

Ausgabe 2 • 2015

November 2015

Schwerpunkt: Klimawandel und Gesundheit

Außerdem in diesem Heft:

Feinstaubbelastung auf Holi-Festivals

Auswirkungen elektromagnetischer Felder von Endgeräten
des digitalen Behördenfunks auf Nutzerinnen und Nutzer

Ebolafieber-Ausbruch in Westafrika: Lehren für Deutschland

GerES und KiESEL – Aktuelle Studien zu Kindergesundheit,
Umwelt und Ernährung



Aktionsprogramm
Umwelt und Gesundheit
(APUG)

UMID

Ausgabe 2 • 2015

UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst ist ein Beitrag zum "Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit" (APUG) und Teil der Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst, Nr. 02/2015

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

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

Druck: Umweltbundesamt

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

Dr. med. Ute Wolf
Robert Koch-Institut
General-Pape-Straße 62–66
12101 Berlin
E-Mail: wolfu[at]rki.de

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

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.

E-Mail für UMID: umid[at]uba.de

UMID im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/newsletter-schriftenreihen/umid-umwelt-mensch/umid-archiv>

UMID im ÖGD-Intranet: <http://www.uminfo.de> (Bereich Literatur)

UMID auf apug.de: <http://www.apug.de/risiken/umweltmedizin/umid.htm>

Gedruckt auf Recyclingpapier mit dem Umweltzeichen "Blauer Engel".

Titelbild: Sommerhitze © juergenmfoto / fotolia.com.

Die Zeitschrift "UMID: Umwelt und 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.

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.

INHALTSVERZEICHNIS / CONTENTS

SCHWERPUNKT: KLIMAWANDEL UND GESUNDHEIT

Klimawandel und Pollenallergie: Wie können Städte und Kommunen allergene Pflanzen im öffentlichen Raum reduzieren? 5	5
Climate change and pollen allergy: How cities and municipalities can reduce allergenic plants in public spaces	
<i>Karl-Christian Bergmann, Wolfgang Straff</i>	
Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners (<i>Thaumetopoea processionea</i>) zum Schutz der menschlichen Gesundheit im öffentlichen Raum 14	14
Control of the oak processionary moth (<i>Thaumetopoea processionea</i>) for the protection of human health in public areas	
<i>Christoph Stang, Maura Schwander</i>	
Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit der Bevölkerung in Deutschland 21	21
The influence of climate change on biotopic weather situations and human health in Germany	
<i>Stefan Zacharias, Christina Koppe, Hans-Guido Mücke</i>	
Welchen Nutzen haben Hitzewarnsystem, UV-Index, Pollenflug- und Ozonvorhersage für die Bevölkerung? 27	27
What is the benefit of heat health warning, UV index, pollen flight and ozone forecasts to the public?	
<i>Marcus Capellaro, Diethard Sturm, Hans-Guido Mücke</i>	
Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit. Ergebnisse des Netzwerks Vulnerabilität 34	34
Effects of climate change on human health. Results of the Network Vulnerability	
<i>Inke Schauser, Birgit Habedank, Hans-Guido Mücke, Carola Kuhn, Hildegard Niemann, Mareike Buth, Walter Kahlenborn, Stefan Greiving, Mark Fleischhauer, Stefan Schneiderbauer, Marc Zebisch</i>	
Empfehlungen zu UV-Strahlung und Vitamin D – kein leichtes Unterfangen 40	40
Recommendations on UV exposure for endogenous vitamin D synthesis – not an easy task	
<i>Cornelia Baldermann</i>	
Der Einfluss des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit – eine Übersicht von UMID-Beiträgen der Jahre 2009 bis 2015 47	47
The impacts of climate change on human health – an overview of UMID articles from 2009 to 2015	
<i>Birgit Ziello, Hans-Guido Mücke</i>	

KINDERGESUNDHEIT

Die Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen 2014–2017 (GerES V).....	52
The 5 th German Environmental Survey (GerES V)	
<i>Christine Schulz, Marika Kolossa-Gehring für das GerES V-Studienteam</i>	
Kinder-Ernährungsstudie zur Erfassung des Lebensmittelverzehrs (KiESEL).....	57
German nutritional survey on children aged between 0.5 and 5 years	
<i>Antje Schweter, Nadine Parreidt, Carina Lähnwitz, Nicole Ehlscheid, Gerhard Heinemeyer, Matthias Greiner, Oliver Lindtner</i>	

FEINSTAUB

Feinstaubbelastung auf Holi-Festivals – Orientierende Messungen des Umweltbundesamtes.....	68
Particulate matter at Holi-Festivals – exploratory analysis by the German Environment Agency	
<i>Wolfgang Straff, Sabine Bach, Kerstin Becker, Katrin Bossmann</i>	
Feinstaub macht krank und kostet Leben – Berechnung jährlich entstehender Kosten durch die Feinstaubbelastung in Deutschland	73
Particulate matter makes sick and costs lives – calculation of the annual costs caused by the particulate matter pollution in Germany	
<i>Dagmar Kallweit, Björn Bünger</i>	

WEITERE BEITRÄGE

Geschlecht, Umwelt und Gesundheit: Workshop zur Bedeutung der biologischen und sozialen Dimensionen von Geschlecht für Expositions- und Risikoabschätzungen	64
Sex/gender, environment and health: Workshop on the relevance of sex and gender dimensions in exposure and risk assessment	
<i>Gabriele Bolte, Dorothee Twardella, André Conrad, Michael Hoopmann</i>	
Auswirkungen der elektromagnetischen Felder von Endgeräten des digitalen Behördenfunks auf Nutzerinnen und Nutzer	77
Effects of electromagnetic fields from handsets of digital broadcast for security authorities on users	
<i>Blanka Pophof</i>	
Ebolafieber-Ausbruch in Westafrika: Lehren für Deutschland.....	84
Ebola Virus Disease Outbreak in West Africa: Lessons learned for Germany	
<i>Iris Hunger, Markus Kirchner</i>	
Mit ECDC/GOARN zur Ebola-Ausbruchsbekämpfung in Guinea: Ein Erfahrungsbericht	87
With ECDC/GOARN in Guinea for the Ebola Outbreak Management: Experiences in the field	
<i>Thomas Kratz</i>	

Klimawandel und Pollenallergie: Wie können Städte und Kommunen allergene Pflanzen im öffentlichen Raum reduzieren?*

Climate change and pollen allergy: How cities and municipalities
can reduce allergenic plants in public spaces

Karl-Christian Bergmann¹, Wolfgang Straff²

Abstract

The climate change leads to changes in pollen exposure of the population. In particular, allergic individuals who react to the pollen of hazelnut, alder and birch are affected because these appear earlier in the year and tend to be in higher concentrations. This trend is reinforced by the new planting of allergenic tree species in cities. Up to now there is no recommendation in Germany for the new planting of trees in public spaces which considers the needs of pollen allergy sufferers. Here we propose which tree species should be avoided for new plantations in towns. Following these considerations could prevent a further increase in the amount of allergenic tree pollen. A list of allergologic safe tree species suitable for cultivation is also added.

Zusammenfassung

Der Klimawandel führt zu Veränderungen der Pollenexposition der Bevölkerung. Besonders betroffen sind davon unter anderem Pollenallergiker, die auf Haselnuss, Erle und Birke reagieren, denn diese Bäume blühen früher im Jahr und produzieren Pollen in tendenziell höheren Konzentrationen. Dieser Trend verstärkt sich durch die Neuanpflanzung allergener Baumarten in Städten. Bisher gibt es in Deutschland keine Empfehlung zur Neupflanzung von Bäumen im öffentlichen Raum, die Rücksicht auf die Belange von Pollenallergikern nimmt. Vorgelegt wird hier ein Vorschlag, welche Baumarten bei Anpflanzungen in Städten zu vermeiden sind, um einer weiteren Erhöhung der Menge an Baumpollen gerade im Lebensraum vieler Menschen mit Allergien vorzubeugen. Beigefügt ist außerdem eine Auflistung allergologisch unbedenklicher Baumarten, die aus diesem Grund zur Anpflanzung geeignet wären.

Hintergrund

Weltweit stellt der Klimawandel eine Herausforderung für den Gesundheitsschutz dar. So ist auf politischer Ebene klar geworden, dass Anpassungsmaßnahmen gerade auch im gesundheitlichen Bereich erforderlich sind, weil die Auswirkungen des Klimawandels – selbst falls diesem Einhalt geboten werden könnte – unvermeidlich sein werden und teilweise auch in Deutschland schon jetzt spürbar geworden sind (RKI, UBA 2013). Sie sind daher auch Thema auf der 21. UN-Klimakonferenz

(COP 21) Ende 2015 in Paris. Epidemiologische und experimentelle Studien deuten auf den Zusammenhang zwischen Asthma und Umwelteinflüssen wie Luftverschmutzung, meteorologischen Einflüssen und luftgetragenen Allergenen hin, wobei diese Faktoren gemeinsam betrachtet werden sollten (D'Amato et al. 2013). Auch in Deutschland kann der Klimawandel unter anderem durch eine veränderte Ausbreitung von pollenproduzierenden Pflanzen mit allergener Wirkung zu einer Gesund-

* Dieser Artikel wurde 2012 in einer ersten Fassung veröffentlicht: Bergmann KC, Zuberbier T, Augustin J et al. (2012): Klimawandel und Pollenallergie: Städte und Kommunen sollten bei der Bepflanzung des öffentlichen Raums Rücksicht auf Pollenallergiker nehmen. In: *Allergo Journal* 21(2): 103–108. Er erscheint hier mit freundlicher Genehmigung des Verlages SpringerMedizin in einer aktualisierten Fassung.

¹ Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst, Berlin.

² Umweltbundesamt.

heitsgefährdung der Bevölkerung führen (Bergmann, Jäger 2010).

Während die *Ausbreitung* von Pflanzen durch eine Klimaänderung stark beeinflusst werden kann, erfolgt die *Einschleppung* von Pflanzen häufig direkt durch den Menschen wie zum Beispiel im Fall von *Ambrosia artemisiifolia* durch den Transport von Bauschutt und die Verteilung von Samen über kontaminiertes Vogelfutter oder Saatgut. Allerdings werden Pflanzen auch bewusst zur Begrünung des privaten und vor allem auch des öffentlichen Raumes ausgewählt. Sie können unter stadtklimatologischen Aspekten auf den ersten Blick Vorzüge bieten, jedoch unter allergologischen Gesichtspunkten problematisch sein. Als gutes Beispiel kann die Birke dienen: Da sie geringe Ansprüche an ihr Habitat stellt und optisch ansprechend ist, eignet sie sich gut als Stadtbaum und wurde bislang und wird auch weiterhin in Deutschland zahlreich angepflanzt. Die Freisetzung von Pollen mit hohem allergenen Potential machte sie jedoch zu einem der klinisch relevantesten Pollenproduzenten in Deutschland. Derzeit sind in Deutschland mehr als ein Drittel (38%) aller Patientinnen und Patienten von Allergieambulanzen gegen Birkenpollen sensibilisiert (Burbach et al. 2009), und bereits 10 Prozent aller Kinder sind gegen Birkenpollen sensibilisiert (Weißbuch Allergie in Deutschland 2010).

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist auch die Tatsache, dass eine relativ geringe Anzahl von Pflanzenarten für circa 90 Prozent der durch Pollen ausgelösten Allergien verantwortlich ist (Winkler et al. 2001). Diese Tatsache verdeutlicht die Relevanz menschlichen Handelns im Hinblick auf den Umgang mit entsprechenden Pflanzenarten.

Die Zahl der Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen mit Allergien gegen Pollen ist in Deutschland in den letzten Jahren weiter gestiegen. Statistisch gesehen entwickeln circa 20 Prozent der deutschen Bevölkerung im Laufe ihres Lebens eine Pollenallergie, das sind rund 15 Millionen Menschen (Weißbuch Allergie in Deutschland, 2010). Aus dem ersten Follow-up der KiGGS Studie zur Gesundheit von Kindern in Deutschland ging hervor, dass derzeit 15,6 Prozent der 0- bis 17-jährigen Kinder und Jugendlichen von einer atopischen Erkrankung betroffen sind. Im Vergleich mit der ersten Welle des KiGGS 2003–2006 stieg die 12-Monats-Prävalenz von Asthma von 3,2 auf 4,1 Prozent an (Schmitz et al. 2014).

Typische klinische Manifestationen sind Heuschnupfen, Bindehautentzündung und Asthma. Aber auch das Orale Allergie-Syndrom, bei dem durch den Verzehr bestimmter Nahrungsmittel, vor allem von Stein- und Kernobst sowie Gemüse, allergische Reaktionen an der Mundschleimhaut und im Magen-Darmtrakt ausgelöst werden, macht vielen Pollen-Allergikerinnen und -Allergikern Probleme; jeder zweite erwachsene Heuschnupfenpatient ist davon betroffen (Oertmann, Bergmann 1997). Durch das erweiterte Nahrungsmittelspektrum in Deutschland sowie das durch den Klimawandel auch erweiterte Pollenspektrum ist zu erwarten, dass sich diese Effekte hinsichtlich der Beschwerden durch derartige Kreuzreaktionen gegenseitig verstärken. In der Literatur wurden die beiden Einflüsse Klimawandel und Functional Food unabhängig voneinander schon beschrieben (Gebhardt 2010), die negativen Synergieeffekte beider Einflüsse aber noch nicht diskutiert.

Klimawandel und Allergien: Ein besonderes Problem für Städte und Kommunen

Aufgrund der in Städten hohen Zahl an Menschen mit Pollenallergie und der zu erwartenden klimatischen Änderungen im Rahmen des Klimawandels sollten sich die für Neuanpflanzungen zuständigen Behörden in Städten und Kommunen ihrer Verantwortung bewusst werden. Die meisten Bäume in Städten, insbesondere in der Nähe von Wohngebieten, werden geplant gepflanzt. Die Nichtbeachtung gesundheitlicher Aspekte kann zu einer weiteren Verschärfung der Allergieproblematik für die städtische Bevölkerung führen. Es gilt einerseits die bereits bekannten und weitverbreiteten Quellen allergieauslösender Pollen (z.B. Birken) nicht zu mehr und andererseits neue Risiken für Pollenallergiker zu vermeiden (z.B. durch das Aufstellen oder Anpflanzen von Olivenbäumen) oder zu bekämpfen (z.B. Bekämpfungsmaßnahmen gegen *Ambrosia*-Pflanzen durchzuführen).

Besonders in Städten ist aufgrund der speziellen Immissionssituation mit Luftschadstoffen mit vermehrten Allergie-Problemen zu rechnen. Zum einen hängt die Freisetzung von Allergenen und auch Immunmediatoren aus Pollen von der Exposition gegenüber Luftschadstoffen ab (Schober, Behrendt 2008). Zum anderen greifen bestimmte Luftschadstoffe sowohl auf der Ebene der Sensibilisierungs- als auch der Auslösephase eines allergischen Prozesses ein

(Schober, Behrendt 2008). Darüber hinaus fördern höhere Temperaturen die Allergenfreisetzung aus Pollen (Buters et al. 2008). Da Städte ohnehin als „Wärmeinseln“ gelten, kommt es in ihnen zu einer weiteren Erhöhung der durch den Klimawandel bereits veränderten Temperaturen, was neben der ebenfalls erhöhten CO₂-Konzentration zum verstärkten Wachstum und erhöhter Pollenzahl allergieauslösender Pflanzen führt (Ziska et al. 2003).

Unter der Annahme, dass in Berlin etwa 15 bis 18 Prozent der Bevölkerung an einer Pollenallergie leiden, wären alleine in dieser Stadt 500.000 bis 615.000 Menschen betroffen. Neben privaten Kosten für Arzneimittel und Kosten für das Gesundheitssystem wird das Lern- und Leistungsvermögen von Kindern und Erwachsenen mit symptomatischer Pollen-Allergie um 30 Prozent eingeschränkt (Bousquet et al. 2010), was auch einen volkswirtschaftlichen Schaden für die Städte und den Staat nach sich zieht.

Für eine Anpassung an den Klimawandel ist die Kenntnis und Berücksichtigung allergener Pflanzenarten seitens der Städte und Kommunen daher besonders wichtig. Entsprechend sollten Pflanzenarten mit allergenem Potential in Zukunft nicht mehr angepflanzt werden. Zudem sollte der derzeitige Bestand in den kommenden Jahren durch das Nachpflanzen von Arten mit unbedenklichem allergenem Potential schrittweise vermindert werden.

Eine solche Aufgabe ist nicht in ein oder zwei Jahren zu bewältigen. Sie ist ein langfristiges Projekt, das unter Berücksichtigung individueller und gesellschaftlicher Bedürfnisse und Gegebenheiten durchgeführt werden muss.

In vielen Fällen wird es außerdem darauf ankommen, durch eine breite Aufklärung der Bevölkerung Verständnis und Sympathie für das Vorhaben zu wecken. Dazu ist es notwendig, entsprechende Organisationen (Deutscher Allergiker- und Asthmatabund, Ärzteverband Deutscher Allergologen, Europäische Stiftung für Allergieforschung u. a.), Institutionen (Pflanzenschutz- und Grünflächenämter, Gartenbauämter, Schulen u. a.) und Medien in diese Aufgabe einzubeziehen beziehungsweise für die Mitarbeit zu gewinnen. In einer Studie zum Allergiepotential von Pollenflug der Gehölze in Städten und Gemeinden und möglichen Minderungsstrategien wurde bereits auf die Probleme der Thematik hingewiesen (Seyfang 2008). Auch in

Spanien ist man sich dieser Problematik inzwischen bewusst und empfiehlt ebenfalls eine interdisziplinäre Zusammenarbeit auf diesem Sektor (Carinaños, Casares-Porcel 2011).

Risikobeurteilung

Zur Beurteilung des allergenen Potentials sind die **Anzahl, Qualität und Art** der Pollen von Bedeutung.

Anzahl der Pollen

Bei sensibilisierten Menschen können bereits geringe Pollenkonzentrationen mancher Arten zu allergischen Symptomen führen. So wurde bei *Ambrosia artemisiifolia* zur Auslösung nasaler Symptome ein Schwellenwert von nur 10 bis 15 Pollen experimentell nachgewiesen (Bergmann et al. 2008).

Leider ist es bisher nicht möglich gewesen, die Zahl der Pollen, die beim Einzelnen oder in Bevölkerungsgruppen zu einer Sensibilisierung oder zu allergischen Symptomen an Nase, Auge und Bronchien führt (sog. Schwellenwert), eindeutig zu bestimmen. Erst durch die Kombination von zeitnah erfassten Symptomen und deren Schweregrad bei Erkrankten mit ihrer tatsächlichen Exposition durch die einzelnen Pollenarten werden sowohl für Individuen als auch für die Population von Pollenallergikern einer Region Schwellenwerte zu berechnen sein.

