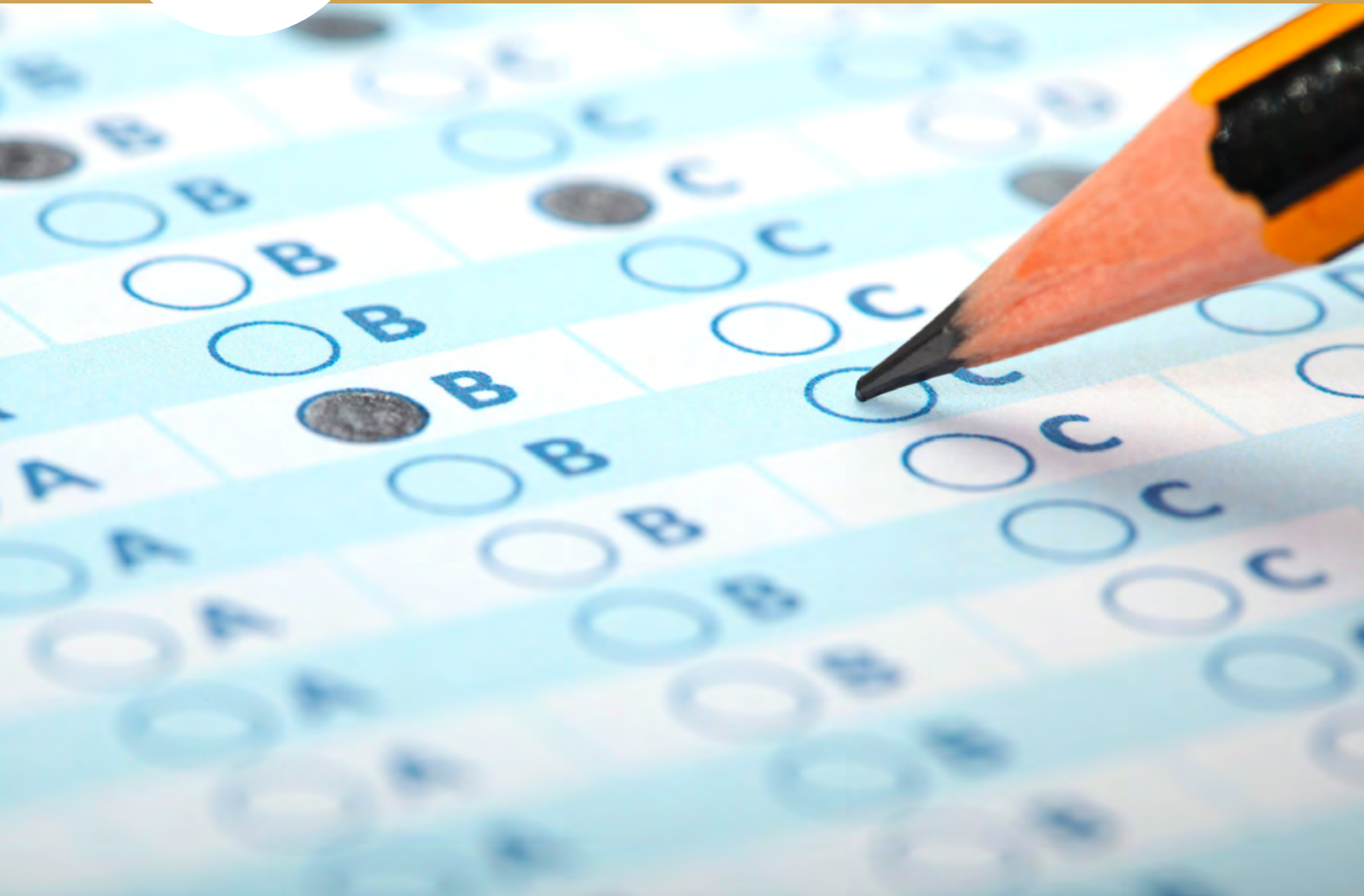




○ **DEUTSCHE UMWELTSTUDIE ZUR
GESUNDHEIT, GERES V 2014–2017**

○ MEAL-STUDIE DES BUNDESINSTITUTS FÜR
RISIKOBEWERTUNG

○ PROJEKT BURDEN 2020 – SCHÄTZUNG DER
UMWELTBEDINGTEN KRANKHEITSLAST

○ NEGATIVE EFFEKTE OHNE WIRKSTOFF:
DER NOCEBO-EFFEKT

TITELBILD

© Tomasz Papuga / fotolia.com



UMID IST EIN BEITRAG ZUM „AKTIONSPROGRAMM UMWELT UND GESUNDHEIT“
(APUG) UND TEIL DER ÖFFENTLICHKEITSARBEIT.

IMPRESSUM IMPRINT

UMID – UMWELT + MENSCH
INFORMATIONSDIENST
Nr. 2/2019
November 2019

ISSN 2190-1120 (Print)
ISSN 2190-1147 (Internet)

HERAUSGEBER

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
Robert Koch-Institut (RKI)
Umweltbundesamt (UBA)

REDAKTION

Dr. Suzan Fiack
Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Str. 8–10
10589 Berlin
E-Mail: pressestelle[at]bfr.bund.de

Dr. Monika Asmuß
Bundesamt für Strahlenschutz
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim (Neuherberg)
E-Mail: mas muss[at]bfs.de

Dr. Hildegard Niemann
Robert Koch-Institut
General-Pape-Straße 62–66
12101 Berlin
E-Mail: niemannh[at]rki.de

Dr. Hedi Schreiber
Umweltbundesamt
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: hedi.schreiber[at]uba.de

GESAMTKOORDINATION

Kerstin Gebuhr M.A.
Umweltbundesamt
Geschäftsstelle Aktionsprogramm
Umwelt und Gesundheit
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: kerstin.gebuhr[at]uba.de

E-MAIL FÜR UMID

umid[at]uba.de

UMID IM INTERNET

<http://www.umweltbundesamt.de/umid>

LAYOUT

IKONUM Marken- und Webagentur
www.ikonum.com

DRUCK

Bonitasprint GmbH
www.bonitasprint.de

TITELBILD

© Tomasz Papuga / fotolia.com

Die Zeitschrift „UMID – UMWELT + MENSCH INFORMATIONSDIENST“ erscheint im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG) und kann kostenfrei als Online-Ausgabe abonniert werden unter: <http://www.umweltbundesamt.de/service/newsletter>. Sie dient der Information von Behörden und Institutionen, die im Bereich Umwelt und Gesundheit arbeiten, in der Umweltmedizin tätigen Fachkräften sowie interessierten Bürgerinnen und Bürgern.

Bitte beachten Sie: Um Spam-Mails vorzubeugen, werden alle Mailadressen im UMID nicht mit dem @-Zeichen, sondern in der Form „vorname.name[at]einrichtung.de“ angegeben.

Die Zeitschrift sowie die in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Wiedergabe zu gewerblichen Zwecken ist untersagt. Die Verwertung der Beiträge im Rahmen wissenschaftlicher Arbeiten bedarf der Zitierung des Autors in Verbindung mit den bibliografischen Angaben. Die inhaltliche Verantwortung für einen Beitrag trägt ausschließlich der Autor/die Autorin. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen der Herausgeber übereinstimmen. Die am Ende eines Beitrags angegebene Kurzbezeichnung der Institution verweist auf das für die redaktionelle Betreuung zuständige Redaktionsmitglied.



www.blauer-engel.de/uz195

- ressourcenschonend und umweltfreundlich hergestellt
- emissionsarm gedruckt
- überwiegend aus Altpapier **TX2**

Dieses Druckerzeugnis ist mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.

INHALT CONTENT

- 7** **Die Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen, GerES V 2014–2017: Erste Ergebnisse des Human-Biomonitorings**
German Environmental Survey on Children and Adolescents, GerES V 2014–2017: First human biomonitoring results
GERDA SCHWEDLER, ANDRÉ CONRAD, ENRICO RUCIC, ALINE MURAWSKI, MARIA SCHMIED-TOBIES, GEORGE SAWAL, NICOLE BANDOW, MARIKE KOLOSSA-GEHRING
- 17** **Kochen für die Wissenschaft – Die MEAL-Studie des Bundesinstituts für Risikobewertung**
Cooking for science – The MEAL Study of the German Federal Institute for Risk Assessment
SUSANN STEHFEST, IRMELA SARVAN, OLIVER LINDTNER, MATTHIAS GREINER
- 27** **Entwicklung eines Konzeptes zur Gesamtlärmbewertung**
Development of a concept for total noise assessment
JULIA TREICHEL, ANNETT STEINDORF
- 37** **Schätzung der umweltbedingten Krankheitslast im Rahmen des Projektes BURDEN 2020 – Projekthintergrund und methodisches Vorgehen**
Assessment of the environmental burden of disease within the scope of the project BURDEN 2020 – project background and methodological approach
HEIKE GRUHL, MYRIAM TOBOLLIK, ANNELENE WENGLER, MICHAEL PORST, ALINE ANTON, ALEXANDER ROMMEL, DIRK WINTERMEYER, DIETRICH PLASS

INHALT CONTENT

- 51 Negative Effekte ohne Wirkstoff: Der Nocebo-Effekt**
Negative effects from inert agents: the nocebo-effect
CHRISTOPH BÖHMERT, BLANKA POPHOF
- 59 Umweltgerechtigkeit in der kommunalen Praxis – Handlungsempfehlungen zur Umsetzung eines integrierten Ansatzes**
Environmental Justice in municipal practice – recommendations for the implementation of an integrated approach
CHRISTA BÖHME, THOMAS FRANKE, THOMAS PREUSS, CHRISTIANE BUNGE
- 69 Neu programmierte App Scan4Chem vereinfacht Auskunftsrecht zu Chemikalien in Verbraucherprodukten – europaweit!**
Newly programmed app Scan4Chem simplifies right on information about chemicals in consumer products – all across Europe!
EVA BECKER

Die Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen, GerES V 2014–2017: Erste Ergebnisse des Human-Biomonitorings

German Environmental Survey on Children and Adolescents, GerES V 2014–2017: First human biomonitoring results

ZUSAMMENFASSUNG

Die junge Bevölkerung stand im Mittelpunkt der Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen, GerES V, die vom Umweltbundesamt in den Jahren 2014 bis 2017 durchgeführt wurde. Dabei wurden mittels Human-Biomonitoring Schadstoffe im Urin und Blut von 3- bis 17-jährigen Kindern und Jugendlichen untersucht, um Aussagen über die aktuelle Belastungssituation in Deutschland treffen zu können. Beispiele weiterführender Auswertungen aus GerES V werden vorgestellt: die Analyse neuer Chemikalien, die Identifizierung besonders belasteter Gruppen, der Vergleich mit vorherigen Untersuchungen, die Ermittlung von Belastungsquellen und -pfaden sowie die gesundheitliche Bewertung der Belastung. Diese Ergebnisse eignen sich als Entscheidungsgrundlage für Maßnahmen und Regelungen zum Schutz von Umwelt und Gesundheit und dienen dem Ziel, eine gesunde Zukunft der Bevölkerung zu gestalten.

GERDA SCHWEDLER,
ANDRÉ CONRAD,
ENRICO RUCIC,
ALINE MURAWSKI,
MARIA SCHMIED-
TOBIES,
GEORGE SAWAL,
NICOLE BANDOW,
MARIKE KOLOSSA-
GEHRING

ABSTRACT

The German Environmental Survey for Children and Adolescents, GerES V, focused on the young generation. GerES V was carried out by the German Environment Agency from 2014 to 2017. Potentially harmful chemicals were analysed in the blood and urine of the 3 to 17 years old children and adolescents by human biomonitoring in order to determine the levels of exposure. Examples of additional evaluations are given: analyses of chemicals emerging on the market, identification of population groups subject to specific exposure, revealing time trends in exposure, identification of exposure pathways and sources, and evaluation of the impact on health. The evaluations deliver data for the improvements of measures and regulations for the protection of health and environment and thus contribute to the goal to build a healthy future of the population.

EINLEITUNG

Der Schutz der Menschen vor schädlichen Umwelteinflüssen ist eine zentrale Aufgabe des Umweltbundesamtes (UBA). Deshalb untersucht das UBA regelmäßig, mit welchen möglicherweise schädlichen Substanzen und Umwelteinflüssen die Menschen hierzulande in Berührung kommen. Die Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit (GerES = **G**erman **E**nvironmental **S**urvey) ist ein wesentliches Instrument zur Erfüllung dieser Aufgabe.

Das Ziel von GerES ist es, aktuelle und repräsentative Daten zu umweltbedingten Belastungen der Bevölkerung in Deutschland bereitzustellen. Diese Daten können von allen genutzt werden, die sich mit der umweltbezogenen Gesundheit der Bevölkerung beschäftigen, um gesundheitsgefährdende Umweltbelastungen zu identifizieren und um geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen und zu fördern.

GerES ist eine bevölkerungsrepräsentative Querschnittsstudie. Sie wurde in den vergan-



© yanlev / fotolia.com.

genen 30 Jahren in bisher fünf Erhebungszyklen durchgeführt. Dabei kooperierte das UBA stets eng mit dem Robert Koch-Institut (RKI). Während in GerES I bis III überwiegend Erwachsene untersucht und befragt wurden, standen in GerES IV ausschließlich 3- bis 14-jährige Kinder im Fokus. Im nachfolgenden GerES V, der in den Jahren 2014 bis 2017 durchgeführt wurde, waren Kinder und Jugendliche im Alter von 3 bis 17 Jahren die untersuchte Zielgruppe (Mauz et al. 2017; Schulz et al. 2017).

In GerES V war die Bestimmung der körperlichen Belastung der Kinder und Jugendlichen durch Umweltchemikalien aus verschiedenen Quellen durch Human-Biomonitoring (HBM) das zentrale Element. HBM hilft zu klären, ob und in welchem Ausmaß Stoffe in den menschlichen Körper aufge-

nommen werden und wie hoch die durchschnittliche Belastung ist (Angerer 2007). Dazu werden Schadstoffe oder ihre Stoffwechselprodukte in menschlichem Gewebe, Haar und bevorzugt in Körperflüssigkeiten wie Blut oder Urin gemessen.

Darüber hinaus wurden in GerES V weitere Einflüsse aus der Umwelt bestimmt. So wurden beispielsweise die Belastung der Innenraumluft durch Chemikalien oder Feinstaub, Inhaltsstoffe des Hausstaubs sowie des Trinkwassers untersucht. Außerdem wurden Fragebögen eingesetzt, um expositionsrelevante Informationen über die Umgebung, die Lebenssituation, das Verhalten und die Gewohnheiten der Teilnehmenden zu erhalten.

Nachfolgend werden erste HBM-Ergebnisse aus GerES V vorgestellt. Zusätzliche Untersuchungsergebnisse werden genutzt, um

weitere Themen einer umfassenden Umweltbeobachtung wie beispielsweise Zeittrends, Einflussfaktoren, gesundheitliche Bedeutung näher untersuchen zu können.

DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

GerES V wurde in enger Zusammenarbeit mit der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland des RKI (KiGGS Welle 2) (Mauz et al. 2017) durchgeführt. Alle Teilnehmenden an KiGGS Welle 2 wurden zufällig als eine zweistufig geschichtete Stichprobe gezogen (Hoffmann et al. 2018). Im ersten Schritt wurden 167 Untersuchungsorte ausgewählt, die die Bundesrepublik nach Bundesland und Gemeindetypen abbilden (ABBILDUNG I).

Im zweiten Schritt erfolgte für jeden Untersuchungsort eine Zufallsauswahl von Kindern und Jugendlichen der jeweiligen Altersjahrgänge aus den Melderegistern der jeweiligen Einwohnermeldeämter. Von allen auf diesem Wege ausgesuchten Kindern und Jugendlichen waren die GerES V-Teilnehmenden eine weitere zufällige Unterstichprobe. Sie hatten bereits an KiGGS Welle 2 teilgenommen und wurden in dessen Verlauf ausführlich über GerES V informiert und um eine Teilnahme gebeten (Schulz et al. 2017).

Die Hausbesuche zu GerES V bei den Kindern und Jugendlichen und ihren Familien fanden von Januar 2015 bis Juni 2017 statt. Dazu reiste Kantar Health München im Auftrag des UBA zu den jeweiligen Untersuchungsorten, sammelte von allen Teilnehmenden die Urinproben ein und führte die Befragungen durch. Beim Hausbesuch wurden auch Trinkwasserproben gesammelt, der Schallpegel gemessen und die Konzentration ultrafeiner Partikel in der Raumluft bestimmt. Bei zufällig ausgewählten Haushalten wurde ferner der Staubsaugerbeutel eingesammelt, oder es wurden Sammler zur Bestimmung flüchtiger organischer Umweltschadstoffe in der Raumluft oder Sammelge-

räte für Feinstaub in der Innenraum- und Außenluft installiert.

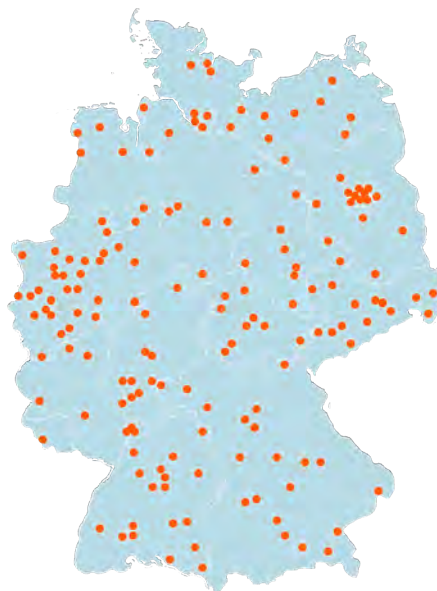


ABBILDUNG I
Studienorte für KiGGS
Welle 2 und GerES V.
Quelle: Robert Koch-
Institut.

Das UBA und beauftragte Labore analysierten die Blut- und Urinproben auf Umweltschadstoffe. Das UBA wertete die Fragebögen aus und führte die statistischen Auswertungen durch.

Nach Beendigung der Analytik erhielten die teilnehmenden Familien, wenn sie dies wollten, eine umweltmedizinische Bewertung der bei den Teilnehmenden und im Haushalt gefundenen Schadstoffmesswerte.

Die Ethikkommission der Berliner Ärztekammer (Eth-14/14) und die Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (III-425/009#0018) hatten das Vorhaben geprüft und der Durchführung zugestimmt.

ERGEBNISSE

In GerES V wurden von 2.294 Kindern und Jugendlichen Schadstoffanalysen in Urin- und Blutproben durchgeführt und Befragungsdaten ausgewertet.

Stoffgruppen	Stoffe (Stoffwechselprodukte)	Anzahl Stoffe
Schwermetalle und weitere Elemente	Blei, Cadmium, Quecksilber, Antimon, Chrom, Selen, Arsen	7
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	7
Organochlorpestizide (OCP)	Hexachlorbenzol, α -, β -, γ -Hexachlorhexan, DDT, DDE, DDD	7
Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS)	PFBA, PFPeA, PFBS, PFHxA, PFHpA, PFHxS, PFOA, PFOS, PFNA, PFDA, PFUnA, PFODDA	12
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Pyren (1-Hydroxypyren) Phenantren (1-, 2-, 3-, 4-, 9-Hydroxyphenantren), Naphthalin (1-, 2-Hydroxynaphthalin), Fluoren (2-Hydroxyfluoren)	4
Chlorphenole	2-, 4-Monochlorphenol, 2,4-, 2,5-, 2,6-Dichlorphenol, 2,3,4-, 2,4,5-, 2,4,6-Trichlorphenol, 2,3,4,6-Tetrachlorphenol, Pentachlorphenol	10
Phthalate	DMP (MMP), DEP (MEP), DBzP (BBzP), DiBP (MiBP, OH-MiBP), DnPB (MnBP, OH-MnBP, MCPP), DCHP (MCHP), DnPeP (MnPeP), DEHP (MEHP, OH-MEHP, oxo-MEHP, cx-MEHP), DiNP (OH-MiNP, oxo-MiNP, cx-MiNP), DiDP (OH-MiDP, oxo-MiDP, cx-MiDP), DnOP (MnOP), DPHP (OH-MPHP, oxo-MPHP, cx-MPHPxP)	12
Ersatzstoffe für Phthalate	Hexamoll®DINCH (OH-MINCH, oxo-MINCH, cx-MINCH), DEHTP (OH-MEHTP, oxo-MEHTP, cx-MEPTP, cx-MMHTP)	2
Benzophenone	Benzophenon 1, 3, 8	3
Pyrrolidone	NMP (HNMP, HMSI), NEP (HNEP, HESI)	2
Parabene	Methyl-, Ethyl-, n-Propyl-, iso-Propyl-, n-Butyl-, iso-Butyl-, Pentyl-, Benzyl-, Heptylparaben	9
Weitere Stoffe	Creatinin, Cotinin, Glyphosat (AMPA), Acrylamid (AAMA, GAMA), Triclosan, Triclocarban, Bisphenol A, ortho-Phenylphenol, Benzol (SPMA), 2-Mercaptobenzothiazol, 4-Methylbenzylidencampher (cx-MBC, cx-MBC-OH), Lysmeral (TBBA, Lysmerol, Lysmerylsäure, OH-Lysmerylsäure), Chlormethyl-/Methylisothiazolinon (NMMA), Butylhydroxytoluol (BHT-Säure)	14

TABELLE I
Übersicht über die in
GerES V in Urin oder
Blut gemessenen Stoffe.

DIE GEMESSENEN STOFFE IM ÜBERBLICK

Eine Übersicht, welche Stoffgruppen, Stoffe und deren Stoffwechselprodukte mittels HBM-Methoden analysiert wurden, zeigt **TABELLE I**. Insgesamt wurden bislang 89 verschiedene Umweltschadstoffe und ihre Metaboliten untersucht. Aktuell sind noch die Analysen von Metaboliten des Phthalat-Ersatzstoffes Tri (2-ethylhexyl)trimellitate sowie von Pyrethroid und Organophosphat-Pflanzenschutzmitteln in Vorbereitung. Aus Kostengründen und aufgrund begrenzten Probenmaterials konnten nur ausgewählte Schadstoffe bei allen Teilnehmenden bestimmt werden. Die weiteren Schadstoffe wurden in zufällig bestimmten Unterstichproben analysiert.

Alle analysierten Stoffe und Stoffgruppen wurden nach ihrer Bedeutung ausgewählt und erfüllen mindestens eines, meist jedoch mehrere der folgenden Kriterien:

- 1 Es handelt sich um Stoffe, die toxikologisch bedenklich sind.
- 2 Die Menschen in Deutschland sind diesen Stoffen durch Verbraucherprodukte, Kosmetika, Lebensmittel, die Innen- und Außenluft und andere Umwelteinflüsse ausgesetzt.
- 3 Die Stoffe sind weit verbreitet beziehungsweise werden in großen Mengen verwendet.
- 4 Die Stoffe sind schwer abbaubar.
- 5 Der Einsatz der Stoffe ist bereits reguliert oder ihre Regulierung wird aktuell diskutiert.

Von allen analysierten Stoffen werden wir sukzessive statistische Kennwerte wie beispielsweise Mittelwerte und Perzentile berechnen und berichten, die zur Beschreibung der Belastung in der Bevölkerung oder bestimmter Bevölkerungsgruppen dienen. Die auf Basis dieser Daten ebenfalls abgeleiteten HBM-Referenzwerte – ein Maß für die Hintergrundbelastung in der Bevölkerung – ermöglichen es, individuelle Schadstoffbelastungen zu erkennen und in Bezug zur Gesamtbevölkerung einordnen zu können (Apel et al. 2017). Durch Vergleiche mit Ergebnissen früherer GerES-Zyklen kann zudem die zeitliche Entwicklung der Belastung untersucht werden. Dies ist insbesondere wichtig, um den Erfolg umweltpolitischer Maßnahmen für die Gesundheit der Bevölkerung beurteilen zu können.

Da vergleichbare Belastungsdaten seit 2017 in der Europäischen HBM-Initiative HBM4EU (<http://www.hbm4eu.eu>) für ganz Europa gewonnen werden, um die menschliche Gesundheit in Europa noch effektiver zu schützen (Ganzleben et al. 2017), werden die HBM-Ergebnisse und Erkenntnisse aus GerES V außerdem auch in dieses vom UBA geleitete Projekt einfließen.

IDENTIFIZIERUNG NEUER SCHADSTOFFBELASTUNGEN

Neben steigenden und sinkenden Produktions- und Verwendungsmengen von Chemikalien kommt es durchaus vor, dass bekannte Chemikalien vom Markt genommen und durch neue ersetzt werden, zu denen es kaum Daten zur Belastung und zu den Risiken für die Bevölkerung gibt. Die Aufgabe des HBM in GerES ist es, flexibel darauf zu reagieren.

Einige Phthalate, die als Weichmacher in der Plastikherstellung seit Jahrzehnten breite Anwendung fanden, haben sich als gesundheitlich bedenklich erwiesen. Ihre Anwendung wurde daraufhin in den vergangenen Jahren reguliert. Erfreulicherweise kann ein Rückgang der Durchschnittsbelastung der Bevölkerung mit diesen Phthalaten beobachtet werden (Schwedler, Manuskript

in Vorbereitung). Gleichzeitig wurden jedoch zunehmend neue Phthalate und Phthalat-Ersatzstoffe entwickelt und eingesetzt.

Dank neuer HBM-Analysemethoden, die in Kooperation zwischen dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und dem Verband der Chemischen Industrie (VCI) entwickelt wurden (Kolossa-Gehring et al. 2017), konnten in GerES V einige der neuen Phthalate und Phthalatersatzstoffe erstmalig auf Bevölkerungsebene gemessen werden. **TABELLE 2** zeigt, dass die Stoffwechselprodukte der Phthalat-Ersatzstoffe DINCH (Di-(iso-nonyl)-cyclohexan-1.2-dicarboxylat) und DEHTP (Di-(2-ethylhexyl) terephthalat) mittlerweile im Urin aller 3- bis 17-jährigen Kinder und Jugendlichen in Deutschland und die Stoffwechselprodukte des neuen Phthalats DPHP (Di-(2-propylheptyl) phthalat) im Urin von 62 Prozent dieser Kinder und Jugendlichen in bestimmaren Konzentrationen zu finden sind (Schwedler et al. 2019).

ERMITTLUNG HÖHER BELASTETER BEVÖLKERUNGSGRUPPEN

Am Beispiel der polychlorierten Biphenylen (PCB) und Dichlordiphenyltrichlorethylen (DDT) lässt sich gut zeigen, wie durch GerES besonders belastete Bevölkerungsgruppen identifiziert werden können. PCB sind sehr langlebige Schadstoffe. Sie wurden bis in die 1980er Jahre insbesondere als Hydraulikflüssigkeit, als Schmiermittel und als Kühlflüssigkeit in Transformatoren und elektrischen Kondensatoren eingesetzt. Seit 1983 gilt in der Bundesrepublik Deutschland ein generelles Produktionsverbot für PCB. Sie zählen zu den als „dreckiges Dutzend“ bekannten organischen Giftstoffen und gehören seit Inkrafttreten der Stockholm-Konvention (POPS-Übereinkommen 2002) im Jahre 2004 aufgrund ihrer toxischen Eigenschaften und ihrer Persistenz weltweit zu den verbotenen Stoffen. So stehen sie im Verdacht, krebserregend zu sein, die Entwicklung zu verzögern und hormonell wirksam zu sein. PCB wurden in der ehemaligen Deutschen

Substanz	Anzahl untersuchte Personen	Häufigkeit (Anteil der Proben mit bestimm- baren Konzentrationen in %)	mittlere Belastung (Median der Konzentrationen im Urin in µg/L)
DINCH			
OH-MINCH	2.228	100	2,20
oxo-MINCH	2.227	97	0,96
cx-MINCH	2.225	99	1,08
DPHP			
OH-MPHP	516	50	< BG
oxo-MPHP	516	62	0,31
cx-MPHP	516	1	< BG
DEHTP			
OH-MEHTP	2.212	67	0,50
oxo-MEHTP	2.212	79	0,53
cx-MEHTP	2.212	100	7,20
cx-MMHTP	2.212	20	< BG
BG: Bestimmungsgrenze			

TABELLE 2
Abbauprodukte der
Plastikinhaltstoffe
DINCH, DPHP und
DEHTP bei Kindern und
Jugendlichen. Häufigkeit
und mittlere Belastung.

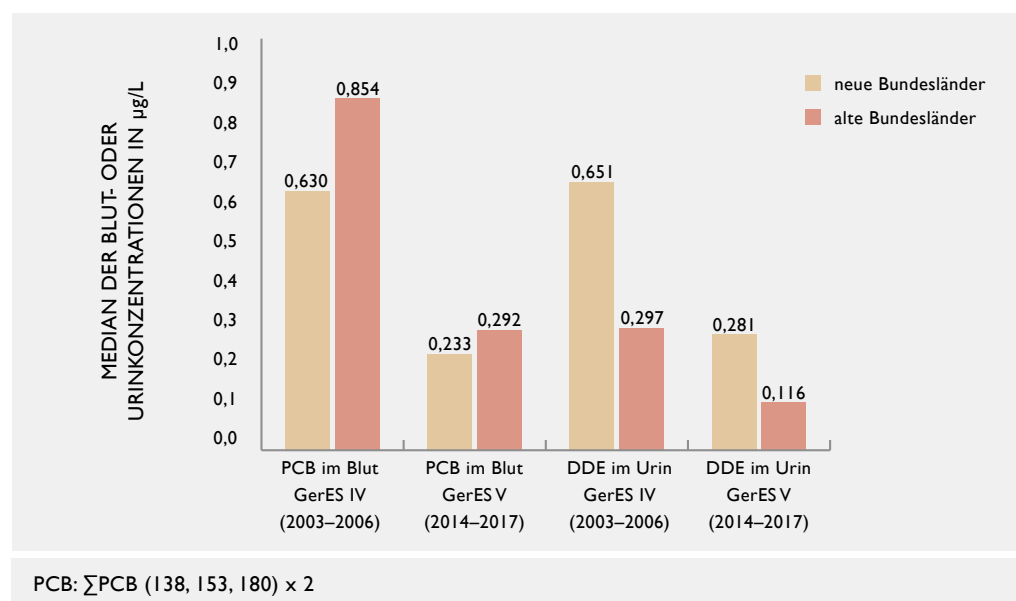
Demokratischen Republik (DDR) weitaus weniger eingesetzt als im übrigen Deutschland.

DDT ist ein sehr wirksames Kontakt- und Fraßgift in Land- und Forstwirtschaft und war jahrzehntelang weltweit das meist genutzte Insektizid. DDT ist in der Umwelt sehr persistent und wird im Nahrungsnetz angereichert. DDT ist für Menschen und Tiere toxisch, es wirkt als endokriner Disruptor und steht im Verdacht, mutagen und kanzerogen zu sein. Entsprechend der Stockholm-Konvention ist die Herstellung und Verwendung

von DDT nur noch zur Bekämpfung krankheitsübertragender Insekten zulässig. Während in der Bundesrepublik Deutschland seit 1972 ein DDT-Verbot aufgrund seiner Toxizität galt, wurde es in der ehemaligen DDR noch bis 1988 eingesetzt.

In **ABBILDUNG 2** sind die unterschiedlichen durchschnittlichen Belastungen der Bevölkerung in den neuen und alten Bundesländern mit PCB und mit Dichlordiphenyldichloräthylen (DDE), einem Metaboliten des DDT, dargestellt.

ABBILDUNG 2
Ost-West-Unterschiede bei Polychlorierten Biphenylen (PCB) und DDE, einem Abbauprodukt des Organochlorpestizids DDT sowie zeitlicher Vergleich der Belastung.



