

# Das GENiUS-Projekt – Eine Übersicht aktueller Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und -kosten

## The GENiUS-project – an overview of current environmental burdens of disease and environmental cost-of-illness studies

Myriam Tobollik<sup>1</sup>, Dietrich Plaß<sup>1</sup>, André Conrad<sup>1</sup>, Claudia Hornberg<sup>2</sup>, Dirk Wintermeyer<sup>1</sup>

### Abstract

The GENiUS project (full title: Environmental burdens of disease and public health economics in environmental protection) developed a comprehensive database which includes the main information and an evaluation of international environmental burden of disease and environmental cost-of-illness studies with the aim to support policy decision-making processes in the field of environmental health. A systematic literature review was performed for 40 biological, chemical and physical risk factors relevant for Germany. 42 environmental burden of disease and 44 environmental cost-of-illness studies were identified and essential information was summarized in a database. The studies were evaluated in terms of quality and transferability of the results to the situation in Germany. Although several studies were found for some stressors (e. g. air pollution, mould and dampness, noise, metals), none were found for many other relevant stressors (e. g. perfluorinated compounds, insecticides or plasticizers). The studies included in the database are heterogeneous regarding quality and methods, which limits the usefulness of some of the results for decision-making.

### Zusammenfassung

Im Forschungsvorhaben GENiUS (Gesundheitsökonomie und Environmental Burden of Disease im Umwelt-Schutz) wurde eine umfassende Datenbank mit internationalen Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und -kosten erstellt, mit dem Ziel, Argumentationshilfen zur Beurteilung umweltpolitischer Problemstellungen bereitzustellen. In dem Projekt wurde eine systematische Literaturrecherche zu 40 biologischen, chemischen und physikalischen Risikofaktoren mit gesundheitlicher Relevanz für Deutschland durchgeführt. 42 Krankheitslasten- und 44 Krankheitskostenstudien wurden identifiziert und die essentiellen Informationen in eine benutzerfreundliche Datenbank eingepflegt. Anhand eines im Projekt entwickelten Kriterienkatalogs wurden die Studienqualität sowie Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf Deutschland bewertet. Für einige der betrachteten Stressoren wurden mehrere Studien identifiziert (z. B. für Feinstaub, Schimmel, Lärm und Metalle). Für viele weitere relevante Stressoren wurden jedoch weder Studien zu Krankheitslasten noch -kosten gefunden (z. B. perfluorierte Chemikalien, Pflanzenschutzmittel, Weichmacher). Die eingeschlossenen Studien weisen große Unterschiede hinsichtlich ihrer Qualität und verwendeten Methoden auf, sodass einige der Studien nur eingeschränkt zur Entscheidungsfindung in umweltpolitischen Prozessen genutzt werden können.

Umweltfaktoren können sich positiv, aber auch negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken. Deshalb ist es eine wesentliche politische Aufgabe, die natürliche und vom Menschen gebaute Umwelt möglichst risikoarm und gesundheitsförderlich zu gestalten. Im Sinne der gesundheitlichen Vorsorge erfordern umweltpolitische Entscheidungen – insbesondere vor dem Hintergrund vorhandener Mehrfachbelastungen – ein vielschichtiges Fachwissen über die gesundheitlichen Wirkungen von

Umweltfaktoren. Diese Informationen können mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Methoden erhoben und in unterschiedlichen Formaten bereitgestellt werden (Weingart, Lentsch 2008). Häufig liegen wissenschaftliche Erkenntnisse nicht in einer für Politikerinnen und Politiker direkt nutzbaren Form vor, weil die von Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftlern publizierten Ergebnisse vielfach nicht primär auf die praxisnahe Lösung von Problemen abzielen, sondern eher erkenntnis-

orientiert sind. Zudem gibt es eine Vielzahl an wissenschaftlichen Erkenntnissen, die entweder primär an wissenschaftliche Fachkreise adressiert, oder für den Zweck der wissenschaftlichen Politikberatung nicht adäquat aufbereitet worden sind (Kusche 2010). Eine weitere Schwierigkeit stellen die unterschiedlichen Zeithorizonte dar: Politik muss oft schnell entscheiden, um auf soziale, gesellschaftliche oder Umweltprobleme zu reagieren. Sie kann daher aus unterschiedlichen Gründen nicht immer auf endgültige Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung warten, die in der Regel mehr Zeit für die Bereitstellung von fundiertem Wissen benötigt (Sutcliffe, Court 2005).