Da manche Pollen aufgrund ihres geringen Gewichts teilweise weite Strecken zurücklegen können, kann eine völlige Vermeidung der Exposition nicht erreicht werden. Trotzdem ist es sinnvoll, die Pollen, die in unmittelbarer Umgebung der Bevölkerung in großen Mengen auftreten, besonders zu betrachten und wenn möglich bei gesundheitlicher Gefährdung zu reduzieren, denn die Stärke der Beschwerden hängt auch von der unmittelbaren Pollenbelastung der Außenluft ab (Kurt et al. 2010).

Qualität der Pollen

Besonders in Städten ist aufgrund der speziellen Immissionssituation mit Luftschadstoffen, wie Stickstoffdioxid, Ozon und Feinstaub, mit einer Verstärkung der allergischen Probleme zu rechnen. Zum einen greifen Luftschadstoffe als Adjuvantien fördernd sowohl auf der Ebene der Sensibilisierungs- als auch der Auslösephase eines allergischen Prozesses ein (Schober, Behrendt 2008). Zum anderen hängt die Freisetzung von Allergenen und auch

Immunmodulatoren aus Pollen von der Exposition gegenüber Luftschadstoffen ab: Durch die Einwirkung verkehrsbedingter Schwebstäube kann die Allergenfreisetzung und auch die Entstehung allergenhaltiger Aerosole verstärkt werden. Hinzu kommen pollenassoziierte Lipidmediatoren (PALMs), die eine proinflammatorische und immunmodulatorische Wirkung entfalten können (Plötz et al. 2004). Allergene Pollenproteine können sich zudem an andere luftgetragene Partikel, auch Feinstaub (PM₁₀), anlagern (Namork et al. 2006).

Art der Pollen

Von den Pollen-produzierenden Pflanzen sind für die Auslösung von Pollen-Allergien nur diejenigen klinisch relevant, die Sensibilisierungen und Erkrankungen auslösen. Es handelt sich dabei vor allem um die Pollen der Baumarten Haselnuss, Erle und Birke, um Pollen aus Süßgräsern und Roggen sowie der Kräuter Beifuß und Ambrosia, die deshalb durch die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) systematisch erfasst und in der Pollenflugvorhersage genannt werden (<http://www.pollenstiftung.de>).

Unter Sensibilisierung wird das Auftreten von Antikörpern gegen entsprechende Allergene in der Haut, Schleimhaut und im Blut verstanden, nachweisbar durch einen positiven Hauttest beziehungsweise den Nachweis allergen-spezifischer IgE-Antikörper im Blut. Eine erfolgte Sensibilisierung ist die Voraussetzung für die Auslösung von Allergiesymptomen der Nase und der Augen in Form eines Heuschnupfens beziehungsweise einer Bindehautentzündung sowie an den Bronchien in Form eines asthmatischen Hustens. Bei ausbleibender Behandlung kann ein chronisches allergisches Asthma die Folge sein. Der Nachweis einer Sensibilisierung ist allerdings nicht mit dem Nachweis einer allergischen Erkrankung gleichzusetzen, das heißt der alleinige Nachweis einer Sensibilisierung erlaubt keine Aussage über das Vorliegen einer allergischen Erkrankung (Weißbuch Allergie in Deutschland 2010).

Es ist bis heute weder gelungen, die eigentliche Ursache für die Induzierung von Allergen-spezifischen IgE-Antikörpern aufzuklären noch die Ursache(n) festzustellen, warum Pollen bestimmter Pflanzenarten Sensibilisierungen und allergische Erkrankungen auslösen, Pollen anderer Pflanzenarten dagegen nicht.

Häufigkeit von Sensibilisierungen

Die aktuellste und umfangreichste Übersicht zur europaweiten Verteilung von klinisch relevanten Sensibilisierungsraten gegen Pollen-Allergene hat das Global Asthma and Allergy European Network (GA²LEN) 2009 publiziert (Burbach et al. 2009). Im Rahmen dieses Netzwerks wurden rund 3.000 Patientinnen und Patienten aus 14 europäischen Staaten auf die Häufigkeit einer aktuellen klinisch relevanten Sensibilisierung getestet (Bousquet et al. 2009; D'Amato et al. 2007). Diese breite Datenbasis und das standardisierte Vorgehen (Heinzerling et al. 2009) lassen erstmals Rückschlüsse auf die Häufigkeit von klinisch relevanten Sensibilisierungen und damit Rückschlüsse auf die Gewichtung der Pollen-produzierenden Pflanzen hinsichtlich des allergenen Risikos in Europa zu.

Für Deutschland ergaben sich – wie zu erwarten – unterschiedliche Häufigkeiten von Sensibilisierungen und deren klinischer Relevanz, das heißt der Auslösung einer Erkrankung wie Heuschnupfen oder allergischem Asthma (**Tabelle 1**). Bei der Wertung der Daten in **Tabelle 1** ist zu berücksichtigen, dass es sich um Ergebnisse bei Erwachsenen handelt, die sich wegen Beschwerden in ärztliche Behandlung begeben; es handelt sich nicht um Häufigkeiten in der Gesamtbevölkerung.

Diese für Deutschland derzeit relevanten Pollen, ihr zeitliches Auftreten, ihre Bestimmungsmöglichkeit und ihre allergologische Bedeutung wurden im Pollenbestimmungsbuch der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst beschrieben (Winkler et al. 2001). Dies ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass bei Pollenvorhersagen entsprechend gewarnt werden kann.

Aus diesen und den Ergebnissen der anderen europäischen Länder kann folgender Schluss gezogen werden: Je häufiger eine Sensibilisierung gegen ein entsprechendes Allergengemisch in der Bevölkerung auftritt (z. B. ausgelöst durch ein häufig auftretendes Allergen, d. h. durch eine hohe Exposition) und je höher der Prozentsatz an Erkrankungen bei Vorliegen dieser Sensibilisierung ist, desto höher ist das Risiko einer Allergieauslösung durch diese Pflanze in der betroffenen Bevölkerung. Daraus lassen sich Empfehlungen für Maßnahmen der Städte und Kommunen zur Allergieprävention der Bevölkerung ableiten. Diese betreffen insbesondere die Neuanpflanzungen in Städten.

Tabelle 1: Häufigkeit von Sensibilisierungen gegen das entsprechende Allergengemisch der Pollen und der klinischen Relevanz einer entsprechenden Sensibilisierung bei erwachsenen Menschen mit allergischer Rhinitis und allergischem Asthma bronchiale in Deutschland am Anfang des 21. Jahrhunderts. Auswahl aus: Burbach et al. 2009, detaillierte Daten dort.

Pflanze	Sensibilisierung (%)	klinische Relevanz (%)
Ambrosia ¹	14,4	64,6
Beifuß	22,5	84,9
Birke	37,6	90,7
Erle	34,8	91,1
Gräser	37,9	90,0
Hasel	35,9	90,3
Platane	5,3	43,4
Zypresse	2,8	28,6
Glaskraut	6,9	3,9

¹ Sensibilisierungen auf Major- und Minor-Antigene von *Ambrosia artemisiifolia*.

Fazit

Die Pollenbelastung ist in Städten von besonderer gesundheitlicher Bedeutung. Die Menge, Qualität und Art der Pollen sind unterschiedlich. Die Pollen der Bäume Hasel, Erle und Birke führen häufig zu Erkrankungen, ebenso wie Gräser- und Kräuterpollen. Zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung von *Ambrosia artemisiifolia*-Pflanzen werden diese zum Beispiel in Berlin systematisch erfasst und beseitigt (Berliner Aktionsprogramm gegen *Ambrosia* der FU Berlin, <http://ambrosia.met.fu-berlin.de/ambrosia/index.php>). 2015 beteiligten sich mehrere Institutionen, darunter auch die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst, das Umweltbundesamt (UBA), die FU Berlin und das Julius Kühn-Institut, an einer Informationskampagne zum internationalen Ambrosiatag, bei dem es darum ging, auf die Notwendigkeit der Bekämpfung dieser Pflanze – medial und politisch – aufmerksam zu machen.

Was das Aufblühen von Gräsern und Kräutern wie Beifuß angeht, so werden selbst ambitionierte Mähprogramme der Städte und Gemeinden keinen wirklichen Schutz für Allergikerinnen und Allergiker bieten können. Lediglich im privaten Bereich, zum Beispiel im eigenen Garten, können Maßnahmen zur Allergenreduzierung durch diese Pflanzen einen gewissen Schutz vor übermäßiger Exposition bieten.

Um aber einer weiteren Zunahme an Baumpollenallergien entgegenzuwirken, sollte im öffentlichen Raum auf Neupflanzungen von Baum- und Pflanzenarten mit allergenem Potential verzichtet wer-

den (Tabelle 2). Der Arbeitskreis Stadtbäume der Gartenamtsleiterkonferenz unterstützt diese Ansicht wenn er festgestellt, dass durch gartenbauliche Maßnahmen eine Pollenfreiheit nicht zu erreichen sei, andererseits aber bei der Auswahl zu pflanzender Bäume in Städten allergologische Gesichtspunkte berücksichtigt werden sollten (Arbeitskreis Stadtbäume 2008). Die Birke wird aus optischen Gründen gerne gepflanzt und Schenk et al. (2008) haben deshalb nach einer hypoallergen Variante unter 22 Birkenarten gesucht – ohne Erfolg. Es konnte keine hypoallergene Unterart gefunden werden.

Hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung von Allergien in der Bevölkerung besteht hoher Forschungsbedarf. Das UBA, die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst und die Europäische Stiftung für Allergieforschung kooperieren bei dem Ziel, die Zusammenhänge zwischen Klimawandel und Allergien aufzuklären und Maßnahmen zu empfehlen.

Einstufung des Allergiepotentials von Bäumen und Sträuchern am Beispiel Berlins

Tabelle 2 zeigt am Beispiel Berlins Pflanzen, die bei der Bepflanzung eine bedeutende Rolle spielen und im Baumkataster aufgeführt sind (Reinheckel, Ehlebracht 2009). Mindestens 50 Exemplare der betreffenden Art mussten katalogisiert sein, um hinsichtlich der Relevanz in die Tabelle aufgenommen

zu werden. Die Pflanzen werden hinsichtlich ihres Allergiepotentials in folgende Kategorien eingestuft:

Kategorie 1: *Vordringlich nicht neu anpflanzen.* Diese Pflanzen sollten aus allergologischer Sicht vordringlich nicht neu gepflanzt werden, da sie ein hohes Allergiepotential besitzen. Ihre Anzahl ist nach Möglichkeit zu reduzieren.

Kategorie 2: *Nach Möglichkeit nicht neu anpflanzen.* Diese Pflanzen sollten, so weit wie möglich, nicht neu angepflanzt werden. Sie besitzen ein zwar niedrigeres, aber doch vorhandenes Allergiepotential.

Nicht aufgeführt sind in der Tabelle Zypresse und Olive, die im Handel angeboten werden. Ihre Anpflanzung sollte vermieden werden, da beide Baumarten Pollen mit starkem Allergenpotential freisetzen. So konnte in einer italienischen Studie gezeigt werden, dass in Mittelitalien fast 63 Prozent von Patientinnen und Patienten mit atopischen Erkrankungen gegen Zypressenpollen sensibilisiert waren. Im nördlichen Bereich Italiens waren dies nur 16 Prozent (Sposato et al. 2014). In Marokko wurden in den Gebieten, in denen Olivenanbau häufig ist, etwa 40 Prozent Sensibilisierungen bei

Atopiepatientinnen und -patienten beobachtet, im Vergleich zu Gebieten, in denen weniger Olivenbäume vorhanden sind (dort nur 20 % oder weniger Sensibilisierungen bei Patienten) (Yazidi, Bartal 2000). Einer bisher unveröffentlichten Studie des UBA zufolge treten auch bei Atopiepatientinnen und -patienten in Deutschland Olivenpollensensibilisierungen recht häufig auf; dies allerdings zu einem großen Anteil auf dem Boden einer Kreuzreaktivität mit Eschenpollenallergenen.

In **Tabelle 3** werden Baumarten mit in Berlin registrierten Unterarten aufgeführt, bei denen aus *allergologischer Sicht* nichts gegen eine Neuanpflanzung im öffentlichen und privaten Raum spricht. Sie stellen je nach Anforderungsprofil an den Standort eine allergologisch sinnvolle Alternative für Pflanzungen dar. Beachtet werden müssen gleichwohl ebenfalls die rechtlichen Vorgaben zu invasiven Arten, insbesondere die neue EU Verordnung Nr. 1143/2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten (Verordnung Nr. 1143/2014, 2014). Diese Verordnung verweist auf eine sogenannte Unionsliste invasiver gebietsfremder Arten, die nicht gepflanzt werden dürfen. Welche Pflanzenarten auf dieser

Tabelle 2: Einstufung des Allergiepotentials der im öffentlichen Raum auftretenden Bäume und Sträucher am Beispiel der Stadt Berlin.

Lateinischer Name	Deutscher Name	Kategorie
Betula	Birke	1
Betula pendula	Sand- oder Hängebirke	1
Carpinus betulus	Hainbuche	2
Carpinus betulus ‚Fastigiata‘	Pyramiden-Hainbuche	2
Corylus colurna	Baumhasel	1
Fraxinus	Esche	2
Fraxinus excelsior	Gewöhnliche Esche	2
Fraxinus excelsior ‚Atlas‘	Esche Atlas	2
Platanus x acerifolia	Ahornblättrige Platane	2
Platanus x hispanica	Gewöhnliche Platane	2
Quercus	Eiche	2
Quercus petraea	Traubeneiche	2
Quercus robur	Stieleiche	2
Quercus robur ‚Fastigiata‘	Säuleneiche	2
Quercus rubra	Amerikanische Roteiche	2
Salix	Weide	2
Salix alba	Silberweide	2

Liste stehen werden, kann zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Artikels noch nicht vorhergesagt werden. In jedem Fall sollte in Zweifelsfällen Kontakt zum Bundesamt für Naturschutz aufgenommen werden, welches auch über einige Pflanzen in **Tabelle 3** Empfehlungen gibt. So sollten zum Beispiel der Götterbaum (*Ailanthus altissima*) oder die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) nicht weiter in Deutschland ausgebracht, sondern eher bekämpft werden. Zu beachten ist auch die nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG 2013) bestehende Genehmigungspflicht für gebietsfremde und invasive Arten.

Danksagung

An dieser Stelle sei den Kollegen Dr. Jobst Augustin, Dr. Hans-Guido Mücke und Prof. Dr. Torsten Zuberbier als den Mitautoren der Erstveröffentlichung 2012 herzlich gedankt. Diese stellte eine Grundlage für die hier vorgelegte aktualisierte und ergänzte Version dar.

Tabelle 3: In Berlin ansässige Baum- und Straucharten, die für Neuanpflanzungen aus allergologischer Sicht geeignet sind. Achtung: Vorgaben aus dem Naturschutz sind zusätzlich zu beachten.

Lateinischer Name	Deutscher Name	Lateinischer Name	Deutscher Name
<i>Acer</i>	Ahorn	<i>Prunus avium</i>	Vogelkirsche, Süßkirsche
<i>Acer campestre</i>	Feldahorn	<i>Prunus padus</i>	Traubenkirsche
<i>Acer platanoides</i>	Spitzahorn	<i>Prunus padus</i> ‚Schloß Tiefurt‘	Traubenkirsche ‚Schloß Tiefurt‘
<i>Acer platanoides</i> ‚Columnare‘	Spitzahorn ‚Columnare‘	<i>Prunus padus</i> ‚Watereri‘	Traubenkirsche ‚Watereri‘
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bergahorn	<i>Prunus serrulata</i> ‚Amanogawa‘	Japanische Säulen-Zierkirsche
<i>Acer rubrum</i>	Rotahorn	<i>Prunus serrulata</i> ‚Kanzan‘	Zierkirsche Kanzan, Nelkenkirsche
<i>Acer saccharinum</i>	Silberahorn	<i>Pyrus</i>	Birne
<i>Aesculus</i>	Roßkastanie	<i>Pyrus calleryana</i> ‚Chanticleer‘	Chinesische Wildbirne, Chanticleer
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Gewöhnliche Roßkastanie	<i>Pyrus communis</i>	Garten-Birnbaum, Kulturbirne
<i>Aesculus x carnea</i>	Rote Roßkastanie	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Gewöhnliche Scheinakazie, Robinie
<i>Crataegus</i>	Weißdorn	<i>Sorbus</i>	Eberesche/Mehlbeere/Elsbeere
<i>Crataegus laevigata</i> ‚Paulii‘	Rotdorn, gefüllt blühend	<i>Sorbus aria</i>	Gewöhnliche Mehlbeere
<i>Crataegus laevigata</i> ‚Paul’s Scarlet‘	Echter Rotdorn	<i>Sorbus aucuparia</i>	Eberesche, Vogelbeere
<i>Crataegus lavalleyi</i>	Lederblättriger Weißdorn	<i>Sorbus intermedia</i>	Schwedische Mehlbeere
<i>Crataegus monogyna</i>	Eingriffeliger Weißdorn	<i>Sorbus torminalis</i>	Elsbeere
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Amerikanische Gleditschie	<i>Tilia</i>	Linde
<i>Magnolia kobus</i>	Kobushi-Magnolie	<i>Tilia americana</i>	Amerikanische Linde
<i>Malus</i>	Apfel	<i>Tilia cordata</i>	Winter-Linde
<i>Picea</i>	Fichte	<i>Tilia cordata</i> ‚Greenspire‘	Stadt-Linde
<i>Populus</i>	Pappel	<i>Tilia europaea</i>	Holländische Linde
<i>Populus x canadensis</i>	Bastard-Schwarzpappel	<i>Tilia europaea</i> ‚Pallida‘	Kaiser-Linde
<i>Populus nigra</i>	Schwarzpappel	<i>Tilia platyphyllos</i>	Sommerlinde
<i>Populus nigra</i> ‚Italica‘	Pyramidenpappel	<i>Tilia tomentosa</i>	Silberlinde
<i>Populus simonii</i>	Simons Pappel	<i>Tilia x euchlora</i>	Krimlinde
<i>Populus trichocarpa</i>	Haarfrüchtige Balsampappel	<i>Ulmus</i>	Ulme
<i>Prunus</i>	Kirsche, Pflaume	<i>Ulmus laevis</i>	Flatterulme

