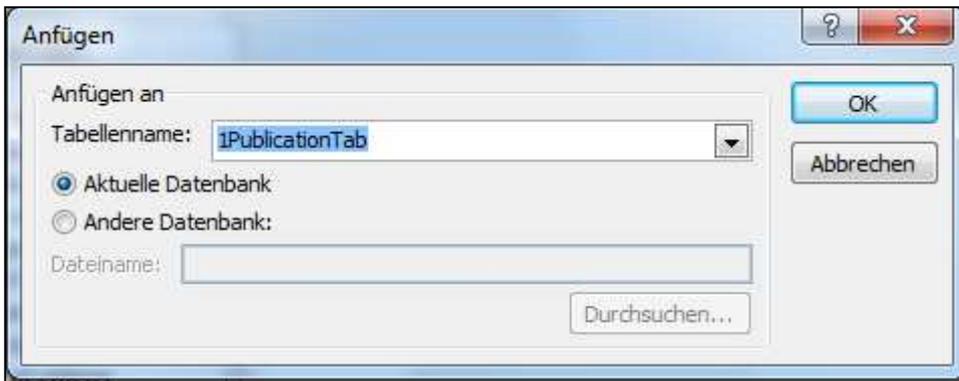


Abbildung 37: Access - Anfügen der Tabelle der Quell- an die Tabelle der Zieldatei I

In diesem Fenster wird die Tabelle der Zieldatei ausgewählt, an welche die Inhalte bzw. die Tabelle „1PublicationTab1“ angefügt werden soll. Das Anfügen erfolgt immer an die entsprechende Tabelle, ohne die 1 am Ende des Namens. Im Beispiel ist dies also „1PublicationTab“.

Weiterhin wird, wie in Abbildung 37, der Punkt „Aktuelle Datenbank“ ausgewählt. Mit einem Klick auf „Okay“ wird das Fenster geschlossen.

Im nächsten Schritt werden alle Elemente der Tabelle „1PublicationTab1“ markiert und in die untere, weiße Tabelle gezogen (Abbildung 38).

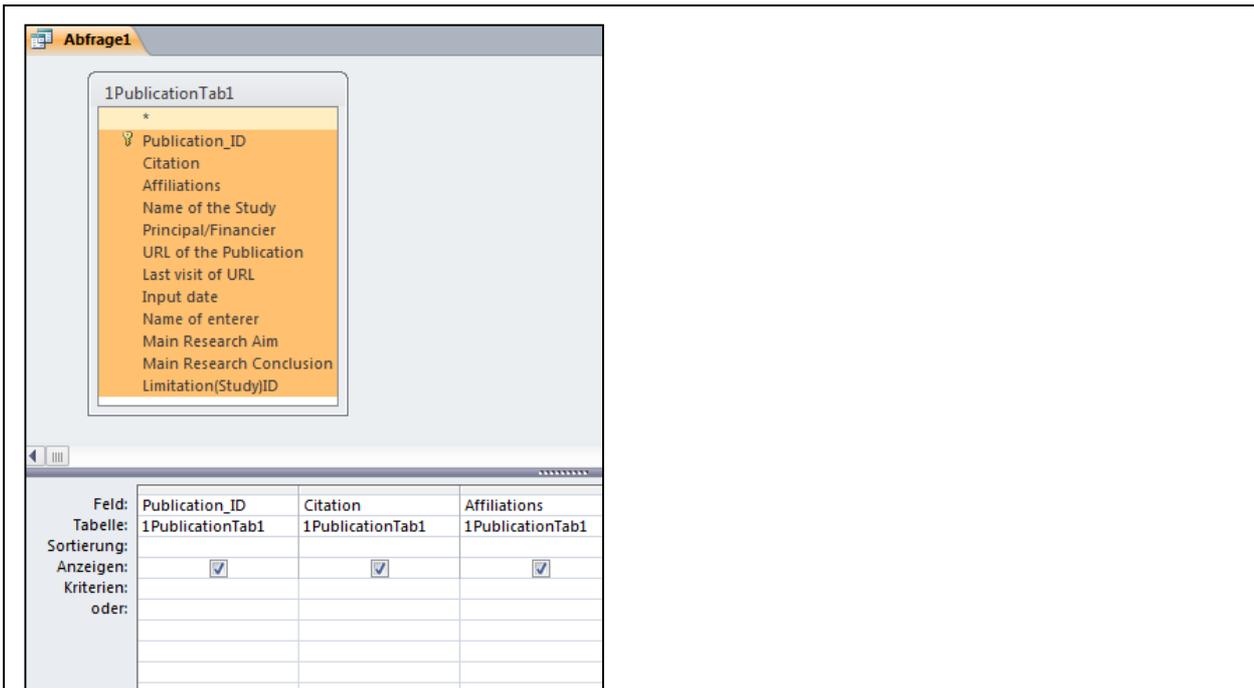


Abbildung 38: Access - Anfügen der Tabelle der Quell- an die Tabelle der Zeildatei II