Auch rund 30 Jahre nach der Wiedervereinigung ist der unterschiedliche Einsatz der persistenten Schadstoffe PCB und DDT noch sichtbar: während Kinder und Jugendliche in den neuen Bundesländern durchschnittlich geringere PCB-Gehalte im Blut aufweisen als die, die in den alten Bundesländern wohnen, verhält es sich beim DDE umgekehrt. Kinder und Jugendliche aus den neuen Bundesländern sind durchschnittlich immer noch stärker mit DDE belastet als die aus den alten Bundesländern. Dies veranschaulicht und unterstreicht die Persistenz dieser Stoffe in der Umwelt. Bemerkenswert ist, dass diese Substanzen auch in Kindern und Jugendlichen nachgewiesen werden, die zum Zeitpunkt eines Verbotes noch gar nicht geboren waren. Eine Ursache dafür ist eine Weitergabe von Müttern an Kinder durch Stillen.

VERÄNDERUNGEN DER BELASTUNG MIT DER ZEIT

ABBILDUNG 2 zeigt jedoch auch, dass die durchschnittliche Belastung von Kindern und Jugendlichen in Deutschland mit PCB und DDE in den Jahren 2014 bis 2017 geringer ist als in den Jahren 2003 bis 2006. Die Durchschnittswerte für die Belastungen der 3- bis 14-Jährigen mit PCB nahmen von GerES IV der Jahre 2003 bis 2006 zu GerES V der Jahre 2014 bis 2017 um rund 65 Prozent ab. Die mittlere Belastung mit DDE fiel analog um rund 60 Prozent.

So kann mit GerES nicht nur die langanhaltende Belastung mit persistenten Chemikalien gezeigt werden, sondern es ist auch möglich, den zeitlichen Verlauf von Belastungen zu verfolgen.

MÖGLICHE EINFLUSSFAKTOREN DER SCHADSTOFFBELASTUNG

Metalle wie Quecksilber, Blei und Cadmium sind toxisch für den Menschen. Dabei sind neurotoxische (Blei, Quecksilber) und kanzerogene Wirkungen (Blei, Cadmium) besonders bedeutsam. Die Verbreitung dieser toxischen Metalle in der Umwelt und im

Menschen hat zwar abgenommen, dennoch zählen sie zu den Schadstoffen, deren Aufnahme weiter reduziert werden sollte. Um die dafür nötigen Maßnahmen zielgerichtet entwickeln zu können, werden aktuelle Informationen über die möglichen Einflussfaktoren der menschlichen Belastung benötigt.

Wie ABBILDUNG 3 zeigt, hatten Kinder und Jugendliche, die angaben, mindestens eine Amalgam-Zahnfüllung zu haben, durchschnittlich höhere Quecksilberwerte im Urin als Kinder und Jugendliche, die von keiner Amalgam-Zahnfüllung berichteten.

Zusätzlich zum Bleigehalt im Blut der Kinder und Jugendlichen wurde auch der Bleigehalt des Trinkwassers bestimmt. Lag der Bleigehalt des Trinkwassers im oberen Drittel der Messwerte, so hatten diese Kinder und Jugendlichen auch durchschnittlich höhere Bleigehalte im Blut als Kinder und Jugendliche, bei denen niedrigere Bleigehalte im Trinkwasser gemessen wurden.

Betrachten wir den Cadmiumgehalt im Urin im Zusammenhang mit der Ernährung, so zeigte sich, dass Kinder und Jugendliche, die angaben, sich vegetarisch zu ernähren, durchschnittlich höhere Cadmiumgehalte im Urin hatten als Kinder und Jugendliche, die sich nicht vegetarisch ernährten.

Diese Beispiele belegen die Assoziationen verschiedener Quellen und -pfade mit den Schadstoffbelastungen im Körper und zeigen damit Ansatzpunkte, auf welchen Wegen eine Aufnahme weiter reduziert werden könnte.

GESUNDHEITLICHE BEDEUTUNG DER ERGEBNISSE

Um beurteilen zu können, ob die gefundenen Belastungen für die Gesundheit der Kinder und Jugendlichen von Bedeutung sind, ist ein Vergleich mit gesundheitsbasierten Beurteilungswerten notwendig. Die Kommission „Human-Biomonitoring“, von der das UBA beraten wird, leitet auf der Grundlage von toxikologischen und epidemiologischen Untersuchungen gesundheitsbezogene Beurteilungswerte (HBM-I- und HBM-II-Werte) für die im Menschen gefundenen Schadstoffe

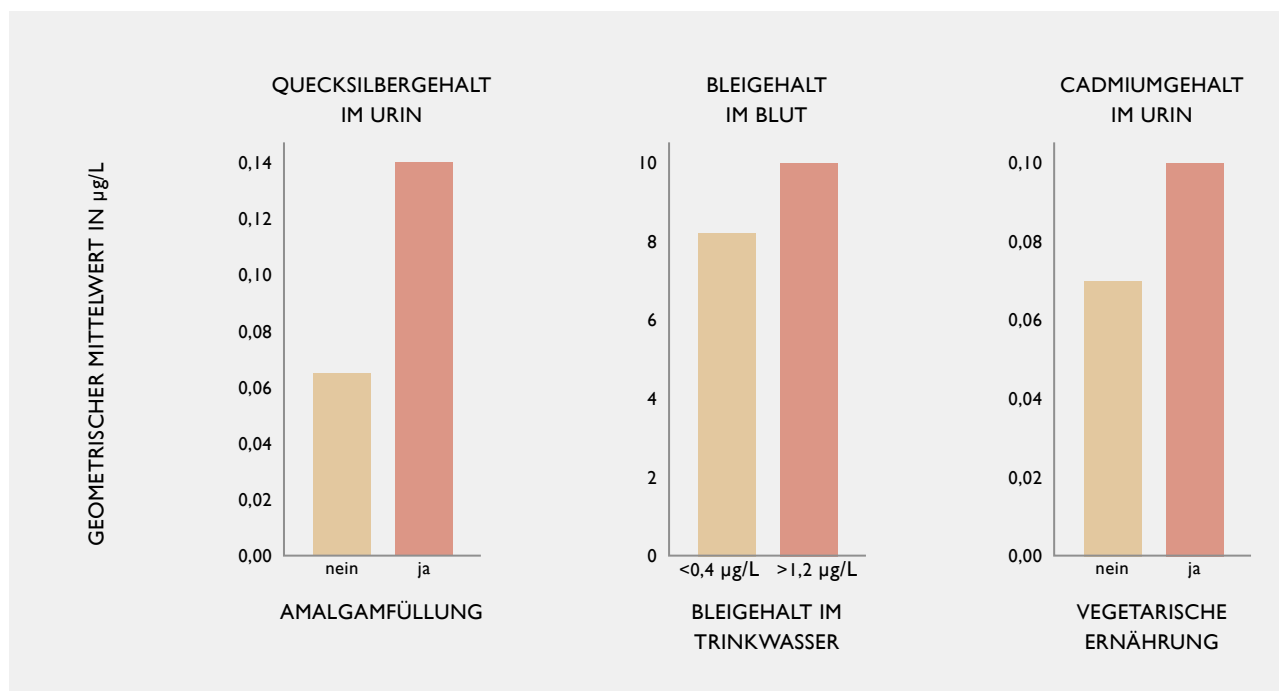


ABBILDUNG 3
Einflussfaktoren auf
Quecksilber-, Blei- und
Cadmiumgehalt in Urin
und Blut der Kinder
und Jugendlichen in
Deutschland.

ab (Bekanntmachung des Umweltbundesamtes 2014; Apel et al. 2017). Dabei ist der HBM-I-Wert ein Prüf- und Kontrollwert, bei dessen Unterschreitung nach derzeitigem Kenntnisstand keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist. Der HBM-II-Wert entspricht der Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei dessen Überschreitung nach dem Stand der derzeitigen Bewertung eine als relevant anzusehende gesundheitliche Beeinträchtigung möglich ist. Liegen Konzentrationen zwischen dem HBM-I- und HBM-II-Wert, so ist eine gesundheitliche Beeinträchtigung nach derzeitigem Kenntnisstand nicht ausreichend sicher auszuschließen.

TABELLE 3
Überschreitungen
gesundheitsbasierter
HBM-Werte in GerES V.

Von den hier berichteten Chemikalien wurden für die Metalle Quecksilber und Cadmium, für PCBs und für die Weichmacher DINCH und DPHP HBM-Werte von der HBM-Kommission abgeleitet. **TABELLE 3** zeigt, bei welchen dieser Chemikalien die HBM-Werte in GerES V bei Kindern und Jugendlichen überschritten wurden.

Das Maß und die Höhe der Überschreitungen zeigen, dass für Cadmium, PCBs und den Phthalatersatzstoff DINCH Belastungen in der jungen Bevölkerung gefunden werden, bei denen nach derzeitigem Kenntnisstand eine gesundheitliche Beeinträchtigung nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Für diese Stoffe sind eine Verringerung der Belastung und eine Überprüfung des Erfolgs der dazu ergriffenen Maßnahmen erforderlich.

Substanz	HBM-I-Wert	HBM-II-Wert	Überschreitung des HBM-I-Wertes	maximale Überschreitung	Überschreitung des HBM-II-Wertes
Cadmium in Urin	0,5 µg/L	2 µg/L	0,62 %	3,7-fach	keine
PCB im Blut	3,5 µg/L	7 µg/L	0,14 %	1,2-fach	keine
DINCH im Urin	3 mg/L	-	0,04 %	1,1-fach	

PCB im Blut: $\sum \text{PCB (138, 153, 180)} \times 2$; DINCH im Urin: $\sum \text{OH-MINCH} + \text{cx-MINCH}$

FAZIT

Die hier vorgestellten ersten HBM-Ergebnisse aus GerES V zeigen, dass Kinder und Jugendliche in Deutschland mit einer Vielzahl von Chemikalien belastet sind. Mit neu entwickelten HBM-Analysemethoden können aktuell bedeutsame Chemikalien in die Untersuchungen einbezogen werden. Mit GerES kann somit auf Veränderungen auf dem Chemikalienmarkt reagiert und können aktuelle Belastungsdaten auch für erstmalig gemessene Substanzen erhoben werden.

Ferner konnte mit GerES V gezeigt werden, dass die Regulation persistenter Schadstoffe zu einer deutlichen Abnahme der körperlichen Belastung in der Bevölkerung geführt haben. Dennoch können diese giftigen Schadstoffe noch immer in den Körpern von Kindern und Jugendlichen gemessen werden.

Durch die Verknüpfung der Messergebnisse mit weiteren Untersuchungs- und Befragungsdaten kann GerES V Informationen zu Belastungsquellen und -pfaden liefern. Dieses Wissen unterstützt die Risikokommunikation und ist hilfreich, um Maßnahmen für eine Belastungsminderung ergreifen zu können.

Die Einschätzung, in welchem Umfang die Belastung von gesundheitlicher Bedeutung für die Kinder und Jugendlichen ist, gibt allen Akteuren im gesundheitsbezogenen Umweltschutz Argumente in die Hand, Regelungen und Maßnahmen zur Vermeidung dieser Schadstoffbelastungen zu entwickeln und zu verfolgen.

GerES ist ein wichtiger Partner in nationalen und internationalen Kooperationen und Netzwerken, allen voran HBM4EU, das sowohl auf die Erfahrungen von GerES aufbaut als auch die Daten und Ergebnisse aus GerES einer internationalen Auswertung und Aufbereitung für eine gesundheitsbezogene Chemikalienpolitik zuführt.

DANKSAGUNG

Wir danken allen teilnehmenden Familien, dem RKI und dem GerES-Studienteam, ohne deren Beteiligung und Zusammenarbeit GerES V nicht möglich gewesen wäre. Wir danken Kantar Health München für die Durchführung der Feldarbeit. Dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) sowie dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) danken wir für die finanzielle Unterstützung.

GerES-Internetseite des UBA: <https://www.umweltbundesamt.de/umweltstudie>.

LITERATUR

Angerer J, Ewers U, Wilhelm M (2007): Human biomonitoring: State of the art. *Int J Hyg Environ Health*. 210: 201–228. DOI: 10.1016/j.ijheh.2007.01.024.

Apel P, Angerer J, Wilhelm M et al. (2017): New HBM values for emerging substances, inventory of reference and HBM values in force, and working principles of the German Human Biomonitoring Commission. *Int J Hyg Environ Health*. 220: 152–166. DOI: 10.1016/j.ijheh.2016.09.007.

Bekanntmachung des Umweltbundesamtes (2014): Grundsatzpapier zur Ableitung von HBM-Werten. Stellungnahme der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. *Bundesgesundheitsblatt*. 57: 138–147. DOI: 10.1007/s00103-012-1867-2.

Ganzleben C, Antignac JP, Barouki R et al. (2017): Human biomonitoring as a tool to support chemicals regulation in the European Union. *Int J Hyg Environ Health*. 220: 94–97. DOI: 10.1016/j.ijheh.2017.01.007.

Hoffmann R, Lange M, Butschalowsky H et al. (2018): Querschnitterhebung von KiGGS Welle 2 – Teilnehmengewinnung, Response und Repräsentativität. *J Health Monitoring* 3 (1): 82–96. DOI: 10.17886/RKI-GBE-2018-015.

Kolossa-Gehring M, Fiddicke U, Leng G et al. (2017): New human biomonitoring methods for chemicals of concern – the German approach to enhance relevance. *Int J Hyg Environ Health*. 220: 103–112. DOI: 10.1016/j.ijheh.2016.10.012.

Mauz E, Gößwald A, Kamtsiuris P et al. (2017): Neue Daten für Taten. Die Datenerhebung zur KiGGS Welle 2 ist beendet. J Health Monitoring 2 (S3): 2–28. DOI: 10.17886/RKI-GBE-2017-099.

POPs-Übereinkommen (2002): Gesetz zu dem Stockholmer Übereinkommen vom 23. Mai 2001 über persistente organische Schadstoffe (POPs-Übereinkommen). Bundesgesetzblatt. Teil II Nr. 13: 803–896.

Schulz C, Kolossa-Gehring M, Gies A (2017): Die Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen 2014 – 2017 (GerESV) – das Umweltmodul in KiGGS Welle 2. J Health Monitoring. 2 (S3): 47–53. DOI: 10.17886/RKI-GBE-2017-102.

Schwedler G, Conrad C, Rucic E et al. (2019): Hexamoll DINCH and DPHP metabolites in urine of children and adolescents in Germany. Human biomonitoring results of the German Environmental Survey GerESV, 2014–2017. Int J Hyg Environ Health. 222. DOI: 10.1016/j.ijheh.2019.09.004.

KONTAKT

Gerda Schwedler
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.2 „Toxikologie,
gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: gerda.schwedler[at]uba.de

[UBA]

Kochen für die Wissenschaft – Die MEAL-Studie des Bundesinstituts für Risikobewertung

Cooking for science – The MEAL Study of the German Federal Institute for Risk Assessment

ZUSAMMENFASSUNG

Die BfR-MEAL-Studie ist die erste deutsche und weltweit umfangreichste Total-Diet-Studie. Sie untersucht großflächig, welche Stoffe in welchen Konzentrationen in zubereiteten Lebensmitteln enthalten sind. Um die Studie so verbrauchernah wie möglich zu gestalten, war es zunächst erforderlich, repräsentative Daten über das Einkaufs- und Zubereitungsverhalten der deutschen Bevölkerung zu gewinnen. Die Ergebnisse dieser Vorstudien fanden Eingang in die experimentelle Phase, die mit der Eröffnung der eigens eingerichteten Studienküche im Oktober 2016 begann. Inzwischen wurde die erste Feldphase im Mai 2019 abgeschlossen und die zweite Feldphase begonnen. Bis voraussichtlich zum Jahr 2021 untersucht die BfR-MEAL-Studie rund 60.000 Lebensmittel auf knapp 300 erwünschte und unerwünschte Stoffe, darunter Schwermetalle, Mykotoxine, Pflanzenschutzmittelrückstände und Nährstoffe. Erste Ergebnisse werden demnächst erwartet.

SUSANN STEHFEST,
IRMELA SARVAN,
OLIVER LINDTNER,
MATTHIAS GREINER

ABSTRACT

The BfR MEAL Study is the first German and most comprehensive Total Diet Study worldwide. It examines on a large scale levels of substances in prepared foods. To mimic the behaviour of consumers as well as possible, it was first necessary to obtain representative data concerning the purchasing and preparation habits of the German population. The results of these preliminary studies were included in the experimental phase, which began in October 2016 with the opening of the specially fitted study kitchen. Meanwhile, the first field phase was concluded in May 2019 and the second field phase began afterwards. Presumably until 2021, the BfR MEAL Study will examine almost 300 desired and undesired substances including heavy metals, mycotoxins, plant protection product residues and nutrients in around 60,000 foods. The first results are expected soon.

EINLEITUNG UND HINTERGRUND

Die Aufgabe des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) ist es, gesundheitliche Risiken auf wissenschaftlicher Basis zu bewerten. Aus toxikologischer Sicht ist ein Risiko das Produkt aus Gefährdungspotenzial und Exposition. Das Gefährdungspotenzial beschreibt toxische Eigenschaften eines Stoffes und ist unveränderlich. Ein Risiko geht je-

doch erst dann von diesem Stoff aus, wenn es zur Aufnahme kommt, das heißt eine Exposition mit dem Stoff vorliegt (BfR 2010).

Um eine Expositionsschätzung im Bereich Lebensmittelsicherheit vornehmen zu können, sind zum einen Daten erforderlich, welche Lebensmittel in welchem Umfang verzehrt werden (Verzehrsdaten), und zum anderen, welche Stoffe in welchen Konzentrationen in diesen Lebensmitteln enthalten sind (Gehaltsdaten). Repräsen-



Die BfR-MEAL-Studie untersucht, wie viel von welchen Stoffen in zubereiteten Lebensmitteln enthalten ist. Quelle: BfR.

tive Daten zum Verzehrverhalten liegen in Deutschland durch mehrere Verzehrsstudien vor. Für Erwachsene wurden diese zuletzt im Jahr 2008 vom Max-Rubner-Institut in der Nationalen Verzehrsstudie II (NVS II) erhoben (MRI 2008). Ergänzt werden sie um Daten zum Verzehrverhalten von Kindern aus der VELS-Studie (Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern) aus dem Jahr 2002 (BfR 2005).

Gehaltsdaten liegen in Deutschland in erster Linie durch das Lebensmittel-Monitoring des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit und den Bundeslebensmittelschlüssel des Max-Rubner-Instituts vor. Im Fokus stehen ausschließlich unverarbeitete Lebensmittel, für die ein gesetzlicher Höchstwert festgelegt wurde. Für

eine umfassende und repräsentative Expositionsschätzung von verzehrfertigen Lebensmitteln in Deutschland ist eine breitere Datengrundlage jedoch unerlässlich. Dieses Ziel verfolgt die BfR-MEAL-Studie als erste deutsche Total-Diet-Studie (Bürgelt et al. 2016; Sarvan et al. 2017). Das Akronym MEAL steht für „Mahlzeiten für die Expositionsschätzung und Analytik von Lebensmitteln“.

Die Methode der Total-Diet-Studie wurde Mitte des 20. Jahrhunderts in den USA entwickelt. Total-Diet-Studien dienen dazu, durchschnittliche Konzentrationen verschiedener Stoffe in verzehrfertigen Lebensmitteln zu ermitteln. Die Methode ist mittlerweile international anerkannt, wird von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sowie der Organisation für Ernäh-

rung und Landwirtschaft der Vereinten Nationen (FAO) als Grundlage für Expositionsschätzungen empfohlen und wurde bereits in über 50 Ländern durchgeführt (EFSA et al. 2011; WHO 2015). Mit rund 60.000 Lebensmitteln, die auf knapp 300 Stoffe untersucht werden, ist die BfR-MEAL-Studie nicht nur die erste deutsche, sondern auch die weltweit umfangreichste Total-Diet-Studie (Lindtner 2015). Das Bundesinstitut für Risikobewertung führt seit dem Jahr 2015 im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft die Studie durch, die mit rund 13 Millionen Euro finanziert wird.

Total-Diet-Studien unterliegen drei Grundprinzipien, die es ermöglichen, umfassend und repräsentativ Gehaltsdaten zu ermitteln (EFSA et al. 2011):

- 1 Sie bilden repräsentativ das Verzehrverhalten der Bevölkerung ab. Im Falle der BfR-MEAL-Studie sind das 90 Prozent der in Deutschland am meisten verzehrten Lebensmittel sowie weitere Lebensmittel, sofern sie mit mindestens einem unerwünschten Stoff hoch belastet sein können.
- 2 Die Lebensmittel werden nicht in rohem Zustand untersucht, sondern zunächst so zubereitet, wie sie üblicherweise von der deutschen Bevölkerung verzehrt werden.
- 3 Ähnliche Lebensmittel werden vor der Analyse in Lebensmittelgruppen – sogenannten Pools – zusammengefasst. Das Poolen dient dazu, den hohen Aufwand bei der Analyse geringer zu halten.

Mit den Ergebnissen der BfR-MEAL-Studie können mögliche gesundheitliche Risiken durch Lebensmittel noch genauer bewertet werden. Sie bilden zudem die Grundlage, um Empfehlungen für das Risikomanagement sowie konkrete Verzehrempfehlungen für die Bevölkerung abzuleiten. In einem möglichen Krisenfall dienen die Gehaltsdaten der BfR-MEAL-Studie als schnell verfügbare und repräsentative Vergleichsbasis zu den akut gemessenen Gehalten eines unerwünschten

Stoffes. So konnte das BfR erstmalig in einer Stellungnahme vom 03.12.2018 zu nicht-dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (ndl-PCB) in Lebens- und Futtermitteln vorläufige Ergebnisse der BfR-MEAL-Studie zur Berechnung der Hintergrundkonzentration verwenden (<https://www.bfr.bund.de/cm/343/nicht-dioxinaehnliche-pcb-sind-in-lebens-und-futtermitteln-unerwuenscht.pdf>).

ABLAUF DER BfR-MEAL-STUDIE

Dem Design einer Total-Diet-Studie folgend läuft die BfR-MEAL-Studie in sechs Arbeitsschritten ab (Bürgelt et al. 2016) (ABBILDUNG 1):

- 1 **Auswahl der Lebensmittel.** Aus den vorliegenden Daten von Verzehrsstudien werden 90 Prozent der in Deutschland am häufigsten verzehrten Lebensmittel je Altersgruppe und Lebensmittelgruppe ausgewählt. Darüber hinaus berücksichtigt die Studie selten verzehrte Lebensmittel, wenn sie bekanntermaßen hohe Gehalte an unerwünschten Stoffen aufweisen.
- 2 **Einkauf.** Mit Beginn der Feldphase im Oktober 2016 kauft das Studienteam diese Lebensmittel zum Teil deutschlandweit in vier verschiedenen Regionen, jeweils in Großstädten, Kleinstädten und im ländlichen Raum ein und berücksichtigt dabei die unterschiedlichen Einkaufsgewohnheiten der deutschen Bevölkerung sowie saisonale Besonderheiten.
- 3 **Zubereitung in der BfR-Studienküche.** Die Lebensmittel werden anschließend in der eigens für die BfR-MEAL-Studie eingerichteten Studienküche zubereitet, wobei Zubereitungsart und verwendete Küchengeräte das typische Verbraucherverhalten nachbilden.

Die BfR-MEAL-Studie: Was im Essen steckt

Die BfR-MEAL-Studie (Mahlzeiten für die Expositionsschätzung und Analytik von Lebensmitteln) ist die erste Total-Diet-Studie für Deutschland. Sie ermittelt, welche Stoffmengen Lebensmittel nach der Verarbeitung und Zubereitung enthalten.

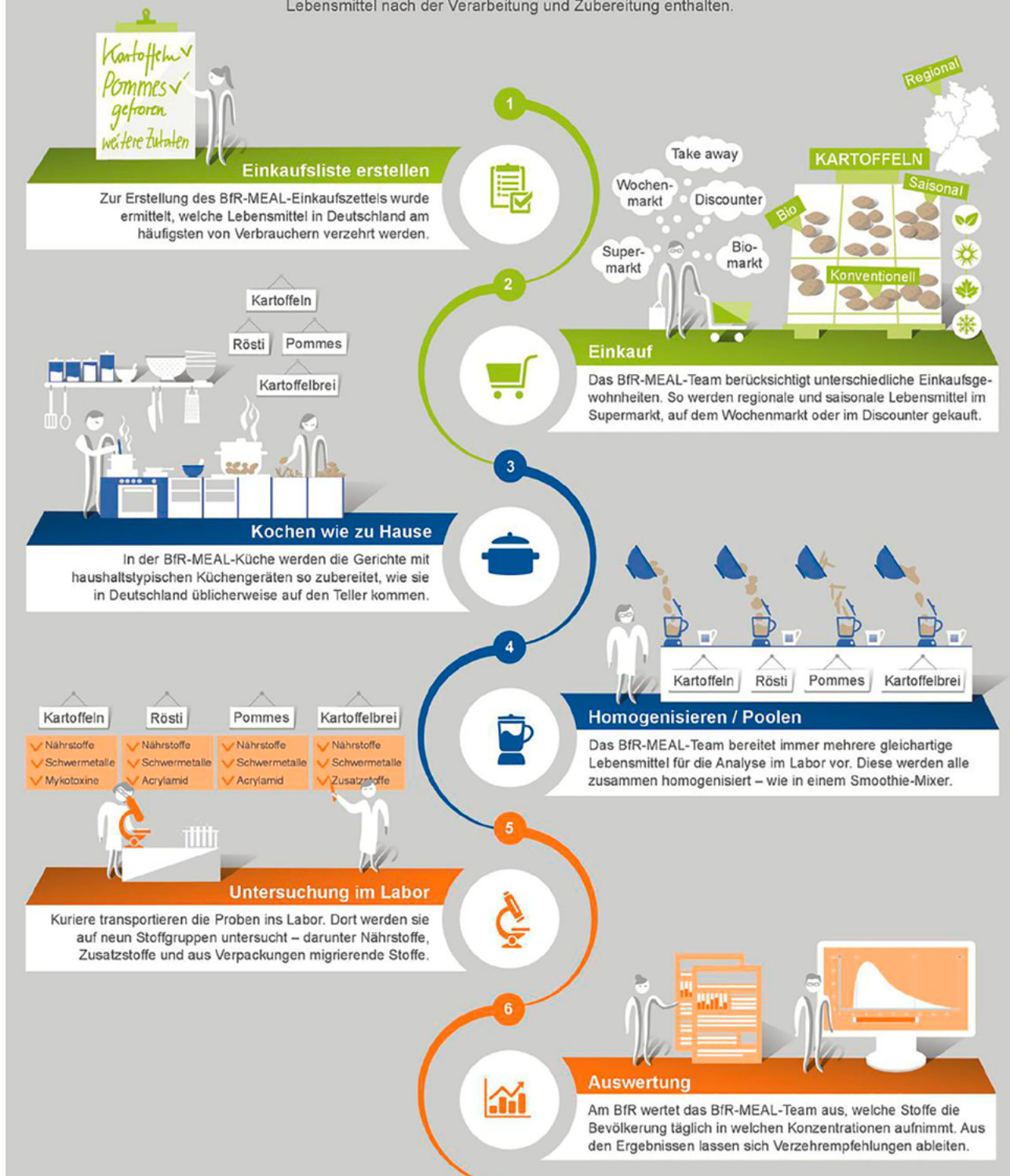


ABBILDUNG | Ablauf der BfR-MEAL-Studie von der Einkaufsliste bis zur Expositionsschätzung. Quelle: BfR.

4 Pools und Homogenisieren. Die Lebensmittel werden anschließend zu Pools zusammengefasst: Rund 60.000 Einzel-Lebensmittel werden so auf bis zu 4.000 Pools verteilt über die verschiedenen Module reduziert. Anschließend werden die Proben homogenisiert, in Behälter abgefüllt und bis zur Analyse in Tiefkühlräumen gelagert.

5 Analyse. Die Analytik der Proben findet größtenteils außerhalb des BfR an akkreditierten Laboren statt. Sie untersuchen die Proben auf insgesamt knapp 300 Stoffe.

6 Auswertung und Expositionsschätzung. Das BfR wertet aus, welche Stoffe die Bevölkerung in welchen Konzentrationen über die untersuchten Lebensmittel aufnimmt. Die Expositionsschätzung ist Grundlage für die Bewertung eines gesundheitlichen Risikos.

VORSTUDIEN ZUM ABBILD DES VERBRAUCHERVERHALTENS

Ziel der BfR-MEAL-Studie ist es, in allen Arbeitsschritten repräsentativ für die deutsche Bevölkerung vorzugehen und die Lebensmittel so einzukaufen und in der Studienküche zuzubereiten, wie es dem Verhalten der deutschen Bevölkerung entspricht. Da mit Beginn der BfR-MEAL-Studie keine ausreichenden repräsentativen Informationen vorlagen, beauftragte das BfR ein Markt- und Sozialforschungsinstitut mit der Erhebung dieser Daten im Zeitraum November 2015 bis Dezember 2016. Zudem wurden bereits erhobene Marktdaten von rund 30.000 deutschen Haushalten über die häufigsten Einkaufsstätten, die meistverkauften Marken und die beliebtesten Kochbücher beziehungsweise Internetseiten für Rezepte erworben und ausgewertet.

Die Vorstudien sollten insbesondere Aufschluss darüber bringen:

- Welche Speisen werden in welchem Umfang außer Haus konsumiert, und welche Bezugswege werden dabei genutzt?
- Welche Küchenutensilien werden für die Zubereitung der Mahlzeiten verwendet?
- Wie und nach welchen Rezepten werden die Lebensmittel zubereitet?
- Welche Bräunungsgrade erreichen die Lebensmittel in der Zubereitung?

AUSSER-HAUS-VERZEHR

Die meisten Lebensmittel werden in Deutschland zu Hause zubereitet. Es gibt jedoch Ausnahmen: Insbesondere für Backwaren, Kartoffelgerichte, Salate, Fleisch- und Wurstwaren, Fisch und Meeresfrüchte, Imbissgerichte und Desserts spielt der Außer-Haus-Verzehr eine große Rolle, wobei damit der Ort der Zubereitung und nicht der Ort des Verzehrs gemeint ist. Eine der Vorstudien (repräsentative Online-Befragung mit n = 2.000 Haushalten) ergab beispielsweise, dass Pizza in der Hälfte aller Verzehrfälle selbst zubereitet wird, wobei hierunter ebenso Tiefkühlpizza fällt, da sie im heimischen Ofen fertig gebacken wird. Verzehrfertige Pizza kauften die Befragten zu 42 Prozent bei Lieferdiensten, zu 37 Prozent in Restaurants und zu 21 Prozent in einem Imbiss, Schnellrestaurant beziehungsweise einer Restaurantkette. Die Ergebnisse wurden beispielsweise bei der Zusammensetzung des Pools „Pizza mit Fleisch“ berücksichtigt: Die Studienküche bereitete in der ersten Feldphase Pizzen aus dem Tiefkühlregal, vom Lieferservice, aus einem Schnellrestaurant sowie selbst gemachte Pizzen entsprechend der prozentualen Verteilung aus der Vorstudie zu (ABBILDUNG 2).