Literatur

- Arbeitskreis Stadtbäume (2008): Grün zur Senkung von Pollenallergien. Positionspapier des GALK-AK „Stadtbäume“. In: Stadt und Grün 10: 42–45; http://www.galk.de/projekte/akstb_allergie.htm. (Abrufdatum: 04.09.2015).
- Bergmann KC, Werchan D, Maurer M, et al. (2008): Threshold value for Ambrosia pollen in nasal provocation: patients characterization. In: *Allergo J* 17: 375–6.
- Bergmann KC, Jäger S. (2010): Pollenflug über Europa – Indikator des Klimawandels? Rundgespräche der Kommission für Ökologie. Bd. 38 »Bioaerosole und ihre Bedeutung für die Gesundheit«. München: 43–53.
- Bousquet PJ, Burbach G, Heinzerling LM et al. (2009): GA2LEN skin test study III: minimum battery of test inhalent allergens needed in epidemiological studies in patients. In: *Allergy*. 64(11):1656–62.
- Bousquet PJ, Bachert C, Canonica GW et al. (2010): Uncontrolled allergic rhinitis during treatment and its impact on quality of life: a cluster randomized trial. In: *J Allergy Clin Immunol*. 126(3): 666–8.
- Bundesnaturschutzgesetz Stand: 01.09.2013 BGBl. I S. 1482; <https://dejure.org/gesetze/BNatSchG> (Abrufdatum: 04.09.2015).
- Burbach GJ, Heinzerling LM, Edenharter G et al. (2009): GA(2)LEN skin test study II: clinical relevance of inhalant allergen sensitizations in Europe. In: *Allergy*. 64(10):1507–15.
- Buters JT, Kasche A, Weichenmeier I, Schober W, Klaus S et al. (2008): Year-to-year variation in release of Bet v 1 allergen from birch pollen: evidence for geographical differences between West and South Germany. In: *Int Arch Allergy Immunol* 145(2):122–30
- Carinanos, P. & Casares-Porcel, M. (2011): Urban green zones and related pollen allergy: A review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. In: *Landscape and Urban Planning* 101: 205–214.
- D’Amato G, Cecchi L, Bonini S et al. (2007): Nunes C, Annesi-Maesano I, Behrendt H et al. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. In: *Allergy* 62(9): 976–90.
- D’Amato G, Baena-Cagnani C, Cecchi L et al. (2013): Climate change, air pollution and extreme events leading to increasing prevalence of allergic respiratory diseases. In: *Multidisciplinary respiratory medicine*. Feb 8(12).
- Gebhardt U. (2010): Allergien: Neue Allergene durch Klimawandel und „Functional Food“. In: *Dtsch Arztebl* 107(44): A-2169 / B-1882 / C-1854.
- Heinzerling LM, Burbach GJ, Edenharter G et al. (2009): GA(2)LEN skin test study I: GA(2)LEN harmonization of skin prick testing: novel sensitization patterns for inhalant allergens in Europe. In: *Allergy* 64(10): 1498–506.
- Kurt E, Aktas A, Gulbas Z et al. (2010): The effects of natural pollen exposure on inflammatory cytokines and their relationship with nonspecific bronchial hyperresponsiveness in seasonal allergic rhinitis. In: *Allergy Asthma Proc*. 31(2): 126–31.
- Namork E, Johansen B, Bjorn V et al. (2006): Detection of allergens adsorbed to ambient air particles collected in four European cities. In: *Toxicology letters* 165(1).
- Oertmann C, Bergmann KC (1997): Die Zunahme des pollenassozierten oralen Allergie-Syndroms. In: *Allergologie* 20: 611–619.
- Plötz SG, Traidl-Hoffmann C, Feussner I et al. (2004): Chemotaxis and activation of human peripheral blood eosinophils induced by pollen-associated lipid mediators. In: *Allergy Clin Immunol* 113(6): 1152–60.
- Reinheckel U, Ehlebracht K. (2009): Erfahrungen mit den in Berlin verwendeten Baumkatastern. http://www.galk.de/gis_bk/down/bk_b_0901sug.pdf (Abrufdatum: 04.09.15).
- RKI, UBA (2013): Klimawandel und Gesundheit - Allgemeiner Rahmen zu Handlungsempfehlungen für Behörden und weitere Akteure in Deutschland. http://www.apug.de/archiv/pdf/klimawandel/allgemeiner_rahmen_zu_handlungsempfehlungen_klimawandel_und_gesundheit_final.pdf (Abrufdatum: am 04.09.2015).
- Schenk MF (2008): Birch pollen allergy: molecular characterization and hypoallergenic products. Dissertationsschrift Universität Wageningen. <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/362252> (Abrufdatum: 04.09.2015).
- Schmitz R, Thamm M, Ellert U. et al. (2014): Prevalence of common allergies in children and adolescents in Germany. Results of the KiGGS study: first follow-up (KiGGS Wave 1). In: *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 57(7): 771–778.
- Schober W und Behrendt H (2008): Einfluss von Umweltfaktoren auf die Allergieentstehung. In: *HNO* 56(8): 752–8.
- Seyfang V (2008): Studie zum wissenschaftlichen Erkenntnisstand über das Allergiepotential von Pollenflug der Gehölze im öffentlichen Grün der Städte und Gemeinden und mögliche Minderungsstrategien. Hochschule Ostwestfalen-Lippe. <http://download.ble.de/07HS005.pdf> (Abrufdatum: 04.09.2015).
- Sposato B, Liccardi G, Russo M et al. (2014): Cypress Pollen: An Unexpected Major Sensitizing Agent in Different Regions of Italy. In: *Journal of investigational allergology and clinical immunology* 24(1).
- Verordnung Nr. 1143/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* L 317/35. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014R1143&from=EN> (Abrufdatum: 04.09.2015).

Weißbuch Allergie in Deutschland (2010): Hrsg. Ring J, Bachert C, Bauer C-P et al. 3. überarb. Auflage.

Winkler H, Ostrowski R, Wilhelm M. (2001): Pollenbestimmungsbuch der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst. TAKT-Verlag Paderborn.

Yazidi AA, Bartal M (2000): Prevalence of sensitization to olive pollen determined by skin prick test in Morocco. A multicentric study. In: Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique 40(4): 481–488.

Ziska LH, Gebhard DE, Frenz DA et al. (2003): Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health. In: J Allergy Clin Immunol. 111(2): 290–5.

Kontakt

Prof. Karl-Christian Bergmann
Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst
Luisenstraße 2
10117 Berlin
E-Mail: pollenstiftung[at]t-online.de

[UBA]

Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*) zum Schutz der menschlichen Gesundheit im öffentlichen Raum

Control of the oak processionary moth (*Thaumetopoea processionea*) for the protection of human health in public areas

Christoph Stang, Maura Schwander

Abstract

The oak processionary moth (*Thaumetopoea processionea*) is an endemic butterfly species and distributed in the majority of European countries. The presence of the caterpillars in areas frequently visited and used by the public necessitates measures to protect people from the contact with the urticating hair that can cause a variety of symptoms. Thus, many efforts have been made by local authorities in Germany to antagonize infestations in these areas. The measures taken commonly entail the application of insecticides in spring preferably before the caterpillars start to develop their urticating hair when reaching the third larval stage. Since the caterpillars commonly reach this development stage within two to three weeks after hatching, the time slot is per se limited in which an effective control of the caterpillars with insecticides is possible in order to adequately protect human health. Taking into account the necessity of favorable external conditions during insecticide applications, a considerable risk of misapplications in terms of measures that result in insufficient degrees of efficiency which are the premise for a satisfactory degree of protection for human health can be assumed. Consequently misapplications would result in additional efforts to achieve adequate protection for the affected general public and, in addition, pose an unnecessary pollution of the environment. Hence, there are a number of preliminary procedures that should be executed to assess the nature and the extent of measures to control the caterpillars and thus to avoid misapplications. In a general hazard analysis, areas should be identified and located that are frequently visited by the general public (i.e. housing areas, shopping and leisure centers, public parks or hospitals etc.) and where the presence of the oak processionary moth would result in a risk for human health. Subsequently the population dynamics and the degree of infestation in these areas should be monitored and documented during summer and autumn. Based on these observations, adequate precautionary and control measures for the subsequent year can be weighed up. In areas where minor infestations can be expected, the applicability of alternative measures, such as warnings to the general public or the temporary restriction of access to these areas as well as the mechanical removal of caterpillars and their communal nests should be taken into consideration. However, in heavily infested areas often frequented by the general public, the use of insecticides against the caterpillars of the oak processionary moth for reasons of public health in accordance with the European Biocides Regulation ((EU) 528/2012) can be considered.

Zusammenfassung

Im Zuge der derzeit zu verzeichnenden Massenvermehrung (Gradation) des Eichenprozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*) mehren sich Berichte über Krankheitsfälle, die durch den Kontakt mit den Brennhaaren der Raupen ausgelöst werden. Zum Schutz der Bevölkerung vor dem Kontakt mit den Brennhaaren werden deshalb vielerorts Insektizide, zum Teil großflächig und in Ausnahmefällen prophylaktisch, nach Biozidrecht eingesetzt. Die kurzen Zeitfenster im Frühjahr, in denen eine aus Sicht des Gesundheitsschutzes zielführende Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners mit Insektiziden möglich ist, bergen jedoch ein erhebliches Risiko für Fehlanwendungen, da in diesen Zeitfenstern auch optimale äußere Bedingungen für eine sachgerechte Anwendung von Insektiziden vorliegen müssen. Fehlanwendungen führen daher zu einem aus Sicht des Gesundheitsschutzes unzureichenden Bekämpfungserfolg und stellen einen überflüssigen Eingriff in den Naturhaushalt dar, da die eingesetzten Mittel auch andere, mitunter geschützte Arten schädigen können. Aus diesem Grund sollten Insektizide nur gegen den Eichenprozessionsspinner eingesetzt werden, wenn eine tatsächliche Gefährdung der Bevölkerung festgestellt wurde und keine anderen Möglichkeiten zum Schutz der Bevölkerung greifen. Dies kann im Rahmen von vorbereitenden Maßnahmen ermittelt werden, wie sie zum Beispiel bereits seit einigen Jahren in den Niederlanden, aber auch in einigen deutschen Kommunen umgesetzt werden.

Einleitung

Der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) ist eine in Deutschland heimische Schmetterlingsart, die in der jüngsten Vergangenheit unter anderem in ihrer Eigenschaft als Gesundheitsschädling stark in die öffentliche Wahrnehmung gerückt ist. Im Zuge der seit einigen Jahren beobachteten Massenvermehrungen (Gradation) der Art mehrten sich auch die Meldungen über gesundheitliche Auswirkungen bei Menschen, die durch den Kontakt mit den Brennhaaren der Raupen des Eichenprozessionsspinners ausgelöst werden und Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit erforderlich machen. Der Schutz der menschlichen Gesundheit im öffentlichen Raum fällt in die Zuständigkeit der jeweils betroffenen Kommunen und stellt diese in finanzieller Hinsicht, aber auch hinsichtlich der Abwägung von Art und Umfang ihrer Vorgehensweise zum Schutz der Bevölkerung vor erhebliche Herausforderungen. Da derzeit noch keine einheitlichen Empfehlungen oder Vorgaben verfügbar sind, in denen eine sachgerechte Verfahrensweise zur lokalen Eindämmung der Art in Bereichen des öffentlichen Lebens beschrieben ist, zeigen sich deutliche Unterschiede in der Herangehensweise, um die Bevölkerung vor den Brennhaaren der Raupen zu schützen.

Die Maßnahmen, die derzeit von den betroffenen Kommunen ergriffen werden, reichen von Warnhinweisen an die Bevölkerung oder das vorübergehende Absperren von befallenen Gebieten, über mechanische Bekämpfungsmaßnahmen (Absaugen, Fixieren und Abnehmen oder Abflammen von Raupen und Gespinsten) bis hin zu lokalen oder auch großflächigen, teilweise prophylaktischen Bekämpfungsmaßnahmen mit Insektiziden. Insbesondere Bestrebungen eines flächendeckenden Zurückdrängens der Art sowie der prophylaktische Einsatz von Insektiziden sind sowohl aus Umweltsicht, aber auch hinsichtlich des damit verbundenen finanziellen Aufwands im Vergleich zu ihrem Nutzen in Frage zu stellen. Der Einsatz von Insektiziden sollte vielmehr immer auf das notwendige Mindestmaß begrenzt werden und die Ultima Ratio bei der Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners darstellen. Außerdem sollten Bekämpfungsmaßnahmen mit Insektiziden ausschließlich lokal begrenzt und immer auf Grundlage eines vorangegangenen Befallsmonitorings und einer darauf aufbauenden Gefährdungsanalyse erfolgen.

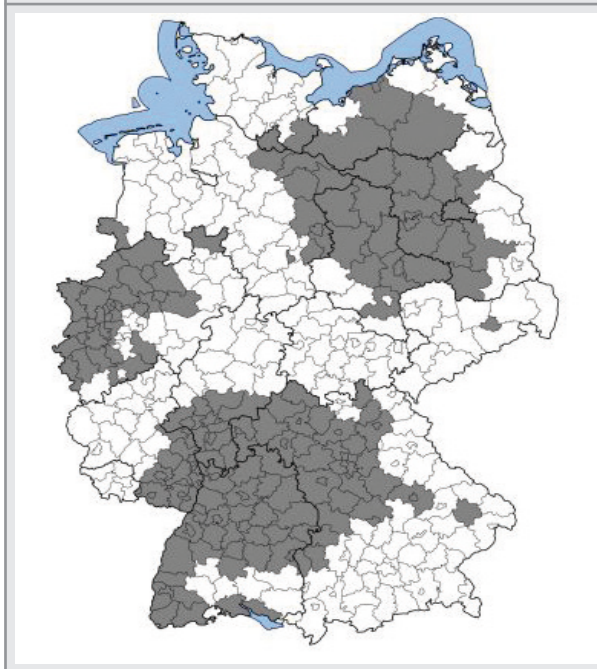
In den Niederlanden wird dem Vorkommen des Eichenprozessionsspinners seit einigen Jahren dadurch begegnet, dass eigens ein Leitfaden für die Bekämpfung dieser Art zum Schutz der menschlichen Gesundheit entwickelt wurde (NVWA 2013). Das darin beschriebene Konzept soll den bestmöglichen Schutz der Bevölkerung vor den Brennhaaren des Eichenprozessionsspinners gewährleisten und gleichzeitig den Zielen des Umweltschutzes bei der Eindämmung von Massenvermehrungen Rechnung tragen. Dieser Artikel beschreibt die wesentlichen und auf deutsche Verhältnisse übertragbaren Herangehensweisen in Anlehnung an diesen niederländischen Leitfaden, die die Diskussionsgrundlage für die Ausarbeitung einer Handlungsempfehlung zum Umgang mit dem Eichenprozessionsspinner für die betroffenen Kommunen in Deutschland bilden sollen.

Vorkommen und Verbreitung in Deutschland

Aktuell werden in Deutschland einzelne Vorkommen des Eichenprozessionsspinners zwar aus nahezu allen Bundesländern gemeldet, nach derzeitigem Stand der Erhebungen zur Verbreitung der Art kann man aber im Wesentlichen von drei Hauptverbreitungsgebieten sprechen. Hierzu zählen die westlichen Landesteile Nordrhein-Westfalens, der Südwesten Deutschlands im Bereich des südlichen Hessens, des Südostens von Rheinland-Pfalz, des Nordwestens von Bayern und nahezu ganz Baden-Württemberg. Auch Berlin und Brandenburg sowie Teile von Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Niedersachsen sind derzeit ein Hauptverbreitungsgebiet der Art (JKI 2013; **Abbildung 1**).

Der Eichenprozessionsspinner wurde in Deutschland erstmals in der Mitte des 18. Jahrhunderts beschrieben (Sobczyk 2014). Seither folgten auf Phasen der Massenvermehrung immer wieder Populationseinbrüche und danach Phasen, in denen die Art kaum in Erscheinung trat. Der Eichenprozessionsspinner galt in einigen Regionen Deutschlands zeitweise sogar als gefährdet (Sobczyk 2014). Aufgrund der bekannten Populationsdynamik stellen die aktuellen Massenvermehrungen auf den ersten Blick demnach kein außergewöhnliches Ereignis dar. Dennoch wird die derzeitige Gradation des Eichenprozessionsspinners häufig mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht: Die Art gilt als wärmeliebend, deshalb als von der Klimaerwärmung begünstigt und wird

Abbildung 1: Verbreitung des Eichenprozessionsspinners in Deutschland, Stand: April 2013. Quelle: Julius Kühn-Institut.



damit als Indikator für den Klimawandel angeführt. Allerdings liegen derzeit keine Erkenntnisse hinsichtlich der räumlichen Ausdehnung der aktuellen Vorkommen des Eichenprozessionsspinners vor, die darauf hindeuten, dass die Verbreitung der Art jene Gebiete überschreitet, in denen sie historisch bereits beschrieben war. Die aktuelle Verbreitung des Eichenprozessionsspinners deutet vielmehr auf eine Wiederbesiedlung der früher bereits als Verbreitungsgebiete beschriebenen Regionen hin. Eine Ausdehnung der Vorkommen nach Norden oder Osten, wie sie gewöhnlich für wärmeliebende Arten in Verbindung mit dem Klimawandel angenommen wird, ist derzeit nicht zu erkennen (Groenen, Meurisse 2012). Ungewöhnlich ist jedoch die Dauer der aktuellen Gradation. Während die historischen Massenvermehrungsphänomene nach einigen Jahren abebbten, dauert die aktuelle Gradation inzwischen bereits mehr als zehn Jahre an. Zwar wurden zwischenzeitlich regionale Schwankungen in der Populationsdynamik beobachtet; der Zusammenbruch der Population, wie er in historischen Quellen beschrieben wurde, ist bis dato jedoch noch nicht erfolgt. Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang zwischen dem durchschnittlich immer früher einsetzenden Blattaustrieb der Eichen und den daraus resultierenden günstigeren Entwicklungsbedingungen der Raupen. Dieser Zusammenhang ist derzeit noch nicht wissenschaftlich belegt.

Sollte sich diese Hypothese jedoch bestätigen, würde die gegenwärtige Gradation des Eichenprozessionsspinners in der Tat durch die Klimaerwärmung begünstigt.