Diese Schwierigkeiten führen zu den folgenden zentralen Fragen der wissenschaftlichen Politikberatung im Bereich Umwelt und Gesundheit:

- Welche Informationen werden benötigt, um einen gesundheitsbezogenen Umweltschutz zu gewährleisten?
- Wie können diese Informationen bereitgestellt werden, sodass diese zeitnah und einfach zu erreichen sind?

Zur Beantwortung der ersten Fragestellung wurden vom Umweltbundesamt (UBA) zwei wissenschaftliche Ansätze, die *umweltbedingte Krankheitslast* (*Environmental Burden of Disease*, EBD) und die *umweltbedingten Krankheitskosten* ausgewählt. Mithilfe des EBD-Konzeptes können die gesunden Lebensjahre, die aufgrund des Lebens mit einer Erkrankung (*Years Lost due to Disability*, YLD) und durch vorzeitigen Tod (*Years of Life Lost due to premature mortality*, YLL) verlorengehen, quantifiziert und anteilig auf einen Umweltfaktor zurückgeführt werden. Zusammengefasst ergeben die beiden Komponenten das Summenmaß *Disability-Adjusted Life Year* (DALY), das verlorene gesunde Lebensjahre darstellt (u. a. Conrad et al. 2009; Kallweit, Srebotnjak 2015; Murray 1994; Prüss-Üstün et al. 2003). Das Konzept der umweltbedingten Krankheitskosten umfasst direkte (Behandlungs- und Therapiekosten, Verbrauch von Gesundheitsgütern und -leistungen), indirekte (Folgekosten aufgrund von Morbidität und Mortalität, wie Arbeitsunfähigkeit, Invalidität) und intangible Kosten (nicht monetäre Kosten, die aufgrund einer Erkrankung entstehen, wie Schmerzen, Einschränkung der Lebensqualität, psychische Belastungen) (Greiner, Damm 2012; Henke, Martin 2006). Sowohl Informationen zu umweltbedingten Krankheitslasten

als auch zu umweltbedingten Krankheitskosten können genutzt werden, um die Konsequenzen verschiedener Umwelteinflüsse für die Gesundheit einer Bevölkerung und damit für die Gesellschaft vergleichend darzustellen.

## Das GENiUS-Projekt

Zur Bearbeitung der zweiten Frage hat das UBA ein Forschungsvorhaben in Auftrag gegeben. Das übergeordnete Ziel des Vorhabens mit dem Kurztitel „Gesundheitsökonomie und Environmental Burden of Disease im Umwelt-Schutz (GENiUS)“ war es, die vorhandene Literatur über Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und umweltbedingten Krankheitskosten systematisch aufzuarbeiten (Tobollik et al. 2014; Tobollik et al. 2015b). Der Fokus lag dabei auf den durch Umweltstressoren verlorenen Lebensjahren (YLLs, YLDs, DALYs) und den infolgedessen durch Gesundheitsschäden oder vorzeitigen Tod tatsächlich anfallenden Kosten, die den beteiligten Institutionen, den Betroffenen oder weiteren Beteiligten entstehen. Die in dem Projekt erfassten Informationen sollen sowohl die gesundheitlichen Folgen als auch deren monetäre Effekte berücksichtigen, um so zusätzliche Argumentationshilfen zur Beurteilung und gegebenenfalls Priorisierung einzelner umweltpolitischer Maßnahmen verfügbar zu machen.