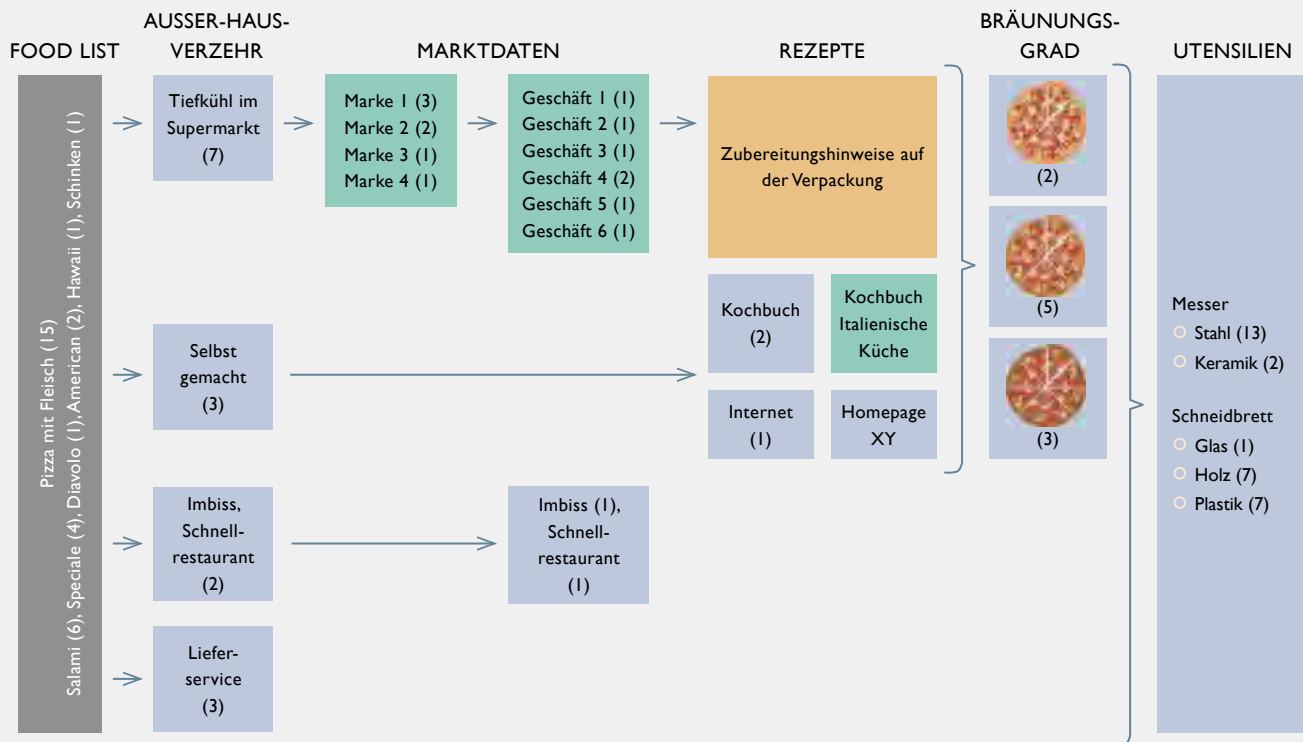


ABBILDUNG 2

Exemplarische repräsentative Zusammenstellung einer Poolprobe am Beispiel „Pizza mit Fleisch“. Quelle: BfR.

INFORMATIONEN ÜBER DIE BESCHAFFENHEIT DER GENUTZTEN KÜCHENUTENSILIEN

In der Studienküche selbst ist der Anspruch der BfR-MEAL-Studie, die Lebensmittel verbrauchertypisch zuzubereiten. Die Auswahl der Küchenutensilien hat mitunter Einfluss auf das Untersuchungsergebnis: Substanzen aus einem Edelstahltopf oder einer Pfanne können beim Kochvorgang beispielsweise in das zubereitete Lebensmittel übergehen. Daher berücksichtigen die Köche der Studienküche bei der Zubereitung der Mahlzeiten Informationen aus einer weiteren repräsentativen Vorstudie zu Küchenutensilien in deutschen Haushalten (Telefonbefragung, n = 1.000). Die Befragung zeigte, dass in 53 Prozent der Zubereitungen Pfannen aus Teflonbeschichtung eingesetzt werden, seltener dagegen Pfannen mit Keramikbeschichtung (14 Prozent), unbeschichtete Edelstahlpfannen (12 Prozent) und unbeschichtete

gusseiserne Pfannen (11 Prozent). Für den Arbeitsalltag in der Studienküche heißt das: Die zu verwendenden Pfannen werden prozentual so auf die Teilproben aufgeteilt, wie es die Umfragen ergeben haben. Die Vorstudie gab weiterhin Aufschluss darüber, aus welchen Materialien typische Koch- und Backutensilien, Küchenmesser und Utensilien zur Kaffee- beziehungsweise Teezubereitung bestehen, sowie ob beim Grillen ein Holzkohle-, Elektro- oder Gasgrill zum Einsatz kommen. Auf dieser Grundlage werden beispielsweise in der zweiten Feldphase Lebensmittel auf verschiedenen Grilltypen in getrennten Pools zubereitet. Die Ergebnisse geben Aufschluss darüber, welchen Einfluss der Grilltyp auf die Bildung von Prozesskontaminanten wie zum Beispiel Acrylamid hat.

ZUBEREITUNGSVERHALTEN UND REZEPTQUELLEN

Neben den verwendeten Küchenutensilien war für die BfR-MEAL-Studie außerdem von Relevanz, Informationen über das Verbraucherverhalten bei der Zubereitung von Speisen zu erhalten. In einer weiteren Vorstudie (repräsentative Telefonbefragung, n = 1.000) wurde daher zunächst nach den Informationsquellen für Koch- und Backrezepte gefragt. Die Befragten bereiten demnach 26 Prozent ihrer Gerichte nach Familienrezepten zu, 23 Prozent nach Rezepten aus dem Internet und 20 Prozent nach Kochbuchrezepten. Um wiederum zu wissen, welche Rezepte den zubereiteten Speisen zugrunde liegen, hat das BfR Marktdaten zu den meistverkauften Kochbüchern und den beliebtesten Internetseiten für Rezepte erworben. Weitere Fragen zum Zubereitungsverhalten gaben Aufschluss über Präferenzen in Bezug auf Sushi-Variationen, Salatzutaten, die Nutzung von Ölen und Fetten, Mischungsverhältnisse von Mixgetränken sowie die konkrete Zubereitung von stärkehaltigen Lebensmitteln, Getreideprodukten, Obst und Gemüse, Fleisch, Fisch, Sojaprodukten sowie Getränken.

PRÄFERIERTE BRÄUNUNGSGRAD VON LEBENSMITTELN

Eines der Grundprinzipien von Total-Diet-Studien ist es, Lebensmittel nicht im rohen Zustand zu analysieren, sondern verzehrfertig zubereitet. Grund dafür ist, dass sich Substanzen während der Zubereitung verändern: Vitamine werden beispielsweise beim Kochen abgebaut, Prozesskontaminanten wie Acrylamid oder polyaromatische Kohlenwasserstoffe entstehen dagegen erst während der Zubereitung, zum Beispiel durch Frittieren, Braten und Grillen von kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln (BfR 2011). Daher war es für die BfR-MEAL-Studie wichtig, repräsentative Informationen darüber zu erhalten, wie die deutsche Bevölkerung Speisen wie Bratkartoffeln, Toastbrot oder Eierkuchen in der

Regel zubereitet. In einer repräsentativen Onlinebefragung (n = 2.000) wurde für 17 verschiedene Lebensmittelgruppen der präferierte Bräunungsgrad beim Garen anhand eines Foto-Katalogs ermittelt. Dieses Bräunungsverhalten wird in der zweiten Feldphase – bei der Untersuchung von Prozesskontaminanten – entsprechend in der Studienküche abgebildet.

EXPERIMENTELLE PHASE

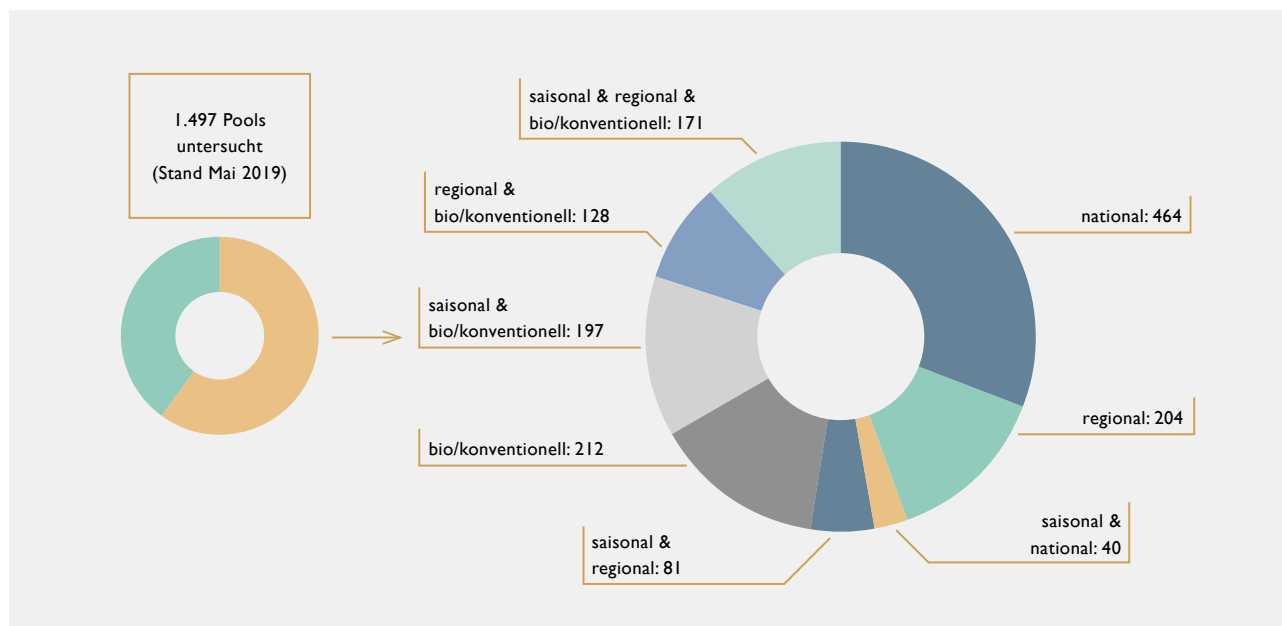
ERSTE FELDPHASE

Mit der Einweihung der Studienküche im Oktober 2016 begann die experimentelle Phase der BfR-MEAL-Studie. Sie ist auf circa fünf Jahre angelegt und in zwei Feldphasen unterteilt, in denen jeweils verschiedene Stoffgruppen im Fokus stehen. Die unterschiedlichen Anforderungen der knapp 300 Stoffe erforderte, die zu untersuchenden Stoffe in insgesamt neun Stoffgruppen beziehungsweise Module zusammenzufassen (TABELLE 1).

Gegenstand der ersten Feldphase, die im Mai 2019 abgeschlossen wurde, waren Stoffe aus dem Basismodul, zu dem unter anderem Schwermetalle und Dioxine gehören, sowie Nährstoffe, Mykotoxine, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), perfluorierte Tenside (PFAS) sowie gesättigte und aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe (MOSH/MOAH). Das Team der BfR-MEAL-Studie kaufte in der ersten Feldphase knapp 30.000 Lebensmittel ein und bereitete sie nach mehr als 9.000 Rezepten in der Studienküche zu. Die knapp 1.500 gebildeten Pools ermöglichen in der Auswertungsphase zusätzlich Aussagen über mögliche regionale und saisonale Unterschiede sowie Unterschiede zwischen konventionell und biologisch erzeugten Lebensmitteln (ABBILDUNG 3). Für die Analyse beauftragte das BfR neun externe akkreditierte Labore und erhielt von diesen im Laufe der ersten Feldphase 135.000 Einzelergebnisse darüber, welche Stoffe in welchen Konzentrationen in den zubereiteten Lebensmitteln enthalten sind. Nach einer

TABELLE 1 Vorläufige Stoffliste für die BfR-MEAL-Studie. Quelle: BfR.

MODUL / STOFFGRUPPE	ZU UNTERSUCHENDE STOFFE
Basismodul	Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Chrom, Cobalt, Jod, Kalium, Kupfer, Lithium, Mangan, Molybdän, Nickel, Quecksilber, Methylquecksilber, Phosphor, Selen, Silber, Thallium, Vanadium, Zink, Zinn
	Organische Zinnverbindungen (Tetrabutylzinn (TTBT), Tributylzinn (TBT), Dibutylzinn (DBT), Monobutylzinn (MBT), Triphenylzinn (TPT), Diphenylzinn (DPT), Monophenylzinn (MPT))
	Nitrat
	Dioxine/Furane, dioxin-ähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB), nicht dioxin-ähnliche polychlorierte Biphenyle (ndl-PCB)
	Polybromierte Diphenylether (PBDE)
Perfluorierte Tenside (PFT)	Perfluorierte Alkylsäuren (PFOS, PFOA)
Mykotoxine	Aflatoxine, Alternariole, Beauvericin, Citrinin, Enniatine, Ergotalkaloide, Fumonisine, Ochroatoxin A, Patulin, Typ A Trichothecene, Typ B Trichothecene, Zearalenon
Prozesskontaminanten	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Acrylamid, Nitrosamine, 2- und 3-MCPD
Zusatzstoffe	Schwefeldioxid und Sulfite, Kalium- und Natriumnitrit, Aluminium, Aluminium-Verbindungen, Aluminiumfarblacke von Farbstoffen, Butylhydroxytoluol (BHT), tert-Butylhydrochinon (TBHQ), Phosphate, Chinolingelb, Aspartam, Acesulfam K, Cyclamat, Polysorbate
Nährstoffe	Vitamine (Vitamin K1/K2, Vitamin E, Retinol (Vitamin A), Folsäure), β -Carotin, Gesamtfolat
	Mineralstoffe (Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium, Chlorid, Fluorid)
Pflanzenschutzmittel-rückstände	Benzalkoniumchlorid (BAC), Bifenthrin, Biphenyl, Boscalid, Chlordane, Chlorothalonil, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Cypermethrin, Cyprodinil, Deltamethrin, Dicloran, Didecyldimethylammoniumchlorid (DDAC), Difenconazol, Dimethoate / Omethoate, Emamectin, Ethylen- und Propylen-Thioharnstoff (ETU und PTU), Fenbuconazol, Fenbutatin oxid, Flufenzin, Heptachlor, Hexachlorobenzen, Hexachlorocyclohexane (HCH), Hexythiazox, Imazalil, Indoxacarb, Iprodion, Lambda-Cyhalothrin, Myclobutanyl, Omethoat, Pirimicarb, Pirimiphos-methyl, Propargit, Pyraclostrobin, Pyrimethanil, Spinosad, Tebuconazol, Thiabendazol, Thiacloprid, Triazol-Metaboliten (1,2,4-Triazol, Triazol-alanin, Triazol-Essigsäure), Triflumuron
pharmakologisch wirksame Substanzen	Aminoglycoside (Streptomycin, Dihydrostrptomycin, Spectinomycin, Gentamycin, Neomycin, Apramycin, Kanamycin, Paromomycin)
	Makrolide (Erythromycin, Tylosin, Spiramycin, Tilmicosin, Tulathromycin, Tulathromycin-Marker, Josamycin, 3-ortho-Acetyltylosin, Tylvaosin (Acetylisovaleryltylosin))
	Lincosamide (Lincomycin, Pirlimycin)
	Chinolone (Danofloxacin, Flumequin, Enrofloxacin, Ciprofloxacin, Marbofloxacin, Difloxacin, Sarafloxacin, Oxolinsäure)
	Tetracycline (Chlortetracyclin, Tetracyclin, Oxytetracyclin, Epi-Chlortetracyclin, Epi-Tetracyclin, Epi-Oxytetracyclin, Doxycyclin)
	Pleuromutiline (Tiamulin, 8-alpha-Hydroxymutilin, Valnemulin)
	Sulfonamide (Sulfanilamid, Sulfathiazol, Sulfamerazin, Sulfamethoxypyridazin, Sulfadimidin, Sulfamethazine, Sulfadiazin, Sulfadoxin, Sulfamethoxazol, Sulfadimethoxin, Sulfaquinoxalin, Sulfaclozine, Sulfachlorpyridazin)
	Diamino-Pyrimidin-Derivate (Baqiloprim, Trimethoprim)
	Penicilline (Amoxicillin, Ampicillin, Benzylpenicillin, Cloxacillin, Dicloxacillin, Oxacillin, Nafcillin, Penicillin V)
	Cephalosporine (Cefalexin, Cefapirin, Desacetylcefapirin (DACP), Cefoperazon, Cefquinom, Ceftiofur, Desfuoylceftiofur (DFCF))
	Kokzidiostatika (Nicarbazin, Monensin, Salinomycin, Lasalocid, Narasin, Maduramycin)
Aus Lebensmittel-verpackungen migrierende Stoffe	Gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe (MOSH), aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe (MOAH)
	Polyamidoligomere (PA) Dimer, Trimer; Tetramer; Pentamer
	Benzophenon, 2,4-Di-tert-butylphenol, Weichmacher



Plausibilisierung der erhaltenen Daten werden diese für eine Expositionsschätzung mit den vorliegenden Verzehrsdaten gekoppelt. Eine Veröffentlichung der ersten Ergebnisse wird demnächst erwartet.

ZWEITE FELDPHASE

In der 2019 begonnenen zweiten Feldphase stehen die Stoffgruppen der Prozesskontaminanten, Pflanzenschutzmittelrückstände, Zusatzstoffe, pharmakologisch wirksamen sowie aus Lebensmittelkontaktmaterialien migrierenden Stoffe im Mittelpunkt. Die BfR-MEAL-Studie ist auf insgesamt sieben Jahre angelegt. Die zweite Feldphase wird voraussichtlich Ende des Jahres 2021 abgeschlossen sein, sodass voraussichtlich im Jahr 2022 alle Ergebnisse der ersten deutschen und bis dahin weltweit umfangreichsten Total-Diet-Studie vorliegen werden.

Weitere Informationen zur BfR-MEAL-Studie stehen im Internet unter www.bfr-meal-studie.de bereit. Ein mehrmals im Jahr erscheinender Newsletter informiert kompakt über Aktivitäten und Ergebnisse der Studie: www.bfr-meal-studie.de/de/news.html.

LITERATUR

BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (2011): Acrylamid in Lebensmitteln. Stellungnahme Nr. 043/2011 vom 29.06.2011. <https://www.bfr.bund.de/cm/343/acrylamid-in-lebensmitteln.pdf> (Zugriff am: 13. August 2019).

BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (2010): „Risiko“ oder „Gefahr“? Experten trennen nicht einheitlich: Zwei BfR-Studien zur Verwendung der Begriffe in der Risikokommunikation. Information Nr. 04/2010 vom 26.02.2010. https://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2010/04/_risiko_oder_gefahr__experten_trennen_nicht_einheitlich-48560.html (Zugriff am: 13. August 2019).

BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (2005): BfR entwickelt neues Verzehrsmodell für Kinder. Information Nr. 016/2005 vom 02.05.2005. http://www.bfr.bund.de/cm/343/bfr_entwickelt_neues_verzehrsmodell_fuer_kinder.pdf (Zugriff am: 13. August 2019).

Bürgelt M, Sarvan I, Greiner M et al. (2016): Was im Essen steckt – die MEAL-Studie des Bundesinstituts für Risikobewertung. UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst 2: 38–43.

EFSA – European Food Safety Authority, FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, WHO – World Health Organization (2011): Towards a harmonised Total Diet Study Approach: A Guidance Document. EFSA Journal 9: 2450.

Lindtner O (2015): Total Diet-Studien: Aktueller Stand in Deutschland. Ernährungs Umschau 62: M474–M475.

ABBILDUNG 3

Zusammenstellung der untersuchten Poolproben in der ersten Feldphase 2016–2019 (Summe über alle Module). Quelle: BfR.

MRI – Max Rubner-Institut. Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (2008): Nationale Verzehrs Studie II. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/NVS_ErgebnisberichtTeil2.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff am: 13. August 2019).

Sarvan I, Bürgelt M, Lindtner O et al. (2017): Expositionsschätzung von Stoffen in Lebensmitteln: Die BfR-MEAL-Studie – die erste Total-Diet-Studie in Deutschland. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 60: 689–696.

WHO – World Health Organization (2015): Meeting Report. Fifth International Workshop on Total Diet Studies. 13-14 May 2015 Seoul, Republic of Korea. Regional Office for the Western Pacific: 11–12.

KONTAKT

Dr. Irmela Sarvan
Bundesinstitut für Risikobewertung
Studienzentrum MEAL-Studie
Abteilung Exposition
Max-Dohrn-Straße 8–10
10589 Berlin

[BfR]

Entwicklung eines Konzeptes zur Gesamtlärbewertung

Development of a concept for total noise assessment

ZUSAMMENFASSUNG

Die Bevölkerung ist einer Vielzahl von Lärmquellen ausgesetzt, wobei die Bürgerinnen und Bürger häufig von unterschiedlichen Quellen gleichzeitig belastet werden. Die Grundlagen für eine fundierte wirkungsgerechte Beurteilung einer Gesamtlärmproblematik müssen deshalb deutlich erweitert werden. Hierzu wurde in einem Forschungsprojekt ein erweitertes Berechnungsmodell basierend auf der VDI-Richtlinie 3722-2 entwickelt sowie ein Finanzierungsmodell für Schallschutzmaßnahmen bei einer Gesamtlärmbeurteilung ausgearbeitet. Ebenso wird eine erste Einschätzung der rechtlichen Umsetzung in die nationale Gesetzgebung abgegeben. Mit diesem Gesamtkonzept soll die Erstellung von Lärmkarten und -aktionsplänen unterstützt und die Planungs- und Rechtssicherheit bei Genehmigungsverfahren verbessert werden.

JULIA TREICHEL,
ANNETT STEINDORF

ABSTRACT

The population is exposed from several range of noise sources, often from different multiple sources at the same time. The basis for a well-founded and effective assessment of an overall noise problem nevertheless has to be significantly expanded. For this purpose, an extended calculation model based on VDI 3722-2 was developed and a financing model for noise abatement measures was worked out for an overall noise assessment. An initial assessment of the legal transposition implementation into national legislation procedures is also given. This overall concept is intended to support the preparation of noise maps and action plans and to improve planning and legal certainty in licensing procedures.

EINLEITUNG

Etwa 60 Millionen Menschen in Deutschland fühlen sich von zwei oder mehreren Geräuschquellen gestört oder belastigt (ABBILDUNG 1). Um gezielt Verbesserungsmaßnahmen zu entwickeln, bedarf es einer Gesamtlärbewertung. Sowohl der Koalitionsvertrag der Parteien der Bundesregierung (Koalitionsvertrag 2018) als auch die EU-Umgebungslärmrichtlinie (ULR) zielen auf eine solche Bewertung ab. Für einen umfassenden Immissionsschutz, der insbesondere eine verbindliche Gesamtlärbewertung aller ein-

wirkenden Geräuschquellen zur Anwendung bringt, muss daher eine entsprechende gesetzliche Grundlage entwickelt werden.

Mit der VDI-Richtlinie 3722-2 „Wirkung von Verkehrsgeräuschen – Kenngrößen beim Einwirken mehrerer Quellenarten“ (VDI 2013) ist ein wesentlicher Schritt in diese Richtung erfolgt: In der Richtlinie werden Substitutionsverfahren zur einheitlichen Bewertung unterschiedlicher Verkehrsarten bezüglich Belästigung und Schlafstörungen angegeben. Eine fundierte Gesamtlärmbeurteilung erlaubt sie jedoch nicht. Hierfür gibt es noch keine einheitliche Methode.



© İlhan Balta / fotolia.de.

Daher hat das Umweltbundesamt (UBA) ein Forschungsvorhaben (Liepert et al. 2019a) vergeben, in dem die folgenden Grundlagen für eine wirkungsgerechte Beurteilung der Gesamtlärmproblematik erarbeitet wurden:

- Entwicklung eines Berechnungsmodells basierend auf der VDI-Richtlinie 3722-2,
- Berücksichtigung von Gesundheitsschutzaspekten,
- Erstellung eines Finanzierungsmodells für Lärmschutzmaßnahmen,
- Integration einer Gesamtlärmbewertung in das bestehende Recht,
- Qualitätssicherung des gesamten Konzepts.

Der folgende Beitrag stellt wichtige Ergebnisse des Forschungsvorhabens vor. Die Forschungsarbeiten sollen einen praxisgerechten Einsatz zur Planung und Genehmigung von Infrastrukturprojekten ermöglichen.

REGELUNGSLÜCKEN DER VDI-RICHTLINIE 3722-2

Bisher werden in der VDI-Richtlinie 3722-2 die Quellenarten Straßen-, Schienen- und Luftverkehr betrachtet. Um ein einheitliches Konzept für eine Gesamtlärmbewertung zu erhalten, sollte die Geräuschquelle Industrie/Gewerbe mit eingebunden werden. Weitere identifizierte Regelungslücken in der VDI-Richtlinie 3722-2 sind:

- Erstellung einheitlicher Regelungen zur Anwendung von Pegeln außerhalb des Wertebereiches,
- Empfehlungen zur Wahl der Belästigungskurven im Hinblick auf situationsabhängige Vor- und Nachteile der %A-Kurven (annoyed, %A) im Vergleich zu den %HA-Kurven (highly annoyed, %HA),
- Bewertung der VDI 3722-2 unter Gesundheitsschutzaspekten und Unterbreitung von Verbesserungsvorschlägen,
- Untersuchung und Beurteilung möglicher Interaktionen zwischen den Tages- und den Nachtwirkungen bei verschiedenen Quellenartenkombinationen.

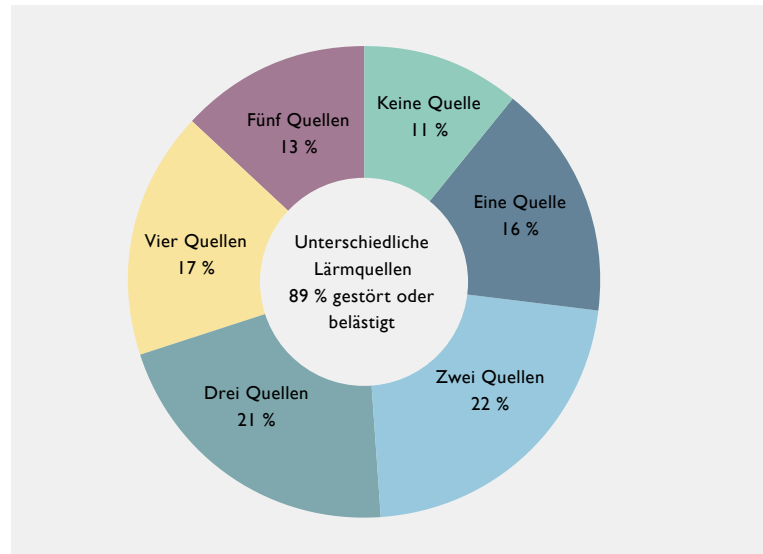


ABBILDUNG 2 zeigt für die meisten der genannten Erweiterungen der VDI-Richtlinie 3722-2 einen Lösungsvorschlag. So wurde im WHO-Review zur Belästigung durch Umgebungslärm (Guski et al. 2017) auf die Studie von Miedema (2004) sowie auf die Ergebnisse von Pierrette et al. (2012) verwiesen, um Expositions-Wirkungsbeziehungen für den Industrie- und Gewerbelärm aufzunehmen. Ebenso enthalten die aktuellen Leitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Umgebungslärm für die Europäische Region (WHO 2018) keine Angaben zu %A und %SD (sleep disturbed, %SD) mehr, sondern nur noch Funktionen zu %HA und %HSD (highly sleep disturbed, %HSD).

In der Praxis müssen auch Pegelwerte außerhalb des durch die Expositions-Wirkungskurven festgelegten Wertebereichs angewandt werden. Dies geschieht für das obere Ende des Pegelbereichs durch eine lineare Verlängerung der Kurve. Da keine Informationen über einen möglichen Verlauf oberhalb des Wertebereichs vorliegen, wird die lineare Verlängerung als einfachste Annahme zugrunde gelegt. Am unteren Ende des Pegelbereichs wird eine lineare Verlängerung bis auf null Prozent Betroffene und darunter eine Beibehaltung der null Prozent angewendet.

BERÜCKSICHTIGUNG VON GESUNDHEITS- SCHUTZASPEKTEN

Eine Gesamtlärmbewertung durch die VDI-Richtlinie 3722-2 berücksichtigt bisher Belästigung und Schlafstörungen als Wirkungen auf den Menschen, aber keine verkehrslärmbedingten Erkrankungen. Daher wurde für konkrete Expositionsszenarien vergleichend berechnet, welches Szenario zu der niedrigsten Zahl von Erkrankungsfällen führt. Es wurden die absoluten Exzess-Risiken bei gegebenen Mittelungspegeln für Fluglärm, Straßen- und Schienenverkehrslärm für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Depressive Erkrankungen ermittelt. Gleichzeitig wurde untersucht, inwieweit die konventionelle energetische Summation die Gesundheitsrisiken adäquat wiedergibt oder ob eine epidemiologische Betrachtungsweise vorgezogen werden sollte.

Die Ergebnisse für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (TABELLE 1) zeigen bis zu 15 Prozent Anstieg des kardiovaskulären Risikos, wenn man die energetische Summation als Berechnungsmethode benutzt. Die Ergebnisse für die Multiplikation der Einzelrisiken liegen für Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei 22 Prozent Risikoanstieg. Es lässt sich also sagen: Risiken von kombinierten Verkehrslärm-

ABBILDUNG 1

Bürgerinnen und Bürger sind häufig Lärmbelästigungen aus mehr als einer Lärmquelle ausgesetzt. Quelle: UBA 2019.

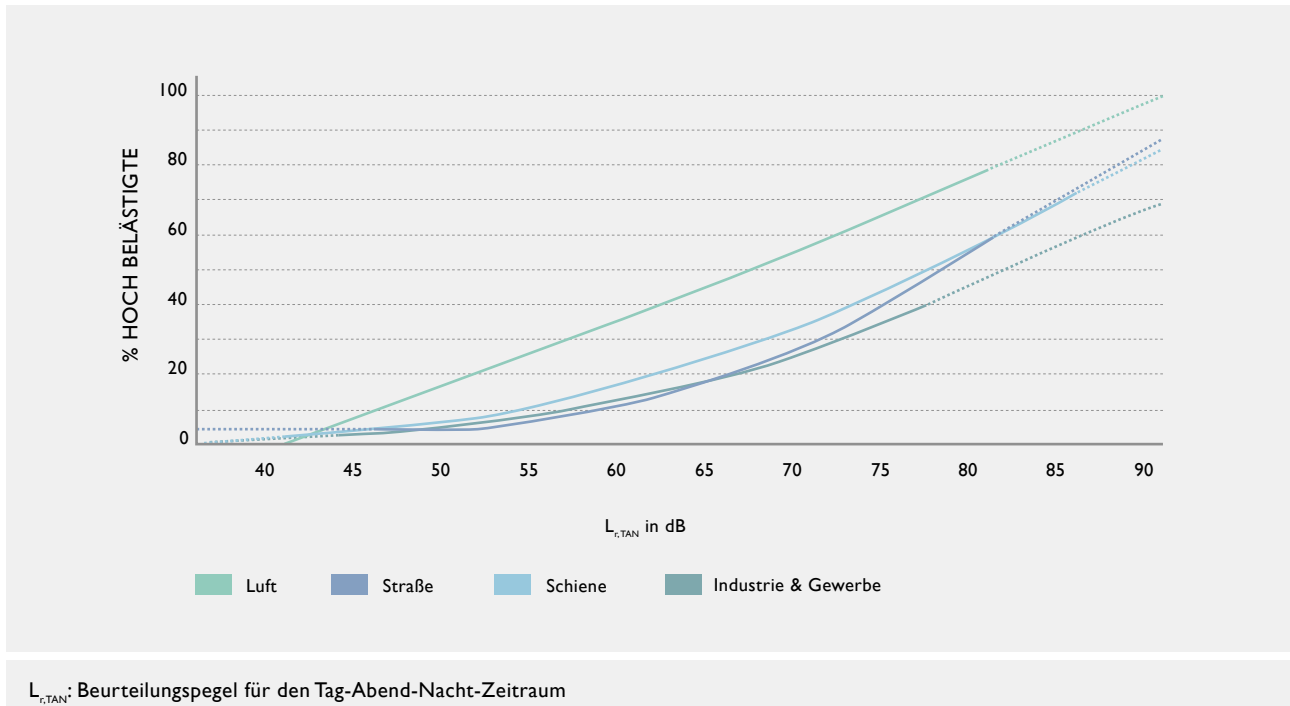


ABBILDUNG 2
Aktuelle Expositions-
Wirkungskurven nach
WHO-Review mit
linearer Verlängerung
am oberen und unteren
Wertebereich. Quelle:
Liepert et al. 2019b.

quellen sind deutlich höher, als es die konventionelle energetische Summation wiedergibt. Aus den besonders hohen Risiken bei Kombinationsbelastungen gegenüber mehreren Verkehrslärmträgern resultiert ein besonderer Präventionsbedarf. Verkehrsplannerische Maßnahmen sollten diese Risiken bei gleichzeitiger Exposition der Wohnbevölkerung gegenüber mehreren Verkehrslärmquellen berücksichtigen. Ebenso weist das multiplikative Modell eine erheblich bessere Anpassungsgüte (Akaike's information criterion, AIC-Punkte) auf. Bei einer Gesamtlärmbewertung sollten daher auch Gesundheitsschutzaspekte berücksichtigt werden.