Biologie

Seinem Namen entsprechend ist der Eichenprozessionsspinner hauptsächlich an Eichen (*Quercus* sp.) gebunden, deren Blätter den Raupen als Nahrung dienen (**Abbildung 2**). In seltenen Fällen, vor allem im Zuge starker Gradationen, können die Raupen auch auf andere Baumarten ausweichen. Der jährliche Reproduktionszyklus beginnt Ende Juli bis Anfang September mit der Anlage von Eigelegen (30–200 Eier) an dünnen Zweigen im Kronenbereich der Eichen, zeitnah (1–2 Tage) nach dem Schlupf der Falter. Die voll entwickelten Raupen überwintern in den Eigelegen, bevor sie im Frühjahr schlüpfen. Nach dem Schlupf, der in der Regel im Zeitraum von Anfang April bis Anfang Mai erfolgt, durchlaufen die Raupen insgesamt sechs Entwicklungsstadien. Die für den Menschen problematischen Brennhaare werden ab dem dritten Entwicklungsstadium ausgebildet. Der Kontakt mit den Brennhaaren, die ein Nesselgift (Thaumetopoein) enthalten, kann beim Menschen verschiedene Krankheitssymptome hervorrufen. In den meisten Fällen rufen die Brennhaare Hautreaktionen, die sogenannte Raupendermatitis, hervor. In seltenen Fällen können aber auch Irritationen oder Reizungen der Augen sowie der oberen Atemwege ausgelöst werden. Schwerwiegendere Krankheitsbilder, wie die Beeinträchtigung der Atmung sowie allgemeine Krankheitssymptome, wie Fieber oder Schwindel, sind möglich, aber eher selten (Gottschling et al. 2007). Abhängig von den Entwicklungsbedingungen erreichen die Raupen das dritte Entwicklungsstadium gewöhnlich circa drei Wochen nach dem Schlupf. Im Laufe ihrer Entwicklung gehen die in der Regel dämmerungs- beziehungsweise nachtaktiven Raupen auf die für Prozessionsspinner namensgebenden Raupenprozessionen und sammeln sich tagsüber sowie zur Häutung in den für die Art typischen Gespinsten (**Abbildung 2**). Ab Ende Juni folgt schließlich die Verpuppung der Raupen in den Gespinsten, aus denen nach etwa drei bis fünf Wochen die nächste Generation der Falter schlüpft.

Konzept zur Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners

Allgemeine Grundsätze

Aufgrund seiner Biologie sind die Zeitfenster, in denen eine effektive Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners zum Schutz der menschlichen Gesundheit möglich ist, sehr begrenzt. Da die Raupen bereits ab dem dritten Entwicklungsstadium Brennhaare ausbilden, gilt dies vor allem für den Einsatz von Insektiziden, wodurch eine erhebliche Gefahr von Fehlanwendungen besteht. Unter Fehlanwendungen sind jene Bekämpfungsmaßnahmen zu verstehen, bei denen Insektizide ohne die vorangegangene Feststellung eines akuten Befalls und damit prophylaktisch ausgebracht werden. Fehlanwendungen liegen aber auch dann vor, wenn der Insektizideinsatz nicht zu einem ausreichenden Bekämpfungserfolg im Sinne eines möglichst hohen Wirkungsgrads der ausgebrachten Mittel gegen die Raupen führt. Diese Gefahr ist vor allem dann gegeben, wenn die Ausbringung der Mittel unter ungünstigen äußeren Bedingungen oder nicht fachgerecht erfolgt. Damit verursachen Fehlanwendungen zum einen weitere Kosten, da in der Folge zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden, um einen Befall durch den Eichenprozessionsspinner und die damit verbundenen Gesundheitsgefahren in ausreichendem Maße einzudämmen. Zum anderen ist die Ausbringung von Insektiziden im Freiland gegen die Raupen des Eichenprozessionsspinners grundsätzlich mit dem Risiko einer erheblichen Exposition von Nicht-Zielgebieten verbunden. Dies ist insofern problematisch, da keines der als Biozidprodukt verfügbaren Insektizide ausschließlich auf die Raupen des Eichenprozessionsspinners wirkt, sondern auch andere, mitunter geschützte Arten schädigen kann. Darüber hinaus sind die für die Ausbringung eingesetzten Verfahren, wie das Sprühen mit Bodenkanonen oder das Spritzen mit Hubschraubern, vergleichsweise unpräzise und die Ausbringengenauigkeit ist zusätzlich von einer Vielzahl äußerer Faktoren abhängig. Die eingesetzten Insektizide gelangen somit nicht nur auf die befallenen Eichen, sondern auch auf angrenzende Flächen, die eigentlich nicht zu behandeln sind. Die Ausbringung von Biozidprodukten im Freiland kann damit einen zum Teil erheblichen Eingriff in den Naturhaushalt darstellen, verbunden mit dem Risiko unannehmbarer Auswirkungen auf die Umwelt, ohne dabei für den Gesundheitsschutz von ausreichendem Nutzen zu sein. Sofern jedoch eine Reihe vorbereitender Maßnahmen im Sinne eines

Abbildung 2: Raupen und Gespinst des Eichenprozessionsspinners. Abnahme eines kleinen Gespinstes nach vorangegangener Fixierung. Quelle: Umweltbundesamt.



gezielten Befallsmonitorings getroffen und die Anwendungsbestimmungen für die Ausbringung von Biozidprodukten zur Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners beachtet werden, lässt sich die Gefahr von Fehlanwendungen und die damit verbundenen Mehrkosten sowie das Risiko unannehmbarer Umweltauswirkungen auf ein im Rahmen der Schutzgüterabwägung akzeptables Maß mindern.

Rechtlicher Rahmen

Bei der Erwägung des Einsatzes von Insektiziden gegen den Eichenprozessionsspinner ist zunächst die Frage zu klären, zu welchem Zweck die fragliche Bekämpfung erfolgen soll. Bekämpfungsmaßnahmen zum Schutz der menschlichen Gesundheit fallen unter das Biozidrecht und dürfen dementsprechend nur mit Biozidprodukten durchgeführt werden, die nach den Vorgaben der europäischen Biozid-Verordnung ((EU) 528/2012) für diesen Zweck geprüft und zugelassen wurden. Soll der Eichenprozessionsspinner bekämpft werden, weil durch den Blattfraß der Raupen das Absterben

ganzer Baumbestände im Forst droht, handelt es sich um eine Bekämpfungsmaßnahme nach Pflanzenschutzrecht (Verordnung (EG) 1107/2009). Die Anwendung darf dann nur mit den für diesen Zweck zugelassenen Pflanzenschutzmitteln unter Berücksichtigung der mit der Zulassung festgelegten Anwendungsbestimmungen erfolgen. Bekämpfungsmaßnahmen nach Biozidrecht im Forst sind, mit Ausnahme von direkt an menschliche Siedlungen grenzenden Waldrändern, nicht vorgesehen und Biozidprodukte entsprechend für diese Anwendung nicht zugelassen. Ausführliche Informationen zur Abgrenzung zwischen Biozid- und Pflanzenschutzanwendungen sowie zur aktuellen Zulassungssituation von Biozidprodukten und Pflanzenschutzmitteln sind in einem Hintergrundpapier des Umweltbundesamtes zusammengefasst (UBA 2015). <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/eichenprozessionsspinner>.

Gefährdungsanalyse und Befallsmonitoring

Um eine effiziente und gleichzeitig aus Umweltsicht vertretbare Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners gewährleisten zu können, sind zunächst ein umfassendes Befallsmonitoring und eine darauf aufbauende Planung von Gegenmaßnahmen unerlässlich. In einem ersten vorbereitenden Schritt sollten deshalb mithilfe eines Baumkatasters die Bereiche innerhalb einer Kommune identifiziert werden, in denen der Eichenprozessionsspinner aufgrund des Vorhandenseins von Wirtspflanzen tatsächlich vorkommen könnte. Dieser Erhebung schließt sich eine Gefährdungsanalyse an, in der die Frage geklärt werden sollte, inwieweit ein möglicher Befall der in den potentiellen Befallsgebieten vorhandenen Eichen eine Gefahr für die Bevölkerung darstellen würde. Von einer Gefährdung für die Bevölkerung ist nur dann auszugehen, wenn die so identifizierten Bereiche im Umfeld von Einrichtungen liegen, die häufig von Menschen genutzt werden. Hierzu sind in der Regel Wohngebiete, Einkaufs- und Freizeiteinrichtungen, öffentliche Grünanlagen, Schulen, Kindergärten, Spielplätze, Friedhöfe, Gesundheitseinrichtungen und ähnliches zu zählen. In Bereichen, in denen sich normalerweise keine oder nur wenige Menschen für kurze Zeit aufhalten, ist das Auftreten des Eichenprozessionsspinners aus Sicht des Gesundheitsschutzes in der Regel unproblematisch. Eine allgemeingültige Faustformel, in welchem Abstand zu einem Befallsgebiet nicht mehr von einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch die Verdriftung der

Brennhaare durch den Wind auszugehen ist, lässt sich derzeit aufgrund fehlender empirischer Daten jedoch nur schwer abschätzen.

Erstmeldungen über Vorkommen des Eichenprozessionsspinners erfolgen für gewöhnlich durch Beobachtungen kommunaler Mitarbeiter oder durch Anzeigen aus der Bevölkerung und sind ein erster Indikator für die Anwesenheit des Eichenprozessionsspinners in einem Gebiet. Auf Grundlage von verifizierten Meldungen können dann prospektive Maßnahmen ergriffen werden, die dazu dienen, den Befall im darauffolgenden Frühjahr abzuschätzen.

In den Niederlanden sowie in einigen deutschen Städten (z. B. Berlin) werden Monitorings zur Befallsabschätzung mithilfe von Trichterfallen durchgeführt, die das Sexualpheromon der weiblichen Falter enthalten und während der Zeit des Falterflugs in den potentiellen Befallsgebieten ausgebracht werden (NVWA 2013; Jäckel 2013). Aus der Anzahl der darin gefangenen männlichen Falter des Eichenprozessionsspinners lässt sich ableiten, ob ein Befall vorliegt, und falls ja, welches Ausmaß der zu erwartende Befall im Folgejahr voraussichtlich haben wird. Eine weitere Methode zur prospektiven Befallsabschätzung besteht in der Kartierung von Fraßschäden an Eichen, verbunden mit der Erfassung von neu gebildeten Gespinsten im Laufe des Sommers. Sofern die hierbei gefundenen Gespinste nicht bis zum Schlupf der Falter entfernt wurden, ist in diesen Bereichen mit einem neuerlichen Vorkommen im Folgejahr zu rechnen. Beide Vorgehensweisen ermöglichen eine zuverlässige Erfassung von Befallsgebieten und somit die frühzeitige Planung von geeigneten Gegenmaßnahmen. Auch die Erfassung von Eigelegen während des Winters ist eine zuverlässige, wenngleich aufwendige Form des Befallsmonitorings, die nur mit entsprechendem Expertenwissen zu bewerkstelligen ist. Dieses Verfahren ist daher für ein Befallsmonitoring in der Fläche eher unpraktikabel. Dennoch sollten an einzelnen Bäumen Eipakete lokalisiert und im Laufe des Frühjahrs regelmäßig kontrolliert werden, um den Schlupf der Raupen zu überwachen.

Sollte sich anhand des Befallsmonitorings die Notwendigkeit einer Bekämpfung mit Insektiziden ergeben haben, lässt sich so der geeignete Zeitpunkt für die Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen feststellen und damit das Risiko von Fehlanwendungen reduzieren. Deshalb sollte im Rahmen der Vergabe von Aufträgen für die Durchführung

von Bekämpfungsmaßnahmen durch spezialisierte Schädlingsbekämpfungsunternehmen darauf geachtet werden, den Zeitraum für die Durchführung der Maßnahmen vertraglich möglichst flexibel zu gestalten, um individuell auf den Schlupf der Raupen reagieren und damit das optimale Zeitfenster für die Bekämpfung mit Insektiziden nutzen zu können.

Abwägung und Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen

Da sich auf Grundlage der im Vorjahr erhobenen Monitoringdaten die Wahrscheinlichkeit eines Befalls und die zu erwartende Befallsstärke in den untersuchten Gebieten im Folgejahr abschätzen lassen, können diese Daten in Verbindung mit der zuvor erfolgten Gefährdungsanalyse in die Abwägung und Planung von Bekämpfungsmaßnahmen einfließen. Weisen die Monitoringdaten auf einen eher schwachen Befall hin, ist zunächst die Anwendbarkeit von biozidfreien Maßnahmen zu prüfen. Ist mit einem schwachen Befall in einem durch Menschen wenig aufgesuchten Gebiet zu rechnen, ist es in der Regel ausreichend, die Bevölkerung durch das Aufstellen von Warnschildern auf das Vorkommen des Eichenprozessionsspinners hinzuweisen. Werden diese Bereiche jedoch häufiger von Menschen frequentiert, können die Gebiete zeitweise gesperrt werden und bei Bedarf eine mechanische Bekämpfung von neu gebildeten Gespinsten erfolgen.

In manchen Kommunen wird derzeit noch das Abflammen von Raupen und Gespinsten praktiziert. Diese Vorgehensweise ist jedoch nicht zu empfehlen, da die Brennhaare durch die bei der Verbrennung entstehende Thermik verdriftet werden können, wodurch der Gefährdungsbereich zusätzlich vergrößert wird. In den genannten Fällen sollte daher eine Bekämpfung durch Absaugen oder Abnehmen der Gespinste nach vorheriger Fixierung vorgezogen werden (**Abbildung 2**). Hierbei ist darauf zu achten, dass solche Maßnahmen nur durch professionelle Schädlingsbekämpfungsunternehmen oder entsprechend geschulte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kommunen vorgenommen werden.

Sollte sich anhand des Befallsmonitorings jedoch ein voraussichtlich starker Befall in Bereichen abzeichnen, in denen sich Menschen häufig und/oder gemeinhin über längere Zeit aufhalten, kann der Einsatz von Insektiziden zum Schutz der Be-

völkerung und damit nach Biozidrecht in Erwägung gezogen werden. Um Fehlanwendungen zu vermeiden und um eine ausreichend hohe Wirkung der Biozidprodukte zu ermöglichen, gleichzeitig aber den Austrag der verwendeten Produkte in Nicht-Zielgebiete zu minimieren, ist eine möglichst zielgerichtete Ausbringung der Biozidprodukte zu gewährleisten. Hierbei ist darauf zu achten, dass Sprüh- beziehungsweise Spritzeinsätze ausschließlich unter günstigen äußeren Bedingungen und mit geeigneten Gerätschaften durchgeführt werden. Die Ausbringung von Biozidprodukten gegen den Eichenprozessionsspinner durch Sprühen oder Spritzen sollte daher nur dann erfolgen, wenn die folgenden äußeren Bedingungen gegeben sind:

- Der Schlupf der Raupen des Eichenprozessionsspinners in den zu behandelten Gebieten muss erfolgt sein.
- Die Raupen haben das dritte Larvenstadium noch nicht erreicht und damit noch keine Brennhaare ausgebildet.
- Die Lufttemperatur am Tage muss mindestens 15°C betragen, um die nötige Fraßaktivität der Raupen zu gewährleisten.
- Die zu behandelnden Bäume sollten bei der Ausbringung von Fraßgiften einen ausreichenden Belaubungsgrad (ca. 60–70%) aufweisen, um eine genügend große Menge an Trägermaterial für die eingesetzten Biozidprodukte sicherzustellen.
- Biozidprodukte dürfen nur bei trockener Witterung ausgebracht werden, um Auswaschung und damit den Eintrag in Nicht-Zielgebiete zu vermeiden. Die entsprechenden Zeiträume, in denen im Nachgang der Ausbringung kein Niederschlag erfolgen sollte, sind den jeweiligen Anwendungshinweisen der verwendeten Biozidprodukte zu entnehmen.
- Um Abdrift der Biozidprodukte in Nicht-Zielgebiete zu vermeiden, ist bei der Ausbringung darauf zu achten, dass keine dauerhaften Windgeschwindigkeiten über 5 m/s vorherrschen.
- Um Mittelverluste durch Verflüchtigung zu vermeiden, sollte die Lufttemperatur während der Ausbringung von Biozidprodukten nicht mehr als 25°C und die relative Luftfeuchte weniger als 30 Prozent betragen.

Desweiteren ist darauf zu achten, dass die im Rahmen der Zulassung festgelegten Abstände zu Oberflächengewässern und Schutzgebieten (Naturschutz- oder

Natura2000-Gebiete) eingehalten werden. Bekämpfungsmaßnahmen in naturschutzrechtlich geschützten Gebieten sollten generell vermieden werden. Ausnahmegenehmigungen für eine Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners in diesen Gebieten dürfen nur im Einklang mit den Bestimmungen der jeweiligen Schutzgebietsverordnungen sowie unter Einhaltung der im Bundesnaturschutzgesetz und den Naturschutzgesetzen der Länder beschriebenen Voraussetzungen erteilt werden.

Im Anschluss an Bekämpfungsmaßnahmen sollten Nachkontrollen in den behandelten Gebieten erfolgen, da nur so Rückschlüsse auf den Wirkungsgrad der erfolgten Maßnahmen möglich sind. Die damit gewonnenen Informationen können die Notwendigkeit von mechanischen Nachbehandlungen aufzeigen und bieten zudem wertvolle Erkenntnisse für das Folgejahr.

Schlussfolgerungen

Die Notwendigkeit, Maßnahmen gegen die Vorkommen des Eichenprozessionsspinners zum Schutz der menschlichen Gesundheit zu ergreifen, steht außer Frage. Dennoch sollte über Art und Umfang von Maßnahmen gegen den Eichenprozessionsspinner immer auf Grundlage der lokalen Befallssituation und der örtlichen Gegebenheiten entschieden werden. Es sollte zunächst immer geprüft werden, ob und inwieweit Bekämpfungsmaßnahmen erforderlich sind und ob gegebenenfalls auch alternative, nicht-chemische Maßnahmen zu einem vergleichbaren Schutz der Bevölkerung beitragen können. Vor allem Bekämpfungsmaßnahmen mit Insektiziden bedürfen immer einer sorgfältigen Planung und Vorbereitung, um Fehlanwendungen und den mit ihnen verbundenen Mehraufwand sowie eine unnötige Belastung der Umwelt zu vermeiden. Aus diesem Grund wäre es wünschenswert und sinnvoll, den betroffenen Kommunen eine allgemein hin anerkannte Handlungsempfehlung zur Verfügung stellen zu können, in der ein sach- und zielorientiertes Konzept zur Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners zum Schutz der menschlichen Gesundheit beschrieben ist. Aus diesem Grund sind die Autoren offen und dankbar für Anregungen oder Erfahrungsberichte aus Kommunen und Ländern zum Umgang mit dem Eichenprozessionsspinner.

Literatur

Gottschling S, Meyer S, Dill-Mueller D et al. (2007): Outbreak report of airborne caterpillar dermatitis in a kindergarten. In: *Dermatology* 215: 5–9.