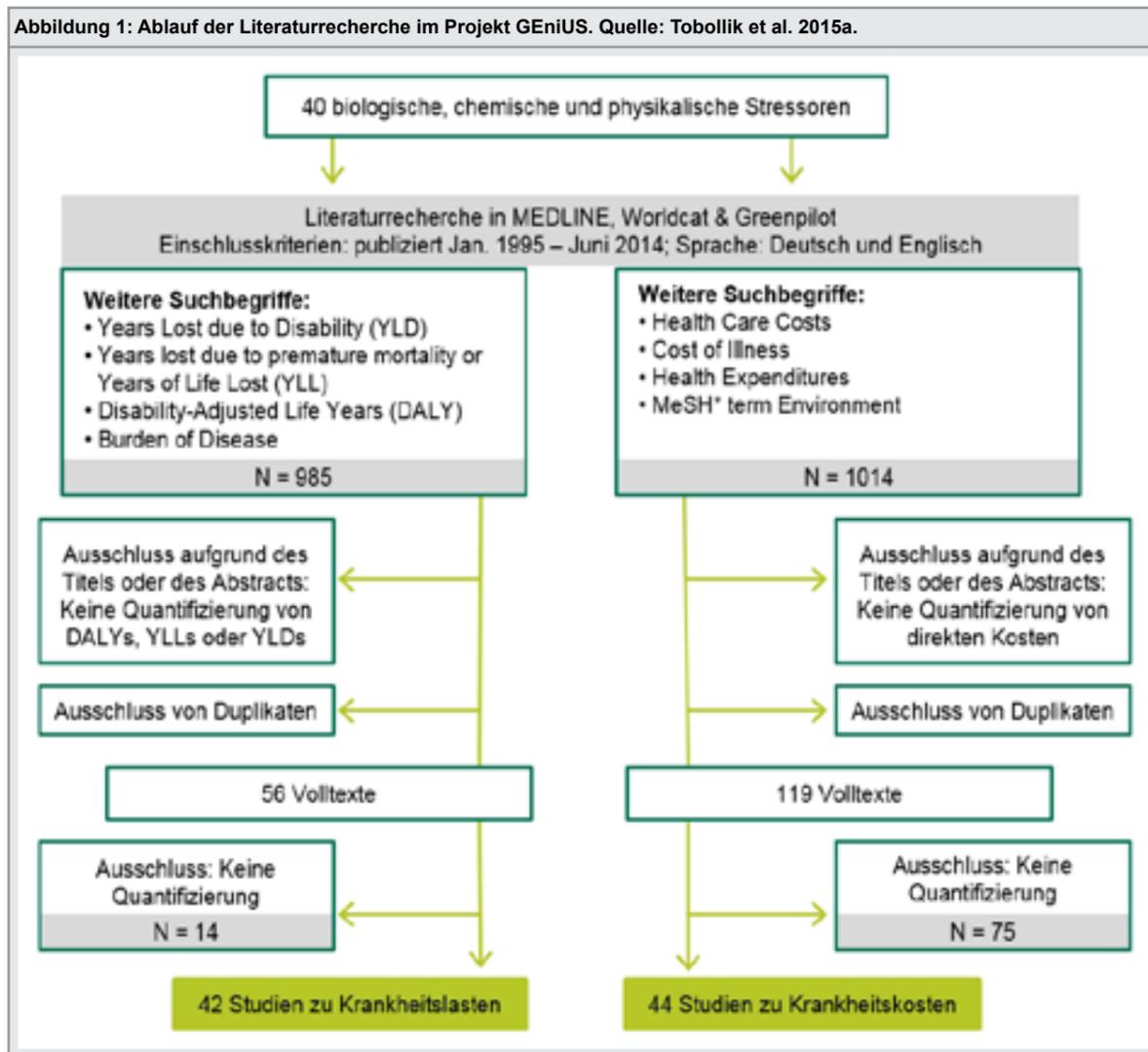
Zur Erfassung des aktuellen Forschungsstands wurde eine umfassende systematische Literaturrecherche zu 40 als relevant eingestuften Umweltstressoren durchgeführt. Der Prozess der Recherche ist in **Abbildung 1** dargestellt.

Insgesamt wurden 42 Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten und 44 Studien zu umweltbedingten Krankheitskosten identifiziert. Die eingeschlossenen Studien wurden mithilfe eines eigens entwickelten Kriterienkatalogs hinsichtlich ihrer methodischen Qualität bewertet. Insgesamt umfasst der Kriterienkatalog 38 Fragen, die Hinweise für die Verwendung der Studienergebnisse zur wissenschaftlichen Politikberatung geben. Da sich der größte Teil der identifizierten Studien nicht auf Deutschland bezieht, wurde zusätzlich die Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf die Verhältnisse in Deutschland bewertet. Ob die Ergebnisse einer Studie auf Deutschland übertragbar sind, wurde anhand der Kriterien Bevölkerungsstruktur, Lebenserwartung, Entwicklungsstand, Bruttoinlandsprodukt,

<sup>1</sup> Umweltbundesamt Berlin

<sup>2</sup> Universität Bielefeld, Fakultät für Gesundheitswissenschaften, AG 7 Umwelt und Gesundheit

Abbildung 1: Ablauf der Literaturrecherche im Projekt GENiUS. Quelle: Tobollik et al. 2015a.