Ein weiteres Ziel sollte die Bildung eines Einzahlwerts als Index verschiedener Wirkungsbereiche (Belästigung, Schlafstörung und Erkrankungsrisiken) sein. Die WHO verwendet hierzu das DALY-Verfahren (WHO 2011). Dieses gibt die Zahl der durch Beeinträchtigungen, Erkrankungen oder Tod verlorenen gesunden Lebensjahre (Disability-adjusted Life Years, DALY) als Einzahlwert an. Dabei werden die einzelnen Wirkungsaspekte von 0 (voll gesund) bis 1 (Tod) gewichtet (Beeinträchtigungsgewicht) und anschlies-

send addiert. Somit lässt sich für einen Einwirkort ein Maß für die Gesamtwirkung von verschiedenen Geräuschquellen berechnen.

Für Planungszwecke wird der folgende Ansatz vorgeschlagen:

- 1 Berechnung des Beurteilungspegels für Tag-Abend-Nacht $L_{A,TAN}$ für %HA anhand der jeweils aktuellen verfügbaren Expositions-Wirkungsfunktion,
- 2 Berechnung des Beurteilungspegels für die Nacht $L_{A,N}$ mittels %HSD anhand der jeweils aktuellen verfügbaren Expositions-Wirkungsfunktion,
- 3 Berechnung der Anzahl der hoch belästigten Personen im Untersuchungsgebiet mit der Funktion für Straßenverkehrslärm multipliziert mit der Einwohnerzahl,
- 4 Berechnung der Anzahl der hoch schlafgestörten Personen im Untersuchungsgebiet mit der Funktion für Straßenverkehrslärm multipliziert mit der Einwohnerzahl,

Verkehrslärm ($L_{Aeq,24h}$)	Anpassung der Geräuschpegel	Höchstes errechnetes „Pegeläquivalent“	Risikosteigerung pro 10 dB Gesamtlärmpegel (95% CI)	Errechneter Risikoanstieg beim höchsten Pegeläquivalent	AIC- Differenz zum „Grundmodell“	Errechnetes attributables Risiko
Energetische Summation von Luft-, Straßen- und Schienenverkehrslärm						
„Grundmodell“	85,7 dB	2,90 %	14 %	-	3,60 %	
		(2,0 %–3,8 %)				
Fluglärm 5 dB Abschlag, Schienenverkehrslärm 5 dB Aufschlag	88,9 dB	2,90 %	15 %	-7	3,70 %	
		(2,1 %–3,7 %)				
Fluglärm 10 dB Abschlag, Schienenverkehrslärm 10 dB Aufschlag	93,9 dB	2,70 %	15 %	-7,7	3,90 %	
		(1,9 %–3,4 %)				
Risikobezogene Multiplikation						
Gleichbehandlung der Verkehrslärmarten, ausgehend von 2,4% Risikoanstieg	119,2 dB	2,10 %	19 %	-12	3,50 %	
		(1,6 %–2,7 %)				
„Echte“ Risiken aus den separaten Modellen: 1,0 % Risikoanstieg Fluglärm, 2,4 % Straße und 3,6 % Schiene; Risikosteigerung bezogen auf Straßenverkehrslärm	134,8 dB	2,10 %	22 %	-22,1	3,60 %	
		(1,6 %–2,6 %)				

- Berechnung der Anzahl der zusätzlich durch Gesamtlärm erkrankten Personen für eine ausgewählte Leiterkrankung (Berechnung populationsattributabler Risiken, PAR) auf Basis aktueller robuster relativer Risikoschätzungen für Gesamtlärm bezogen auf den L_{den} und Angaben zur Prävalenz der betreffenden Erkrankung im Untersuchungsgebiet oder ersatzweise Prävalenzangaben aus der amtlichen Statistik (regionale, landes- oder bundesweite Gesundheitsberichterstattung),
- Jeweils die Anzahl der (hoch) Belästigten, Schlafgestörten und zusätzlich Erkrankten werden mit ihrem jeweiligen Beeinträchtigungsgewicht (disability weight, DW) multipliziert und die gewichteten Werte auf ganze Fälle gerundet,

- Bei Berücksichtigung von mehreren Erkrankungen Auswahl derer mit dem höchsten DW-gewichteten PAR,
- Summierung zu einem Gesamtindex (alternativ):
 - Addition der gewichteten (gerundeten) Anzahl von Belästigungs-, Schlafstörungen- und (ausgewählten) Erkrankungsfällen zu einem Index der Zahl der durch Gesamtlärm hervorgerufenen Beeinträchtigungsfälle oder
 - Unter Hinzunahme von Eingangsdaten zu Alter, Lebenserwartung, Dauer der Erkrankung aus der amtlichen Statistik: Berechnung der verlorenen beschwerdefreien Lebensjahre (DALYs).

TABELLE I
Risikoerhöhung bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen pro 10 dB Verkehrslärm (Startpunkt: 40 dB). Quelle: Liepert et al. 2019a.

FINANZIERUNGSMODELL FÜR MASSNAHMEN BEI EINER GESAMT- LÄRMBETRACHTUNG

Um einen nachhaltigen und wirksamen Schutz der Bevölkerung vor Lärm zu gewährleisten, sollte eine Senkung des Gesamtlärmpegels angestrebt werden. Die hieraus resultierenden Lärminderungsmaßnahmen und ihre Kosten müssen verursacher- und praxisgerecht nach einem einheitlichen Verteilungsmodell auf die Verursacher verteilt werden. Bisher sind solche Verfahren und Regelungen zur Aufteilung der Kosten für Lärminderungsmaßnahmen auf verschiedene Verursacher nicht vorgesehen.

Die Verteilung der Kosten auf einen oder mehrere Verursacher der gesamten Lärmbelastung muss transparent und ohne Diskriminierung erfolgen. Andernfalls ist eine Akzeptanz durch die am Planungsprozess beteiligten Parteien und Betroffenen nicht zu erwarten. Dabei sollten insbesondere folgende Eigenschaften berücksichtigt werden:

- **Kostengerechtigkeit:** Die Kosten einer Maßnahme müssen denjenigen Baulastträgern zugewiesen werden, die im Sinne der Reduzierung der Verlärmungsschuld von der Maßnahme profitieren.
- **Kommutativität:** Werden zwei oder mehrere Maßnahmen hintereinander durchgeführt, darf die Kostenverteilung nicht von der Reihenfolge der Durchführung der Maßnahmen abhängen.
- **Stichtagsunabhängigkeit:** Die Kosten für die verschiedenen Baulastträger dürfen nicht von einem willkürlich gesetzten Stichtag abhängen.
- **Gebietsunabhängigkeit:** Die genaue Wahl der Grenzen des Sanierungsgebietes darf keinen Einfluss auf die Kostenverteilung haben.

Das im Forschungsvorhaben entwickelte Finanzierungsmodell basiert auf dem Verhältnis der Lärminderung einer Quelle an der Gesamtlärminderung und lässt sich in drei Schritte unterteilen:

Schritt 1: Ermittlung eines wirkungsbezogenen energetischen Belastungsindex (WEBI).

Der Belastungsindex WEBI basiert, wie in **ABBILDUNG 3** zusehen, auf den wirkungsbezogenen Kenngrößen der VDI 3722-2 und ist wie folgt definiert:

$$WEBI = \sum_{i=1}^I N_i \times 10^{0,1L_{AESSi}} \quad (1)$$

Schritt 2: Priorisierung von Schallschutzmaßnahmen anhand eines Nutzen-Kostenindex (NKI).

Im nächsten Schritt wird eine Priorisierung der Schallschutzmaßnahmen getroffen anhand des Verhältnisses (NKI) der Minderung der Gesamtbelastungsindizes zu den Kosten. Maßnahmen mit hohem NKI haben entsprechend hohe Priorität.

$$NKI = \frac{WEBI_{vorher} - WEBI_{nachher}}{Kosten} \quad (2)$$

Schritt 3: Ermittlung der Kostenumlegung.

Um die quellspezifische Minderung zu erhalten, wird die Differenz des $WEBI_{i,vorher}$ und des $WEBI_{j,nachher}$ berechnet. Diese Differenz wird in Relation zu der gesamten Minderung des WEBI in einem Gebiet gesetzt. Als Ergebnis liegt der relative Anteil einer beliebigen Geräuschquellenart an der Gesamtlärminderung vor. Multipliziert mit den Gesamtkosten einer Lärmschutzmaßnahme ergibt sich somit der absolute Kostenanteil der jeweils betrachteten Geräuschquellenart.

$$Kosten_j = Kosten_{gesamt} \times \frac{WEBI_{j,vorher} - WEBI_{j,nachher}}{WEBI_{vorher} - WEBI_{nachher}} \quad (3)$$

In das Finanzierungsmodell gehen für die Quelle j somit die Wirksamkeit der Maßnahme bezogen auf die Quelle j im Verhältnis zur Wirksamkeit der Maßnahme bezogen auf den Gesamtlärm ein.

RECHTLICHE EINORDNUNG

In Deutschland bestehen für unterschiedliche Geräuschquellenarten jeweils eigenständige rechtliche Regelungen. Dieser Umstand erschwert die Vornahme einer Gesamtlärmbetrachtung. Dennoch sieht das geltende Recht bereits für einige Fallgruppen quellenartübergreifende Gesamtlärmbewertungen vor. In folgenden Beispielfällen ist sie erforderlich:

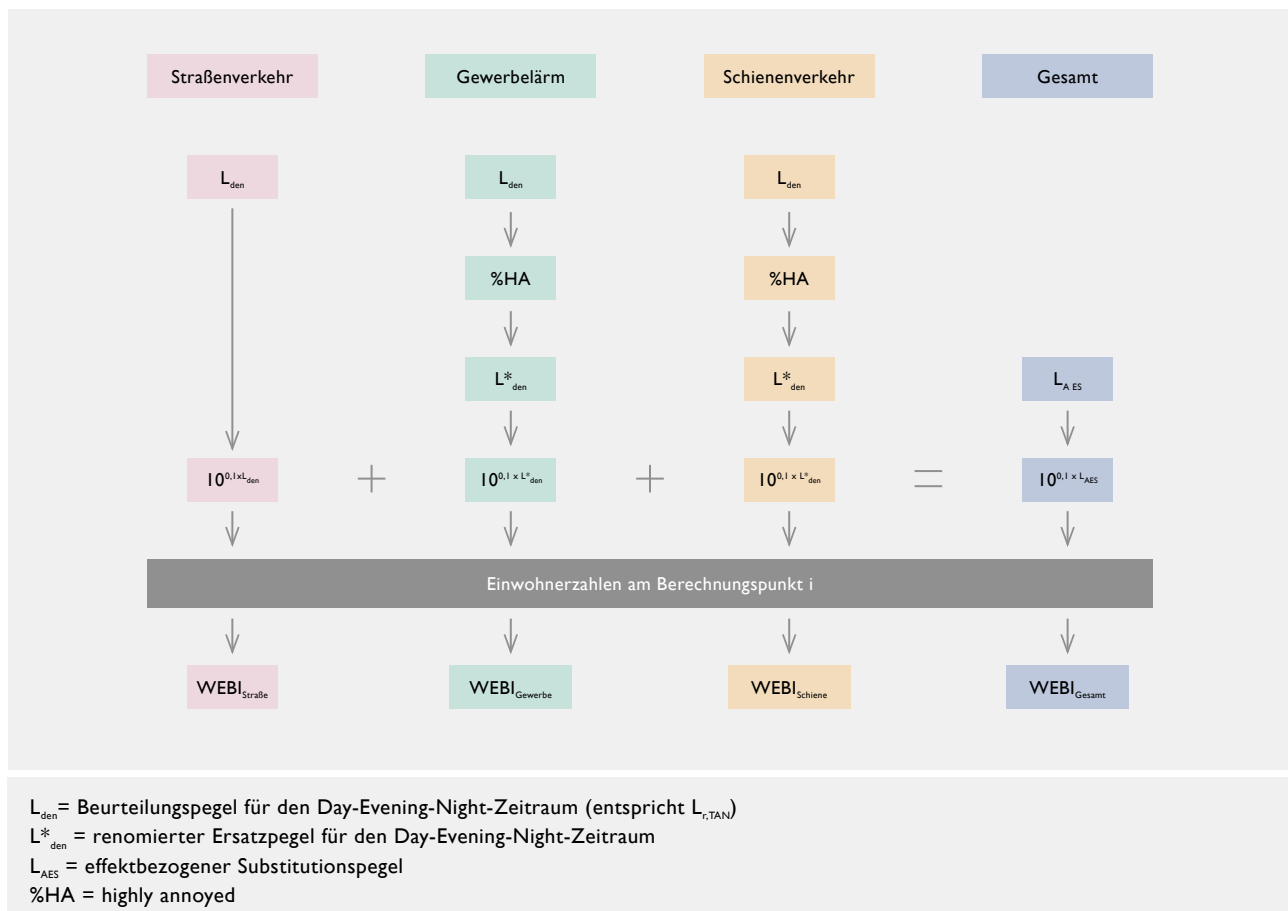
- Geräuschimmissionen aus verschiedenen Quellen wirken auf ein Grundstück ein und die Gesamtbelastung überschreitet

die Schwelle zur verfassungsrechtlich relevanten Gesundheitsgefährdung oder unzumutbaren Eigentumsbeeinträchtigung.

- Ein maßgeblicher Immissionsort ist durch Fremdgeräusche so vorbelastet, dass der Beitrag einer zu prüfenden Anlage im Anwendungsbereich der Technischen Anleitung Lärm (TA Lärm) oder der Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV) an diesem Immissionsort relevant zur Entstehung einer schädlichen Umwelteinwirkung beiträgt.
- Unterschiedliche Geräuschquellenarten bei der Lärmkartierung nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie tragen wesentlich zur Gesamtbelastung bei und verursachen Lärmprobleme, die mit der Lärmaktionsplanung gemindert werden sollen.

ABBILDUNG 3

Flussdiagramm zur Ermittlung des WEBI-Indexes. Quelle: Liepert et al. 2019b.



Das Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) sieht eine Gesamtlärmbetrachtung nur dann als rechtlich geboten an, wenn die verfassungsrechtliche Schwelle zur Gesundheitsgefährdung überschritten sein könnte. Dies ist immer dann der Fall, wenn potenzielle Gesundheitsgefahren oder ein enteignungsgleicher Eingriff in die Nutzung von Wohneigentum zu befürchten sind (Art. 2 Abs. 2 GG, Art. 14 GG). Ist die Schwelle zur Gesundheitsgefährdung überschritten, muss die Belastung durch Umplanung, Schutzmaßnahmen, Betriebsbeschränkungen, Übernahme des Grundstücks oder notfalls durch Verzicht auf das Vorhaben gemindert beziehungsweise beseitigt werden. Diese Schwelle wird vom BVerwG bei einem Dauerschallpegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts angesetzt.

In diesem Zusammenhang könnte die Aufsummierung von mehreren Geräuschquellenarten ein Anwendungsbereich der VDI-Richtlinie 3722-2 sein.

Die VDI-Richtlinie 3722-2 ist aber keine Rechtsnorm. Sie ist ein technisches Regelwerk, dessen sich Vorhabenträger, planende Gemeinden, Behörden und Gerichte bei der Durchführung von Gesamtlärmbewertungen als Erkenntnisquelle bedienen können. Daher wird in dem Forschungsvorhaben eine ergänzende Gesamtlärmbewertung unterhalb der verfassungsrechtlichen Unzumutbarkeit anhand von Richtwerten vorgeschlagen. Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) sieht bereits den Schutz vor erheblichen Belästigungen als Gesetzeszweck vor. In Anlehnung an das Recht der Umweltverträglichkeitsprüfung wird bei der Neuerrichtung oder wesentlichen Änderung lärmemittierender Anlagen eine Gesamtlärm-Vorprüfung vorgeschlagen, wenn nach Einschätzung der zuständigen Behörde schädliche Umwelteinwirkungen durch Gesamtlärm durch das Vorhaben mitverursacht werden.

Die Regelungen für eine Gesamtlärmbewertung sollten in einer TA Gesamtlärm bestimmt werden. Diese muss Grenzwerte für die verfassungsrechtliche Unzumutbarkeit und Richtwerte für die einfachgesetzliche Erheblichkeit von Gesamtlärm enthalten.

Ebenso ist ein Ermittlungsverfahren zur Berechnung der Gesamtlärmbeurteilungsspiegel unabdingbar. Die Richtlinie VDI 3722-2, die über Expositions-Wirkungs-Beziehungen wirkungsadäquate Gesamtpegel bestimmt, steht im Zentrum des vorgeschlagenen Ermittlungsverfahrens. Als Besonderheit wären auch Dominanz- oder Irrelevanzkriterien einzuführen, die es erlauben, den Stellenwert von Immissionsbeiträgen zu beurteilen.

Voraussetzung für die im Forschungsvorhaben vorgeschlagene Vorgehensweise mit einer TA Gesamtlärm als allgemeine Verwaltungsvorschrift nach § 48 BImSchG (BImSchG) ist, dass auch Flugplätze in das BImSchG einbezogen werden, soweit nicht die sich aus diesem Gesetz ergebenden Anforderungen für Betriebsbereiche oder der sechste Teil des BImSchG (Lärminderungsplanung) betroffen sind (§ 2 Abs. 2 S. 1 BImSchG). Dies ist aber derzeit nicht der Fall. Außerdem müssten in das Fachplanungsrecht für Straßen, Schienen und Flugplätze entsprechende Öffnungsklauseln eingefügt werden, die eine Gesamtlärmbewertung erlauben. Wegen der erhöhten Bestandskraft unanfechtbarer Planfeststellungsbeschlüsse sind nachträgliche Lärmsanierungsanordnungen gegenüber Trägern von Schienen, Straßen und Flughäfen, die einen Gesamtlärmkonflikt mitverursachen, derzeit nicht möglich, obwohl gerade diese Anlagen einen wesentlichen Teil zur Konfliktlage beitragen. Ziel ist es daher, die Träger der genannten Verkehrsanlagen zur Bewältigung von Gesamtlärmkonflikten heranzuziehen. Außerdem müsste insbesondere die Bestandskraft der entsprechenden Planfeststellungsbeschlüsse beschränkt werden.

FAZIT

Lärm ist ein gravierendes Umweltproblem, von dem große Teile der Bevölkerung betroffen sind. Es zeigt sich darüber hinaus, dass die Bevölkerung zunehmend von mehr als nur einer Geräuschquelle belastet ist. Auch die neusten Erkenntnisse der Lärmwirkungsfor-schung verdeutlichen die Notwendigkeit, die

Modelle zur Gesamtlärbewertung weiterzuentwickeln. Das aktuelle UBA-Forschungsvorhaben unterbreitet einen ersten Lösungsvorschlag für eine wirkungs- und praxisgerechte Bewertung des Gesamtlärms. Die Ergebnisse sind ausführlich im Abschlussbericht „Modell zur Gesamtlärbewertung“ (Liepert et al. 2019a) dargestellt. Ein Folgevorhaben, welches sich auf der Grundlage der hier beschriebenen Ergebnisse mit der rechtlichen Umsetzung befasst und dieses Regelungsmodell in einem Planspiel mit den Akteuren erprobt, startet im November 2019.

LITERATUR

Bundesregierung (2018): Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 19. Legislaturperiode: ein neuer Aufbruch für Europa, eine neue Dynamik für Deutschland, ein neuer Zusammenhalt für unser Land. https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2018/03/2018-03-14-koalitionsvertrag.pdf;jsessionid=CF15AFC20F106E472E5195C3A0BECF31.s4t2?blob=publicationFile&v=5 (Zugriff am: 15.07.2019).

Europäisches Parlament (2015): ULR – RICHTLINIE 2002/49/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (ABl. L 189 vom 18.7.2002, S. 12), zuletzt geändert durch die Richtlinie (EU) 2015/996 der Kommission vom 19. Mai 2015 (ABl. L 168 vom 1.7.2015 S. 1), Berichtigung durch ABl. L 5 vom 10.1.2018: S. 35 (2015/996).

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): Lärmbelästigung durch mehrere Lärmquellen. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/laermbelaestigung> (Zugriff am: 12.08.2019).

VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2013): VDI 3722 Blatt 2:2013-05, Wirkung von Verkehrsgläuschen – Blatt 2: Kenngrößen beim Einwirken mehrerer Quellenarten. Beuth-Verlag.

Liepert M, Lang J, Möhler U et al. (2019a): Modell zur Gesamtlärbewertung. Forschungskennzahl 3715 55 1030. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Ressortforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Texte 60.

Liepert M, Lang J, Möhler U (2019b): Leitfaden zur Kostenverteilung von Lärminderungsmaßnahmen bei einer Gesamtlärbewertung. Forschungskennzahl 3715 55 1030. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Ressortforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Texte 61.

Guski R, Schreckenber D, Schuemer R (2017): WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance. International Journal of Environmental Research and Public Health 14 (12): 1539. DOI: 10.3390/ijerph14121539.

Miedema HME (2004): Relationship between exposure to multiple noise sources and noise annoyance. The Journal of the Acoustical Society of America. 116 (2): 949–957.

Pierrette M, Marquis-Favre C, Morel J et al. (2012): Noise annoyance from industrial and road traffic combined noise - A survey and a total annoyance model comparison. Journal of Environmental Psychology. 32: 178–186.

WHO – World Health Organization (2018): Environmental noise guidelines for the European Region. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe.

WHO – World Health Organization (2011): Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark.

TA Lärm – Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm), vom 26. August 1998 (GMBI S. 503), zuletzt geändert durch die Verwaltungsvorschrift vom 1. Juni 2017 (BANZ AT 08.06.2017 B5).

18. BImSchV – Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Sportanlagenlärmschutzverordnung - 18. BImSchV), vom 18. Juli 1991 (BGBl. I S. 1588, 1790), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 1. Juni 2017 (BGBl. I S. 1468).

GG – Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-I, veröffentlichten bereinigten Fassung, zuletzt geändert durch Artikel I des Gesetzes vom 13. Juli 2017 (BGBl. I S. 2347).

BImSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz (Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge), in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Gesetz vom 18.07.2017 (BGBl. I S. 2771) m. Vv. 29.07.2017.

KONTAKT

Julia Treichel
Umweltbundesamt
Fachgebiet 1.2.4 „Lärminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen“
06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: [julia.treichel\[at\]uba.de](mailto:julia.treichel[at]uba.de)

[UBA]

Schätzung der umweltbedingten Krankheitslast im Rahmen des Projektes BURDEN 2020 – Projekthintergrund und methodisches Vorgehen

Assessment of the environmental burden of disease within the scope of the project BURDEN 2020 – project background and methodological approach

ZUSAMMENFASSUNG

Die Lancet Kommission zu „pollution and health“ berichtet für das Jahr 2015, dass weltweit etwa 4,2 Millionen Todesfälle den Auswirkungen von Feinstaub in der Außenluft zugeschrieben werden können. Auch in Deutschland ist Feinstaub der bedeutendste Umweltrisikofaktor. Die gesundheitlichen Auswirkungen von Risikofaktoren können durch die Methoden der vergleichenden Risikoschätzung und im Speziellen der umweltbedingten Krankheitslast quantifiziert werden. Im Rahmen der Global Burden of Disease-Studie hat das Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) die Krankheitslast unter Berücksichtigung von 84 Risikofaktoren für 195 Länder untersucht. In der Berechnung für Deutschland wurden nicht alle in Deutschland verfügbaren Daten eingesetzt, und es erfolgte keine regionale Differenzierung. Um unter anderem diese Lücken zu schließen, wurde das Projekt „BURDEN 2020 – Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen“ entwickelt. Dieses soll die besten verfügbaren Daten zur Berechnung der Krankheitslast verwenden.

ABSTRACT

The Lancet Commission on pollution and health reports that about 4.2 million deaths worldwide can be attributed to the effects of ambient particulate matter pollution in 2015. In Germany particulate matter also ranks highest amongst the environmental risk factors. The health effects of risk factors can be quantified by using the comparative risk assessment and more specific the environmental burden of disease concept. As part of the Global Burden of Disease study, the Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) estimated the burden of disease taking into account 84 risk factors for 195 countries. The data used for Germany is partly incomplete, and there is no regional stratification available. To fill these and other gaps, the project "BURDEN 2020 – The burden of disease in Germany and its regions" was developed. The project aims to use the best data available for burden of disease calculation in Germany.

HINTERGRUND

Jeder Mensch ist in seinem Lebensumfeld unterschiedlichen positiven und negativen Einflussfaktoren auf die Gesundheit ausgesetzt. Betrachtet man explizit Risikofaktoren, so können diese nachgewiesenermaßen zu erheblichen negativen gesundheitlichen Auswirkungen führen (GBD 2017

Risk Factor Collaborators 2018). Bestimmte Risikofaktoren, wie ungesunde Ernährung, wenig Bewegung oder Rauchen, kann der Mensch durch sein Verhalten zum Teil selbst beeinflussen. Andere Risikofaktoren, wie Schadstoffe in der uns umgebenden Außenluft oder andere Umweltrisikofaktoren, können nur sehr eingeschränkt von Betroffenen selbst gesteuert beziehungsweise reduziert

HEIKE GRUHL¹,
MYRIAM TOBOLLIK¹,
ANNELENE
WENGLER²,
MICHAEL PORST²,
ALINE ANTON²,
ALEXANDER
ROMMEL²,
DIRK WINTERMEYER¹,
DIETRICH PLASS¹

- 1 Fachgebiet Expositionsschätzung, gesundheitsbezogene Indikatoren, Umweltbundesamt, Berlin
- 2 Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, FG24 Gesundheitsberichterstattung, Robert Koch-Institut, Berlin



© eyetronic / fotolia.com.

werden. Insbesondere umweltbedingte Risikofaktoren sind dadurch gekennzeichnet, dass eine Regulierung der Belastung oft nur durch Maßnahmen erreicht werden kann, die mit Hilfe politischer Entscheidungen durchgesetzt werden. Exemplarisch hierfür sind die Regulierung der Emissionen von Luftschadstoffen oder die Festlegung von Grenzwerten für einzelne Schadstoffe in der Außenluft (Europäisches Parlament 2008). Zudem zeichnen sich viele umweltbedingte Risikofaktoren durch ihren ubiquitären Charakter aus. Dies heißt nicht nur, dass Luftschadstoffe Menschen grundsätzlich in jeder Lebenssituation betreffen können, sondern auch, dass Luftverschmutzung durch den Ferntransport von Luftschadstoffen nicht zwingend in dem Land verbleibt, in dem sie erzeugt wurde, sondern auch zu einer zusätz-

lichen Belastung in weiter entfernten Ländern beitragen kann (Lin et al. 2014).

Die Lancet-Kommission zum Thema „pollution and health“ stützt sich auf Daten unterschiedlicher Institute und konstatiert für das Jahr 2015, dass weltweit circa 9 Millionen Todesfälle auf Umweltverschmutzung zurückzuführen sind. Allein 4,2 Millionen Todesfälle werden global den Auswirkungen von Feinstaub in der Umgebungsluft zugeschrieben, was die große Bedeutung dieses Risikofaktors für die Gesundheit veranschaulicht. Damit ist Feinstaub in Bezug auf Mortalität einer der wichtigsten Risikofaktoren. Im Vergleich dazu können ernährungsbezogenen Risikofaktoren jährlich weltweit circa 12,1 Millionen, Bluthochdruck 10,7 Millionen, Adipositas 4,0 Millionen, Alkoholmissbrauch 2,3 Millionen und Verkehrsunfällen 1,4 Mil-

lionen Todesfälle zugeschrieben werden (Landrigan et al. 2018).

In der aktualisierten Global Burden of Disease (GBD)-Studie weist das Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) für 2017 sogar 4,6 Millionen Todesfälle aus, die global gesehen auf Feinstaub zurückgeführt werden können (IHME 2019).

Die oben beschriebenen Schätzungen für Feinstaub basieren zum Teil auf unterschiedlichen Methoden, sodass sich die Ergebnisse zur Krankheitslast unterscheiden. Dennoch zeigen die Ergebnisse eine in der Größenordnung vergleichbare und nicht vernachlässigbare Krankheitslast. Sie veranschaulichen die globale Bedeutung von Umweltrisiken und die Notwendigkeit für umweltpolitische Maßnahmen.

Wenngleich solche Maßnahmen häufig auf länderübergreifender Ebene beschlossen werden, ist die Umsetzung vor Ort von nationalen Gegebenheiten abhängig. Ähnliches gilt für die Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast: Auch hier müssen die Randbedingungen auf nationaler Ebene Berücksichtigung finden. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wird vom Robert Koch-Institut (RKI), dem Wissenschaftlichen Institut der AOK (WiDO) und dem Umweltbundesamt (UBA) eine nationale Burden of Disease-Studie, „BURDEN 2020 – Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen“, durchgeführt. In dieser Studie wird auch eine Auswahl von Umweltrisiken berücksichtigt.

Um das Ausmaß der Wirkung eines umweltbedingten Risikofaktors auf die Gesundheit einer Bevölkerung oder einzelner Bevölkerungsgruppen zu erfassen, wird das Konzept der umweltbedingten Krankheitslast (engl. Environmental Burden of Disease, EBD) eingesetzt. Das Konzept basiert auf den Grundlagen der vergleichenden Risikoschätzung (engl. Comparative Risk Assessment; CRA) (Murray et al. 2003).

Maßnahmen zur Verbesserung von Umwelt und Gesundheit haben die Gesundheit der Bevölkerung im Blick. Umfassende und vergleichbare Informationen zur Krankheitslast in der Bevölkerung und zu den Auswirkun-

gen von Risikofaktoren können genutzt werden, um politische Entscheidungsprozesse im Spannungsfeld Umwelt und Gesundheit zu unterstützen und zur Priorisierung von Präventions- und Interventionsmaßnahmen beizutragen. EBD als ein standardisiertes Verfahren ermöglicht es, umweltbedingte Risikofaktoren hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Auswirkungen zu vergleichen und die Effekte von Präventionsmaßnahmen anhand von Szenarien mit unterschiedlichen Annahmen abzuschätzen (Prüss-Üstün et al. 2003).

Ziel des Artikels ist es, das Konzept der umweltbedingten Krankheitslast zu erläutern und exemplarisch Ergebnisse aus der GBD-Studie 2017 für Deutschland darzustellen. Zudem soll das Projekt BURDEN 2020 mit Fokus auf die Schätzung der umweltbedingten Krankheitslast vorgestellt werden.

KRANKHEITSLAST (BURDEN OF DISEASE)

Es bestehen unterschiedliche Möglichkeiten, um den Gesundheitszustand von Bevölkerungen zu beschreiben (Murray et al. 2000). Vor Einsetzen des globalen demographischen und epidemiologischen Wandels galten vor allem Indikatoren wie die Kindersterblichkeit (von Kindern vor Erreichen des fünften Lebensjahres) oder die Lebenserwartung als zentrale Indikatoren für die Beschreibung des Gesundheitszustands und der Entwicklung der Gesundheit von Bevölkerungen. Da die Mortalität jedoch nur eine Komponente der Gesundheit darstellt und vor allem für Länder mit einer hohen Lebenserwartung die Lebenszeit, die mit Einschränkungen gelebt wird, immer mehr an Bedeutung gewonnen hat, wurde im Zuge der ersten GBD-Studie, die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Harvard School of Public Health und der Weltbank durchgeführt wurde, ein besonderer Fokus auf die Erfassung der Morbidität gelegt (Murray et al. 1996). Als besonders geeignet, um sowohl die Mortalität als auch die Morbidität zu erfassen, gelten die Summenmaße der Bevölkerungsgesundheit

(engl. Summary Measures of Population Health, SMPH).