Groenen F und Meurisse N (2012): Historical distribution of the oak processionary moth *Thaumetopoea processionea* in Europe suggests recolonization instead of expansion. In: *Agr Forest Entomol* 14: 147–155.

Jäckel B, Feilhaber I, Schmidt H-U (2013): Untersuchungen zu der Anwendung des Biozids NeemProtect während der Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners im öffentlichen Grün Berlins. Pflanzenschutzamt. Berlin. http://www.stadtentwicklung.berlin.de/pflanzenschutz/eps/download/eps2013_untersuchungen_biozid.pdf (Abrufdatum: 31.08.2015).

JKI (2013): Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) Verbreitung in Deutschland (Stand: April 2013). Julius Kühn-Institut. Braunschweig. http://www.etracker.de/lnkent.php?et=dQsHU3&url=http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_GF/FG_EPS/Karte%20Verbreitung%20EPS%20D%20April2013.pdf&lnkname=http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_GF/FG_EPS/Karte%20Verbreitung%20EPS%20D%20April2013.pdf (Abrufdatum: 31.08.2015).

NVWA (2013): Leidrad beheersing eikenprocessierups. Update 2013. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Ministerie van Economische Zaken. Utrecht. https://www.nvwa.nl/txmpub/files/?p_file_id=2000846 (Abrufdatum: 31.08.2015). Deutsche Übersetzung: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/417/dokumente/leitfaden_eps_nl_deutsch.pdf (Abrufdatum: 31.08.2015).

Sobczyk T (2014): Der Eichenprozessionsspinner in Deutschland. Historie – Biologie – Gefahren – Bekämpfung; BfN-Skripten 365. Bundesamt für Naturschutz. Bonn. https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_365.pdf (Abrufdatum: 31.08.2015).

UBA (2015): Eichenprozessionsspinner. Antworten auf häufig gestellte Fragen. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/eichenprozessionsspinner> (Abrufdatum: 31.08.2015).

Kontakt

Christoph Stang
Umweltbundesamt
Fachgebiet IV 1.2 „Biozide“
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: [Christoph.Stang\[at\]uba.de](mailto:Christoph.Stang[at]uba.de)

[UBA]

Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit der Bevölkerung in Deutschland

The influence of climate change on biotrophic weather situations and human health in Germany

Stefan Zacharias¹, Christina Koppe¹, Hans-Guido Mücke²

Abstract

Biometeorological studies show that weather affects human well-being and health in many ways. Based on relationships identified in a systematic literature review and a representative survey on meteorosensitivity as well as on evaluations between weather factors and mortality for the present climate, the influence of climate change is analyzed from 19 regional models for Germany and future climate impacts on health. The evaluation of climate model simulations shows that the future heat-related health impact in Germany will increase significantly, with at least a doubling by the end of the 21st century. In contrast, the cold-related health impact will decrease. According to the model simulations, also the frequency, duration, and intensity of heat waves will increase significantly. Furthermore, rapid day-to-day temperature changes and diurnal temperature variability which are also associated with enhanced health stress are projected to increase. The obtained results document the fundamental relevance of climate change on human health in Germany and underline the importance of public adaptation strategies to minimize the impact of the expected changes on health.

Zusammenfassung

Zahlreiche biometeorologische Studien belegen den Einfluss bestimmter Wetterlagen und Wetterelemente auf die menschliche Gesundheit. Aufbauend auf den in einer systematischen Literaturrecherche und einer repräsentativen Wetterfähigkeitsbefragung identifizierten Zusammenhängen zwischen Wetter und Gesundheit sowie auf eigenen Abschätzungen der Beziehung zwischen Wetterfaktoren und Mortalität für das gegenwärtige Klima, wurde der Einfluss des Klimawandels auf Basis von 19 regionalen Klimamodellen für Deutschland analysiert und die Auswirkungen der zukünftigen Entwicklung auf die Gesundheit abgeschätzt. Die Auswertung von Klima-Modellsimulationen zeigt, dass sich die zukünftige Belastung durch hohe Temperaturen in Deutschland bis zum Ende des 21. Jahrhunderts mehr als verdoppeln wird, während die Belastung durch niedrige Temperaturen eher abnehmen wird. Häufigkeit, Dauer und Intensität von Hitzewellen werden deutlich zunehmen. Des Weiteren kommen rasche Temperaturänderungen zum Vortag und innertägliche Temperaturschwankungen, die ebenfalls mit einer erhöhten biotropen Belastung in Verbindung gebracht werden, in einem zukünftigen Klima häufiger vor. Die erzielten Ergebnisse belegen die Bedeutung des Klimawandels für die Gesundheit der Bevölkerung in Deutschland und unterstreichen die Wichtigkeit von Anpassungsmaßnahmen, um die Auswirkungen der erwarteten Klimaänderungen so gering wie möglich zu halten.

Einleitung

Biometeorologische Studien aus aller Welt konnten zahlreiche Zusammenhänge zwischen dem täglichen Wetter sowie der Witterung und der menschlichen Gesundheit nachweisen. Dazu gehört insbesondere ein gehäuftes Auftreten von gesund-

heitlichen Beschwerden in bestimmten Jahreszeiten und während bestimmter Wetterlagen. So konnten statistisch signifikante Wettereinflüsse auf Herz- und Gefäßerkrankungen, Atemwegserkrankungen, rheumatische Beschwerden sowie auf Kopfschmer-

¹ Deutscher Wetterdienst.

² Umweltbundesamt.

zen und Migräne nachgewiesen werden. Auch eine Verbindung zu psychischen Krankheiten und zu allgemeinen Befindlichkeitsstörungen wurde belegt. Hintergrund hierfür ist, dass für bestimmte meteorologische Faktoren (z.B. die thermischen Bedingungen) ein optimaler Bereich existiert, in dem sich der Körper in einem Zustand geringer Belastung befindet, da die nötige Regulationsaktivität auf ein Minimum reduziert wird. Extreme Werte sowie schnelle Änderungen dieser meteorologischen Umgebungsfaktoren erfordern eine vermehrte Anpassungsleistung des Organismus, wobei es bei anfälligen und geschwächten Personen zur Auslösung von Befindlichkeitsstörungen sowie zur Verschlimmerung von Krankheitssymptomen kommen kann.

Der Klimawandel könnte zukünftig zu Änderungen der Häufigkeit von solchen biotropen Wettersituationen führen. So wird erwartet, dass der Klimawandel zu einer erhöhten thermischen Belastung im Sommer beiträgt. Des Weiteren könnte es zu einer Zunahme von Großwetterlagen mit wechselhafter Witterung kommen. Bisher wurde jedoch noch nicht untersucht, ob die hierdurch bedingten häufigeren und stärkeren Wetterwechsel eine größere Belastung für den menschlichen Organismus bedeuten.

Ziel des vom Umweltbundesamt und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit geförderten Projekts (Laufzeit: 2012–2015) des Umweltforschungsplans „Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit bzw. die Leistungsfähigkeit der Bevölkerung in Deutschland“ (FKZ 3711 61 238; UBA-FB 002122) war die Abschätzung der zukünftigen biotropen Belastung der Bevölkerung in Deutschland. Grundlage dafür war die Zusammenstellung des aktuellen Wissensstandes zum Einfluss des Wetters auf die menschliche Gesundheit. Dieser Wissensstand wurde mit Hilfe einer systematischen Literaturrecherche in verschiedenen Datenbanken sowie einer repräsentativen Wetterfähigkeitsbefragung der Bevölkerung in Deutschland erarbeitet. Des Weiteren wurden regionale Klimamodelle in Hinblick auf die Veränderungen der Häufigkeit von biotropen Wetterlagen beziehungsweise von Situationen mit raschen Wetterwechseln sowie deren Auswirkungen auf ischämische Herzerkrankungen analysiert (Zacharias, Koppe 2015).

Ergebnisse

a) Literaturrecherche

Im Rahmen einer umfangreichen Literaturrecherche wurden mehrere medizinische Datenbanken (u. a. PubMed, DIMDI) nach aktuellen Forschungsergebnissen für den Zeitraum 2002 bis 2012 durchsucht und mehr als 600 nationale und internationale Fachartikel ausgewertet (FKZ 3711 61 238; UBA-FB 002122/ANH.1). Die Auswertung ergab einen gut belegten Einfluss des Wetters auf viele Erkrankungen. Sowohl für direkte als auch indirekte Effekte (z. B. über Luftschadstoffe, Allergene) existieren empirische Nachweise und bekannte Wirkmechanismen. In diesem Zusammenhang ist als wichtigster meteorologischer Faktor der Einfluss der thermischen Bedingungen zu nennen. Mortalität und Aufttrittshäufigkeit von vielen Krankheiten sind im Winter deutlich erhöht. Auf der anderen Seite üben Perioden hoher Temperatur sowie schnelle Temperaturänderungen (in beide Richtungen) ebenfalls ungünstigen Einfluss auf gesundheitliche Beschwerden aus. Bei wetterfähigen Personen, die zum Beispiel unter Kopfschmerzen, rheumatischen Beschwerden oder Störungen des subjektiven Wohlbefindens leiden, ist die Bestimmung eines kausalen biotropen Wirkfaktors schwieriger. Meteorologische Parameter wirken bei Wetteränderungen oft zusammen, wodurch eine getrennte Bewertung der einzelnen Faktoren schwierig ist. Hinzu kommen individuell ausgeprägte Reaktionen des Organismus auf verschiedene Wetterreize.

b) repräsentative Bevölkerungsbefragung

Die Prävalenz der Wetterfähigkeit ist bislang nicht Gegenstand medizinischer Statistiken und kann daher auf der Bevölkerungsebene nur durch repräsentative Befragungen abgeschätzt werden. Im Rahmen einer Mehrthemenbefragung wurden im Januar 2013 einer repräsentativen Stichprobe von Personen im gesamten Bundesgebiet Fragen zur Wetterfähigkeit gestellt (FKZ 3711 61 238; UBA-FB 002122/ANH.2). Ziel dieser Befragung war es herauszuarbeiten, ob die Wetterfähigkeit für die Bevölkerung in Deutschland von Relevanz ist und welche möglichen Risikofaktoren für wetterfähige Menschen bestehen könnten. Zudem sollten Trends im Vergleich zu einer analogen Befragung aus dem Jahr 2001 herausgearbeitet werden (Höppe et al. 2002). Rund 50 Prozent der Befragten gaben an, dass sie glauben, dass das Wetter einen Einfluss auf ihre Gesundheit hat. Dies entspricht einem leichten

Rückgang im Vergleich zur Studie von Höppe et al. (2002), in der 54 Prozent einen gesundheitlichen Einfluss des Wetters (Wetterfähigkeit) angaben. In der aktuellen Befragung ergab sich des Weiteren ein signifikanter Unterschied in der Wetterfähigkeit zwischen Männern (42 %) und Frauen (57 %). Wichtige Einflussmerkmale sind unter anderem das Alter, die Region des Wohnortes und bereits vorhandene Grunderkrankungen. Innerhalb von Personengruppen, die sich selbst als wetterfähig bezeichnen, leiden 76 Prozent an einer chronischen Erkrankung, beispielsweise Atemwegserkrankungen oder chronischen Schmerzen. Die enge Koppelung der Wetterfähigkeit mit zunehmendem Alter der Personen ist im Zuge des demographischen Wandels von besonderer Wichtigkeit. Die häufigsten Wetterlagen, die mit einem Gesundheitseinfluss in Verbindung gebracht wurden, waren rasche Temperaturrückgänge (38 %), stürmisches Wetter (23 %) sowie rasche Temperaturanstiege (16 %).

c) Effekte des Wetters auf das Auftreten von ischämischen Herzkrankheiten

Neben der Erhebung des aktuellen Wissensstands aus Literatur und der Bevölkerungsumfrage wurde die Beziehung zwischen Wetterfaktoren und Mortalität für das gegenwärtige Klima untersucht (FKZ 3711 61 238; UBA-FB 002122/ANH.3). Da kardiovaskuläre Erkrankungen in besonderem Ausmaß von Wettereinflüssen betroffen sind, wurde in dieser Teilprojektstudie der Einfluss der atmosphärischen Umwelt auf ischämische Herzerkrankungen für Deutschland analysiert. Dazu wurden tägliche Daten zu ischämisch bedingten (ICD: I20-I25) Sterbefällen und Krankenhauseinlieferungen für den Zeitraum 2001–2010 auf Regierungsbezirksebene vom Forschungsdatenzentrum des Bundes bereitgestellt.

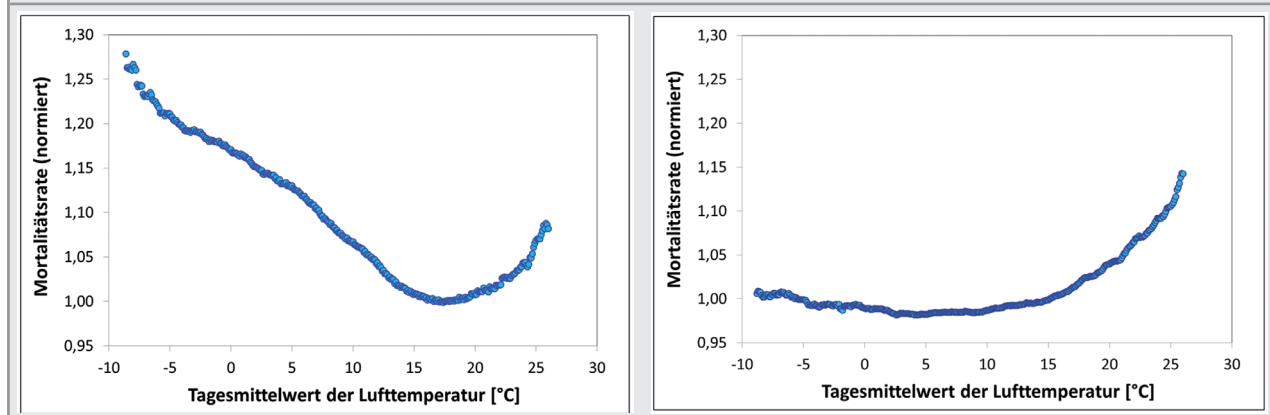
Für die Sterbefalldaten wurde eine starke Abhängigkeit von der thermischen Umwelt gefunden. Die trendbereinigten Daten zeigen einen typischen v-förmigen Zusammenhang mit der thermischen Belastung. Der optimale Lufttemperaturbereich (thermisches Optimum), der mit der geringsten Sterblichkeit einhergeht, liegt im Mittel zwischen 15 °C und 19 °C Tagesmitteltemperatur. Unterhalb und oberhalb dieses Bereiches steigt die Mortalität fast linear an (**Abbildung 1 links**). Der Anstieg unterhalb des thermischen Optimums ist im Wesentlichen durch den Jahresgang bedingt. Die Sterbefalldaten, die zusätzlich durch den Jahresgang bereinigt wurden, zeigen kein erhöhtes relatives Risiko unterhalb des Optimums mit Ausnahme der Todesursachen ICD Codes I20-I22 (v.a. Herzinfarkte) bei sehr niedrigen Tagesmitteltemperaturen (< -7 °C) (**Abbildung 1 rechts**).

Ein zentrales Untersuchungsergebnis ist, dass während einer Hitzewelle das Risiko an einer ischämischen Herzkrankheit (ICD: I20-I25) zu sterben um 10,5 Prozent erhöht ist (Männer: 8,1 %; Frauen: 12,2 %). Die deutschlandweite Auswertung der hitzebedingten ischämischen Mortalitätseffekte zeigt zum Teil ausgeprägte regionale Unterschiede. So differiert der tägliche Mortitätsanstieg zwischen 10 und 25 Prozent, mit einem besonderen Schwerpunkt in Westdeutschland (Zacharias et al. 2014). Für die Anzahl der Krankenhauseinlieferungen konnte keine eindeutige Beziehung zu den meteorologischen Parametern ermittelt werden.

d) Gesundheitseffekte des gegenwärtigen und zukünftigen Klimas

Aufbauend auf den für das gegenwärtige Klima in Deutschland identifizierten Zusammenhängen zwi-

Abbildung 1: (links) Mittelwerte der Mortalitätsraten (normiert auf die minimale Mortalität) für Intervalle des Tagesmittelwerts der Lufttemperatur im Zeitraum 2001–2010; (rechts) wie links nur mit jahresgang-bereinigten Mortalitätsraten. Quelle: Koppe et al. (2013): 28.



schen Wetterfaktoren und Mortalität wurden für die Betrachtung des zukünftigen Klimas darüber hinaus Daten von 19 regionalen Klimamodellen einbezogen, um die Veränderungen der Häufigkeit von biotropen Wettersituationen und deren Auswirkungen auf die Entwicklungen ischämischer Herzkrankheiten zu untersuchen und abzuschätzen (FKZ 3711 61 238; UBA-FB 002122/ANH.4).

Um eine breite statistische Grundlage und ein Maß für die Unsicherheit der Abschätzungen zu erhalten, wurde ein Ensemble von Klimasimulationen verwendet, welche die Entwicklung des zukünftigen Klimas auf Basis des gemäßigten Treibhausgasszenarios A1B projizieren. Insgesamt wurden 19 regionale Klimamodelle mit einer räumlichen Auflösung von $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ analysiert. Das Klima von Gegenwart, naher Zukunft und ferner Zukunft wurde durch die Berücksichtigung von drei Zeitperioden mit je 30 Jahren Dauer abgeschätzt (1971–2000, 2021–2050 und 2069–2098). Für die Validierung des Gegenwartsklimas der regionalen Modelle wurden jeweils ERA40-Reanalysedaten des Zeitraums 1971–2000 verwendet.

Aufgrund ihrer großen Bedeutung für die menschliche Gesundheit stand insbesondere die Auswertung der zukünftigen Entwicklung der thermischen Bedingungen, die auf Basis von Lufttemperatur, Humidex, Hitzewellen, raschen Temperaturänderungen und innertäglichen Temperaturschwankungen analysiert wurde, im Fokus der Untersuchungen.

Die Auswertung der Modellsimulationen zeigt, dass sich die zukünftige Belastung durch Tage mit hoher Lufttemperatur bis zum Ende des 21. Jahrhunderts mehr als verdoppeln wird. Die Untersuchung von zukünftigen Hitzewellen bestätigt diese Erwartung. Die

Belastung durch Tage mit niedriger Temperatur wird dagegen abnehmen, allerdings ist das Ausmaß dieses Rückgangs je nach Auswertemethode verschieden, weshalb eine abschließende Bewertung des Nettoeffekts der zukünftigen Temperaturentwicklung auf die ischämische Mortalität schwierig ist.