Gesamtkrankheitslast sowie Exposition gegenüber dem untersuchten Umweltstressor beurteilt.

In einem weiteren Arbeitsschritt wurden die relevanten Ergebnisse der recherchierten Studien in eine übersichtliche und anwenderfreundliche Datenbank eingegeben. Die Datenbank enthält zu jeder Studie Informationen:

- 1) zur Studie allgemein und zur verwendeten Methode,
- 2) zum geografischen Bezugsraum,
- 3) zu den untersuchten Umweltstressoren,
- 4) zu den gesundheitlichen Effekten der Stressoren,
- 5) zu den Ergebnissen (Krankheitslasten oder -kosten),

6) zu den in der Studie genannten Limitationen sowie

7) einen Link zur jeweiligen Bewertung der Studie nach dem Kriterienkatalog.

Datenbanknutzende können entweder auf die gesamten in der Datenbank enthaltenen Informationen zurückgreifen oder mithilfe einer Suchfunktion nach bestimmten Kategorien, wie zum Beispiel Stressoren oder Ländern, filtern.

### Ergebnisse

Die Auswertung der in die Datenbank aufgenommenen Studien zeigt, dass es für einige der ausgewählten 40 Umweltstressoren mehrere Studien gibt, jedoch für viele weitere Stressoren keine Studien zu

Krankheitslasten oder -kosten identifiziert werden konnten (Tabelle 1). Mehrere Studien zu Krankheitslasten wurden zum Beispiel für Feuchte und Schimmel (5), Lärm (11), Radon (7), Feinstaub (19), Arsen (6) und Blei (7) identifiziert. Für die Gruppe der Kohlenwasserstoffe waren es insgesamt neun Studien, wobei sich die meisten auf Benzol (4) beziehen. Keine Studien wurden beispielsweise für Ethylbenzol, Styrol, Hexachlorbenzol (HCB), Alkane, Biozide, Weichmacher, Phthalate und halogenierte Kohlenwasserstoffe gefunden. Für die Gruppe der gasförmigen Verbindungen gibt es eine Reihe von Krankheitslastenstudien, die meisten für Ozon (8).

Hinsichtlich der Studienlage zu Krankheitskosten zeigt sich ebenfalls ein selektiv defizitäres Bild: So gibt es lediglich eine Studie zu Feuchte und Schimmel und zwei zu Lärm. Feinstaub ist in dieser Hinsicht mit elf Studien vergleichsweise gut untersucht. Für Passivrauch konnten 14 Studien ermittelt und aufgenommen werden. Es fehlen jedoch Krankheitskostenstudien zu Radon, Kohlenwasserstoffen, Pflanzenschutzmitteln und Weichmachern. Die Metalle Arsen (1), Blei (8) und Quecksilber (3) wurden ebenso im Hinblick auf die durch sie verursachten Kosten bewertet wie einige gasförmige Verbindungen (5) und Asbest (1).

Insgesamt beziehen sich die Krankheitslastenstudien auf 15 verschiedene Länder oder Städte. Darüber hinaus wurde die Krankheitslast für 14 Länderzusammenschlüsse, wie zum Beispiel Europa oder die Euro-A Region der Weltgesundheitsorganisation, quantifiziert. Die meisten Krankheitslastenstudien, die in der Datenbank enthalten sind, haben den Bezugsraum Deutschland (5), Bangladesch (5), die Niederlande (4) oder Euro-A (7). Die meisten Krankheitskostenstudien beziehen sich auf die USA (14) und China (8). Die Übertragbarkeit der Ergebnisse, beispielsweise aus Bangladesch oder Indien, ist unter anderem aufgrund der nicht vergleichbaren Bevölkerungsentwicklung und Lebenserwartung sehr eingeschränkt. Hingegen können Ergebnisse aus den Niederlanden oder der Schweiz mit gewissen Einschränkungen für eine grobe Einschätzung der Krankheitslasten und -kosten in Deutschland verwendet werden.