Wichtig: Verändern der Schlüsselnamen

Die Primär- und Sekundärschlüssel müssen neue Namen bekommen. In der GENiUS-Datenbank betrifft dies nur Felder, deren Name auf „ID“ endet. Die Änderung der Namen erfolgt in der weißen Tabelle in der Zeile „Feld“.

Im Beispiel muss u. a. der Name der Publication_ID verändert werden. Die meisten Tabellen weisen meist einen eigenen Primärschlüssel sowie die Verknüpfung mit einem/mehreren Schlüssel/n aus einer anderen Tabelle auf. Es müssen immer die Namen aller vorhandenen Schlüssel geändert werden. Wie viele und welche Schlüssel vorhanden sind, wird am besten ersichtlich, wenn die in Abbildung 38 orange markierte Tabelle größer gezogen wird.

Die Änderung erfolgt folgendermaßen:

„Publication_ID“ → „PID:Publication_ID+1000“

Angefügt wird ein beliebiger Buchstabe zusammen mit dem Kürzel ID und einem Doppelpunkt sowie am Ende des Namens ein Pluszeichen mit einer Zahl.

Innerhalb einer Abfrage dürfen nicht zweimal die gleichen Buchstabenkombinationen (z. B. LID:.....+1000) angefügt werden, da sonst die Meldung erscheint, dass zwei Aliasnamen identisch sind. In einer neuen Abfrage können Buchstaben aus einer „alten“ Abfrage verwendet werden.

Wichtig ist ebenfalls, dass der Name „LimitationTab(Study)ID“ in eckige Klammern gesetzt wird, da MS Access® den Befehl sonst aufgrund der runden Klammern nicht erkennt. Dieser Ausdruck lautet also:

LSID:[LimitationTab(Study)ID]+1000

Zur Vereinheitlichung beim Anfügen mehrerer Datenbanken finden sich in Tabelle 47 einheitliche Abkürzungen für die jeweiligen Schlüssel.

Warum eine Zahl dazu?

Es sollen zwar die Inhalte, aber nicht die IDs der neuen Datensätze übernommen werden. Die IDs der neuen Datensätze beginnen nach dem Anfügen z. B. mit 1000. Auch die Zahl muss bei jeder Namensänderung der Schlüssel angegeben werden.

Werden mehrere Datenbanken an eine Ausgangsdatenbank angefügt, muss sich auch die Zahl verändern. So werden z. B. die IDs der ersten Datenbank mit „+1000“ angegeben, bei der zweiten anzufügenden Datenbank mit „+2000“ etc.

Nach Änderung der Namen der Primär- und Sekundärschlüssel wird das Symbol „Ausführen“ angewählt (Abbildung 39).



Abbildung 39: Access - Das Symbol "Ausführen"

Ein Fenster zur Bestätigung des Vorgangs wird geöffnet (Abbildung 40).

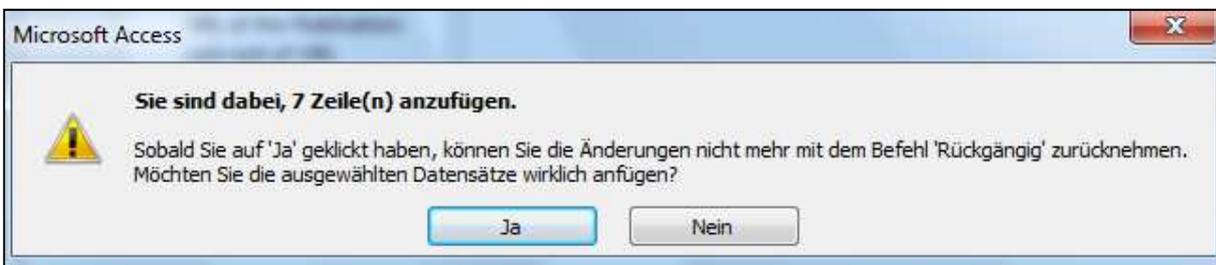


Abbildung 40: Access - Fenster zur Bestätigung der Anfügung der Datensätze der Quell- an die Zieldatei

Den Button „Ja“ anwählen, wenn die Zeilen angefügt werden sollen.