Die Abschätzungen der Modellsimulationen in Hinblick auf hohe Lufttemperatur ergeben für beide Betrachtungsweisen (jahresgangbereinigte bzw. nicht-jahresgangbereinigte Mortalitätsraten) eine signifikante zukünftige Zunahme der Gesamtmortalität an Tagen mit hohen Tagesmitteltemperaturen. Dabei liegt der prozentuale Anstieg für die nahe Zukunft 2021–2050 bei jeweils etwa 40 Prozent und für die ferne Zukunft 2069–2098 bei jeweils mehr als 120 Prozent.

Die Untersuchung von Hitzewellen bestätigt die ungünstige Wirkung von hoher Lufttemperatur auf die Gesundheit. Länger andauernde Phasen von Hitzebelastung führen in besonderem Ausmaß zu signifikanten Erhöhungen der Mortalitätsrate. Die Auswertung der Klimasimulationen zeigt, dass Hitzewellen in einem zukünftigen Klima voraussichtlich signifikant häufiger auftreten und eine längere Dauer sowie größere Intensität aufweisen werden. So wird bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ein Anstieg von Hitzewellen um mehr als das Doppelte erwartet (**Tabelle 1**). Zusätzlich wird projiziert, dass die mittlere Dauer von Hitzewellen um circa 30 Prozent zunehmen wird, begleitet von einer Erhöhung der mittleren Temperatur während Hitzewellen um etwa 1 Kelvin. Insgesamt wird für Deutschland für den Zukunftszeitraum 2069–2098 eine Verdreifachung der Zahl der jährlichen Hitzewellentage auf fast 40 Tage simuliert, mit dem Regionalschwerpunkt Süddeutschland. Dies entspricht fast der Hälfte der Tage

Tabelle 1: Anzahl der Hitzewellentage pro Jahr in Deutschland. Regionen gemittelt für die Gegenwart (1971–2000), nahe Zukunft (2021–2050) und ferne Zukunft (2069–2098). Quelle: Zacharias, Koppe (2015): 76.

	1971–2000	2021–2050	2069–2098
Südwest	12,9	21,4	43,3
Südost	12,9	21,3	43,1
Mitte	12,9	20,1	39,9
West	12,3	18,5	36,1
Nordwest	12,1	18,7	36,6
Nordost	12,0	18,9	36,6
Ost	12,2	18,7	35,8
Deutschland	12,5	19,7	38,6

Tabelle 2: Anzahl von Tagen pro Jahr mit Humidex-Werten > 40 in Deutschland. Regionen gemittelt für die Gegenwart (1971–2000), nahe Zukunft (2021–2050) und ferne Zukunft (2069–2098). Quelle: Zacharias, Koppe (2015): 76.

	1971–2000	2021–2050	2069–2098
Südwest	1,6	4,3	12,0
Südost	1,2	3,6	10,4
Mitte	1,4	3,4	9,0
West	1,2	2,7	6,8
Nordwest	0,8	1,6	4,1
Nordost	1,1	2,3	5,6
Ost	1,3	3,0	7,7
Deutschland	1,2	2,9	7,7

im Sommer und würde eine gravierende thermische Belastung durch Hitzewellen sowie eine Zunahme der Mortalität bedeuten (Zacharias et al. 2015).

Die Auswertung des hygrothermischen Indexes Humidex deutet zusätzlich darauf hin, dass das vermehrte Auftreten hoher Temperatur häufig von hoher Luftfeuchtigkeit begleitet sein wird. So wird sich die Anzahl von Tagen mit Humidex-Werten über 40, die oftmals mit gesundheitlichen Beschwerden verbunden ist, in einem zukünftigen Klima voraussichtlich vervielfachen (**Tabelle 2**).

Auch rasche Temperaturänderungen zum Vortag und innertägliche Temperaturschwankungen weisen einen Zusammenhang zur Mortalität auf, wobei die Gesundheitswirkung wesentlich geringer als beim Effekt der absoluten Werte der Temperatur ausfällt. Auswertungen von Klimasimulationen zeigen, dass Tage mit raschen Temperaturänderungen und hohen innertäglichen Temperaturschwankungen in Zukunft in weiten Teilen Deutschlands voraussichtlich häufiger auftreten werden. Die größten Zunahmen mit bis zu 10 Prozent werden im Süden beobachtet, während in Norddeutschland und an den Küsten eher eine Abnahme erwartet wird. Allerdings sind diese Ergebnisse mit relativer Unsicherheit behaftet, da jeweils auch einige der 19 Klimamodelle eine entgegengesetzte Richtung des Klimaänderungssignals aufweisen.

Eine regionale Betrachtung der Klimasignale von hoher Temperatur und Temperaturänderungen zeigt, dass Klimaänderungen, die zu negativen Gesundheitsauswirkungen führen, oft in den Regionen am stärksten sind, die auch heute schon die stärkste biotrope Belastung besitzen. Dies bedeutet, dass vor allem auf Süddeutschland in Zukunft eine stärkere Belastung durch Hitze (insbesondere das gleichzeitige Auftreten von Hitze und hoher Luftfeuchte) und rasche Temperaturänderungen zukommen. Bei den nicht-thermischen meteorologischen Parametern Luftdruck, Luftdruckänderungen, Windgeschwindigkeit und Sonnenscheindauer konnte in unserer eigenen Analyse jeweils kein signifikanter Effekt auf die Mortalität festgestellt werden.

Zusammenfassung

Die Studienergebnisse zeigen, dass die meisten der untersuchten Klimaänderungen auf eine zunehmende biotrope Belastung in der Zukunft für die Mehrheit

der Bevölkerung in Deutschland hinweisen. Für viele der untersuchten meteorologischen Parameter werden Klimaänderungen beobachtet, welche vermutlich signifikante Auswirkungen auf Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit nach sich ziehen können, wie **Tabelle 3** zeigt (Zacharias, Koppe 2015).

Insbesondere bei der zukünftigen hitzebedingten Belastung wird ein deutlicher Anstieg erwartet, was auf notwendige Maßnahmen zur Verringerung der individuellen Hitzebelastung hindeutet. So könnten Hitzewarnsysteme in Verbindung mit Hitzeaktionsplänen, klimaangepasstes Bauen, Verbesserungen bei der medizinischen Versorgung sowie hitzeangepasstes Verhalten die Zahl thermisch bedingter Todesfälle reduzieren.

Des Weiteren werden mit schnellen Wetterwechseln verbundene rasche Temperaturänderungen voraussichtlich häufiger auftreten, was ebenfalls zu einer Erhöhung der biotropen Belastung führen könnte, da der Organismus eine erhöhte Regelungsarbeit leisten muss. Allerdings ist zu beachten, dass verschiedene Krankheitsformen unterschiedliche Zusammenhänge zu den individuellen meteorologischen Parametern aufweisen und deshalb jeweils separat betrachtet werden müssen. Darüber hinaus sollte berücksichtigt werden, dass die biotropen Belastungen je nach regionalem Standort wesentlich höher oder niedriger ausfallen können.

Der Vergleich der beiden Zukunftszeitperioden 2021–2050 und 2069–2098 zeigt, dass die stärksten Klimaänderungen erst gegen Ende des 21. Jahrhunderts erwartet werden. Allerdings werden oftmals auch schon gegen Mitte des 21. Jahrhunderts signifikante Änderungen simuliert, die in vielen Fällen etwa ein Viertel bis ein Drittel des gesamten Klimaänderungssignals ausmachen. Die erzielten Ergebnisse belegen die Bedeutung des Klimawandels für die Gesundheit der Bevölkerung in Deutschland und unterstreichen die Wichtigkeit von Anpassungsmaßnahmen, um die Auswirkungen der erwarteten Klimaänderungen so gering wie möglich zu halten.

Literatur

Höppe P, von Mackensen S, Nowak D et al. (2002): Prävalenz von Wetterfühligkeit in Deutschland. In: Dtsch Med Wochenschr 127: 15–20.

Koppe C, Bernhard D, Zacharias S (2013): Einfluss des Wetters auf das Auftreten von ischämischen Herzkrankheiten (ICD Code: I20–I25) in Deutschland. Anlage 3 (FKZ 3711 61 238; Signatur: UBA-FB 002122/ANH.3).

Tabelle 3: Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters. Dargestellt ist die projizierte biotrope Entwicklung hinsichtlich der betrachteten Krankheitsformen (Zeilen) und der untersuchten meteorologischen Parameter (Spalten). Quelle: Zacharias, Koppe (2015): 122.

	Temperatur	Tiefe Temperatur	Hohe Temperatur	Hitzewellen	Humidex > 40	Temp.-Anstieg	Temp.-Rückgang	DTR	Hoher Luftdruck	Tiefer Luftdruck	Druck-Anstieg	Druck-Rückgang	Hohe Windgeschw.	Wenig Sonnenschein	UBW	Biowetterklassen
Gesamtmortalität (m. Jahresgang)	■	■	■													
Gesamtmortalität (o. Jahresgang)	■	■	■			■	■	■								
Kardiovaskuläre Krankheiten					■	■	■									■
- Ischämische Herzkrankheiten					■	■	■									■
- Herzinfarkt					■	■	■									■
- Schlaganfall		■	■	■	■	■	■									■
- Aortenruptur										■						■
- venöse Thromboembolie										■						■
- Subarachnoidalblutung											■	■				■
Atemwegserkrankungen		■	■	■		■	■									■
- COPD						■	■									■
- Asthma		■				■	■									■
Migräneattacken, Kopfschmerz						■	■		■	■	■	■	■			■
Rheumatische Beschwerden	■	■							■	■	■	■				■
Psychische Erkrankungen	■		■	■	■								■	■		■
Wetterfühligkeit															■	■
Leistungsfähigkeit			■	■	■											■
Nierenkoliken	■		■	■	■											■

■ günstige Entwicklung
 ■ ungünstige Entwicklung
 ■ keine signifikant veränderte Entwicklung

Aus Platzgründen sind die Ergebnisse jeweils nur für das Deutschland-Mittel und die ferne Zukunft 2069–2098 aufgeführt.

Zacharias S, Koppe C, Mücke HG (2015): Climate Change Effects on Heat Waves and Future Heat Wave-Associated IHD Mortality in Germany. In: Climate 3(1): 100-117. DOI:10.3390/cli3010100.

Zacharias S, Koppe C, Mücke HG (2014): Influence of heat waves on ischemic heart diseases in Germany. In: Climate 2(3): 133-152. DOI:10.3390/cli2030133.

Zacharias S, Koppe C (2015): Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit bzw. die Leistungsfähigkeit der Bevölkerung in Deutschland. UBA-Schriftenreihe 'Umwelt&Gesundheit' 06. Dessau-Roßlau. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einfluss-des-klimawandels-auf-die-biotropie-des> (Abrufdatum: 31.08.2015).

Kontakt

Dr. Hans-Guido Mücke
 Umweltbundesamt
 Fachgebiet II 1.5 „Umweltmedizin, gesundheitliche Bewertung“
 Corrensplatz 1
 14195 Berlin
 E-Mail: [hans-guido.muecke\[at\]uba.de](mailto:hans-guido.muecke[at]uba.de)

[UBA]

Welchen Nutzen haben Hitzewarnsystem, UV-Index, Pollenflug- und Ozonvorhersage für die Bevölkerung?

What is the benefit of heat health warning, UV index, pollen flight and ozone forecasts to the public?

Marcus Capellaro¹, Diethard Sturm², Hans-Guido Mücke³

Abstract

Climate change affects human health through more frequent and/or more severe extreme weather events and increasing climate variability. National information and early warning systems (UV index, heat health warnings, pollen and ozone forecasts) can potentially prompt protective or adaptive measures by the population and thus protect health from environmental factors. These four information and early warning systems were evaluated by means of polls of the population, the authorities and the environment and public health agencies. The result formed the basis for a communication concept. Furthermore, a concept for the care of old and sick citizens by nursing care providers and office-based physicians was developed that will be viable under extreme weather conditions.

Zusammenfassung

Der Klimawandel wirkt sich durch kontinuierliche Veränderungen, durch ein häufigeres und/oder verstärktes Auftreten von extremen Wetterereignissen und durch zunehmende Klimavariabilität auch auf die menschliche Gesundheit aus. Nationale Informations- und Frühwarnsysteme (UV-Index, Hitzewarnsystem, Pollenflug- und Ozonvorhersage) haben das Potenzial, Schutz- beziehungsweise Anpassungsmaßnahmen durch die Bevölkerung auszulösen und somit die Gesundheit vor den Umweltfaktoren zu schützen. Mit Befragungen der Bevölkerung, Behörden und Einrichtungen des Umwelt- und Gesundheitswesens erfolgte die Evaluation dieser vier Informations- und Frühwarnsysteme. Auf dieser Basis wurde ein Kommunikationskonzept entwickelt. Des Weiteren wurde ein Konzept für die Versorgung von alten und kranken Bürgerinnen und Bürgern durch Pflege und niedergelassene Ärztinnen und Ärzte entwickelt, die auch bei Extremwetterereignissen robust ist.

Einleitung

Der Klimawandel wirkt sich durch kontinuierliche Veränderungen, durch ein häufigeres und/oder verstärktes Auftreten von extremen Wetterereignissen und durch zunehmende Klimavariabilität auch auf die menschliche Gesundheit aus. Dies betrifft auch die gesundheitlichen Schäden durch Hitzewellen, UV-Strahlung, Pollenflug und bodennahes Ozon.

Für diese Umweltfaktoren bestehen nationale Klimawandel-assozierte Informations- beziehungsweise Frühwarnsysteme. Dieser Beitrag fasst die Ergebnisse der Untersuchung zur Wirksamkeit

folgender Systeme zusammen: den UV-Index des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS), das Hitzewarnsystem des Deutschen Wetterdienstes (DWD), die Pollenfluginformationen der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) und die Ozonvorhersage des Umweltbundesamtes (UBA).

In dem 2013/2014 durchgeführten Forschungsvorhaben des Umweltforschungsplans (FKZ 3712 62 207, UBA-FB 002079 und FB 002079/ANL) wurden diese vier Informations- beziehungsweise Frühwarnsysteme hinsichtlich ihrer Bekanntheit, ihrer

¹ Kommunikation & Konzeption kommunikativer Maßnahmen Hamburg.

² Unabhängiges Institut für hausärztliche Bildung und Forschung Dr. Sturm GmbH Hohenstein-Ernstthal.

³ Umweltbundesamt.

Nutzung durch die Bevölkerung und durch Einrichtungen des Umwelt- und Gesundheitswesens sowie der durch sie ausgelösten akuten Anpassungsmaßnahmen evaluiert (Capellaro, Sturm 2015a).

Dabei wurde zwischen institutionalisierten Kommunikationswegen, bei denen die Warnungen zum Beispiel über die Gesundheitsministerien der Länder an Einrichtungen des Gesundheitswesens (vor allem stationäre Pflegeeinrichtungen) weitergeleitet werden, und nicht-institutionalisierten Kommunikationswegen, wie das Abonnement der Newsletter durch die Bürgerinnen und Bürger oder die Verbreitung über Medien, unterschieden. Die Evaluationsergebnisse waren die Grundlage für die Entwicklung eines Kommunikationskonzeptes.

Ein weiterer Bestandteil des Vorhabens war die Entwicklung einer Strategie für die gesundheitliche Versorgung von älteren und kranken Menschen durch niedergelassene Ärztinnen und Ärzte sowie Pflegeeinrichtungen und Dienste bei Extremwetterereignissen (Capellaro, Sturm 2015b).

Die Zunahme von heißen Tagen ist das in den Klimamodellen deutlichste und stärkste Klimasignal – mit Folgen für die menschliche Gesundheit. Zunehmend belasten Hitzewellen vor allem die Gesundheit von Menschen in Ballungsgebieten, weil die enge Bebauung zu einem urbanen Wärmeinsellekt zwischen Umland und Kernstadt führt.

Untersuchungsrecherchen und Methoden

Die folgenden Untersuchungsschritte wurden im Rahmen des vorgestellten Projekts durchgeführt:

- Eine umfassende Recherche im Umweltportal Deutschland (<http://www.portalU.de>) wurde zur Identifikation von Zielgruppen und Maßnahmen durchgeführt.
- Die wissenschaftliche Literatur wurde recherchiert und gesichtet.
- DWD und UBA wurden zu der Zahl der Abonnements der Newsletter befragt.
- Eine systematische Befragung aller für Gesundheit zuständigen Landesministerien erfolgte mittels Fragebogen. Es wurde abgefragt, welche Newsletter bezogen werden und welche Einrich-

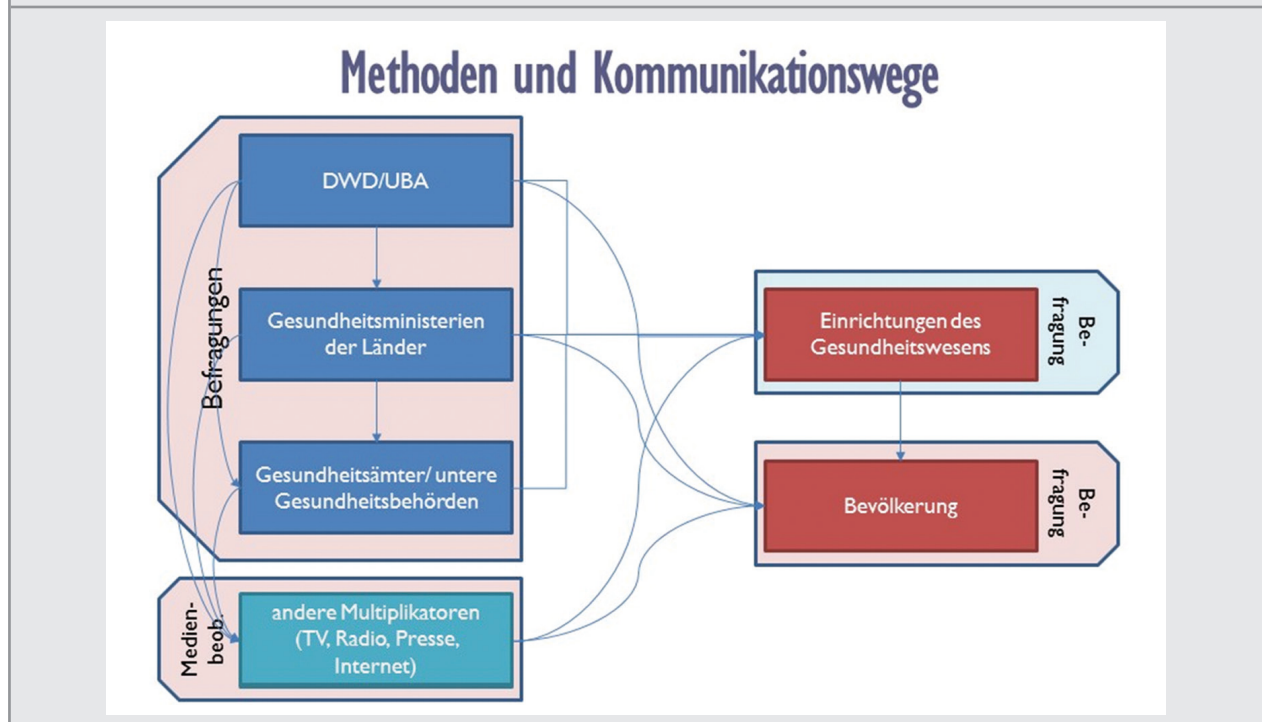
tungen des Gesundheitswesens angewiesen sind, die Newsletter zu erhalten.