Ein Summenmaß, das für die GBD-Studie konzipiert wurde und seither in vielen Studien zur Schätzung der Krankheitslast eingesetzt wurde, ist das Disability-Adjusted Life Year (DALY) (Murray 1994). Dieses Maß erfasst über die beiden Teilmaße Years of Life Lost due to premature mortality (YLL) zur Abbildung der Mortalität und den Years Lived with Disability (YLD) zur Abbildung der Morbidität umfassend die Auswirkungen von Krankheiten und Verletzungen auf die Bevölkerungsgesundheit. Durch die Nutzung von Lebensjahren als Maßeinheit können die Auswirkungen von Sterblichkeit und Krankheit gemeinsam abgebildet werden. **KASTEN I** beschreibt die einzelnen Bestandteile der Maßeinheit DALY und die Inputdaten, die für die Berechnung benötigt werden.

Das Wissen zur Verteilung der Krankheitslast auf Erkrankungen und Verletzungen reicht jedoch nicht aus, um gezielt Maßnahmen zur Verbesserung der Gesundheit zu

ergreifen. Hierfür ist es wichtig einschätzen zu können, auf welche Risikofaktoren diese Krankheitslast zurückgeführt werden kann.

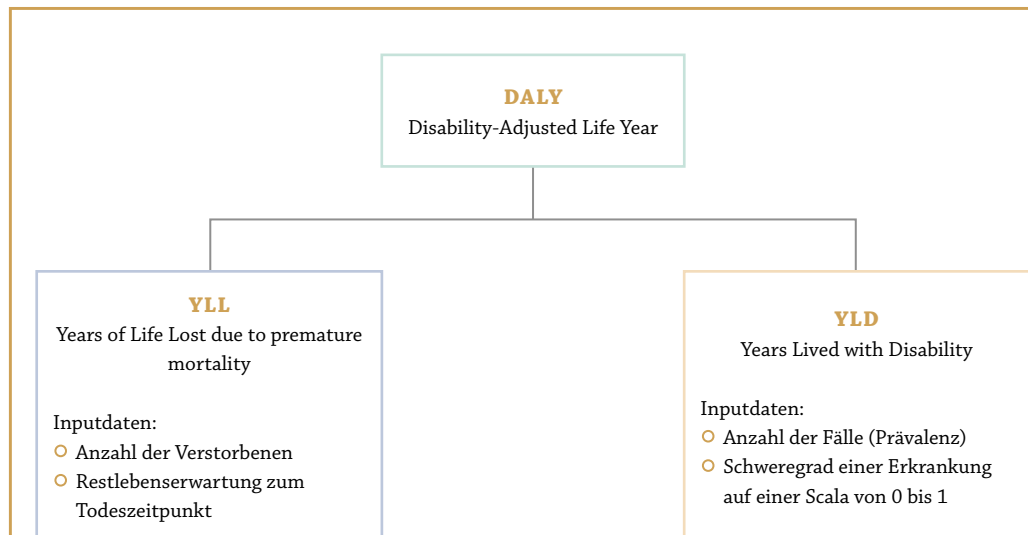
VERGLEICHENDE RISIKOSCHÄTZUNG UND DAS KONZEPT DER UMWELTBEDINGTEN KRANKHEITSLAST

Um den Anteil der Krankheitslast bestimmen zu können, der auf einzelne Risikofaktoren zurückgeführt werden kann, wurde im Rahmen der GBD-Studie das Konzept der vergleichenden Risikoschätzung entwickelt (Murray et al. 2003).

In einem ersten Schritt des CRA werden die gesundheitlichen Auswirkungen identifiziert, die in Zusammenhang mit dem jeweiligen Risikofaktor stehen. Hierfür ist es notwendig, die bestehenden Studien zum Zusammenhang zwischen Risikofaktor und gesundheitlicher Wirkung, den sogenannten „Risk-Outcome-Pairs“, zu sichten und diese zu synthetisieren. Ist der Wirkungszusam-

KASTEN I

Das Summenmaß DALY und seine Bestandteile.
Quelle: Murray 1994.



DALYs bestehen aus zwei komplementären Bestandteilen. Den „Years of Life Lost due to premature mortality“ (YLL), die verlorene Lebensjahre aufgrund von Versterben vor Erreichen einer gewählten Lebenserwartung darstellen, und den „Years Lived with Disability“ (YLD), die Jahre in eingeschränkter Gesundheit repräsentieren. Die Maßeinheit sind hierbei jeweils Lebensjahre, wodurch sich beide Teilmaße zu den DALYs aufsummieren lassen. Die Mortalitätskomponente (YLL) wird auf Basis der Anzahl der verstorbenen Personen (nach Alter, Geschlecht, Todesursache) und der statistischen Restlebenserwartung zum Todeszeitpunkt berechnet. Für die Morbiditätskomponente wird die Anzahl der Fälle z. B. einer Erkrankung (Prävalenz) (nach Alter und Geschlecht) mit einem Wert für den Schweregrad einer Erkrankung (engl. disability weight) multipliziert.

menhang (Expositions-Wirkungsfunktion) identifiziert, kann in einem weiteren Schritt ermittelt werden, wie hoch der attributable Anteil der Krankheitslast ist, der einem Risikofaktor zugeordnet werden kann. Dieser Anteil wird anhand der Formel zur Berechnung der „Population Attributable Fraction“ (PAF) berechnet. Hierbei wird der Anteil an der Krankheitslast einer Erkrankung bestimmt, der einem Risikofaktor zugeschrieben und durch geeignete Maßnahmen reduziert werden kann. Eine Reduktion wäre möglich, wenn a) die Exposition gegenüber dem Risikofaktor auf ein Level reduziert werden könnte, bei dem entweder kein Risiko mehr besteht (z. B. kein Rauchen) oder b) die Exposition auf ein niedrigeres Level gesenkt werden kann (z. B. eine natürliche Hintergrundbelastung mit Feinstaub). Die Berechnung des Anteils, der einem Risiko zugeschrieben werden kann, kann sowohl für DALYs insgesamt, separat für die YLL und YLD, aber auch für die Anzahl der Todesfälle erfolgen (GBD 2017 Risk Factor Collaborators 2018).

Um den attributablen Anteil bestimmen zu können, müssen unterschiedliche Annahmen getroffen werden. Ein wichtiger Bestandteil der zentralen PAF-Formel ist der Vergleichswert der Exposition (engl. counterfactual value), der in der Berechnung dem tatsächlichen Expositionswert gegenübergestellt wird.

Je nach Risikofaktor können unterschiedliche Werte für den Vergleichswert gewählt werden, die wie folgt definiert werden: absolutes Minimum und geringstes Level (theoretical minimum), ein erreichbarer Wert (feasible minimum) oder ein durch Maßnahmen zu erreichender Wert, zum Beispiel ein politisch gesetzter Grenzwert (limit value) (Tobollik et al. 2018b). In der GBD-Studie wird der niedrigste mögliche Wert, also das theoretische Minimum verwendet und als sogenanntes Theoretical Minimum Risk Exposure Level (TMREL) bezeichnet. Dieser liegt zum Beispiel für Alkohol bei 0 Liter Alkohol (kein Alkoholkonsum) und für Blei bei 2 µg/dl Blut, was dem Niveau der vorindustriellen Zeit entspricht. Das TMREL für Blei wurde nicht auf null gesetzt, da Blei auch natürlich vorkommt

und somit die Exposition durch Maßnahmen nicht auf null reduziert werden kann (GBD 2017 Risk Factor Collaborators 2018). Bei Risikofaktoren mit einer Wirkschwelle kann auch dieser als Vergleichswert hinzugezogen werden. Die Entscheidung darüber, welches Vergleichsniveau angelegt wird, ist von besonderer Relevanz, weil dieser Wert erheblich die Höhe der Krankheitslast beeinflusst.

Neben diesem auf wissenschaftlicher Evidenz beruhenden Wert werden für die Berechnung des attributablen Anteils zum einen Daten zur Verteilung des Risikofaktors in der Bevölkerung (Exposition) und zum anderen zu den relativen Risiken für den Zusammenhang zwischen Risikofaktor und Erkrankung benötigt. Die relativen Risiken können entweder aus einzelnen epidemiologischen Studien oder aus Metaanalysen bezogen werden. Informationen zur Höhe der Exposition können aus unterschiedlichen Daten generiert werden, zum Beispiel aus Messungen der Schadstoffbelastung im Umweltmedium oder direkt in Humanproben.

Als Spezialisierung des CRA wurde von der WHO das EBD-Konzept entwickelt. Es fokussiert auf die gesundheitlichen Auswirkungen von Umweltrisikofaktoren. Daher folgt die EBD-Methodik der Herangehensweise der vergleichenden Risikoschätzung (ABBILDUNG 1).

Ein Vorteil der EBD-Methode ist die formalisierte und standardisierte Herangehensweise, die es ermöglicht, unterschiedliche Umweltrisiken in einem Konzept zu untersuchen. Dadurch kann die unterschiedlichen Umweltrisiken zugeschriebene Krankheitslast ad hoc zum Beispiel mit der Krankheitslast anderer Risikofaktoren verglichen werden. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die eingesetzten Daten und Annahmen transparent offenzulegen und somit, im Sinne der guten wissenschaftlichen Praxis, die Reproduktion der Ergebnisse zu ermöglichen. Damit können die Gründe für abweichende Ergebnisse unterschiedlicher Studien nachvollziehbar dargestellt werden. Darüber hinaus ermöglicht die Methode, unterschiedliche Szenarien mit variierenden Annahmen

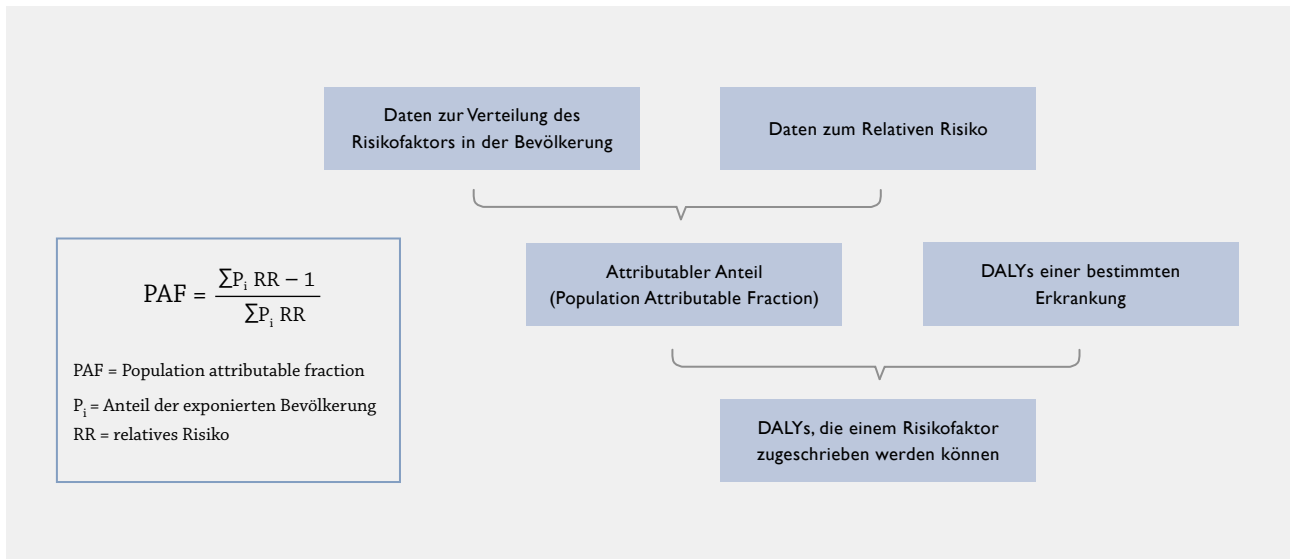


ABBILDUNG I
Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast.
Quelle: Tobollik et al. 2018b und Prüss-Üstün et al. 2003.

zu berechnen und die Unsicherheiten der Ergebnisse zu quantifizieren (Prüss-Üstün et al. 2003; Tobollik et al. 2018a). Die Methode wurde weltweit bereits häufig eingesetzt, um auf die Bedeutung von Risikofaktoren hinzuweisen. Die GBD-Studie als die zentrale Studie zur Schätzung der globalen Krankheitslast verwendet ebenfalls das CRA-Konzept und präsentiert Schätzungen für eine große Auswahl an Risikofaktoren.

GBD 2017 – RISIKOFAKTOREN FÜR DEUTSCHLAND

Im Rahmen der GBD-Studie 2017 wurde für 195 Länder die Krankheitslast geschätzt. In einem weiteren Schritt wurde, soweit möglich, die Krankheitslast mit Informationen zu Risikofaktoren verknüpft. Insgesamt wurden 84 Risikofaktoren betrachtet. Die Risikofaktoren sind auf fünf hierarchischen Ebenen gruppiert. Auf Ebene „null“ wird die Krankheitslast dargestellt, welche durch die Gesamtheit der Risikofaktoren erklärt werden kann. Die erste Ebene untergliedert die Risiken in die drei Hauptgruppen: verhaltensbezogene (V), umwelt- und berufsbedingte (U/B) und metabolische Risikofaktoren (M). Den höchsten Grad der Detaillierung bie-

tet die vierte Ebene, in der einzelne Risikofaktoren, wie zum Beispiel Feinstaub in der Außenluft, aufgeführt werden (Murray 2018). Während die Gruppe der berufsbezogenen Risikofaktoren in der GBD-Studie 18 Einzelrisiken enthält, umfasst der Komplex zur Umwelt acht Risikofaktoren:

Umweltbedingte Risikofaktoren (Ebene 1)

- Risiken in Bezug auf Wasser und sanitäre Anlagen (Ebene 2)
- Unsauberes Trinkwasser (Ebene 3)
 - Schlechte sanitäre Bedingungen (Ebene 3)
 - Fehlende Handwaschmöglichkeiten (Ebene 3)
- Luftverschmutzung (Ebene 2)
 - Feinstaub (Ebene 3)
 - in der Außenluft (Ebene 4)
 - Luftverschmutzung durch feste Brennstoffe (im Innenraum) (Ebene 4)
 - Ozonbelastung in der Außenluft (Ebene 3)
- sonstige Umweltrisiken (Ebene 2)
 - Radon im Innenraum (Ebene 3)
 - Blei (Ebene 3)

(GBD 2017 Risk Factor Collaborators 2018)

Für Deutschland wurde eine Gesamtkrankheitslast von circa 25,7 Millionen DALYs (95 %-Unsicherheitsintervall (UI): 22,5–29,4) für das Jahr 2017 berechnet. Davon können rund 44,7 Prozent (95 %-UI: 41,8–47,7) bekannten Risikofaktoren zugeschrieben werden (in absoluten Zahlen 11,5 Millionen DALYs; 95 %-UI: 10,3–12,8), von denen mehr als die Hälfte dieser 11,5 Millionen DALYs (51,3 %) den verhaltensbezogenen Risikofaktoren zuzuschreiben sind. Sie stellen somit die wichtigste Risikofaktorengruppe dar, gefolgt von den metabolischen Risikofaktoren (37,8 %) und den umwelt- und berufsbezogenen Risikofaktoren (11,0 %).

Summiert man die Anteile der einzelnen Risikofaktorgruppen an den Gesamt-DALYs (V: 30,8 %, M: 22,8 % und U/B: 6,6 %), so ergibt sich ein höherer Anteil als die oben genannten 44,7 Prozent. Dies liegt vor allem daran, dass zunächst die Krankheitslast für die einzelnen Risikofaktoren berechnet und die Überlappung der Wirkungen nicht berücksichtigt wird. So sind beispielsweise die Risikofaktoren Feinstaub in der Außenluft und Radon im Innenraum beide mit Lungenkrebserkrankungen assoziiert. Das IHME bietet zusätzlich zu der Einzelbetrachtung der Risiken auch die Möglichkeit, die Überschätzung der Krankheitslast durch die Überlappung der Wirkung verschiedener Risikofaktoren zu korrigieren, sodass insgesamt weniger Krankheitslast auf beide Risiken zurückgeführt werden kann als bei der simplen Addition der Krankheitslast für die Risikofaktoren.

Unter den zehn bedeutendsten Risikofaktoren für das Jahr 2017 in Deutschland können fünf der Gruppe der metabolischen, vier der Gruppe der verhaltensbedingten und einer, Feinstaub in der Außenluft, den umweltbedingten Risikofaktoren zugeordnet werden. Auffallend ist, dass die Krankheitslast bei allen diesen Faktoren maßgeblich durch die YLLs bestimmt wird. Im Vergleich der Jahre 1990 und 2017 nahm der Anteil der YLDs an den DALYs bei Männern und Frauen zu (TABELLE 1).

In Hinblick auf die acht umweltbedingten Risikofaktoren in Deutschland im Jahr 2017 konnte Feinstaub in der Außenluft mit 2,8 Prozent der DALYs (abs. DALYs: 724.343; 95 %-UI: 527.680–912.747) der mit Abstand größte Anteil der Krankheitslast zugeschrieben werden (ABBILDUNG 3).

Ausgedrückt in absoluten DALYs sind die mit Feinstaub in der Außenluft assoziierten Erkrankungsgruppen wie folgt:

- Ischämische Herzkrankheiten (290.801; 95 %-UI: 228.095–357.723),
- die Chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen (COPD) (155.369; 95 %-UI: 68.977–245.510),
- Diabetes Typ 2 (154.785; 95 %-UI: 75.377–234.894),
- Lungenkrebs (86.895; 95 %-UI: 44.198–138.251),
- Schlaganfall (61.244; 95 %-UI: 43.240–81.385) sowie
- Infektionen der unteren Atemwege (36.494; 95 %-UI: 15.845–62.718).

Darüber hinaus zeigen sich hohe DALYs für die umweltbedingten Risikofaktoren:

- bodennahes Ozon, das mit COPD (66.325; 95 %-UI: 24.128–110.971) assoziiert ist,
- Blei, das bei kardiovaskulären Erkrankungen bedeutsam ist (56.755; 95 %-UI: 10.317–123.499) und
- Radon in Innenräumen, das an der Entstehung von Lungenkrebs beteiligt sein kann (46.551; 95 %-UI: 7.664–126.884).

Die drei Risikofaktoren unsauberes Trinkwasser, schlechte sanitäre Bedingungen und fehlende Handwaschmöglichkeiten haben aufgrund strenger gesetzlicher Regulierungen, zum Beispiel im Infektionsschutzgesetz und

Männer

1990	2017		2017	
Rang	Rang	Risikofaktor	DALY (Mio)	95%-UI
1	1	Rauchen	2,21	(1,96–2,53)
3	2	Hoher Systolischer Blutdruck	1,51	(1,30–1,75)
5	3	Hoher Nüchternplasmaglukosespiegel	1,35	(1,02–1,73)
3	4	Alkoholkonsum	1,31	(0,94–1,74)
6	5	Hoher BMI	1,20	(0,72–1,71)
4	6	Hohes LDL-Cholesterin	0,79	(0,62–0,97)
7	7	Geringe Aufnahme von Vollkornprodukten	0,45	(0,29–0,62)
8	8	Feinstaub in der Außenluft	0,43	(0,31–0,54)
10	9	Geringe Aufnahme von Obst	0,38	(0,22–0,58)
14	10	Eingeschränkte Nierenfunktion	0,33	(0,28–0,37)

Frauen

1990	2017		2017	
Rang	Rang	Risikofaktor	DALY (Mio)	95%-UI
1	1	Hoher Systolischer Blutdruck	1,25	(1,06–1,44)
2	2	Rauchen	1,21	(1,05–1,38)
3	3	Hoher Nüchternplasmaglukosespiegel	1,07	(0,77–1,43)
5	4	Hoher BMI	1,01	(0,64–1,46)
4	5	Hohes LDL-Cholesterin	0,51	(0,36–0,68)
9	6	Eingeschränkte Nierenfunktion	0,35	(0,29–0,40)
6	7	Alkoholkonsum	0,33	(0,13–0,55)
7	8	Geringe Aufnahme von Vollkornprodukten	0,30	(0,21–0,42)
8	9	Feinstaub in der Außenluft	0,30	(0,21–0,38)
13	10	Geringe Aufnahme von Obst	0,22	(0,12–0,33)

der Trinkwasserverordnung (TrinkwV2001), eine vergleichsweise geringe Krankheitslast in der deutschen Bevölkerung (9.058 DALYs, 95 %-UI: 554–14.573 (ABBILDUNG 2)).

Die vom IHME bereitgestellten Daten bieten eine gute Möglichkeit, Länder in Bezug auf ihre Krankheits- und Risikoprofile miteinander zu vergleichen. An den Zahlen für

Deutschland kann so verdeutlicht werden, dass die Krankheitslast einer Reihe chronischer Erkrankungen neben metabolischen und verhaltensbezogenen auch umweltbezogenen Risikofaktoren zugeschrieben werden kann. Trotz der großen Anzahl von Datenquellen, die für die GBD-Studie verwendet werden, ist es für das IHME aber in vielen

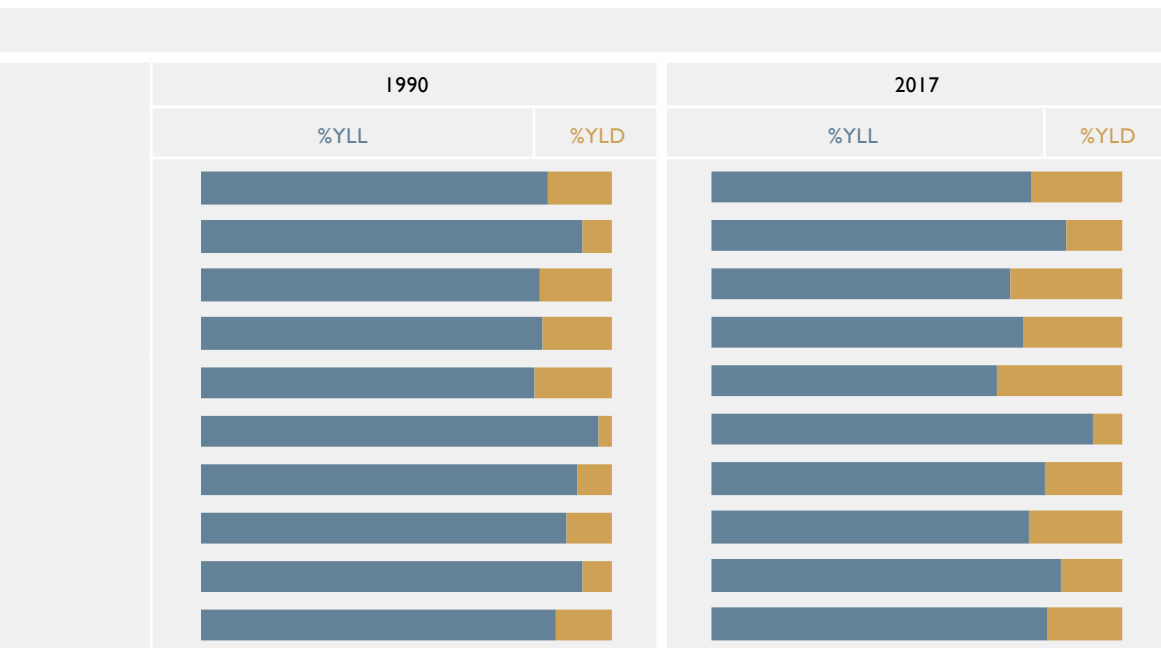
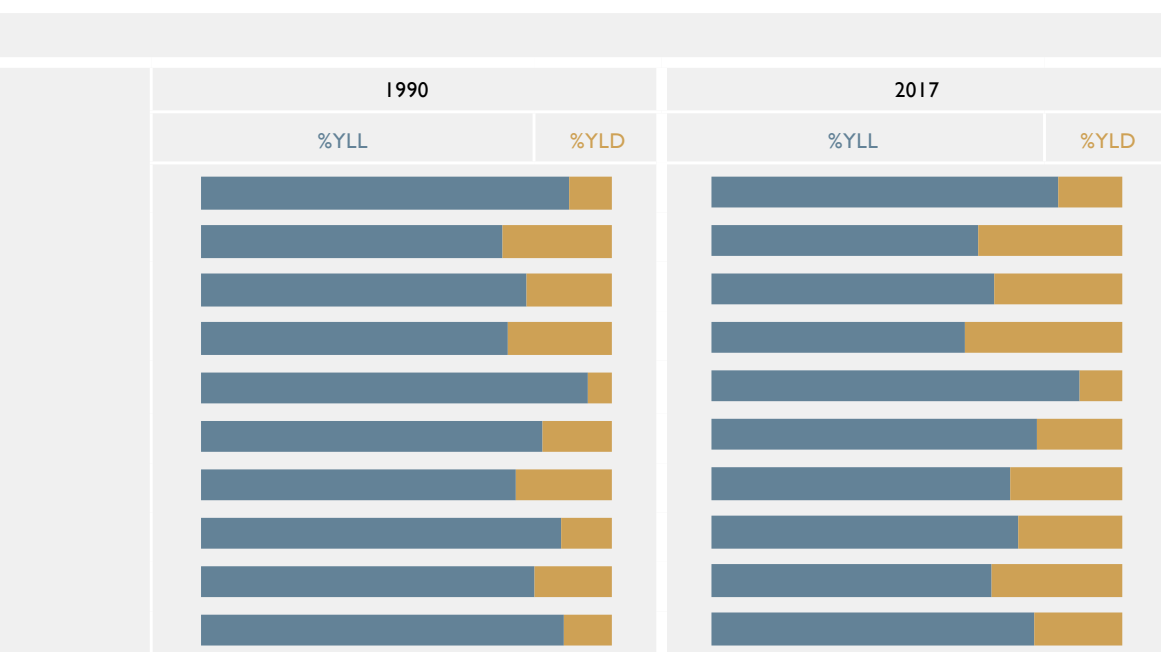


TABELLE I

Die zehn bedeutendsten Risikofaktoren (4. Ebene) in Deutschland nach Geschlecht (in DALY, differenziert nach YLL, YLD; Mittelwerte 2017) und Vergleich mit 1990. Quelle: Institute for Health Metrics and Evaluation 2019.



Ländern nicht möglich, auf sensible, vom Datenschutz stark geschützte Datenquellen zurückzugreifen.

In die Analysen des IHME für Deutschland fließen zu einem großen Teil frei verfügbare Daten ein. Daher weist die Datenbasis der GBD-Studie für Deutschland Lücken auf, die zum Teil über schwer nachvollziehbare

mathematische Modellierungen geschlossen werden. Des Weiteren fehlt bislang eine regional differenzierte Berechnung für Deutschland. Insgesamt betrachtet wurden bisher für Deutschland auf nationaler oder regionaler Ebene nur für einzelne Risikofaktoren EBD-Berechnungen durchgeführt. Ein Vergleich der Krankheitslast einzelner um-

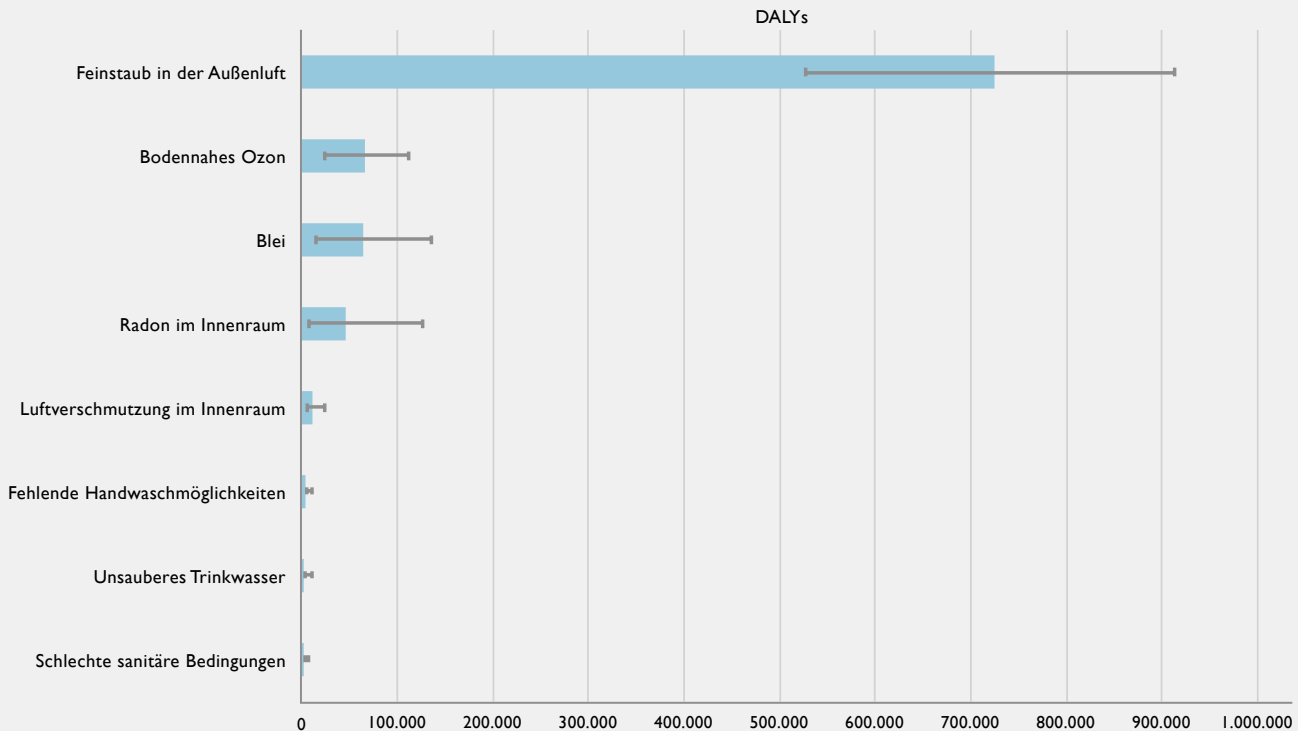


ABBILDUNG 2
Attributable Krankheitslast in absoluten DALYs durch umweltbedingte Risikofaktoren für das Jahr 2017 in Deutschland. Quelle: Institute for Health Metrics and Evaluation 2019.

weltbedingter Risikofaktoren basierend auf diesen Studien ist nicht möglich, da diese unterschiedliche Bezugszeiträume oder nicht einheitliche Modellannahmen verwendet haben (Tobollik et al. 2018a).