Vor Nutzung der Ergebnisse für die Umweltpolitik muss auch die Qualität der einzelnen Studien berücksichtigt werden. Eine Vielzahl der recherchierten Studien weist Mängel auf. So fehlen beispielsweise

Angaben zu den verwendeten Datenquellen oder die angewandten Methoden sind nicht ausreichend beschrieben. Über die Qualität der einzelnen Studien hinaus konnten auch Rückschlüsse auf die Datenverfügbarkeit hinsichtlich Krankheitslasten und -kosten gezogen werden. So wurde in der Hälfte aller Krankheitslastenstudien beschrieben, dass die quantifizierte Krankheitslast des jeweils untersuchten Umweltstressors aufgrund von fehlenden Daten unvollständig sei. Darüber hinaus führen Unsicherheiten der in den Studien verwendeten Expositions-Wirkungsfunktionen zu Unsicherheiten in den Gesamtergebnissen. In den Studien zu Krankheitskosten wurde vielfach bemängelt, dass nicht alle relevanten Kosten mit aufgenommen werden konnten, besonders Langzeitkosten werden meist nicht eingeschlossen. Auch wird häufig von einer Unterschätzung der Kosten berichtet.

### Fazit

Sowohl Angaben zu umweltbedingten Krankheitslasten als auch zu Krankheitskosten können genutzt werden, um die Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf die menschliche Gesundheit darzustellen. Eine Verknüpfung der beiden Komponenten konnte im Projekt nicht erfolgen. Hier wurde Forschungsbedarf hinsichtlich der gemeinsamen Nutzung von Krankheitslasten und -kosten identifiziert. Bisher erfolgt diese Verknüpfung mithilfe des sogenannten Wert eines statistischen Lebens (Hajen et al. 2006). Bei diesem wird einem Menschenleben beziehungsweise einem Lebensjahr ein statistisch abgeleiteter Geldwert zugesprochen. Verschiedene Institutionen kombinieren den Wert statistischen Lebens mit verlorenen gesunden Lebensjahren (DALYs), um dadurch die monetären Auswirkungen von Umweltstressoren näherungsweise abzubilden. Dieses Konzept birgt diverse Unsicherheiten sowie methodische Limitationen (z. B. fehlende oder unvollständige Inputdaten, mangelhafte Durchführung der Berechnungen, fehlende Transparenz hinsichtlich getroffener Annahmen) und wird deshalb bisweilen kritisch diskutiert. Hier bedarf es aus unserer Sicht weiterer Forschung.

Im Forschungsvorhaben wurde eine umfassende Übersicht über den derzeitigen Stand der Forschung zu umweltbedingten Krankheitslasten und -kosten erstellt, die in einer Datenbank zugänglich ist. Durch die Zusammenstellung der wichtigsten Informationen in der Datenbank sind die Informa-

Tabelle 1: Anzahl vorhandener Studien zu Krankheitslasten und -kosten, differenziert nach Stressor.		
Stressor	Studien zu umweltbedingten Krankheitslasten	Studien zu umweltbedingten Krankheitskosten
<b>Biologische Stressoren</b>		
Feuchte, Schimmel	5	1
<b>Physikalische Stressoren</b>		
Lärm	11	2
Radon	7	0
<b>Übergreifende Stressoren</b>		
Feinstaub	19	11
Innenraumluftverschmutzung	7	0
Luftverschmutzung	5	1
Passivrauch	8	14
<b>Chemische Stressoren</b>		
Kohlenwasserstoffe	9	0
Benzol	4	0
Toluol	1	0
Xylol	1	0
Polyzyklische Kohlenwasserstoffe (PAK)	1	0
Formaldehyd	2	0
Keine Studien zu Ethylbenzol, Styrol, Hexachlorbenzol (HCB), Alkanen und halogenierten Kohlenwasserstoffen		
Metalle	15	12
Arsen	6	1
Blei	7	8
Cadmium	2	0
Quecksilber	0	3
Keine Studie zu Uran		
Pflanzenschutzmittel und Weichmacher	1	0
Pestizide	1	0
Keine Studien zu Pestiziden und Weichmachern		
Gasförmige Verbindungen	16	5
Kohlenmonoxid (CO)	3	0
Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> )	1	2
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	2	0
Ozon (O <sub>3</sub> )	8	2
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	2	/*
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	0	1
Keine Studien zu Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )		
Fasern	0	1
Asbest	0	1
Polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle	1	0
Dioxine	1	0
Keine Studien zu polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen (PCDD), polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) und polychlorierten Biphenylen (PCB)		
Keine Studien zu perfluorierten Chemikalien und Tensiden		
* kein Suchbegriff; die Krankheitslastenstudien zu SO <sub>2</sub> wurden über die Suche mit allgemeinen Suchbegriffen gefunden.		