- Zudem wurden Vertreterinnen und Vertreter einiger Gesundheitsämter im Rahmen einer Veranstaltung ebenfalls zu den Kommunikationsstrukturen mittels Fragebogen befragt.
- Im Sommer 2013 erfolgte eine Medienbeobachtung. Hier sollte festgestellt werden, inwieweit die Medien über die Warnungen und Vorhersagen berichten.
- Eine umfangreiche repräsentative telefonische Bevölkerungsbefragung wurde im Sommer 2013 durchgeführt. 4.000 Personen beantworteten Fragen zur ihrer Gesundheit, ihrem Informationsverhalten, zur Risikowahrnehmung und zur Kenntnis der Warnsysteme. Jeweils maximal 400 Personen, die Vulnerabilitätskriterien erfüllten, beantworteten außerdem weitere Fragen zu einem der vier Informations- beziehungsweise Frühwarnsysteme und diesbezüglichen Schutzmaßnahmen.
- Darüber hinaus wurden im Jahr 2013 Ärztinnen und Ärzte sowie Pflegeeinrichtungen und -dienste gebeten, einen Online-Fragebogen auszufüllen. Diese Erhebung diente zur Beschreibung der Ausgangssituation bei den Befragten. Es wurde erhoben, inwieweit mit Extremwetterereignissen verbundene Störungen die Versorgung beeinflussen und inwieweit Vorbereitungen hierfür getroffen werden.

Abbildung 1 gibt einen schematischen Überblick über die im Projekt verwendeten Methoden und Kommunikationswege.

Erhebungsergebnisse zu den Informations- und Frühwarnsystemen

Die Nutzung institutionalisierter Informationswege ist äußerst uneinheitlich. Nur Hitzewarnungen werden von fast allen Bundesländern bezogen. Die Weiterleitung der Hitzewarnung ist jedoch uneinheitlich. Eine Verteilung an Alten- und Pflegeheime erfolgt teilweise durch die Gesundheitsministerien. Andere Bundesländer empfehlen Einrichtungen des Gesundheitswesens, wie zum Beispiel Alten- und Pflegeheimen, die direkte Nutzung der DWD-Hitzewarnungen. In weiteren Bundesländern bleibt es den Einrichtungen mit oder ohne Aufforderung



überlassen, sich über entsprechende Extremwetterereignisse zu informieren.

Die nicht-repräsentative Befragung von Mitarbeitenden in Gesundheitsämtern beziehungsweise unteren Gesundheitsbehörden lässt kein einheitliches Verfahren für die Weiterleitung der Vorhersagen beziehungsweise Warnungen erkennen. Doch lässt sich trotz der begrenzten Datengrundlage basierend auf den Angaben einzelner Befragter erkennen, dass die Informationskaskade der DWD-Hitzewarnungen über die Gesundheitsministerien der Länder an die unteren Gesundheitsbehörden bis hin zu den Pflegeeinrichtungen zumindest für Hitzewarnungen funktionieren kann.

Die Untersuchung, ob sich an den Empfang von Hitzewarnungen in den Alten- und Pflegeheimen tatsächlich praktische Maßnahmen anschließen, war nicht Gegenstand des Forschungsprojekts. Es ist ebenfalls kritisch anzumerken, dass niedergelassene Ärztinnen und Ärzte weder in die institutionalisierten Informationswege eingebunden sind, noch flächendeckend die Hitzewarnungen beziehen. Dabei kommt dieser Berufsgruppe aufgrund der möglichen Wechselwirkungen von Hitze und bestimmten Medikamenten eine bedeutende Rolle zu.

Informationen zu den Umweltfaktoren UV-Strahlung, Ozon und Pollen werden nur in einzelnen Bundesländern auf institutionalisierten Kommunikationswegen bezogen oder weitergeleitet. Warnungen beziehungsweise Vorhersagen erreichen die Bevölkerung überwiegend auf nicht institutionalisierten Informationswegen. Die Wahrnehmung eines Informations- beziehungsweise Frühwarnsystems seitens der Bevölkerung variiert stark mit dem jeweiligen Informationssystem. 86,8 Prozent haben schon einmal von der Pollenvorhersage, aber nur 29,5 Prozent vom UV-Index gehört oder gelesen. Die Hitzewarnung ist 71,0 Prozent der Bevölkerung bekannt, die Ozonvorhersage/Ozonwarnung 54,2 Prozent.

Am häufigsten haben die Befragten durch das Fernsehen, das Radio, eine Zeitung/Zeitschrift und eine Internetseite von den Warnungen beziehungsweise Vorhersagen erfahren. Die innerhalb des Projekts durchgeführte Medienbeobachtung lässt jedoch darauf schließen, dass die Information durch die Medien vor allem für Hitze erfolgt, dies allerdings weder flächendeckend noch zuverlässig. Die Zahl der Newsletter-Abonnenten der Informationssysteme ist bevölkerungsbezogen quasi unerheblich.

Um zu prüfen, inwieweit die Warnungen beziehungsweise Vorhersagen Anpassungsmaßnahmen bewirken, wurde ein Wirkmodell entwickelt, in dem

diverse Faktoren erfasst sind, welche die Durchführung von Schutzmaßnahmen fördern können. Basis des Wirkmodells sind Modelle der Gesundheitskommunikation sowie in der wissenschaftlichen Literatur identifizierte Faktoren. Die Faktoren des Wirkmodells wurden für die repräsentative Bevölkerungsbefragung operationalisiert.

Auf Basis der Daten der Bevölkerungsbefragung wurden mithilfe statistischer Regressionsmodelle die Einflussfaktoren auf die Nutzung von Schutzmaßnahmen identifiziert.

Von den in Erwägung gezogenen Einflussfaktoren haben die Eignung der Maßnahme („*Wäre diese Maßnahme für Sie persönlich geeignet?*“) und die Art der Maßnahme den größten Effekt auf die Wahrscheinlichkeit, eine Schutzmaßnahme gegen Hitze zu nutzen. Wenn man die Maßnahme als geeignet ansieht, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, diese Maßnahme zu nutzen.

Da die Eignung einer Maßnahme von persönlichen Einstellungen und konkreten individuellen Lebenssituationen abhängt, ist individuelle Kommunikation zu berücksichtigen. Das Gespräch (z. B. mit dem Arzt) wurde auch von den Befragten häufig als gewünschte Informationsquelle für die Warnungen angegeben.

Die eingeschätzte Wirksamkeit der Maßnahme („*Halten Sie diese Maßnahme für wirksam?*“) ist ebenfalls ein wichtiger Prädiktor; als „sehr wirksam“ eingeschätzte Maßnahmen werden häufiger genutzt.

Eine daraus resultierende Empfehlung für das Kommunikationskonzept ist mit weiterreichenden Konsequenzen verbunden. Die ausdrückliche Erwähnung der Wirksamkeit setzt voraus, dass diese auch untersucht wurde. Im Sinne der „evidenzbasierten Patienteninformation“ sollte zur Wirksamkeit auch der Grad der Evidenzbasierung (also in welchem Ausmaß die Wirksamkeit einer Maßnahme wissenschaftlich belegt ist) allgemeinverständlich angegeben werden. Dies setzt wiederum voraus, dass das für die Kommunikation notwendige Wissen bereitgestellt und kontinuierlich aktualisiert wird.

Auch die Risikowahrnehmung („*Wie hoch schätzen Sie das Risiko für Ihre eigene Gesundheit durch [Hitze, UV-Strahlung, Pollen, Ozon] ein?*“) hat einen moderaten Einfluss auf die Nutzung von Schutzmaßnahmen.

Die Kenntnis der Maßnahmen und die Kenntnis der Informationssysteme haben keine statistisch gesicherte Auswirkung auf die Durchführung von Anpassungsmaßnahmen durch die Befragten. Das heißt, Menschen, welche die Informationssysteme kennen, schützen sich nicht besser als Personen, denen die Informationssysteme nicht bekannt sind. Dieses Ergebnis lässt sich in Verbindung mit der inhaltlichen Analyse der Newsletter erklären. Sie zeigt, dass drei Newsletter keine konkreten Verhaltensempfehlungen enthalten. Eine Ausnahme bildet der Newsletter zum UV-Index.

Für die inhaltliche Gestaltung der Newsletter wird daher unter anderem empfohlen, diese durch möglichst konkrete Verhaltensempfehlungen zu ergänzen. Auch die anderen Bestandteile des Kommunikationskonzeptes sollen konkrete Schutzmaßnahmen vermitteln und zu deren Durchführung befähigen. Die Informations- und Frühwarnsysteme informieren primär über Gefährdungen. Das Ziel, die Bevölkerung zur Durchführung von Schutzmaßnahmen zu befähigen, sollte stärker in den Newslettern und vor allem in den begleitenden Kommunikationsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Ein weiterer zu berücksichtigender Zusammenhang besteht zwischen der hohen Präsenz der Risiken und möglichen nicht beabsichtigten Effekten der kommunikativen Maßnahmen. Gesundheitskommunikation und Warnungen können zu Besorgnissen in der Bevölkerung führen. Besorgnis kann präventive Handlungen auslösen, stellt aber selbst eine negative Beeinträchtigung des Wohlergehens und damit der Gesundheit dar.

Diesem Dilemma kann durch den salutogenetischen Ansatz begegnet werden. Salutogenese zeichnet sich im Gegensatz zur Pathogenese dadurch aus, Gesundheit zu fördern und zu erhalten, statt Krankheiten zu vermeiden. Demzufolge sind die Aspekte des durch die Maßnahmen bewirkten Wohlbefindens zu betonen und nicht die gesundheitlichen Gefährdungen durch die Umwelteinflüsse hervorzuheben.

Entwicklung eines Kommunikationskonzeptes

Das im Projekt erarbeitete Kommunikationskonzept verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele. Bei der Bevölkerung sollen Anpassungsmaßnahmen in akuten Warnsituationen ausgelöst werden. Außerdem soll

die Bevölkerung durch nachhaltige Vermittlung der dafür notwendigen Gesundheitskompetenz zur Anwendung der Anpassungsmaßnahmen befähigt werden.

Die Zielgruppen des Kommunikationskonzeptes sind sowohl die Allgemeinbevölkerung als auch professionelle medizinische und pflegerische Versorgung. Die Allgemeinbevölkerung ist neben den jeweiligen vulnerablen Personengruppen zu berücksichtigen, da alle Bürgerinnen und Bürger Teil des sozialen Umfelds von Vulnerablen sind und somit Schutzmaßnahmen durchführen oder unterstützen oder/und zukünftig selbst vulnerabel werden können. Die professionelle medizinische und pflegerische Versorgung ist teilweise für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen verantwortlich. Dazu werden im Rahmen des Setting- oder Lebensweltansatzes weitere Multiplikatoren berücksichtigt.

Zwei Grundsätze der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) sind im Rahmen des Kommunikationskonzeptes zu betonen und fanden bei der Konzeption besondere Berücksichtigung: „Wissensbasierung“ sowie „Offenheit und Kooperation“.

Das Konzept besteht aus folgenden Bestandteilen:

- Wissensbasierung,
- Optimierung der Warnungen,
- Verbesserung der Gesundheitskompetenz der Bevölkerung,
- Entwicklung eines Settingansatzes oder Lebensweltansatzes (Offenheit und Kooperation),
- Ausbau der institutionalisierten Kommunikationswege.

Zur **Wissensbasierung** des Kommunikationskonzeptes wird empfohlen, die verfügbaren wissenschaftlichen Informationen systematisch zu recherchieren und zu bewerten. Ein solches Wissensmanagement kann in einem ‚Body of Knowledge (BoK)‘ zusammengestellt, aktualisiert und verfügbar gemacht werden. Mögliche Inhalte dieses ‚Body of Knowledge (BoK)‘ sind zum Beispiel relevante Diagnosen, Ursachen, epidemiologische Daten, Risikofaktoren, vulnerable Personen, Maßnahmen, zielgruppenspezifische Empfehlungen, Quellen verlässlicher Informationen und gegebenenfalls sekundärpräventive Maßnahmen.

Die empfohlenen **Optimierungen der Warnungen** betreffen sowohl Inhalt als auch Form. So wird neben der Aufnahme von Verhaltensempfehlungen und deren nachgewiesener Wirksamkeit die Nennung eines Ansprechpartners, die Verlinkung zu weiteren Informationen und auch eine grafisch ansprechendere Darstellung wie etwa beim Pollenflug-Gefahrenindex empfohlen. Zudem wird Werbung für die Newsletter in geeigneten Medien und mittels Medienarbeit empfohlen sowie die stärkere Verbreitung der Warnungen zum Beispiel über soziale Medien oder Anwendungen für Smartphones, wie die Anwendung ‚Hitzewarnung‘ des DWD.

Die Warnungen beziehungsweise Vorhersagen sollen akute Anpassungsmaßnahmen bewirken. Hierfür ist die **Verbesserung der Gesundheitskompetenz**, also die Fähigkeit, die Maßnahmen umsetzen zu können, eine Voraussetzung, die schon vor einer Warnsituation erfüllt sein muss. Die Vermittlung dieser Fähigkeiten kann durch ‚eigene Medien‘ erfolgen. Hierzu zählen die Internetseiten und Broschüren der beteiligten Behörden und Institutionen. Aber auch andere Kommunikationsmöglichkeiten, wie Social-Media-Kanäle, Apps und multimediale Formate wie Videos oder Animationen, sind geeignet. Medienarbeit ist als ergänzende Maßnahme wichtig, um die Nutzung der erklärenden Medien zu erhöhen.

Der **Settingansatz** (oder Lebensweltansatz) verfolgt beide Ziele des Kommunikationskonzeptes und zeichnet sich vor allem durch die Erreichbarkeit sozial Benachteiligter, die direkte Kommunikation mit den Beteiligten und die darin integrierte Beteiligung der Betroffenen aus. Zentrales Element des Settingansatzes ist die Fortbildung von Multiplikatoren, welche vulnerable Personen unter Zuhilfenahme der anderen, zum Beispiel medialen Angebote des Kommunikationskonzeptes aufklären und befähigen. Die Multiplikatoren können Rückfragen beantworten, von individuellen Hürden bei der Umsetzung von Maßnahmen erfahren und diese gegebenenfalls auch beseitigen. Es wird auf bestehende Strukturen zurückgegriffen und Akteure werden vernetzt.

Es ist auf eine bessere Verwirklichung des „**integralen Ansatzes**“ (siehe Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel/DAS) hinzuarbeiten. Aus der Perspektive einer Bürgerin oder eines Bürgers ist es vermutlich wünschenswert, einen Kommunikationspartner für Gesundheitsgefahren zu

haben. Möglich wäre ein Angebot, das diverse gesundheitsrelevante Informationen zusammenstellt. Neben der Verbindung der vier Informationsbeziehungsweise Frühwarnsysteme ist die Integration von weiteren gesundheitsrelevanten Informationen möglich. Hierfür kommen in erster Linie umweltbezogene Gesundheitsgefahren, wie etwa Unwetterwarnungen oder Informationen über Aktivität und Infektiosität von tierischen Krankheitsüberträgern, wie Zecken, in Frage.

Der **Ausbau der institutionalisierten Kommunikationswege** beinhaltet verschiedene Maßnahmen. Neben den Hitzewarnungen sollen auch weitere Warnungen beziehungsweise Vorhersagen an Behörden und Einrichtungen weitergeleitet werden. Es ist zu prüfen, welche weiteren Einrichtungen als Empfänger eingebunden werden können. Die auf die Warnungen folgende Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in den Einrichtungen soll zum Beispiel durch veränderte Rahmenbedingungen gefördert werden.

Ergebnisse der Erhebung zur gesundheitlichen Versorgung

Die Befragung der Ärzte und Pflegeeinrichtungen ergab, dass einerseits große Besorgnis herrscht, andererseits aber geringe Vorsorgemaßnahmen für Gefährdungen bei der Versorgung von chronisch Kranken und Pflegebedürftigen ergriffen werden.

Folgen von Extremwetterereignissen in der Vergangenheit waren Verkehrsbehinderungen (Ärzterschaft 72 %, Pflegebereich 76 %), Ausfall der Stromversorgung (52 % der Ärzte und 63 % der Pflegedienste) und Mehrarbeit (52 % Ärzte und 62 % der Pflegedienste).

Von den möglichen Folgen von Extremwetterereignissen wurde mit 91 Prozent ein Ausfall der Stromversorgung in den ärztlichen Praxen als am schwerwiegendsten bewertet, Ausfall der Beleuchtung und der Heizung mit 87 Prozent sowie Ausfall der Telekommunikation mit 84 Prozent. Die schwerwiegendste Folge für Pflegedienste wäre mit 92 Prozent eine gravierende Störung des Straßenverkehrs, mit 89 Prozent Personalausfall und mit 87 Prozent Nichterreichen von Kunden.

Die befragten Ärztinnen und Ärzte gaben zu 17 Prozent an, insgesamt selbst gut auf Extremwetter-

ereignisse und deren Folgen vorbereitet zu sein. Über ihre Fachangestellten gaben sie an, dass 19 Prozent gut vorbereitet sind. Im Durchschnitt haben 14 Prozent angegeben, Notfallpläne für diverse Szenarien zu haben. Sie verfügen zu 30 Prozent über einen Plan für den Ausfall der elektronischen Patientenverwaltung und zu 24 Prozent über einen Plan für den Ausfall von Praxispersonal.

Im Durchschnitt haben 47 Prozent der stationären und teilstationären Pflegeeinrichtungen angegeben, über Pläne für diverse Szenarien zu verfügen. Sie verfügen zu 62 Prozent über eine Notstromversorgung und Pläne für den Ausfall der Stromversorgung (55 %), Pläne für den Personalausfall (57 %) sowie den Ausfall der Lifte (50 %).