PROJEKT BURDEN 2020

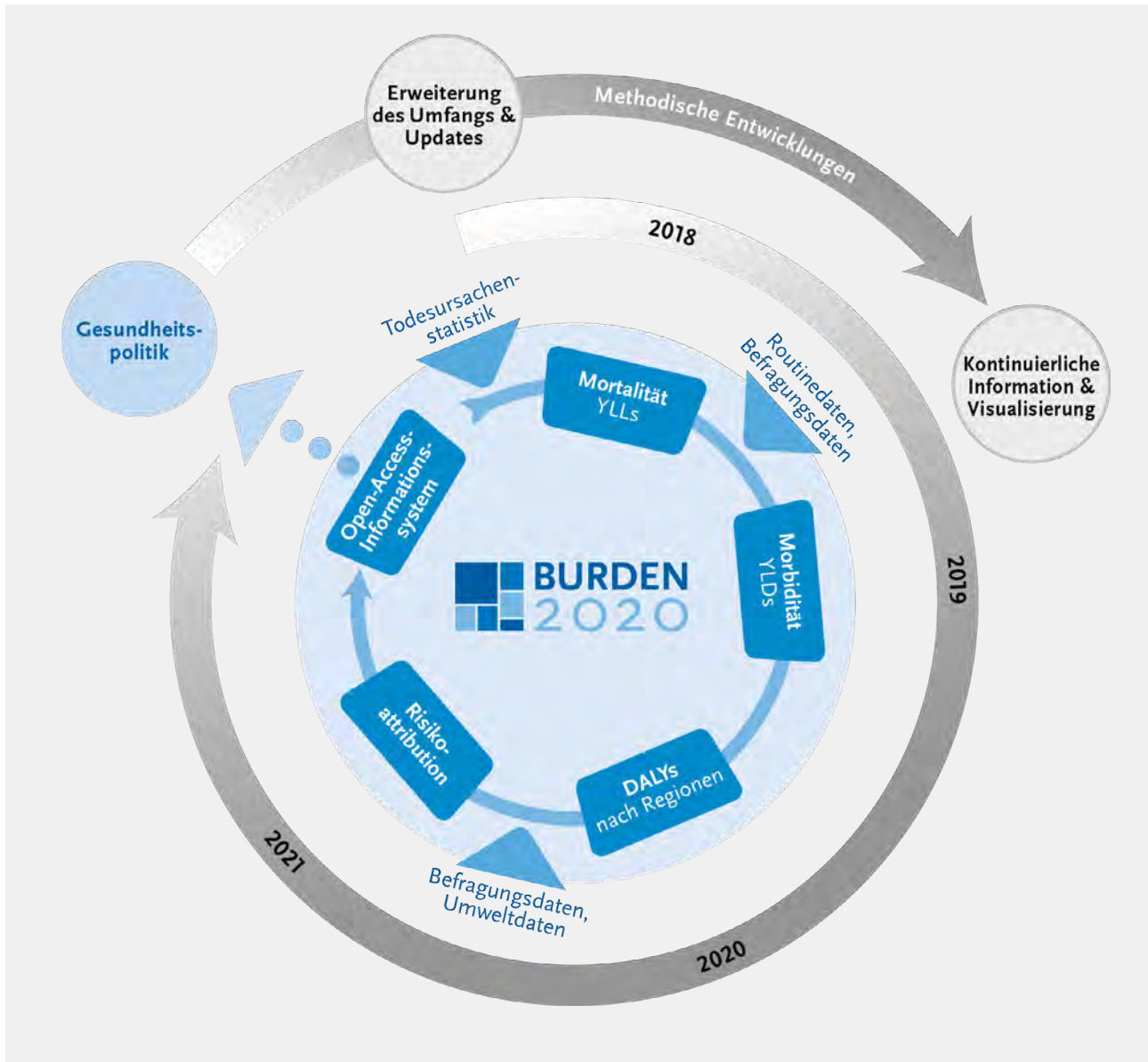
Um unter anderem diese Lücken zu schließen, wurde das Projekt „BURDEN 2020 – Die Krankheitslast in Deutschland und seinen Regionen“ entwickelt. Das Projekt zielt darauf ab, die besten für Deutschland verfügbaren Daten für die Krankheitslastberechnung zu verwenden. Auf Basis differenzierter Ergebnisse können regional unterschiedliche Behandlungsbedarfe und Präventionspotenziale aufgedeckt werden (RKI 2019).

Im Rahmen des Projekts sollen ein Prototyp einer nationalen Burden of Disease-Studie entwickelt und Methoden zur Berechnung der Krankheitslast pilotiert werden. Das vom

Innovationsfond des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) geförderte Forschungsprojekt hat eine Laufzeit von drei Jahren (April 2018–März 2021, Förderkennzeichen: 01VSF17007) und ist ein Projekt des Robert Koch-Instituts (RKI, Konsortialführung) gemeinsam mit den Partnern Wissenschaftliches Institut der AOK (WiDo) und Umweltbundesamt (UBA) (Rommel et al. 2018).

Eine Übersicht der BURDEN 2020-Studie und der verwendeten Daten ist in **ABBILDUNG 3** dargestellt. Zentrale Aspekte des Projektes sind die Berechnung der YLLs auf Basis der deutschen Todesursachenstatistik (A), die Berechnung der YLDs ausgewählter Erkrankungen anhand von Krankenkassen- und Surveydaten (B) und die Zuschreibung der Krankheitslast zu Risikofaktoren (C). Die Krankheitslast soll zudem differenziert nach sinnvollen regionalen Einheiten flächendeckend für Deutschland dargestellt werden.

(A) Die Todesursachenstatistik in Deutschland liegt vollständig vor. Geplant ist, YLLs



für alle Todesfälle in Deutschland zu berechnen. Jedem Todesfall in Deutschland wird eine Ursache anhand der International Classification of Diseases zugeordnet (DIMDI 2018). Diese Zuordnung ist für eine Berechnung der Krankheitslast nicht immer optimal geeignet. So sind rund 26,6 Prozent der Todesfälle in der Todesursachenstatistik für Deutschland im Jahr 2015 nach IHME-Definition nicht entsprechend kodiert, um sie ohne weitere Adjustierung für die Berech-

nungen nutzen zu können (Wengler et al. 2019).

Im Projekt BURDEN 2020 wird daher eine Umverteilung für die Todesfälle vorgenommen, die beispielsweise mit unspezifischen Codes in die Todesursachenstatistik eingegangen sind. Das Ziel hierbei ist es, die Daten so zu adjustieren, dass sie für die Erfassung der mortalitätsbedingten Krankheitslast eingesetzt werden können. Hierbei wird sich an dem Vorgehen der GBD-Studie 2017 orien-

ABBILDUNG 3
Ablauf und Arbeitsschritte des BURDEN 2020 Projekts. Quelle: angelehnt an Rommel et al. 2018.

tiert (GBD 2017 Causes of Death Collaborators 2018).

(B) Für die Berechnung der YLDs wurden im Rahmen von BURDEN 2020 jene 19 Erkrankungen ausgewählt, die laut GBD-Studie 2017 rund 55 Prozent der DALYs in Deutschland ausmachen. Dies sind: Ischämische Herzerkrankungen, Rückenschmerz, Lungenkrebs, Schlaganfall, Chronisch obstruktive Lungenkrankungen (COPD), Demenzerkrankungen, Diabetes, Kopfschmerz, Stürze, Nackenschmerz, Depressive Störungen, Darmkrebs, Angststörungen, Brustkrebs, Alkoholbedingte Erkrankungen, Verkehrsunfälle, Infektionen der unteren Atemwege, Prostatakrebs und Hypertonische Herzerkrankungen. Für die Berechnung der Krankheitslast werden anonymisierte Leistungsdaten des WIdO verwendet und durch nationale Surveydaten sowie die Daten des Zentrums für Krebsregisterdaten des RKI ergänzt (Rommel et al. 2018).

(C) Neben den verhaltensbezogenen und metabolischen Risikofaktoren werden in BURDEN 2020 drei relevante Umweltrisikofaktoren untersucht:

Feinstaub in der Außenluft ist sowohl global als auch in Deutschland der Risikofaktor, dem nach heutigem Kenntnisstand die höchste Krankheitslast zugeschrieben werden kann. Bereits vorhandene Berechnungen des Umweltbundesamtes zeigen zum Beispiel für das Jahr 2015 eine Krankheitslast von circa 41.500 attributablen Todesfällen und etwa 406.500 verlorenen Lebensjahren (UBA 2017). Bisher wurde jedoch nur eine limitierte Anzahl von Erkrankungen berücksichtigt, und es wurden ausschließlich Mortalitätseffekte einbezogen. Mit den Daten zur Krankheitslast, die in BURDEN 2020 generiert werden, erfolgt eine deutliche Verbesserung der Datenbasis für die Berechnung der Krankheitslast, die auf Feinstaub zurückgeführt werden kann.

Als ein weiterer Umweltrisikofaktor soll Blei berücksichtigt werden. Für Blei zeigen Studien zur Belastung der Bevölkerung eine Stagnation der Belastung auf einem niedrigen Niveau. Die Bleibelastung wurde durch

diverse umweltpolitische Maßnahmen in der Vergangenheit, zum Beispiel das Verbot von bleihaltigem Normalbenzin im Jahr 1988, durchaus erheblich reduziert. Jedoch führt die verbleibende Belastung mit Blei in Deutschland laut der GBD-Studie immer noch zu circa 4.700 attributablen Todesfällen und zu circa 53.000 verlorenen Lebensjahren (YLL) (IHME 2019). In der GBD-Studie weisen die Ergebnisse eine erhebliche Unsicherheit auf. Durch eine verbesserte nationale Expositionsschätzung und eine optimierte Datenbasis für die Berechnung der Krankheitslast kann die Unsicherheit reduziert und damit die Krankheitslast, die der Belastung der Bevölkerung mit Blei zuzuschreiben ist, genauer als bisher bestimmt werden.

Umweltlärm wird in der GBD-Studie des IHME derzeit nicht als Risikofaktor berücksichtigt. Die WHO empfiehlt jedoch – trotz bestehender Unsicherheiten bezüglich des Zusammenhangs zwischen Lärm und den assoziierten gesundheitlichen Auswirkungen – eine Berechnung der Krankheitslast durch Umweltlärm. Umweltepidemiologische Studien zeigen zunehmend, dass Lärm sich negativ auf die Gesundheit auswirkt und mit erheblichen gesundheitlichen Einbußen verbunden ist. Die WHO hat im Zuge der Überarbeitung der sogenannten „Environmental Noise Guidelines“ umfassende Literaturübersichtsarbeiten anfertigen lassen und die Evidenz in Bezug auf die Auswirkungen von Lärm systematisch bewertet (WHO 2018b). Von dieser Basis ausgehend soll im BURDEN 2020-Projekt auch die Krankheitslast berechnet werden, die Umweltlärm zugeschrieben werden kann.

FAZIT UND AUSBLICK

Umweltbedingte Risikofaktoren haben einen großen Einfluss sowohl auf das Mortalitäts- als auch auf das Morbiditätsgeschehen in der Bevölkerung. Diese Auswirkungen zu erkennen und zu quantifizieren unterstützt die Maßnahmenplanung, -umsetzung und -evaluierung sowohl im Umweltbereich als auch im Gesundheitswesen. Das Konzept der umweltbedingten Krankheitslast schafft mit dem Summenmaß DALY und seinen Bestandteilen YLL und YLD eine quantitative Grundlage hierfür.

Bei der Nutzung und Interpretation der Daten zur umweltbedingten Krankheitslast ist es wichtig, die Limitationen zu berücksichtigen. Bei den vorgestellten Summenmaßen handelt es sich um Kennzahlen für die Bevölkerungsgesundheit. Die Ergebnisse von EBD-Studien sind daher ausschließlich für die Ableitung von Aussagen auf Bevölkerungsebene zu verwenden. Informationen zum Gesundheitszustand einzelner Individuen können aus solchen Studien nicht abgeleitet werden. Darüber hinaus handelt es sich um Schätzer, die durch Modellrechnungen erzeugt werden. Diese Schätzer beschreiben eine Annäherung an die Realität und kein exaktes Abbild des Krankheitsgeschehens. In derartigen Modellberechnungen müssen außerdem verschiedene Annahmen getroffen werden, wie zum Beispiel über die Restlebenserwartung zum Todeszeitpunkt, über die Prävalenz einer Erkrankung, die Höhe der Exposition der Bevölkerung oder die verwendete Expositions-Wirkungsfunktion. Die Qualität dieser Annahmen und der ihnen zugrundeliegenden Daten spiegelt sich in den Ergebnissen wider. Dies zeigt, dass die Transparenz über die Annahmen eine wichtige Grundvoraussetzung ist, auch um die unterschiedlichen Ergebnisse verschiedener Studien bewerten zu können. In den letzten Jahren ist das Wissen über die Wechselwirkung zwischen Risikofaktoren und gesundheitlichen Auswirkungen kontinuierlich angewachsen (Pope et al. 2019; Prüss-Üstün et al. 2016; WHO 2018a). Trotzdem besteht

noch erheblicher Forschungsbedarf, wenn es darum geht, additive oder Einzelwirkungen zu quantifizieren, zum Beispiel wenn sich gesundheitsbeeinträchtigende Effekte verschiedener Umweltrisiken überschneiden. Wie gezeigt, sind die getroffenen Annahmen häufig mit Unsicherheiten behaftet, die sich entsprechend auch in den Ergebnissen zur Krankheitslast wiederfinden. Daher ist eine Darstellung und Diskussion dieser Unsicherheiten unabdingbar und sollte ein Pflichtbestandteil jeder Ergebnisdarstellung von Krankheitslastschätzungen sein. Zudem sollte über Szenarioanalysen die Auswirkung der Änderung einzelner Maßnahmen und somit die Stabilität des Modells geprüft werden.

Unter Berücksichtigung dieser Limitationen ist das Konzept der umweltbedingten Krankheitslast für Akteure im Umwelt- und Gesundheitssektor ein hilfreiches Werkzeug.

Im Rahmen des Projekts BURDEN 2020 wird eine verbesserte Datengrundlage für die Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast geschaffen. Es ist wünschenswert, bei einer Verstetigung des Projekts zukünftig weitere Risikofaktoren einzuschließen, um ein Gesamtbild über die Auswirkungen wichtiger Risikofaktoren auf die Bevölkerungsgesundheit in Deutschland zu erhalten. Eine solch umfassende Analyse würde nicht nur die Risikokommunikation in Bezug auf bestehende Gesundheitsrisiken und deren Ursachen optimieren, sondern auch im Hinblick auf mögliche Maßnahmen dazu beizutragen, die Krankheitslast in Zukunft zu reduzieren und die Gesundheit der Bevölkerung zu verbessern.

LITERATURVERZEICHNIS

DIMDI – Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (2018): ICD-10 Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme 10. Revision – WHO-Ausgabe – (Band 2 - Regelwerk, Version: 2019). DIMDI, im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit.

Europäisches Parlament (2008): Richtlinie 2008/50/EG des europäischen Parlaments und des Rates.

GBD 2017 Causes of Death Collaborators (2018): Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 392 (10159): 1736–1788. DOI: 10.1016/s0140-6736(18)32203-7.

GBD 2017 Risk Factor Collaborators (2018): Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*. 392 (10159): 1923–1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32225-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32225-6).

IHME – Institute for Health Metrics and Evaluation (2019): GBD Compare | Viz Hub. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/> (Zugriff am: 15.08.2019).

Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR et al. (2018): The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*. 391 (10119): 462–512. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0).

Lin J, Pan D, Davis SJ et al. (2014): China's international trade and air pollution in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 111 (5): 1736–1741. DOI: 10.1073/pnas.1312860111.

Murray (1994): Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years. *Bulletin of the World Health Organization*. 72 (3): 429–445. Retrieved from [http://whqlibdoc.who.int/bulletin/1994/Vol72-No3/bulletin_1994_72\(3\)_429-445.pdf](http://whqlibdoc.who.int/bulletin/1994/Vol72-No3/bulletin_1994_72(3)_429-445.pdf).

Murray, Ezzati M, Lopez A et al. (2003): Comparative quantification of health risks: Conceptual framework and methodological issues. *Population Health Metrics*. 1 (1): 1. Retrieved from <http://www.pophealthmetrics.com/content/1/1/1>.

Murray, Lopez A (1996): The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020 (N ed. Band). Harvard School of Public Health on behalf of the World Health Organization and the World Bank. Cambridge.

Murray, Salomon JA, Mathers CD (2000): A critical examination of summary measures of population health. *Bulletin of the World Health Organization*. 78 (8): 988–994. Retrieved from <http://www.who.int/bulletin/pdf/2000/issue8/99-0102.pdf>.

Pope CA, Lefler JS, Ezzati M et al. (2019): Mortality Risk and Fine Particulate Air Pollution in a Large, Representative Cohort of U.S. Adults. *Environ Health Perspect*. 127 (7): 77007. DOI: 10.1289/ehp4438.

Prüss-Üstün A, Mathers C, Corvalán C et al. (2003): Assessing the environmental burden of disease at national and local level: introduction and methods. In: Prüss-Üstün A, Campbell-Lendrum D, Corvalán C, Woodward A (Hrsg.): *Environmental burden of disease series*. World Health Organisation (WHO). Genf.

Prüss-Üstün A, Wolf J, Corvalán C et al. (2016): Preventing disease through healthy environments. A global assessment of the burden of disease from environmental risks (Band). World Health Organisation (WHO). Genf.

RKI – Robert Koch-Institut (2019): BURDEN 2020: Potenzial und Nutzen. https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Studien/Krankheitslast/Potenzial/burden_potenzial_node.html (Zugriff am: 05.08.2019).

Rommel A, von der Lippe E, Plaß D et al. (2018): BURDEN 2020—Burden of disease in Germany at the national and regional level. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*. 61 (9): 1159–1166. DOI: 10.1007/s00103-018-2793-0.

Tobollik M, Plaß D, Steckling N et al. (2018a): Umweltbedingte Krankheitslasten in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 61 (6): 747–756. DOI: 10.1007/s00103-018-2734-y.

Tobollik M, Plaß D, Steckling N et al. (2018b): Das Konzept der umweltbedingten Krankheitslast. [The Environmental Burden of Disease Concept]. *Das Gesundheitswesen*. 80 (02): 154–159. DOI: 10.1055/s-0043-110851.

UBA – Umweltbundesamt (2017): Gesundheitsrisiken durch Feinstaub. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-feinstaub> (Zugriff am: 28.08.2019).

Wengler A, Rommel A, Plaß D et al. (2019): Herausforderungen bei der Nutzung der Todesursachenstatistik für die Berechnung der Krankheitslast in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, in Druck.

WHO – World Health Organization (2018a): Don't pollute my future! The impact of the environment on children's health. Retrieved from Geneva, Switzerland.

WHO – World Health Organization (2018b): Environmental Noise Guidelines for the European Region.

KONTAKT

Heike Gruhl
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.6 „Expositionsschätzung, gesundheitsbezogene Indikatoren“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [heike.gruhl\[at\]uba.de](mailto:heike.gruhl[at]uba.de)

[UBA]

Negative Effekte ohne Wirkstoff: Der Nocebo-Effekt

Negative effects from inert agents: the nocebo-effect

ZUSAMMENFASSUNG

Bei Nocebo-Effekten lösen wirkstofffreie Agentien negative Wirkungen aus. Solche Effekte treten nicht nur in der Medizin auf: In Studien zeigte sich, dass Menschen teilweise auch Symptome entwickeln, wenn sie davon ausgehen, Infraschall von Windrädern ausgesetzt zu sein – obwohl sie es gar nicht sind. Gleiches konnte auch für nur vermeintlich vorhandene elektromagnetische Felder von Mobilfunkanlagen gezeigt werden. Der Artikel beschäftigt sich zunächst mit der Entstehung von Nocebo-Effekten und geht dann auf Kommunikation als eine der Ursachen von Nocebo-Effekten ein. Framing und Psychoedukation werden als Methoden dargestellt, mit denen Kommunikation so gestaltet werden soll, dass Nocebo-Effekte verhindert werden. Schließlich wird die Rolle des Nocebo-Effekts beim Phänomen der elektromagnetischen Hypersensitivität auf Basis der bestehenden Studienlage erörtert.

CHRISTOPH BÖHMERT,
BLANKA POPHOF

ABSTRACT

The process by which an inert agent (e.g. a substance) triggers a negative consequence (e.g. symptoms) has been coined the “nocebo-effect”. Nocebo-effects are relevant in medicine, but not only there. Studies show that some people also develop symptoms if they believe they are exposed to infrasound from wind turbines, although they are in fact not exposed to it. The same effect could be observed for electromagnetic fields emitted by mobile phone base stations. At first, the article elaborates the mechanisms involved in nocebo-effects and then turns to communication as one root of the effect. Framing and psychoeducation are described as two methods of designing communication that are supposed to mitigate nocebo-responses. Finally, the role of nocebo-effects in electromagnetic hypersensitivity is discussed, based on a body of relevant studies.

Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Bevölkerung leidet an körperlichen Gebrechen ohne erkennbare organische Ursache (Creed et al. 2011; Haller et al. 2015). Teilweise handelt es sich dabei um Erkrankungen mit psychogenen Symptomen. In der Genese kann auch der Nocebo-Effekt, der „negative Zwilling“ des Placebo-Effekts, eine Rolle spielen.

WAS IST DER NOCEBO-EFFEKT?

Sein Gegenstück, der Placebo-Effekt, ist in der Öffentlichkeit seit langem gut bekannt – so gut, dass sich bereits 1994 eine britische Rock-Band nach dem Phänomen benannte. Er beschreibt einen positiven, physiologischen oder psychologischen Effekt, der dem Kontakt mit einem Stimulus (Arzneimittel oder ein sonstiger äußerer Einfluss) zugeschrieben werden kann, der aber nicht durch



Mit Wirkstoff oder ohne? Agentien ohne Wirkstoff können positive Placebo-Effekte auslösen, sie können aber auch Nebenwirkungen haben – sogenannte Nocebo-Effekte.
Quelle: Sarah Trick.

dem Stimulus innewohnende Wirkkräfte erklärt werden kann (vgl. Stewart-Williams, Podd 2004). Obwohl der Effekt gut bekannt ist, mutet er bis heute paradox an: Patienten bekommen statt eines Medikaments nur eine „Zuckerpille“ – und trotzdem geht es vielen im Anschluss besser.

Dieselbe „Zuckerpille“ kann jedoch auch zu Verschlechterungen und zum Auftreten von Symptomen führen. In diesem Fall spricht man von einem Nocebo-Effekt. Dieser „negative Zwillings“ des Placebo-Effekts ist weit weniger bekannt und weit weniger gut erforscht. Eine aktuelle Suche in der Pubmed-Datenbank ergab 120 Veröffentlichungen mit dem Wort „nocebo“ im Titel, während es für „placebo“ 2.378 waren (Stand: 20. August 2019, bei der Suche wurden Placebo-kontrollierte Studien bereits ausgeschlossen; siehe auch Häuser et al. 2012). Placebo und Nocebo sind in der Praxis nicht immer klar zu trennen: So

ist beispielsweise Immunsuppression – eine Schwächung des Immunsystems – bei den meisten Menschen wohl eine negative Wirkung und man würde daher in diesem Zusammenhang von einem Nocebo-Effekt sprechen. Für Menschen mit schweren Autoimmunerkrankungen kann eine Immunsuppression jedoch positiv sein und man würde bei ihnen von einem Placebo-Effekt sprechen.

Der Nocebo-Effekt stellt die moderne Medizin vor Probleme: Zunächst einmal stellt sich die Frage, ob Patienten und Patientinnen ausführlich über Nebenwirkungen informiert werden sollten oder nicht. Auf der einen Seite sind Ärztinnen und Ärzte dazu verpflichtet, ihre Patientinnen und Patienten vor einer Behandlung über mögliche Nebenwirkungen aufzuklären. Auf der anderen Seite könnten sie dadurch – über den Nocebo-Effekt – aber genau diese Nebenwirkungen bei manchen ihrer Patientinnen und Patienten erst erzeugen.

Für die Erforschung substanzinduzierter Nebenwirkungen von Medikamenten kann der Nocebo-Effekt ebenfalls ein Hindernis sein: Die Häufigkeit, mit der in einer randomisierten, placebo-kontrollierten Studie Nebenwirkungen eines Medikaments auftreten, hängt eng mit der Häufigkeit des Auftretens von Nebenwirkungen in der Placebogruppe derselben Studie zusammen (Mahr et al. 2017). Treten Nebenwirkungen auch in der Placebogruppe auf, können diese nicht auf das Medikament zurückgeführt werden. Stattdessen müssen sie durch andere Faktoren, wie zum Beispiel die Untersuchungssituation, ausgelöst worden sein. Sprechen die Ergebnisse weder klar für einen Nocebo-Effekt, noch klar für eine „echte“ Nebenwirkung des Medikaments, stehen die Expertinnen und Experten vor einem Dilemma: Soll die entsprechende Nebenwirkung ausgewiesen werden oder nicht? Das Studienteam um Mahr sieht in diesem Dilemma einen Grund dafür, dass sich die Anzeige von Nebenwirkungen in Beipackzetteln in verschiedenen Ländern teilweise beträchtlich unterscheidet (Cornelius et al. 2016).

Auch außerhalb der Medizin lassen sich Nocebo-Effekte beobachten: Beispiele hierfür sind der von Windkraftanlagen ausgehende Infraschall sowie die in der drahtlosen Kommunikation genutzten elektromagnetischen Felder. Für beide Agentien gibt es keinen Nachweis einer Schädlichkeit (bei den vorhandenen Expositionen). In Experimenten konnten Wissenschaftler jedoch zeigen, dass Probandinnen und Probanden Symptome entwickelten, wenn man ihnen sagte, dass sie diesen Stimuli ausgesetzt seien und dass dies zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können (vgl. z. B. Crichton et al. 2014; Szemerszky et al. 2010). Wohlgemerkt: In den Experimenten glaubten die Probanden und Probandinnen zwar, sie seien Infraschall beziehungsweise elektromagnetischen Feldern ausgesetzt, dies war aber gar nicht der Fall.

WIE LÄSST SICH DER NOCEBO-EFFEKT ERKLÄREN?

Es gibt im Wesentlichen zwei Erklärungsansätze. Beide Ansätze sowie das Zusammenspiel der postulierten Mechanismen können Placebo- und Nocebo-Effekte in verschiedenen Situationen erklären (Stewart-Williams, Podd 2004). Der erste Ansatz, die Erwartungstheorie, geht davon aus, dass die Betroffenen zunächst die bewusste Erwartung haben, dass ein Stimulus (also zum Beispiel ein Medikament, ein Windrad oder eine Mobilfunkanlage) ihre Gesundheit beeinträchtigt. Diese Erwartungen lösen dann beim Kontakt mit dem Stimulus (etwa beim Anblick einer Mobilfunkanlage) wiederum den negativen Effekt aus. Personen, die den Beipackzettel eines Medikaments gelesen haben, entwickeln zum Beispiel eher die im Beipackzettel verzeichneten Nebenwirkungen als Personen, die den Zettel nicht studiert haben (Häuser et al. 2012). Dies lässt sich im Rahmen der Erwartungstheorie gut erklären. Dabei gilt: Es geht nicht nur um subjektiv wahrgenommene Symptome. Durch Erwartungen gesteuerte Nocebo-Effekte wirken sich auch auf objektive körperliche Indikatoren aus (vgl. z. B. Stewart-Williams, Podd 2004, S. 327).

Der zweite Ansatz geht davon aus, dass klassische Konditionierung eine entscheidende Rolle spielt. Insbesondere bei Placebo-Effekten stellt er ebenfalls eine plausible Erklärung dar: Im Laufe des Lebens haben wir gelernt, dass es uns zum Beispiel nach der Einnahme von Tabletten (mit Wirkstoff) besser geht. Eine Besserung tritt schließlich auch auf, wenn wir Tabletten ohne Wirkstoff nehmen. Diese wirken dann als konditionierter Stimulus und lösen die Besserung (konditionierte Reaktion) aus (siehe **KASTEN**). Der Unterschied zur Erwartungstheorie: Der Placebo-Effekt kann durch Konditionierung auch ohne bewusste Erwartungen oder Gedanken entstehen. Die Konditionierung – und generell der Placebo-Effekt – wirkt jedoch nicht bei allen körperlichen Reaktionen gleich stark. In einer

Überblicksarbeit konnten Hrobjartsson und Gotzsche (2010) zeigen, dass der Placebo-Effekt vor allem gegen Schmerzen und Übelkeit wirken kann (Hrobjartsson, Gotzsche 2010).

Während Erwartung und Konditionierung lange als konkurrierende Erklärungsansätze betrachtet wurden, geht man heute davon aus, dass je nach Situation beide eine Rolle spielen (Stewart-Williams, Podd 2004).

WELCHE FAKTOREN BEGÜNSTIGEN NOCEBO-EFFEKTE?

Ob und wie stark Nocebo-Effekte auftreten, hängt von verschiedenen Faktoren ab (Webster et al. 2016):

Ein Einflussfaktor ist die wahrgenommene Exposition. Vermuten Probandinnen und Probanden, einem vermeintlich negativen Reiz besonders stark ausgesetzt zu sein, dann entwickeln sie auch eher Symptome. Ein Studententeam um Szemerszky suggerierte Probandinnen und Probanden beispielsweise, sie wären einmal einem starken und einmal einem schwachen elektromagnetischen Feld ausgesetzt. Tatsächlich waren die Studienteilnehmenden zu keinem Zeitpunkt einem Feld ausgesetzt. Sie berichteten jedoch über mehr Symptome unter dem vermeintlich starken Feld (Szemerszky et al. 2010).

Einen Einfluss haben im Übrigen auch Informationen, aus denen sich eine starke Wirkung des Agens nur indirekt ableiten lässt: In einer Studie bekamen Probandinnen und Probanden der einen Gruppe vorgeblich eine teure Schmerzsalbe, diejenigen in der anderen Gruppe eine vorgeblich billige. Tatsächlich bekamen beide Gruppen ein wirkstofffreies Präparat. Die im Beipackzettel genannten Nebenwirkungen traten in der

Gruppe mit der vermeintlich teuren Salbe häufiger auf als in der anderen Gruppe (Tinnermann et al. 2017). Den Autoren zufolge ist die wahrscheinlichste Erklärung für diesen Effekt, dass die Probanden und Probandinnen aus dem hohen Preis der einen Salbe schlossen, diese sei besonders „potent und effektiv“ und sie produziere daher auch mehr Nebenwirkungen.

Zudem erleben wir auch mit größerer Wahrscheinlichkeit einen Nocebo-Effekt, wenn wir bei anderen Menschen sehen, dass sie bei Kontakt mit einem Agens Symptome entwickeln. Bei der wahrgenommenen Exposition sowie beim Lernen über Beobachtung ist zu vermuten, dass beides die Erwartungshaltung beeinflusst – und diese wiederum den Nocebo-Effekt verursacht.

Einige weitere Einflussfaktoren wurden darüber hinaus untersucht, beispielsweise ob Menschen mit bestimmten Persönlichkeitseigenschaften eher Nocebo-Phänomene erleben. Die Befunde in diesen Bereichen sind laut Webster und Kollegen aber weniger eindeutig als die oben genannten.

NOCEBO-EFFEKTE UND KOMMUNIKATION

Unser Umfeld – Familie, Freunde und Bekannte, aber auch die Medien beeinflussen unser Denken, Fühlen und Tun. Dies gilt auch beim Nocebo-Phänomen: Bekommen Probanden und Probandinnen gesagt, dass ein Agens schädlich sein kann, erleben sie anschließend mit größerer Wahrscheinlichkeit einen Nocebo-Effekt bei Kontakt mit dem Agens (Webster et al. 2016). Der dahinter vermutete Wirkmechanismus: Sagt mir etwa eine Freundin oder ein Bekannter, dass zum

KLASSISCHE KONDITIONIERUNG

Klassische Konditionierung ist eine Form des Lernens. Das bekannteste Beispiel für klassische Konditionierung sind Pavlovs Untersuchungen mit einem Hund: Brachten Pavlov und seine Kollegen dem Hund Nahrung (unkonditionierter Stimulus), so lief diesem ganz automatisch das Wasser im Mund zusammen (unkonditionierte Reaktion). Die Forscher läuteten nun aber zusätzlich jedes Mal ein Glöckchen, wenn sie das Essen brachten (konditionierter Stimulus). Nach einigen Mahlzeiten läuteten die Forscher dann nur die Glocke, ohne etwas zu fressen zu bringen. Pavlovs Hund reagierte dennoch mit vermehrtem Speichelfluss (konditionierte Reaktion) auf das Klingeln des Glöckchens. Der Hund hatte also gelernt, dass das Glöckchen ein Signal für sein Fressen war.

Beispiel Infraschall von Windrädern gefährlich ist, so weckt oder bestärkt dies bei mir die Erwartung, dass ich neben einem Windrad Symptome bekommen könnte. Diese Erwartungen führen dann zum Erleben von Symptomen. In klinischen Studien erhalten alle Teilnehmenden zu Beginn Informationen zu möglichen Nebenwirkungen des zu testenden Medikaments. Über viele klinische Studien hinweg zeigte sich, dass die Teilnehmenden in der Placebo-Gruppe ähnliche Nebenwirkungen entwickeln wie Teilnehmende, die das wirkstoffhaltige Präparat nehmen (Petrie, Rief 2019). Tatsächlich sind Nocebo-Effekte auch für einen Großteil der Nebenwirkungen von wirkstoffhaltigen Präparaten verantwortlich. In vielen Studien zeigte sich konsistent, dass Patientinnen und Patienten deutlich weniger Nebenwirkungen entwickeln, wenn sie keine Informationen zu Nebenwirkungen erhalten (vgl. die Übersichtsarbeit von Webster und Rubin 2018).