tionen gut nutzbar und ermöglichen einen breiten Überblick zu den Themenfeldern. Das Projekt hat gezeigt, dass die Studienqualität sehr heterogen und die Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf Deutschland teilweise stark eingeschränkt ist. Daher muss bei der Verwendung der in der Datenbank enthaltenen Informationen zur Beurteilung der gesundheitlichen Bedeutung von Umweltstressoren immer im Einzelfall geprüft werden, welche der identifizierten Studien nutzbar sind. Die Datenbank, in der alle relevanten Studieninformationen enthalten sind, sowie die Bewertungen der Studien anhand des Kriterienkatalogs können Nutzerinnen und Nutzer bei der Prioritätensetzung unterstützen.

Der Abschlussbericht des Projektes ist als Band 02/2016 in der UBA-Reihe „Umwelt und Gesundheit“ erschienen und im Internet veröffentlicht (<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/das-environmental-burden-of-disease-ebd-konzept> Zugriff am: 01.03.2016).

## Danksagung

Das Projekt wurde durchgeführt von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Arbeitsgruppe 7 Umwelt und Gesundheit der Fakultät für Gesundheitswissenschaften, Universität Bielefeld und dem Department Gesundheitswissenschaften der Fakultät Life Sciences, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg).

Das Projekt wurde gefördert mit Mitteln aus dem Umweltforschungsplan des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und fachlich begleitet vom Umweltbundesamt.

## Literatur

Conrad A et al. (2009): Wie krank macht uns unsere Umwelt? Bestimmung und Vergleich gesundheitlicher Belastungen durch Umweltfaktoren. UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst. (2): 5–8.

Greiner W, Damm O (2010): Die Berechnung von Kosten und Nutzen. In: Schöffski O, Graf von der Schulenburg JM (Hrsg.): Gesundheitsökonomische Evaluationen. Springer. Berlin, Heidelberg: 23–42.

Hajen L, Schumacher H, Paetow H (2006): Gesundheitsökonomie: Strukturen - Methoden - Praxisbeispiele. Kohlhammer. Stuttgart.

Henke K D, Martin K (2006): Die Krankheitskostenrechnung als Entscheidungshilfe. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz. (49): 19–27.

Kallweit D, Srebotnjak T (2015): Die Berechnung umweltbedingter Krankheitslasten auf dem Prüfstand – Ergebnisse des Forschungsprojekts EBDreview. UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst (1): 46–49.

Kusche I (2010): Ökologische Politikberatung als Gesellschaftsberatung? In: Büscher C, Japp K P, (Hrsg.): Ökologische Aufklärung. VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden: 259–280.

Murray C J (1994): Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years. Bull World Health Organ. (72): 429–45.

Prüss-Üstün A et al. (2003): Introduction and methods. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. World Health Organization. Geneva.

Sutcliffe S, Court J (2005): Evidence-Based Policymaking: What is it? How does it work? What relevance for developing countries? Overseas Development Institute. London.

Tobollik M et al. (2014): Combined Evaluation of International Estimations of Environmentally Attributable Disability-Adjusted Life Years and Health Care Costs to Support National Decision-Making. Posterbeitrag. 26th Annual Conference International Society for Environmental Epidemiology (ISEE), 24. –28. August. Seattle.

Tobollik M et al. (2015a): Umweltbedingte Krankheitslasten- und Krankheitskostenanalysen – das GENiUS-Projekt. Posterbeitrag. 10. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie (DGepi) 30. September–2. Oktober. Potsdam.

Tobollik M et al. (2015b). Summary of environmental burden of disease and health care costs analyses for policy advising. Posterbeitrag. 8th European Public Health Conference. Health in Europe – from global to local policies, methods and practices. 14. –17. Oktober. Mailand.

Weingart P Lentsch J (2008): Wissen - Beraten - Entscheiden. Form und Funktion wissenschaftlicher Politikberatung in Deutschland. Weilerswist. Velbrück.

## Kontakt

Myriam Tobollik  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet II 1.6 „Expositionsschätzung,  
gesundheitsbezogene Indikatoren“  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin  
E-Mail: myriam.tobollik[at]uba.de

[UBA]