Dieser Vorgang wird für die anderen Tabellen wiederholt (Verknüpfen der Tabellen).

Um zu kontrollieren, ob die Daten angehängt und neue IDs vergeben wurden, kann die dazugehörige Tabelle angeklickt werden. Eine beispielhafte Darstellung findet sich in Abbildung 41. Es wird ersichtlich, dass der Vorgang des Anfügens der Datensätze funktioniert hat.



Abbildung 41: Access - Übernommene Datensätze der Quell- in der Zieldatei

Der Datensatz der Quelldatei wurde übernommen. Dessen ID 1 wurde mit 1000 addiert und nimmt folglich den neuen Wert 1001 an. Die Inhalte sind übernommen und können auch im Eingabeformular eingesehen werden.

Tabelle 47: Access - Abkürzungen der Primär- und Sekundärschlüssel beim Zusammenfügen zweier Datenbanken

Schlüssel	Abkürzung beim Verknüpfen
CostsID	CID
ID	JID
KindOfExpousreList	KID
LimitationID	LID
LimitationTypeID	LTID
Limitation(Study)ID	LSID
OutcomeID	OID
Publication_ID	PID
QuantificationID	QID
ReferenceAreaID	RAID
RegionID	RID
ResultID	REID
StressorID	SID
StressorListID	SLID
StudyNamesID	SNID
TypeOfEstimationID	TEID

Anmerkung: Alle Abkürzungen setzen sich zusammen aus einem Kürzel des Schlüssels und der Ergänzung „ID“.

Allgemeine Hinweise

Ein Doppelklick bedeutet bei MS Access® „ausführen“. Soll z. B. eine Abfrage geöffnet werden, dann muss dies durch den rechten Mausklick und die Wahl „Entwurfsansicht“ geschehen, da bei einem Doppelklick die Abfrage ausgeführt wird.

9.2.4 Installation der GEniUS-Datenbank

Voraussetzung zur Nutzung der GEniUS-Datenbank ist ein installiertes Microsoft Access ab Version 2007 oder aber eine Runtime Version dieses Programms, die beim Hersteller kostenlos heruntergeladen werden kann ([Microsoft Access 2013 Runtime 32 oder 64 Bit](#)).

Die Datenbank ist getrennt in Oberfläche und Daten und besteht aus drei Microsoft Access Datenbanken und einem Ordner, der die PDF-Dateien für das Assessment enthält. Die Datendatei *Genius_Data.accdb* und der Ordner mit diesen PDFs müssen gemeinsam in einem Ordner gespeichert werden. Dies kann für den Einzelplatzgebrauch ein lokaler Ordner sein oder ein Netzwerkordner für den gemeinsamen Zugriff mehrerer Nutzer.

Die Oberfläche besteht aus einer Accessdatei zur Dateneingabe und -pflege *Genius_DataAdministration.accdb* und einer weiteren zur Ausgabe von Berichten *Genius_Reports.accdb*. Beide Dateien prüfen beim Aufruf den Zugriff auf die Daten. Wird die Datendatei nicht an dem beim letzten Start benutzten oder dem aktuellen Verzeichnis gefunden, läßt sich die Anwendung in einem Dateidialog vom Nutzer den Pfad zur Datendatei zeigen. Bei gemeinsamer Nutzung durch mehrere Anwender sollten die Daten in einem Netzwerkordner liegen, auf den alle Beteiligten Zugriff haben. Die beiden Accessdateien mit den Oberflächen zur Datenein- und -ausgabe sollten dagegen anwenderspezifisch installiert werden, d.h. jeder Anwender bekommt eine eigene Kopie dieser Dateien.

Die Accessdateien enthalten nicht von Microsoft signierten Code und dieser wird blockiert, wenn die Accessdatei noch nicht vom Anwender für vertrauenswürdig erklärt wurde. Beim ersten Start wird die Ausführung des Codes deshalb unterbrochen und der Nutzer muss zunächst bestätigen, dass er der Datei vertraut. Alternativ gibt es die Möglichkeit, im Sicherheitscenter von Access die Speicherorte von Daten- und Oberflächendateien als vertrauenswürdige Speicherorte zu deklarieren, was bewirkt, dass alle dort gespeicherten Dateien ohne Sicherheitsabfrage gestartet werden.