Ist der Nocebo-Effekt unvermeidlich, wenn Ärzte über Nebenwirkungen aufklären? Studien deuten darauf hin, dass eine intelligente Kommunikation den Effekt zumindest reduzieren kann. So führt positives „Framing“ – die positive Kontextualisierung der Informationen zu Nebenwirkungen – zu einer geringeren Rate von Nocebo-Effekten. Das Studienteam um O'Connor gab Menschen vor einer Grippe-Impfung entweder positiv „gerahmte“ Infos zu Nebenwirkungen nach dem Muster „60 Prozent der Geimpften tut danach der Arm nicht weh“ oder Infos in negativem „Framing“ („40 Prozent der Geimpften tut danach der Arm weh“). In der Gruppe mit positivem „Framing“ berichteten die Geimpften drei Tage später über weniger Armschmerzen. Zudem fehlten weniger von ihnen auf der Arbeit (O'Connor et al. 1996). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch eine aktuelle Studie (Webster et al. 2018). Die Befunde zur Wirkung des „Framings“ auf den Nocebo-Effekt sind allerdings noch nicht gut empirisch abgesichert, und Petrie und Rief vermuten, dass das „Framing“ an Effektivität verliert, wenn die Liste der Nebenwirkungen länger wird (Petrie, Rief 2019). Aus anderen

Bereichen wie zum Beispiel der Forschung zur Wirkung von Gesundheitsbotschaften ist die Wirkung von negativen oder positiven „Frames“ wohlbekannt (Gallagher, Updegraff 2012). Interessierte seien darauf hingewiesen, dass der „Framing“-Begriff in der kommunikationswissenschaftlichen Literatur sehr unterschiedlich genutzt wird.

„Framing“ lässt sich bei Medikamenten einsetzen, bei denen Nebenwirkungen bekannt sind. Doch was ist mit Umweltreizen wie Windrädern oder Mobilfunkanlagen, bei denen keine negativen Wirkungen nachgewiesen sind? Diese können dann natürlich auch nicht „geframed“ werden. In einer Studie zu Infraschall von Windrädern konnten Crichton und Petrie zeigen, dass sich die Symptome von Exponierten verringern, wenn man ihnen den Nocebo-Mechanismus erklärt (Crichton, Petrie 2015). Bei diesem „psychoedukativen“ Ansatz gilt gleichwohl noch mehr als beim Framing, dass diese Ergebnisse repliziert werden sollten, bevor daraus Schlüsse für die Kommunikationspraxis gezogen werden.

ELEKTROMAGNETISCHE HYPERSENSIBILITÄT – EINE FOLGE DES NOCEBO-EFFEKTS?

Drahtlose Kommunikationstechnologien haben einen festen Platz im Alltag vieler Menschen weltweit. Technologien wie Mobilfunk, WLAN oder Bluetooth nutzen hochfrequente elektromagnetische Felder zur Übermittlung von Daten oder Sprache. Auch von Stromleitungen und von mit Strom betriebenen Geräten gehen elektrische und magnetische Felder aus, man spricht in diesem Fall von niederfrequenten Feldern. Unterhalb der bestehenden Grenzwerte ist eine Wirkung auf die menschliche Gesundheit trotz vieler Studien nicht nachgewiesen. Dies gilt sowohl für hoch- als auch für niederfrequente Felder. Manche Menschen gehen gleichwohl davon aus, dass elektromagnetische Felder sie krank machen. Dieses Phänomen wurde zunächst als elektromagnetische Hypersensibilität bezeichnet. Inzwischen hat sich im wissenschaftlichen Sprachgebrauch

der komplexere Begriff „idiopathische Umweltintoleranz gegenüber elektromagnetischen Feldern“ (englische Abkürzung: IEI-EMF) durchgesetzt – weil dieser als weniger wertend gilt. Je nach Definition bewegt sich die Zahl derer, die körperliche Symptome auf elektromagnetische Felder zurückführen, in Deutschland laut einer vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beauftragten bevölkerungsrepräsentativen Umfrage zwischen 1,5 und 10 Prozent der Befragten (Lauff, Wachenfeld 2013). Auf ähnliche Zahlen kommen auch internationale Studien (siehe Verrender 2018, S. 16 für einen Überblick). Bei einer kleinen Gruppe von Menschen mit IEI-EMF besteht ein erheblicher Leidensdruck. Diese Menschen ziehen sich teilweise aus dem gesellschaftlichen Raum zurück, um ihre Strahlenexposition zu verringern.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben verschiedene Ursachen für IEI-EMF untersucht. Die Hypothese, dass eine Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern unterhalb der geltenden Grenzwerte zu IEI-EMF führt, hält die überwiegende Mehrheit von Expertinnen und Experten weltweit für nicht haltbar. Die meisten Studien, die sich mit dieser Hypothese beschäftigt haben, waren Doppelblindstudien. Testpersonen, die angaben, unter IEI-EMF zu leiden, wurden in diesen Studien entweder elektromagnetischen Feldern ausgesetzt (Exposition) oder ihnen wurde nur gesagt, sie seien einem Feld ausgesetzt – sie waren es aber in Wirklichkeit gar nicht (Scheinexposition). In Studien dieses Typs konnte keine der Testpersonen zwischen Exposition und Scheinexposition unterscheiden. Sie entwickelten zudem unter Exposition keine stärkeren Symptome als unter Scheinexposition (Eltiti et al. 2015; Rösli 2008; Rubin et al. 2005; Rubin et al. 2010; Verrender et al. 2018a).

Wenn also nicht die elektromagnetischen Felder selbst die Ursache von IEI-EMF sind, welche Faktoren spielen dann eine Rolle? Viele Forscherinnen und Forscher gehen davon aus, dass der Nocebo-Effekt eine Rolle spielt, und zwar sowohl bei der Entstehung als auch bei der Aufrechterhaltung von IEI-

EMF (Eltiti et al. 2018; Porsius et al. 2016; Szemerszky et al. 2010; Verrender et al. 2018b). Ein wichtiger Einflussfaktor ist demnach die Erwartung, dass elektromagnetische Felder negative gesundheitliche Auswirkungen haben (Van den Bergh et al. 2017). Aufgrund dieser Erwartung entstehen unter (vermeintlicher) Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern, also zum Beispiel beim Anblick einer Mobilfunkanlage oder einer Stromleitung, Symptome. Unterstützt wird diese These durch experimentelle Studien, die teilweise zeigen konnten, dass eine Manipulation der Erwartung das Erleben von Symptomen unter Scheinexposition beeinflussen konnte (Witthöft, Rubin 2013; Bräscher et al. 2017). Witthöft und Rubin zeigten einem Teil ihrer Probandinnen und Probanden beispielsweise eine BBC-Dokumentation, die Angst vor den elektromagnetischen Feldern von WLAN schürt, während der andere Teil einen Film sah, in dem es nicht um elektromagnetische Felder ging. Diejenigen, die die BBC-Dokumentation gesehen hatten, berichteten anschließend über mehr Symptome unter Scheinexposition als die Teilnehmenden der anderen Gruppe. Dies war allerdings nur bei jener Untergruppe der Fall, die zu Beginn der Untersuchung besonders ängstlich war.

Ein Hauptproblem dieser Studien ist, dass sie keine über die Untersuchungssituation hinausgehenden Schlüsse zulassen. Es handelt sich um reine Querschnittuntersuchungen, die eine Momentaufnahme darstellen und in diesem Fall nicht mit Menschen mit bestehenden IEI-EMF durchgeführt wurden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich ein Phänomen wie IEI-EMF über einen längeren Zeitraum hinweg ausbildet. Daher kann aus den Querschnittuntersuchungen nicht geschlossen werden, dass etwa aufgrund des Sehens einer kritischen TV-Reportage eine zeitlich stabile Erwartung von negativen Effekten durch elektromagnetische Felder entsteht, wie sie für Nocebo-Phänomene charakteristisch ist.

Dieudonné untersuchte die Ursachen von IEI-EMF mit einem anderen Ansatz. Er

fürhte biografische Interviews mit Menschen mit IEI-EMF durch (Dieudonné 2016, 2019). Die Ergebnisse seiner Untersuchungen legen nahe, dass bei den Betroffenen zuerst Symptome bestanden, die medizinisch nicht erklärt werden konnten. Erst Wochen, Monate oder in manchen Fällen Jahre nach Einsetzen der Symptome setzte sich bei ihnen der Gedanke fest, dass elektromagnetische Felder die Ursache für diese sind. Seine Ergebnisse sprechen dafür, dass IEI-EMF durch eine Ursachenzuschreibung (Attribution) von bereits vorhandenen gesundheitlichen Beeinträchtigungen auf elektromagnetische Felder entsteht. Dieser Befund lässt sich gut in Nocebo-Modelle der Entwicklung von IEI-EMF integrieren: Die Attributionen können als eine der Quellen von negativen Erwartungen gesehen werden. Wenngleich Dieudonnés qualitative Untersuchungen zum Beispiel in puncto Stichprobengröße oder einem etwaigem Erinnerungsbias kritisch zu hinterfragen sind, so erscheint eine tragende Rolle von Attributionen in der Entwicklung von IEI-EMF sehr plausibel.

FAZIT

Der Nocebo-Effekt ist ein klinisch hochrelevantes Phänomen, das erst in den letzten 15 Jahren mehr und mehr in den Fokus eines größeren Kreises an Forschern und Forscherinnen gerückt ist. Da Erwartungen ein wichtiger Bestandteil von Nocebo-Effekten sind, stellt er eine Herausforderung für die Kommunikation über Nebenwirkungen von Medikamenten, aber auch über die Wirkungen und Nicht-Wirkungen von Stimuli in der Umwelt dar. Mit „Framing“ und Psychoedukation sind zwei Methoden, die Nocebo-Effekte vermeiden sollen, bereits in Ansätzen erforscht worden. Bei komplexen Erkrankungen wie etwa IEI-EMF kommt dem Nocebo-Effekt in der Aufrechterhaltung der Erkrankungen eine Rolle zu. Jedoch sollte konkret bei IEI-EMF darauf geachtet werden, nicht vorschnell aus Querschnittstudien Schlüsse im Hinblick auf die Krankheitsgenese zu ziehen.

LITERATUR

- Bräscher AK, Raymaekers K, Van den Bergh O et al. (2017): Are media reports able to cause somatic symptoms attributed to WiFi radiation? An experimental test of the negative expectation hypothesis. *Environmental Research*. 156: 265–271. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.040>.
- Cornelius VR, Liu K, Peacock J et al. (2016): Variation in adverse drug reactions listed in product information for antidepressants and anticonvulsants, between the USA and Europe: a comparison review of paired regulatory documents. *BMJ Open*. 6 (3): e010599. DOI: [10.1136/bmjopen-2015-010599](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010599).
- Creed F, Henningsen P, Fink P (2011): *Medically Unexplained Symptoms, Somatisation and Bodily Distress: Developing Better Clinical Services*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Crichton F, Dodd G, Schmid G et al. (2014): Can expectations produce symptoms from infrasound associated with wind turbines? *Health Psychology*. 33 (4): 360–364. DOI: [10.1037/a0031760](https://doi.org/10.1037/a0031760).
- Crichton F, Petrie KJ (2015): Health complaints and wind turbines: The efficacy of explaining the nocebo response to reduce symptom reporting. *Environ. Res.* 140: 449–455. DOI: [10.1016/j.envres.2015.04.016](https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.04.016).
- Dieudonné M (2016): Does electromagnetic hypersensitivity originate from nocebo responses? Indications from a qualitative study. *Bioelectromagnetics*. 37 (1): 14–24. DOI: [10.1002/bem.21937](https://doi.org/10.1002/bem.21937).
- Dieudonné M (2019): Becoming electro-hypersensitive: A replication study. *Bioelectromagnetics*. 40 (3): 188–200. DOI: [10.1002/bem.22180](https://doi.org/10.1002/bem.22180).
- Eltiti S, Wallace D, Russo R et al. (2015): Aggregated data from two double-blind base station provocation studies comparing individuals with idiopathic environmental intolerance with attribution to electromagnetic fields and controls. *Bioelectromagnetics*. 36 (2): 96–107. DOI: [10.1002/bem.21892](https://doi.org/10.1002/bem.21892).
- Eltiti S, Wallace D, Russo R et al. (2018): Symptom Presentation in Idiopathic Environmental Intolerance With Attribution to Electromagnetic Fields: Evidence for a Nocebo Effect Based on Data Re-Analyzed From Two Previous Provocation Studies. *Frontiers in Psychology*. 9: 1563. DOI: [10.3389/fpsyg.2018.01563](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01563).
- Gallagher KM, Updegraff JA (2012): Health message framing effects on attitudes, intentions, and behavior: a meta-analytic review. *Ann. Behav. Med.* 43 (1): 101–116. DOI: [10.1007/s12160-011-9308-7](https://doi.org/10.1007/s12160-011-9308-7).
- Haller H, Cramer H, Lauche R et al. (2015): Somatoform disorders and medically unexplained symptoms in primary care. *Deutsches Ärzteblatt international*. 112 (16): 279–287. DOI: [10.3238/arztebl.2015.0279](https://doi.org/10.3238/arztebl.2015.0279).

- Häuser W, Hansen E, Enck P (2012): Nocebo Phenomena in Medicine. *Deutsches Ärzteblatt*. 109(26): 459–465.
- Hrobjartsson A, Gotzsche PC (2010): Placebo interventions for all clinical conditions. *Cochrane Database Syst. Rev.* (1): CD003974. DOI: 10.1002/14651858.CD003974.pub3.
- Lauff H, Wachenfeld A (2013): Differenzierte Betrachtung der Nutzung und der Wahrnehmung des Mobilfunks. Vorhaben FM8854. Im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz. urn:nbn:de:0221-2014022811170.
- Mahr A, Golmard C, Pham E et al. (2017): Types, frequencies, and burden of nonspecific adverse events of drugs: analysis of randomized placebo-controlled clinical trials. *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*. 26 (7): 731–741. DOI: 10.1002/pds.4169.
- O'Connor AM, Pennie RA, Dales RE (1996): Framing effects on expectations, decisions, and side effects experienced: the case of influenza immunization. *J. Clin. Epidemiol.* 49 (11): 1271–1276.
- Petrie KJ, Rief W (2019): Psychobiological Mechanisms of Placebo and Nocebo Effects: Pathways to Improve Treatments and Reduce Side Effects. *Annual Review of Psychology*. 70 (1): 599–625. DOI: 10.1146/annurev-psych-010418-102907.
- Porsius JT, Claassen L, Woudenberg F et al. (2016): Nocebo responses to high-voltage power lines: Evidence from a prospective field study. *Science of the Total Environment*. 543 (Part A): 432–438. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.038>.
- Röösli M (2008): Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: a systematic review. *Environ. Res.* 107 (2): 277–287. DOI: 10.1016/j.envres.2008.02.003.
- Rubin GJ, Das Munshi J, Wessely S (2005): Electromagnetic hypersensitivity: A systematic review of provocation studies. *Psychosomatic Medicine*. 67 (2): 224–232.
- Rubin GJ, Nieto-Hernandez R, Wessely S (2010): Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly 'electromagnetic hypersensitivity'): An updated systematic review of provocation studies. *Bioelectromagnetics*. 31 (1): 1–11.
- Stewart-Williams S, Podd J (2004): The placebo effect: dissolving the expectancy versus conditioning debate. *Psychol. Bull.* 130 (2): 324–340. DOI: 10.1037/0033-2909.130.2.324.
- Szemerszky R, Köteles F, Lihi R et al. (2010): Polluted places or polluted minds? An experimental sham-exposure study on background psychological factors of symptom formation in 'Idiopathic Environmental Intolerance attributed to electromagnetic fields'. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 213 (5): 387–394.
- Tinnermann A, Geuter S, Sprenger C et al. (2017): Interactions between brain and spinal cord mediate value effects in nocebo hyperalgesia. *Science*. 358 (6359): 105–108. DOI: 10.1126/science.aan1221.
- Van den Bergh O, Brown RJ, Petersen S et al. (2017): Idiopathic environmental intolerance: A comprehensive model. *Clinical Psychological Science*. 5 (3): 551–567. DOI: 10.1177/2167702617693327.
- Verrender A, Loughran SP, Anderson V et al. (2018): IEI-EMF provocation case studies: A novel approach to testing sensitive individuals. *Bioelectromagnetics* 39 (2): 132–143. DOI: 10.1002/bem.22095.
- Verrender A, Loughran SP, Dalecki A et al. (2018): Can explicit suggestions about the harmfulness of EMF exposure exacerbate a nocebo response in healthy controls? *Environ. Res.* 166: 409–417. DOI: 10.1016/j.envres.2018.06.032.
- Verrender AM (2018): The Determinants of Electromagnetic Hypersensitivity. University of Wollongong - Research online. Wollongong, Australia.
- Webster RK, Rubin GJ (2018): Influencing Side-Effects to Medicinal Treatments: A Systematic Review of Brief Psychological Interventions. *Front. Psychiatry*. 9: 775. DOI: 10.3389/fpsyt.2018.00775.
- Webster RK, Weinman J, Rubin GJ (2016): A systematic review of factors that contribute to nocebo effects. *Health Psychol.* 35 (12): 1334–1355. DOI: 10.1037/hea0000416.
- Webster RK, Weinman J, Rubin GJ (2018): Positively Framed Risk Information in Patient Information Leaflets Reduces Side Effect Reporting: A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *Annals of Behavioral Medicine*. 52 (11): 920–929. DOI: 10.1093/abm/kax064.
- Witthöft M, Rubin GJ (2013): Are media warnings about the adverse health effects of modern life self-fulfilling? An experimental study on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF). *Journal of Psychosomatic Research*. 74 (3): 206–212. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpsychores.2012.12.002>.

KONTAKT

Dr. Christoph Böhmert
Bundesamt für Strahlenschutz
Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim
E-Mail: [cboehmert\[at\]bfs.de](mailto:cboehmert[at]bfs.de)

[BfS]

Umweltgerechtigkeit in der kommunalen Praxis – Handlungsempfehlungen zur Umsetzung eines integrierten Ansatzes

Environmental Justice in municipal practice – recommendations for the implementation of an integrated approach

ZUSAMMENFASSUNG

In vielen Kommunen konzentrieren sich umweltbedingte Gesundheitsrisiken in sozial benachteiligten Quartieren. In einem vom Umweltbundesamt (UBA) geförderten Forschungsprojekt des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu) wurde daher in drei Pilotkommunen – Kassel, Marburg, München – erprobt, wie der vergleichsweise neue Ansatz Umweltgerechtigkeit in der kommunalen Praxis umgesetzt werden kann. Zwei Jahre hat das Difu die drei Kommunen wissenschaftlich begleitet. Die Beteiligten aus den Pilotkommunen bestätigten im Grundsatz die vom Difu im Vorläuferprojekt „Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum“ entwickelten Handlungsempfehlungen. Die Erkenntnisse aus den Pilotkommunen sind in die Online-Toolbox „Umweltgerechtigkeit“ (www.toolbox-umweltgerechtigkeit.de) eingeflossen, die im Rahmen des Projekts erstellt wurde. Sie bietet vor allem Akteuren aus Kommunalverwaltung und -politik praxisnahe Informationen und Tipps rund um das Thema Umweltgerechtigkeit.

ABSTRACT

In many municipalities, environmental health risks are concentrated in socially deprived neighbourhoods. In a research project of the German Institute of Urban Affairs (Difu), three pilot municipalities – Kassel, Marburg, Munich – tested how the comparatively new approach of environmental justice can be implemented in municipal practice – funded by the German Environment Agency. For two years, Difu has scientifically accompanied the three communities. The participants from the pilot municipalities confirmed in principle the recommendations for action developed by Difu in the previous project „Environmental justice in urban areas“. The findings from the pilot municipalities have been incorporated into the online toolbox „Environmental Justice“ (www.toolbox-umweltgerechtigkeit.de), which was created as part of the project. It provides practical information and tips on the subject of environmental justice, especially those in local government and politics.

HINTERGRUND UND ZIELE DES FORSCHUNGS- VORHABENS

Umweltgerechtigkeit zielt darauf ab, eine Konzentration gesundheitsrelevanter Umweltbelastungen wie Lärm oder Schadstoffe in der Luft in sozial benachteiligten Quar-

tieren oder Wohnlagen zu vermeiden und abzubauen sowie ihren Bewohnerinnen und Bewohnern den Zugang zu gesundheitsfördernden Umweltressourcen – dazu gehören Grün- und Freiflächen – zu ermöglichen.

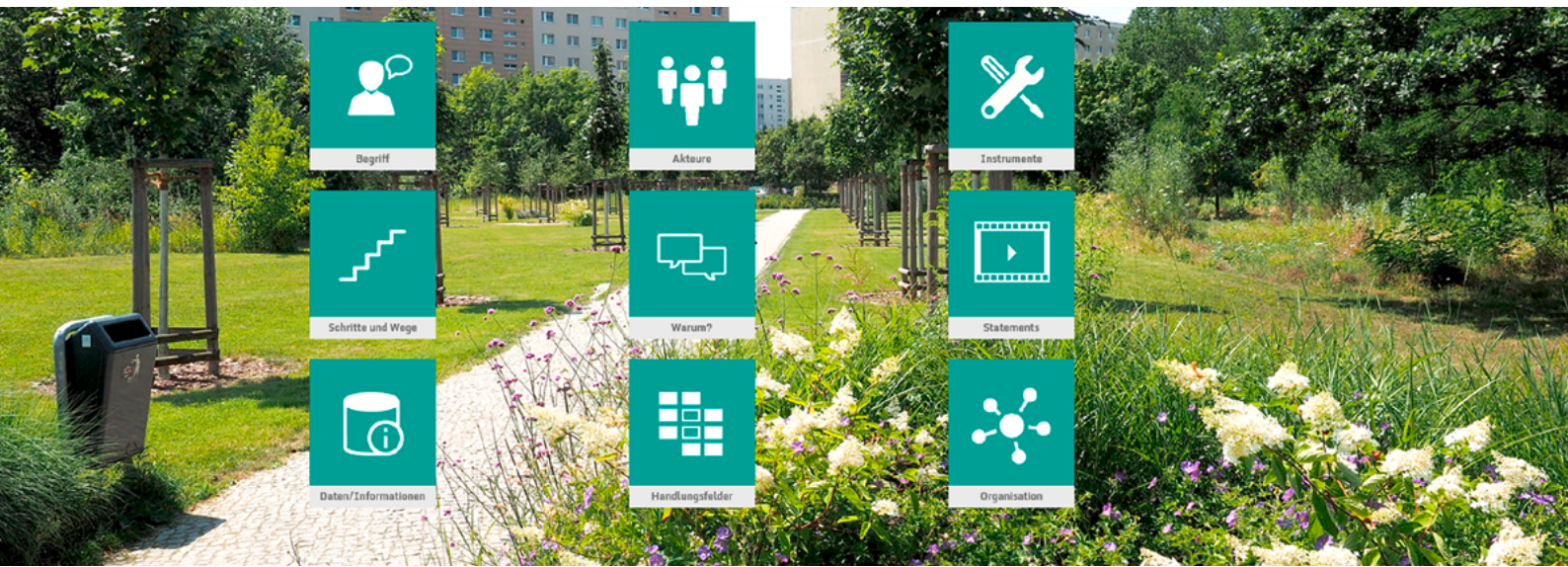
Bisher fehlen in Deutschland weitgehend Strategien und Maßnahmen zur Reduzierung der räumlich und sozial ungleichen Vertei-

CHRISTA BÖHME¹,
THOMAS FRANKE¹,
THOMAS PREUSS¹,
CHRISTIANE BUNGE²

¹ Deutsches Institut für
Urbanistik (Difu)

² Umweltbundesamt
(UBA)

Die folgenden Ausführungen sind überwiegend der Veröffentlichung Böhme et al. (2019) entnommen.



Online-Toolbox Umweltgerechtigkeit: <https://toolbox-umweltgerechtigkeit.de/>.

lung von Umweltbelastungen und Umweltressourcen. Vor diesem Hintergrund hat das Deutsche Institut für Urbanistik (Difu) von 2012 bis 2014 zunächst das Forschungsprojekt „Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum“ mit Zuwendung des Bundesumweltministeriums (BMU) und des Umweltbundesamtes (UBA) durchgeführt und Handlungsempfehlungen für die Implementierung des neuen Ansatzes im kommunalen Handeln erarbeitet (Böhme et al. 2015).

Im ebenfalls mit Zuwendung des BMU/UBA durchgeführten Forschungsvorhaben „Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen“ des Difu ging es dann darum, in drei Pilotkommunen zu überprüfen, wie der Ansatz Umweltgerechtigkeit in der kommunalen Praxis implementiert werden kann und welche der im Vorläuferprojekt entwickelten Handlungsempfehlungen dafür wie relevant und realisierbar sind. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse sollte geprüft werden, inwieweit die Handlungsempfehlungen gegebenenfalls weiterzuentwickeln sind, um die kommunale Praxis auf dem Weg zu mehr Umweltgerechtigkeit wirksam zu unterstützen. Weiteres Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Erkenntnisse und Erfahrungen aus

der modellhaften Umsetzung des Ansatzes Umweltgerechtigkeit und aus dem Vorläufervorhaben praxisnah aufzubereiten. Auf diese Weise sollen Kommunen Hilfestellungen und Tipps erhalten, wie sie mehr Umweltgerechtigkeit vor Ort schaffen können. Es wurden vier inhaltlich vernetzte Projektbausteine bearbeitet:

o Forschungsbegleitung der Pilotkommunen:

In drei Pilotkommunen – Kassel, Marburg und München – wurde die modellhafte Umsetzung des Ansatzes Umweltgerechtigkeit vom Frühjahr 2016 bis zum Frühjahr 2018 wissenschaftlich begleitet. Dabei standen die Vermittlung von Hintergrundwissen sowie die Dokumentation der jeweiligen Umsetzungsfortschritte im Vordergrund. Außerdem organisierte das Difu einen Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen den Pilotkommunen. Im Juni 2018 bot ein Bilanzgespräch die Gelegenheit, die Erkenntnisse aus den Pilotkommunen zu reflektieren und über die Handlungsempfehlungen zu diskutieren.

o **Umsetzung der Beschlüsse der Umweltministerkonferenz zu Umweltgerechtigkeit – Akteursbefragung und Fachgespräch:**

Das BMU hat zur Umsetzung der von der 86. und 87. Umweltministerkonferenz im Jahr 2016 gefassten Beschlüsse zum Thema Umweltgerechtigkeit bundesweit relevante Akteure im Themenfeld Umweltgerechtigkeit schriftlich um Einschätzungen, Impulse und Anregungen zur Festlegung prioritärer Themen und Handlungsfelder sowie um Handlungsempfehlungen zur Umsetzung des Ansatzes Umweltgerechtigkeit gebeten. Die eingegangenen Stellungnahmen wurden vom Difu ausgewertet. Im Juni 2017 wurde mit den befragten Akteuren das Fachgespräch „Leitlinien und Handlungsempfehlungen für mehr Umweltgerechtigkeit“ im BMU (Berlin) durchgeführt.

o **Weiterentwicklung von Handlungsempfehlungen:** Auf Basis der Ergebnisse aus den Pilotkommunen sowie der bundesweiten Akteursbefragung und des Fachgesprächs wurden die im Vorläuferprojekt erarbeiteten Handlungsempfehlungen zur Implementierung von Umweltgerechtigkeit im kommunalen Handeln weiterentwickelt. Beim Bilanzgespräch wurden die vom Difu weiterentwickelten Empfehlungen mit den Teilnehmenden – Beteiligte aus den Pilotkommunen, Mitglieder des projektbegleitenden Arbeitskreises sowie Vertreterinnen und Vertreter aus Planspielkommunen des Vorgängerprojektes – erneut reflektiert und anschließend vom Difu finalisiert.

o **Toolbox Umweltgerechtigkeit:** In einer Online-Toolbox wurden für Kommunen u. a. Hintergrundinformationen, Umsetzungstipps, Checklisten und Praxisbeispiele zusammengestellt. Akteure aus Kommunen finden hier u. a. Antworten darauf, welche Handlungsfelder relevant sind und wie der Ansatz Umweltgerechtigkeit mit welchen Akteuren auf den Weg gebracht werden kann (<https://toolbox-umweltgerechtigkeit.de/>).

ERGEBNISSE DES FORSCHUNGSVORHABENS

Im Folgenden wird ein Überblick über die Erkenntnisse und Erfahrungen aus der modellhaften Umsetzung des Ansatzes Umweltgerechtigkeit in den drei Pilotkommunen sowie über die Ergebnisse der Akteursbefragung gegeben. Beide Projektbausteine haben wichtige Grundlagen geliefert, um die vom Difu im Vorläuferprojekt „Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum“ erarbeiteten Handlungsempfehlungen für die Schaffung von mehr Umweltgerechtigkeit weiterzuentwickeln.

A) UMSETZUNG DES ANSATZES UMWELTGERECHTIGKEIT IN DEN PILOTKOMMUNEN KASSEL, MARBURG UND MÜNCHEN

Drei Pilotkommunen – Kassel, Marburg und München – erprobten über zwei Jahre, wie der Ansatz Umweltgerechtigkeit in der kommunalen Praxis umgesetzt werden kann. Das Difu begleitete den gesamten Prozess wissenschaftlich. Dabei wurde unter anderem den Fragen nachgegangen, welche programmatischen, strategischen und instrumentellen Andockpunkte für den Ansatz Umweltgerechtigkeit bestehen, wie mehrfach belastete Teilräume identifiziert werden können, welche Maßnahmen geeignet sind, um mehr Umweltgerechtigkeit zu schaffen und wie sich der Ansatz Umweltgerechtigkeit in Politik und Verwaltung verankern lässt. Die drei Pilotkommunen wählten dabei unterschiedliche Zugänge und Schwerpunkte, den Ansatz Umweltgerechtigkeit aufzugreifen und in der eigenen Stadt zu implementieren. Die drei Städte stehen für verschiedene „Typen“ des Umgangs mit Umweltgerechtigkeit:

Typ 1 – „Analyse-, Konzept- und Organisationsansatz/Top down-orientiert“: Kassel

Typ 2 – „Umsetzungsansatz/Bottom-up-orientiert“: Marburg

Typ 3 – „Ausweitungsansatz/mittlerer Weg: München

Von **Kassel** lässt sich unter anderem lernen, wie das Zusammenspiel von Politik und Verwaltung sowie verschiedener relevanter Verwaltungsbereiche im Sinne einer fachbereichsübergreifenden Matrix ein breites, stabiles Steuerungsfundament für Umweltgerechtigkeit und die Umsetzung damit verbundener Maßnahmen und Projekte vor Ort bildet.

Das Beispiel **München** zeigt unter anderem, dass eine Kommune nicht „bei Null“ anfangen muss, will sie den Ansatz Umweltgerechtigkeit aufgreifen: Hier werden sowohl bereits bestehende, „altbewährte“ Akteursstrukturen auf der Verwaltungs- und der Vor-Ort-Ebene als auch eine fundierte Konzept-„Landschaft“ genutzt, um mehr Umweltgerechtigkeit im Sinne einer Qualifizierung des Bestehenden zu schaffen.

Marburg steht für eine sehr pragmatische Herangehensweise: Im Rahmen der Umsetzung des Programms Soziale Stadt in zwei neuen Programmgebieten und vor dem Hintergrund, dass die Themen Gesundheit und Beteiligung generell prominente Bestandteile der städtischen Agenda sind, wird Umweltgerechtigkeit im Sinne einer Weiterqualifizierung ohnehin aufzustellender integrierter Quartiersentwicklungskonzepte erprobt. Auf dieser Basis werden Anforderungen an Politik und Verwaltung formuliert und thematische Handlungsfelder „auf den Prüfstand“ gestellt.

Die Erfahrungen in den Pilotkommunen zeigen, dass folgende Faktoren zur Implementierung von Umweltgerechtigkeit als kommunales Querschnittsthema beitragen können:

- intensive Selbstvergewisserung über Vorstellungen und Ziele (gemeinsames Verständnis, gemeinsames „Ziehen an einem Strang“),
- „Rückendeckung“ der Kommunalpolitik (Beschluss),
- Nominierung einer „Kümmerer“- beziehungsweise Ansprechperson in der Verwaltung (bis hin zu einer dezidierten Federführung) sowie

- geeignete Verfahren der Verwaltungszusammenarbeit wie ressortübergreifende Gremien auf Steuerungs- und Arbeitsebene.

B) AKTEURSBEFragung ZUM THEMA UMWELTGERECHTIGKEIT

Das BMU hat zur Umsetzung der von der 86. und 87. Umweltministerkonferenz im Jahr 2016 gefassten Beschlüsse zum Thema Umweltgerechtigkeit relevante Akteure im Themenfeld Umweltgerechtigkeit schriftlich um Einschätzungen, Impulse und Anregungen zur Festlegung prioritärer Themen und Handlungsfelder sowie um Handlungsempfehlungen gebeten. Dazu wurden u. a. folgende Akteure angeschrieben: nachgeordnete Bundesoberbehörden des BMU und des Bundesgesundheitsministeriums, wissenschaftliche Beiräte, Umwelt-/Grün-, Wohlfahrts- und Gesundheitsverbände, kirchliche Interessenvertretungen, Migrationsverbände, Berufsverbände aus dem Bereich Landschaftsplanung/Grün, Verkehrsclubs, Verbände der Wohnungswirtschaft sowie kommunale Spitzenverbände. Die eingegangenen Stellungnahmen wurden anschließend vom Difu ausgewertet. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Zum Begriffsverständnis Umweltgerechtigkeit: Der bei der Befragung zugrunde gelegte Umweltgerechtigkeitsbegriff – gesunde Umweltverhältnisse für und mit allen Menschen unabhängig von ihrer sozialen Lage schaffen und damit bestmögliche umweltbezogene Gesundheitschancen für alle herstellen – wird von den befragten Akteuren überwiegend geteilt.

Zur Umsetzung von Umweltgerechtigkeit vor Ort: Bedarf nach mehr Umweltgerechtigkeit wird vor allem in sozial benachteiligten Quartieren und Wohnlagen konstatiert, in denen sich gleichzeitig Umweltbelastungen konzentrieren. Die benannten Erfolgsfaktoren für die Schaffung von Umweltgerechtigkeit beziehen sich auf die Kommunalpolitik (Bekenntnis zu Umweltgerechtigkeit), die

Kommunalverwaltung (Ansprechperson, ressortübergreifende Zusammenarbeit) und die Quartiersebene (Quartiersmanagement/ Gemeinwesenarbeit, Beteiligung von und Zusammenarbeit mit Bewohnerschaft und Akteuren vor Ort). Als Hemmnisse für den Ansatz Umweltgerechtigkeit in den Kommunen werden insbesondere identifiziert: Kenntnisse über den Ansatz Umweltgerechtigkeit und seine Potenziale fehlen, es mangelt an ressortübergreifender Zusammenarbeit, die finanzielle Lage ist häufig schlecht und die Leistungsfähigkeit der Verwaltung teils nicht ausreichend.

Thematische Handlungsfelder und -empfehlungen: Es wird eine Vielzahl an thematischen Handlungsfeldern benannt, die als relevant angesehen werden, um mehr Umweltgerechtigkeit zu schaffen. Diese reichen von integrierter Stadt(-teil)entwicklung über Mobilität und Verkehr sowie einzelnen Umweltthemen – Lärmschutz und Lärm-minderung, Luftreinhaltung, Erhalt und Entwicklung von urbanem Grün/grüner Infrastruktur, Vermeidung und Verminderung von UV-Strahlungs- und Hitzebelastung, Umweltbildung – bis hin zur Bekämpfung von Energiearmut und einem Monitoring Umweltgerechtigkeit. Zu all diesen Handlungsfeldern werden auch – mal mehr, mal weniger ausführlich – Empfehlungen gegeben, wie das Thema Umweltgerechtigkeit im jeweiligen Handlungsbereich verankert und umgesetzt werden kann. Schwerpunkte bei den Empfehlungen bilden die Handlungsfelder Stadt(-teil)entwicklung/Stadtplanung, Mobilität/Verkehr, Lärmschutz/Lärm-minderung sowie Urbanes Grün/Grüne Infrastruktur. Die Empfehlungen richten sich überwiegend an die Kommunen, teils – insbesondere mit Blick auf gesetzliche Erfordernisse – auch an den Bund.

Strategische Handlungsfelder und -empfehlungen: Strategisch wird es für eine Verankerung des Ansatzes Umweltgerechtigkeit in den Kommunen von den befragten Akteuren für notwendig erachtet,

- Umweltgerechtigkeit auf der politischen Agenda von Bund und Ländern sowie in Gesetzen und Verordnungen (Bau- und Planungsrecht, Umweltgesetze und -verordnungen) zu verankern,
- Strukturen, die eine Implementierung von Umweltgerechtigkeit unterstützen, insbesondere auf Bundesebene (Koordinierungsstelle Umweltgerechtigkeit) einzurichten,
- formelle und informelle Instrumente der Stadt-, Umwelt- und Gesundheitsplanung dahingehend zu überprüfen, inwieweit eine Integration des Ansatzes Umweltgerechtigkeit sinnvoll und möglich ist,
- eine gezielte Förderpolitik (u. a. Bundesprogramm Umweltgerechtigkeit, sozialraumorientierte Umweltförderprogramme) durch Bund und Länder auf den Weg zu bringen,
- die Zusammenarbeit der relevanten Ressorts (insbesondere die Bereiche Stadtentwicklung/Bauen, Umwelt/Grün, Verkehr, Gesundheit, Soziales, Bildung, Verbraucherschutz) auf den verschiedenen Politik- und Verwaltungsebenen und zwischen diesen auszubauen und dies mit einer engen Kooperation mit zivilgesellschaftlichen Akteuren (u. a. Umwelt- und Sozialverbände, Kirchen, Gewerkschaften, Schulen und Kitas, Wohnungswirtschaft) zu verbinden,
- die Betroffenen in mehrfach belasteten Gebieten bei der Analyse und der Verbesserung der Gebietssituation zu beteiligen und diese Prozesse zielgruppengerecht auszugestalten,
- für das Thema Umweltgerechtigkeit durch Information, Kommunikation und Erfahrungsaustausch zu sensibilisieren und
- die Forschung des Bundes zum Thema Umweltgerechtigkeit weiter auszubauen.

C) HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die vom Difu abgeleiteten Handlungsempfehlungen richten sich in erster Linie an die Kommunen in Deutschland. Weitere Handlungsempfehlungen sind an Bund und Länder gerichtet.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR KOMMUNEN – VERSION 2.0

Zentrales Ziel des Forschungsprojekts war es, die an die Kommunen gerichteten Handlungsempfehlungen, die im ersten Projekt „Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum“ des Difu erarbeitet wurden, in den drei Pilotkommunen zu validieren. Im Grundsatz bestätigten die Beteiligten in den Pilotkommunen die im Vorläuferprojekt entwickelten Handlungsempfehlungen. Dies trifft auch auf die an der Akteursbefragung und am Fachgespräch im Kontext der Beschlüsse der Umweltministerkonferenz zu Umweltgerechtigkeit Teilnehmenden zu. Gleichzeitig wurden eine Reihe von Detailhinweisen, aber auch einige generelle Anregungen gegeben, wie die Empfehlungen gewichtet, weiterentwickelt und qualifiziert werden sollten. Um eine größere Praxisnähe zu erreichen, wurde es beispielsweise als sinnvoll erachtet, die Empfehlungen in eine Verfahrensreihenfolge zu bringen, eine Priorisierung vorzunehmen und eine allgemeinverständlichere Sprache zu wählen.

Auf Basis der Ergebnisse aus den Pilotkommunen sowie der bundesweiten Akteursbefragung und des Fachgesprächs wurden die Handlungsempfehlungen vom Difu weiterentwickelt und in **prioritäre und vertiefende Empfehlungen** unterteilt.

Die **zehn prioritären Empfehlungen** beziehen sich auf Verfahrens- und Arbeitsschritte, die unmittelbar erforderlich sind, wenn eine Kommune den Ansatz Umweltgerechtigkeit umsetzen will. Die unterschiedlichen Ausgangs- und Rahmenbedingungen vor Ort machen ein an den lokalen Verhältnissen orientiertes Vorgehen notwendig und lassen einen kategorischen Ablauf von Handlungsschritten in der Regel nicht zu. Die vorgenommene

Reihung bietet den Kommunen eine gewisse Verfahrensorientierung:

- Zuerst sollten „verbündete“ Impulsgeberinnen und -geber aus Politik und/oder Verwaltung prüfen, welche Anknüpfungspunkte es in ihrer Kommune für den Ansatz Umweltgerechtigkeit gibt.
- Um politische „Rückendeckung“ zu erlangen und relevante Verwaltungsakteure mit „ins Boot“ holen zu können, sollten die „verbündeten“ Impulsgeberinnen und -geber eine fundierte Argumentation für Umweltgerechtigkeit erarbeiten.
- Für Umweltgerechtigkeit relevante Verwaltungsbereiche und -akteure sollten identifiziert und ihre Zusammenarbeit untereinander sichergestellt werden.
- Für die Verankerung des Ansatzes Umweltgerechtigkeit in der Verwaltung sollte eine dezidierte Federführung festgelegt werden.
- Die Kommunalpolitik sollte ihre Verwaltung damit beauftragen, den Ansatz Umweltgerechtigkeit umzusetzen und sie mit entsprechenden (Personal-)Ressourcen ausstatten.
- Als Handlungsräume für mehr Umweltgerechtigkeit sollten zunächst mehrfach belastete städtische Teilräume identifiziert werden.
- In mehrfach belasteten städtischen Teilräumen sollte als erstes der Handlungsbedarf gemeinsam mit der Bewohnerschaft und anderen Vor-Ort-Akteuren ermittelt werden (Gebietsanalysen).
- Ebenfalls unter intensiver Beteiligung von Bewohnerschaft und anderen Vor-Ort-Akteuren sollten für die betroffenen Teilräume detaillierte Ziele und Maßnahmen entwickelt und umgesetzt werden. Mögliche Verdrängungseffekte sind hierbei zu beachten und zu vermeiden.

- Sowohl bezogen auf konkrete „Quartiersfälle“ als auch generell sollten gesamtstädtische und auch teilträumliche kommunale Programme, Konzepte und Planungen dahingehend überprüft werden, inwieweit sie (bereits) Ziele und Maßnahmen zu Umweltgerechtigkeit enthalten bzw. wie sie entsprechend ergänzt werden können.
- Für die Schaffung von mehr Umweltgerechtigkeit sollte die Bündelung unterschiedlicher Finanzierungsquellen geprüft werden.

Fünf vertiefende Empfehlungen geben Hinweise auf Aspekte, die zusätzlich „links und rechts“ auf dem Weg zu mehr Umweltgerechtigkeit beachtet werden sollten:

- Sozialraumorientierung der Umweltämter stärken.
- Sozialraumorientierung der Gesundheitsämter stärken.
- Mehr räumliche Planungskompetenz im Gesundheitsamt verankern.
- Bei Umwelt(verträglichkeits)prüfungen auf eine qualifizierte Betrachtung der Wirkungen auf das Schutzgut „Menschliche Gesundheit“ achten.
- Erstellung eines kommunalen Fachplans Gesundheit prüfen.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR BUND UND LÄNDER – VERSION 2.0

Im Vorgängerprojekt wurden neben Handlungsempfehlungen für die Kommunen auch Empfehlungen erarbeitet, wie Bund und Länder die Kommunen dabei unterstützen können, mehr Umweltgerechtigkeit zu schaffen. Auch diese Handlungsempfehlungen wurden in der vorliegenden Untersuchung weiterentwickelt. Grundlage hierfür waren zum einen Interviews in den Pilotkommunen, in denen die Interviewpartnerinnen und -partner auch nach möglichen Beiträgen von Bund und Ländern für eine bessere kommunale Umsetzung des Ansatzes Umweltgerechtigkeit befragt wurden. Zum anderen lieferte die Befragung der Akteure im Rahmen der Umsetzung der UMK-Beschlüsse zu Umweltgerechtigkeit wichtige Hinweise:

- Ressortübergreifende Kooperation in Bund und Ländern ausbauen.
- Gesetzliche und instrumentelle Verankerung von Umweltgerechtigkeit prüfen.
- Mittelbündelung erleichtern.
- Gute kommunale Praxis identifizieren, dokumentieren und kommunizieren.
- Interkommunalen Erfahrungsaustausch und Wissenstransfer fördern.
- Kompetenz- und Transferstelle Umweltgerechtigkeit auf Bundesebene einrichten.
- Umweltgerechtigkeit in Programme zur Bildung für nachhaltige Entwicklung/Umweltbildung aufnehmen.
- Forschung zu Umweltgerechtigkeit ausbauen, Modell- und Pilotvorhaben initiieren.

D) TOOLBOX UMWELTGERECHTIGKEIT

Sowohl die Erkenntnisse und Erfahrungen aus den Pilotkommunen, die Akteursbefragungen als auch die weiterentwickelten Handlungsempfehlungen für die Kommunen sind in die webbasierte Toolbox Umweltgerechtigkeit (www.toolbox-umweltgerechtigkeit.de) eingeflossen, die vom Difu gehostet wird. Die Toolbox bietet vor allem Akteuren aus Kommunalverwaltung und -politik praxisnahe Informationen und Tipps rund um das Thema Umweltgerechtigkeit:

- Erläuterungen zum Begriff Umweltgerechtigkeit,
- Argumente für das Engagement einer Kommune, mehr Umweltgerechtigkeit zu schaffen,
- Informationen über notwendige Schritte einer Kommune auf dem Weg zu mehr Umweltgerechtigkeit,
- Aufschlüsselung hilfreicher beziehungsweise notwendiger Informationsgrundlagen (Daten und Indikatoren, Akteurswissen, Konzepte und Planungen),
- Überblick zu Themen, Maßnahmen und Projekten für Umweltgerechtigkeit in den Handlungsfeldern Lärmschutz, Luftreinhaltung, Freiraumentwicklung, Klimaschutz/Anpassung an den Klimawandel, Mobilität/Verkehr, Umweltbildung, Gesundheitsförderung,
- Informationen, wie das Thema in Instrumente wie Stadtentwicklungskonzepte oder Lärmaktionspläne einfließen kann,
- Übersicht zu Handlungsmöglichkeiten für Politik, Kommunalverwaltung, Verbände und die Quartiersebene,
- Darstellung operativer Kernelemente für die Organisation und Steuerung der Prozesse,
- Interview-Clips mit Berichten und Erfahrungen von „Umweltgerechtigkeits-Profis“,
- Praxisbeispiele, die zeigen, wie Kommunen vorgehen können, um für mehr Umweltgerechtigkeit zu sorgen,
- Checklisten zu einzelnen Themenfeldern als systematische Arbeitshilfen für die Kommunen,
- Zusammenstellung relevanter Literatur und Links zum Thema Umweltgerechtigkeit.

FAZIT UND AUSBLICK

Das Forschungs-Praxis-Projekt des Difu hat gezeigt, dass es bei der praktischen Umsetzung des Ansatzes Umweltgerechtigkeit auf kommunaler Ebene unterschiedliche Zugänge und Schwerpunktsetzungen gibt beziehungsweise geben kann. Die Kommunen in Deutschland haben unterschiedliche Ausgangsbedingungen, die keine standardisierte Vorgehensweise erlauben. Jedoch bieten die vom Difu weiterentwickelten Handlungsempfehlungen eine geeignete Hilfestellung, den Ansatz Umweltgerechtigkeit – individuell und an die jeweiligen Rahmenbedingungen angepasst – umzusetzen.

Das Forschungs-Praxis-Projekt hat einen klaren Schwerpunkt darauf gelegt, zu untersuchen, wie Kommunalverwaltung und Kommunalpolitik den Ansatz Umweltgerechtigkeit umsetzen können. Es kann jedoch auf kommunaler Ebene nur in Kooperation mit weiteren Akteuren wie privaten Unternehmen, zivilgesellschaftlichen Gruppen und den Bürgerinnen und Bürgern vor Ort gelingen, der räumlich und sozial ungleichen Verteilung von Umweltbelastungen und Umweltressourcen entgegenzuwirken.

Die Handlungsempfehlungen für Bund und Länder weisen darauf hin, wie Bund und Länder dazu beitragen können, die Rahmenbedingungen für die kommunale und lokale Ebene zu verbessern. Mit den Ergebnissen des Forschungs-Praxis-Projekts des Difu liegen außerdem wichtige Erkenntnisse vor, die Bund und Länder für die Entwicklung der Leitlinien zur konkreten Umsetzung von Umweltgerechtigkeit nutzen können.

LITERATUR

Böhme C, Franke T, Preuß T (2019): Umsetzung einer integrierten Strategie zu Umweltgerechtigkeit – Pilotprojekt in deutschen Kommunen. Dessau-Roßlau (Umwelt & Gesundheit 02/2019, Hrsg.: Umweltbundesamt). <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umsetzung-einer-integrierten-strategie-zu> (Zugriff am: 16.09.2019).

Böhme C, Preuß T, Bunzel A et al. (2015): Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum – Entwicklung von Strategien und Maßnahmen zur Minderung sozial ungleich verteilter Umweltbelastungen. Dessau-Roßlau (Umwelt & Gesundheit 01/2015, Hrsg.: Umweltbundesamt). <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltgerechtigkeit-im-staedtischen-raum> (Zugriff am: 16.09.2019).

KONTAKT

Christa Böhme
Deutsches Institut für Urbanistik
Zimmerstr. 13–15
10969 Berlin
E-Mail: boehme[at]difu.de

[UBA]

Neu programmierte App Scan4Chem vereinfacht Auskunftsrecht zu Chemikalien in Verbraucherprodukten – europaweit!

Newly programmed app Scan4Chem simplifies right on information about chemicals in consumer products – all across Europe!

ZUSAMMENFASSUNG

EVA BECKER

Die EU-Chemikalienverordnung REACH gibt Verbraucherinnen und Verbrauchern das Recht auf Auskunft über sogenannte besonders besorgniserregende Stoffe in Produkten. Der Haken daran: Es muss erst eine Anfrage an Hersteller oder Händler gestellt werden. Die App Scan4Chem des Umweltbundesamtes (UBA) vereinfacht diese Anfrage. Die App wurde nun komplett überarbeitet. Was ist neu? Sie ist an eine neue europäische Datenbank angeschlossen, in die Hersteller und Händler ihre Informationen eintragen können. Außerdem wird die App nun in 14 europäischen Staaten angeboten. Je mehr Verbraucherinnen und Verbraucher die App nutzen, desto eher werden Hersteller und Lieferanten ihre Daten in die neue Datenbank eintragen. Und die Informationen aus der Datenbank stehen allen zur Verfügung: sofort, per Klick über die App. Je öfter die App genutzt wird, desto besser wird sie! Je mehr Menschen Anfragen stellen, desto eher werden Hersteller kritische Chemikalien in ihren Produkten ersetzen.

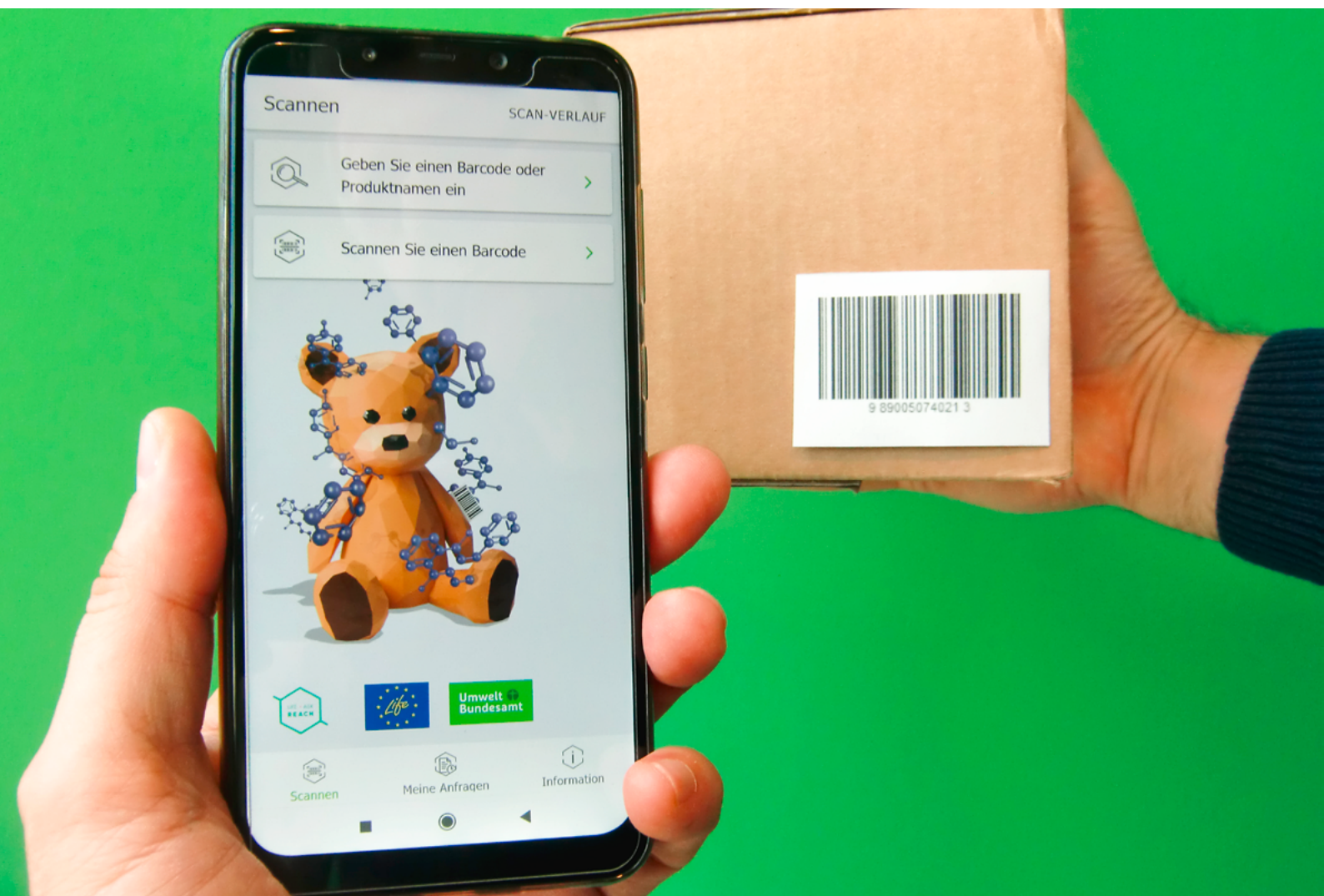
ABSTRACT

The EU Chemicals Regulation REACH entitles you to receive information on so-called substances of very high concern in consumer articles. The catch is that you first have to send an information request to the manufacturer or retailer. The Scan4Chem app of the German Federal Environment Agency simplifies this request for you. The app has now been completely revised. What's new? It is connected to a new European database in which manufacturers and retailers can enter their information. In addition, the app is now available in 14 European countries. The more consumers use the app, the sooner manufacturers and retailers will enter their data in the new database. And the information from the database is available to everyone: immediately, by clicking in the app. The more often you use the app, the better it will be! The more people send request, the more likely manufacturers are motivated to replace critical chemicals in their products.

Wir haben zuletzt in UMID 1/2018 über die Smartphone-App Scan4Chem berichtet. Es geht um das Auskunftsrecht zu besonders besorgniserregenden Stoffen in Verbraucherprodukten. Während bei Lebensmitteln und Kosmetika die Inhaltsstoffe weitgehend auf der Verpackung angegeben werden müssen, ist dies bei Produkten wie Sportartikeln, Möbeln, Elektrogeräten, Textilien und ähnlichem nicht der Fall. Wer wissen möchte,

welche Chemikalien in diesen Produkten enthalten sind, hat seit der Verabschiedung der europäischen Chemikalienverordnung REACH immerhin das Recht auf Information über sogenannte besonders besorgniserregende Stoffe, die sich darin befinden (engl.: substances of very high concern, SVHC). Allerdings nur auf Anfrage beim Hersteller, Importeur oder Händler: ein Umstand, der dazu geführt hat, dass das Auskunftsrecht von

In diesem Artikel wird der umgangssprachliche Begriff „Produkt“ genutzt, die korrekte Bezeichnung wäre „Erzeugnis“. Gemäß REACH ist ein Erzeugnis ein „Gegenstand, der bei der Herstellung eine spezifische Form, Oberfläche oder Gestalt erhält, die in größerem Maße als die chemische Zusammensetzung seine Funktion bestimmt“.



Neues Design der App
Scan4Chem. Quellen:
AskREACH und
vectorcreator / fotolia.com.

Verbraucherinnen und Verbrauchern bisher wenig genutzt wird und dass von Teilen der Wirtschaft angenommen wird, es interessiere Verbraucher nicht, welche Chemikalien in diesen Produkten verwendet werden.

Am REACH-Auskunftsrecht kann man viel kritisieren. Tatsache ist, dass es vor REACH gar kein Recht auf Auskunft gab. Das REACH Auskunftsrecht ist also in jedem Fall ein Fortschritt und wir wollen an diesem Hebel ansetzen. Dafür brauchen wir die Unterstützung kritischer Bürgerinnen und Bürger, die tatsächlich interessiert, was sie kaufen und welche gesundheitlichen und Umweltschäden dadurch langfristig entstehen.

Mit Hilfe der neu programmierten Smartphone-App Scan4Chem können wie gehabt Anfragen zu SVHC in Produkten gestellt werden. Neu ist, dass jetzt auch Anfragen an die Händler gestellt werden können. Auch diese sind Anfragen gegenüber auskunftspflichtig! Durch Scannen des Barcodes eines Produktes kann per Klick eine automatisch erstellte Anfrage an den Barcode-Besitzer oder Händler geschickt werden. Dieser ist für die Beantwortung der Anfrage verantwortlich. In der Liste der Anfragen können Anfragen archiviert und geprüft werden, ob der Befragte reagiert hat. Im Gegensatz zur alten App können jetzt auch Anfragen gestellt werden, ohne einen Barcode zu scannen. So ist

es zum Beispiel auch möglich, Anfragen für Produkte zu stellen, die im Online-Handel erworben werden sollen.

Neu ist auch, dass es für manche Produkte schon direkt ohne Wartezeit aus unserer Datenbank Auskunft gibt. Hersteller und Händler können nun Informationen zu ihren Produkten in die neue Datenbank einstellen, sodass sie dann in ganz Europa für Verbraucherinnen und Verbraucher zur Verfügung stehen. Das Einstellen der Daten ist freiwillig, erspart den Firmen aber die Beantwortung jeder einzelnen Anfrage per E-Mail. Je mehr Anfragen verschickt werden, desto eher werden Hersteller und Händler die Datenbank füllen. Ohne Not werden sie das nämlich nicht tun.

Verbessert wurde auch die Verfügbarkeit von E-Mail-Adressen der Hersteller und Händler, um die SVHC-Anfragen korrekt zustellen zu können. Aber auch hier benötigen wir die Mitwirkung der App-Nutzer und -Nutzerinnen: Wenn diese ab und an selbst eine E-Mail-Adresse recherchieren und eine Anfrage dorthin schicken, wird die Adresse von uns überprüft und in unsere Adressliste aufgenommen, sodass sie dann über die App allen zur Verfügung steht. So wird sich die App ständig verbessern.

Ziel ist, dass die App eines Tages verwendet werden kann, um im Laden ein Produkt zu scannen und sofort aus der europäischen Datenbank eine Auskunft zu bekommen, welche in die Kaufentscheidung einbezogen werden kann.

Möglich wurde die Neuprogrammierung unserer App durch das von uns initiierte europäische Projekt AskREACH. AskREACH wird im Rahmen des EU-LIFE-Programms von der Europäischen Kommission gefördert (Projekt-Nummer LIFE16 GIE/DE/000738). Zusammen mit 19 Projektpartnern aus 13 EU-Mitgliedstaaten haben wir die neue europäische App geplant, programmiert und getestet.

Ganz entscheidend ist, dass wir in allen Partner-Ländern drei Jahre lang Kampagnen durchführen, um die Bevölkerung und die Wirtschaft für das Thema SVHC in Verbraucherprodukten zu sensibilisieren. Die Kampagnen werden außerdem in mindestens fünf weitere europäische Länder übertragen, die keine Projektpartner sind. Ziel ist, dass Verbraucherinnen und Verbraucher bewusste Kaufentscheidungen treffen können und Unternehmen ihre REACH Informationspflichten angemessen erfüllen. Dazu muss auch die Kommunikation über besonders besorgniserregende Stoffe innerhalb der Lie-



Logo des EU-Programms LIFE und des EU-Projekts Life-Ask-Reach.
Quelle: AskREACH.

BESONDERS BESORGNISERREGENDE STOFFE (SVHC)

REACH ist die europäische Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe. Sie sieht für Verbraucherinnen und Verbraucher die Möglichkeit vor, sich selbst über besonders besorgniserregende Stoffe in Produkten zu informieren, zum Beispiel vor dem Kauf eines Produktes. Unter besonders besorgniserregenden Stoffen versteht man solche Stoffe, die in die sogenannte Kandidatenliste unter REACH aufgenommen wurden. Dazu gehören Vertreter der folgenden Stoffgruppen:

- Stoffe, die krebserregend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend wirken,
- Stoffe, die giftig und langlebig in der Umwelt sind und sich in Organismen anreichern,
- Stoffe, die sehr langlebig in der Umwelt sind und sich sehr stark in Organismen anreichern,
- Stoffe, die nach wissenschaftlichen Erkenntnissen andere, aber ähnlich besorgniserregende Eigenschaften haben wie die oben genannten (z. B. Stoffe, die auf das Hormonsystem wirken oder Stoffe, die in der Umwelt über sehr lange Strecken transportiert werden können).

Zweimal jährlich werden neue Vertreter dieser Stoffgruppen in die Kandidatenliste aufgenommen. Die Stoffe der Liste sollen von der Industrie möglichst durch weniger besorgniserregende Stoffe ersetzt werden. Die Kandidatenliste ist im Internet zum Beispiel beim Helpdesk des Bundes zu finden: <http://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/de/REACH/Kandidatenliste/Kandidatenliste.html>.

ferkette verbessert werden. Hierzu bieten wir den Unternehmen über das Projekt Hilfe an. Letztendlich sollen SVHC in Produkten möglichst durch weniger besorgniserregende Stoffe ersetzt werden.

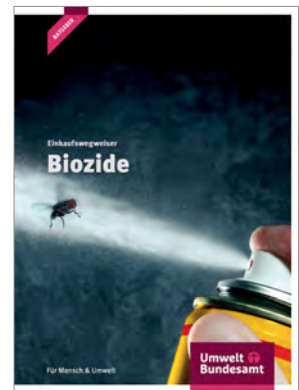
Weitere Informationen zum Fortschritt und zu den Ergebnissen des Projektes werden unter www.askreach.eu (englisch) und auf der Webseite des Umweltbundesamtes (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/askreach>) veröffentlicht.

Scan4Chem ist für iOS und Android verfügbar und kann voraussichtlich ab Ende Oktober/Anfang November über die entsprechenden Stores heruntergeladen werden. Für Menschen, die kein Smartphone besitzen, wird es außerdem möglich sein, über unsere Webseite eine Web-App zu nutzen, die ähnliche Funktionen bietet wie die Smartphone-App.

KONTAKT

Eva Becker
Umweltbundesamt
Fachgebiet IV 2.3 „Chemikalien“
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau
E-Mail: [eva.becker\[at\]uba.de](mailto:eva.becker[at]uba.de)

[UBA]



DIESE PUBLIKATIONEN KÖNNEN SIE AUF DER INTERNETSEITE DES UMWELTBUNDESAMTES WWW.UMWELTBUNDESAMT.DE KOSTENFREI LESEN UND HERUNTERLADEN.