37 Prozent der befragten ambulant tätigen Pflegekräfte gaben an, einen Notfallplan für Extremwetterereignisse zu haben. Darunter waren 75 Prozent, die einen Plan für den Ausfall von Pflegepersonal haben, 54 Prozent mit einem Plan für den Ausfall von Fahrzeugen. Für den Ausfall der Stromversorgung haben dagegen 60 Prozent der Befragten keinen Plan, für den Ausfall der Telekommunikation gibt es bei 47 Prozent keinen Notfallplan.

Newsletter mit Hitze- und Unwetterwarnungen werden von den befragten Pflegeeinrichtungen oder -diensten zu 55 Prozent genutzt, von den Ärztinnen und Ärzten zu 20 Prozent. 71 Prozent der befragten Pflegeeinrichtungen und -dienste wünschen eine gezielte Unwetterwarnung.

66 Prozent der Ärzte und 36 Prozent der Pflegekräfte gaben an, dass die Wetterwarnungen in den Medien für sie ausreichend sind. Bei Extremwetterereignissen fühlen sich 45 Prozent der Pflegekräfte völlig alleingelassen.

Schlussfolgerungen für das Versorgungskonzept

Notfallplanung

Die Förderung von beziehungsweise Verpflichtung zu Notfallplänen für schwerwiegende Verkehrsbehinderungen, Stromausfall und Personalausfall ist in den ärztlichen Praxen zum Beispiel als Teil des Qualitätsmanagements zu implementieren. In den Pflegeeinrichtungen sind diese Szenarien im Notfallplan einzuarbeiten.

Unter der Federführung der unteren Gesundheitsbehörden soll die Kommunikation der Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen der Regionen zur gegenseitigen Unterstützung und Abstimmung von Maßnahmen gefördert werden.

Bildungsarbeit

Die Fortbildung aller Beteiligten soll in den Medien, durch Veranstaltungen, Zeitschriften und im Internet mit dem Ziel einer besseren Risikowahrnehmung und eines besseren Risikomanagements erfolgen. Zudem soll ein Handbuch mit Musterplänen erstellt und im Internet verfügbar gemacht werden.

Informationsmanagement

Die institutionalisierten Informationswege sollen zum Beispiel durch das Weiterleiten aller relevanten Warnmeldungen durch die unteren Gesundheitsbehörden an die Gesundheitseinrichtungen und Pflegedienste konsequenter genutzt werden.

Zudem können eine Telefon-Hotline für Hilferufe und Beratung sowie eine Internetseite für aktuelle Lageinformationen, Empfehlungen und ausgelöste Maßnahmen durch die unteren Gesundheitsbehörden beziehungsweise Kommunen vorbereitet und umgesetzt werden.

Danksagung

Den Projektmitarbeitenden Patricia Sadre Dadras, Pia Kahn, David Briggs, Ursula Reis, Constanze Cholmakow-Bodechtel und Marian Schmid sei an dieser Stelle ausdrücklich gedankt.

Literatur

Capellaro M, Sturm D (2015a): Evaluation von Informationssystemen zu Klimawandel und Gesundheit. Band 1: Anpassung an den Klimawandel: Evaluation bestehender nationaler Informationssysteme (UV-Index, Hitzewarnsystem, Pollenflug- und Ozonvorhersage) aus gesundheitlicher Sicht – Wie erreichen wir die empfindlichen Bevölkerungsgruppen? UBA-Schriftenreihe ‚Umwelt&Gesundheit‘ 03. Dessau-Roßlau. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluation-von-informationssystemen-zu-klimawandel> (Abrufdatum: 31.08.2015).

English version: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluation-of-information-systems-relevant-to-0> (Abrufdatum: 02.10.2015).

Capellaro M, Sturm D (2015b): Evaluation von Informationssystemen zu Klimawandel und Gesundheit. Band 2: Anpassung an den Klimawandel: Strategie für die Versorgung bei Extremwetterereignissen. UBA-Schriftenreihe ‚Umwelt&Gesundheit‘ 04. Dessau-Roßlau. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluation-von-informationssystemen-zu-klimawandel-0> (Abrufdatum: 31.08.2015).

English version: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluation-of-information-systems-relevant-to-0> (Abrufdatum: 02.10.2015).

Kontakt

Dr. Hans-Guido Mücke
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.5 „Umweltmedizin,
gesundheitliche Bewertung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [hans-guido.muecke\[at\]uba.de](mailto:hans-guido.muecke[at]uba.de)

[UBA]

Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit. Ergebnisse des Netzwerks Vulnerabilität

Effects of climate change on human health. Results of the Network Vulnerability

*Inke Schauser¹, Birgit Habedank¹, Hans-Guido Mücke¹, Carola Kuhn¹,
Hildegard Niemann², Mareike Buth³, Walter Kahlenborn³, Stefan Greiving⁴,
Mark Fleischhauer⁴, Stefan Schneiderbauer⁵, Marc Zebisch⁵*

Abstract

The network vulnerability, an association of 16 federal public authorities and a scientific consortium, has developed a national vulnerability assessment for the 15 sectors of the German National Adaptation Strategy. The results for the human health sector show that climate change, especially heat events, already significantly threatens human health. In case of a strong climate change heat effects and breathing difficulties caused by ozone will threaten human health in the middle of the century more often and intensive than today. The likelihood of certain infectious diseases will increase with increasing expansion or establishment of the arthropod or rodent vectors of these pathogens. Until the end of the century will the dangers of human health increase further because of rising temperatures.

Zusammenfassung

Das Netzwerk Vulnerabilität, ein Zusammenschluss von 16 Bundesoberbehörden und -institutionen und einem wissenschaftlichem Konsortium, hat im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie eine deutschlandweite Vulnerabilitätsanalyse für 15 Handlungsfelder durchgeführt. Die Ergebnisse für das Handlungsfeld ‚Menschliche Gesundheit‘ zeigen, dass der Klimawandel, insbesondere Hitzeereignisse, bereits gegenwärtig erheblich die menschliche Gesundheit bedroht. Bei einem starken Klimawandel können Hitzebelastungen und Atembeschwerden durch bodennahes Ozon bereits bis Mitte des Jahrhunderts die menschliche Gesundheit häufiger und stärker als gegenwärtig gefährden. Durch die Ausbreitung beziehungsweise Etablierung von Überträgern von Krankheitserregern wird gegenwärtig wie in Zukunft die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von bestimmten Infektionskrankheiten erhöht. Bis Ende des Jahrhunderts können die Gefährdungen für die menschliche Gesundheit durch steigende Temperaturen noch deutlich zunehmen.

Seit 2011 arbeiten im Auftrag der Bundesregierung 16 Bundesoberbehörden und -institutionen sowie ein wissenschaftliches Konsortium im Netzwerk Vulnerabilität (<http://www.netzwerk-vulnerabilitaet.de>) zusammen, um mittels einer konsistenten, sektorenübergreifenden und deutschlandweiten Vulnerabilitätsanalyse ein Gesamtbild der Vulnerabilität Deutschlands für alle 15 Handlungsfelder der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) zu erstellen.

Die erarbeiteten Ergebnisse fließen in den Fortschrittsbericht zur DAS und die Fortschreibung des Aktionsplans Anpassung (APA) ein, welche derzeit durch die Interministerielle Arbeitsgruppe (IMA) „Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ vorbereitet und im Dezember 2015 dem Kabinett vorgelegt werden sollen. Die Ergebnisse der Vulnerabilitätsanalyse dienen der Identifizierung von

¹ Umweltbundesamt.

² Robert Koch-Institut.

³ adelphi consult.

⁴ plan + risk consult (PRC).

⁵ Europäische Akademie Bozen (EURAC).

Handlungserfordernissen sowie möglicher Maßnahmen und Instrumente durch die IMA Anpassung.

Die engagierte und zielführende Zusammenarbeit der 16 beteiligten Bundesbehörden und -institutionen und des wissenschaftlichen Konsortiums im Netzwerk war eine wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Abschluss der Arbeiten. Die Behörden stellten Expertenwissen, Daten und Modelle zur Verfügung und waren aufgrund der Mandatierung durch die Ministerien legitimiert, die Ergebnisse der Analyse hinsichtlich ihrer Bedeutung für Deutschland zu bewerten. Das wissenschaftliche Konsortium sowie die eingebundenen externen Experten entwickelten die Methodik, trugen ihr Wissen bei und stellten die Transparenz und Objektivität des Prozesses sicher, beispielsweise durch standardisierte Abfragen und ein einheitliches Vorgehen in allen Handlungsfeldern. Methodisch zentral ist die Trennung der Wert- von der Sachebene sowie Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse, da eine Vulnerabilitätsbewertung immer auch ein normativer Prozess ist. Auf diese Weise wurde von den Forschenden aus Bundesbehörden und Wissenschaftsbetrieb eine innovative Methodenarbeit geleistet, die es ermöglichte, die wichtigsten, sektoralen und sektorenübergreifenden Folgen des Klimawandels – wie städtische Wärmebelastungen und Hochwassergefahren durch Flussüberschwemmungen oder Sturzfluten – für Deutschland herauszufiltern und zu bewerten.

Die Untersuchung erfolgte in den drei Zeiträumen Gegenwart, nahe Zukunft (2021 bis 2050) und ferne Zukunft (2071 bis 2100). Die Bandbreite der zukünftigen klimatischen und sozioökonomischen Entwicklungen wurde berücksichtigt, indem das 15. und 85. Perzentil eines Ensembles von Klimaprojektionsdaten (bereitgestellt vom Deutschen Wetterdienst) und zwei sozioökonomischen Szenarien (bereitgestellt vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) zu einem Szenario „starker Wandel“ und einem Szenario „schwacher Wandel“ kombiniert wurden. Für die ferne Zukunft lässt sich die sozioökonomische Entwicklung nur sehr unsicher projizieren. Daher basierte die Einschätzung der Klimawirkungen im Zeitraum 2071 bis 2100 nur auf Klimaprojektionen.

Die sektoralen wie auch die sektorenübergreifenden Ergebnisse zeigen: Mit zunehmendem Klimawandel steigt das Schadenspotenzial für Natur, Gesellschaft und Wirtschaft. Selbst für den Fall ei-

nes schwachen Klimawandels ist schon bis Mitte des Jahrhunderts mit Beeinträchtigungen zu rechnen. Sollte aber ein starker Wandel stattfinden, sind in naher Zukunft Gefährdungen für die Gesundheit der Bevölkerung, ihre Mobilität und ihr Hab und Gut sowie bedeutende Schäden im Bereich der Infrastrukturen und der Umwelt zu erwarten. Weniger betroffen vom Klimawandel in Deutschland in naher Zukunft erscheint die deutsche Wirtschaft. Sie kann zudem Vorteile aus dem Klimawandel ziehen, etwa durch eine steigende Nachfrage nach umweltfreundlichen Technologien.

Von den erheblichen Gefährdungen, die ein starker Klimawandel mit sich bringen kann, sind besonders bedroht (**Abbildung 1**):

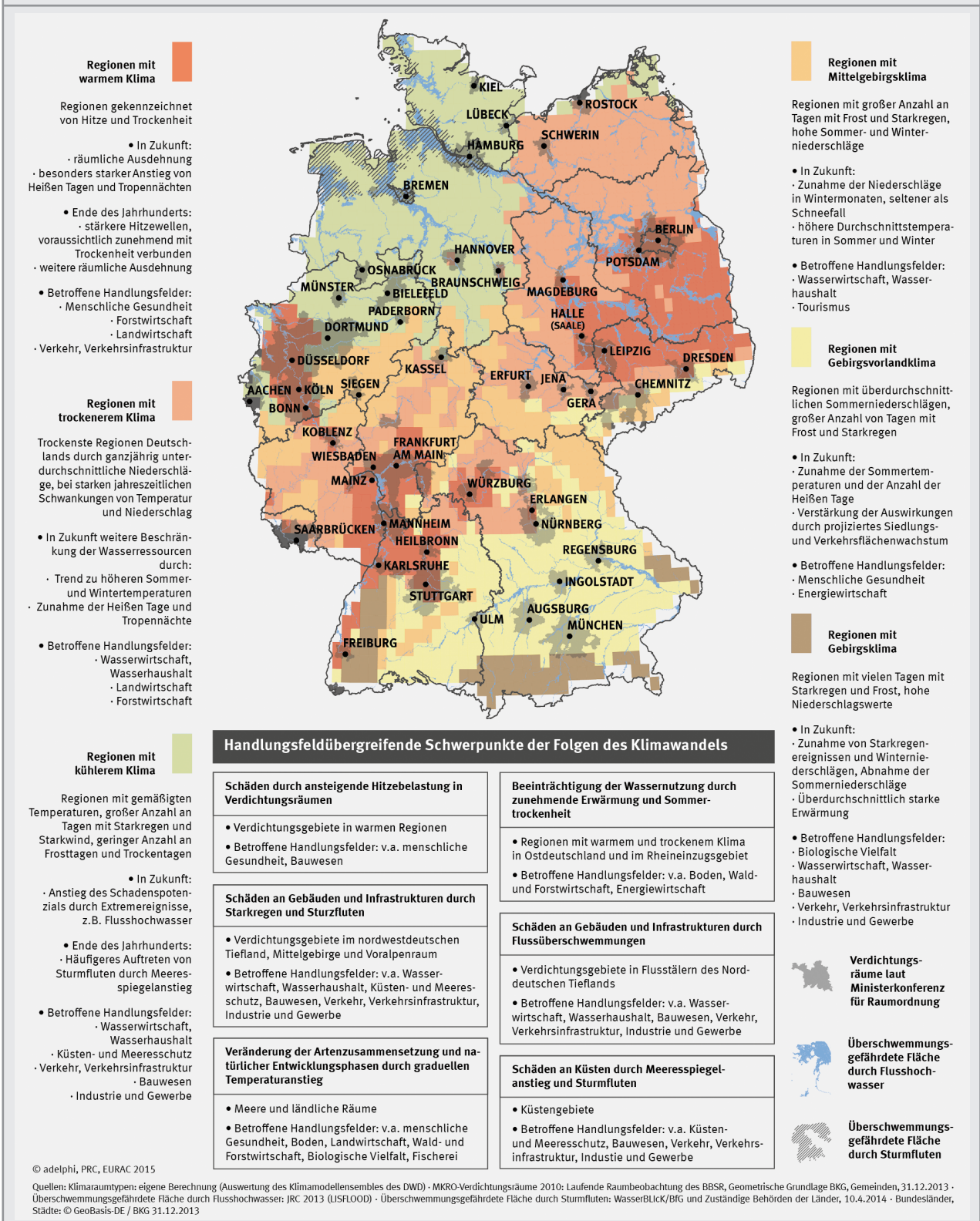
- Ballungsregionen in Ostdeutschland und dem Rheintal mit Blick auf Hitzewellen,
- Ballungsgebiete, insbesondere im norddeutschen Tiefland durch Flussüberschwemmungen und
- Ballungsgebiete in Süddeutschland, insbesondere durch Überschwemmungen infolge von Starkregen.

Langfristig werden zudem die Folgen sommerlicher Trockenheit für die Nutzung von Wasser zum Beispiel für Kühlung, Bewässerung und Produktion von Gütern sowie die Bodennutzung durch Land- und Forstwirtschaft und die Folgen des Meeresspiegelanstiegs für den Küstenschutz an Wichtigkeit zunehmen.

Die Zunahme von Heißen Tagen (Tage mit Tagesmaximum der Temperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$) ist das in den Klimamodellen deutlichste und stärkste Klimasignal mit Folgen für die menschliche Gesundheit. Zunehmend belasten Hitzewellen vor allem die Gesundheit von Menschen in Ballungsgebieten, weil die enge Bebauung zu einem urbanen Wärmeinsellekt führt.

Infrastrukturen, welche sehr große Sachwerte darstellen, können vor allem von Extremwetterereignissen, wie dem Elbhochwasser 2013, schwer beschädigt werden. Prägt sich der Klimawandel bereits in naher Zukunft stark aus, können durch häufigere Starkregen ausgelöste Überschwemmungen, großräumige Flusshochwasser und lokale Sturzfluten zunehmen. Gerade in Ballungsgebieten mit hoher Infrastrukturdichte und vielen empfindlichen Einrichtungen in überschwemmungsgefährdeten Gebieten, wie Hamburg, Bremen und im Rhein-

Abbildung 1: Regionale Betroffenheit und handlungsfeldübergreifende Folgen des Klimawandels in Deutschland (Mitte des Jahrhunderts. Quelle: © adelphi, PRC, EURAC 2015.



Ruhr-Gebiet, kann es dann zu hohen Schäden kommen. Sturmfluten, die bei steigendem Meeresspiegel gegen Ende des Jahrhunderts häufiger erwartet werden, haben ein hohes Schadenpotenzial

für küstennahe Städte und insbesondere die Nordseeinseln. Sturmereignisse, wie der Frühjahrssturm Niklas im Jahr 2015, haben ebenfalls ein hohes Schadenspotenzial für Infrastrukturen sowie für die

Forstwirtschaft und zählen für die Finanzwirtschaft zu den teuersten Extremereignissen in Deutschland. Allerdings kann man aus den Klimamodellen noch keinen klaren Trend für zukünftige Stürme erkennen – es gibt lediglich Indizien, dass Winterstürme häufiger werden.

In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts wird es voraussichtlich häufiger zu Frühjahrs- und Sommerd Trockenheit verbunden mit verminderter Bodenfeuchte kommen. Dies kann die Erträge in der Land- und Forstwirtschaft negativ beeinflussen und wird die Auswahl geeigneter Nutzpflanzen erfordern. Gleichzeitig kann die deutsche Landwirtschaft durch eine längere Vegetationsperiode durchaus vom Klimawandel profitieren.

Durch eine Veränderung der Artenzusammensetzung wird sich der Klimawandel auch auf die biologische Vielfalt auswirken. So könnten sich beispielsweise gebietsfremde, invasive Arten, wie toxische Blaualgen in Seen (*Cylindrospermopsis raciborskii*), Schädlinge oder Krankheitserreger neu etablieren oder ausbreiten. Langfristig werden besonders Küstenregionen sowie Arten und Lebensräume von dem schleichenden Temperaturanstieg bedroht werden, die an einzigartige und empfindliche Regionen gebunden sind, wie das Wattenmeer und das Hochgebirge.

Alle Veränderungen des Klimas haben eine Auswirkung auf das menschliche Wohlbefinden und die Gesundheit: Hitze und Kälte wirken direkt auf die Mortalität und Morbidität der Menschen, die Globalstrahlung beeinflusst die Gesundheit durch die bodennahe Ozonkonzentration sowie die UV-Strahlung, Temperatur- und Feuchteänderungen beeinflussen die Verbreitung von Vektoren, Krankheitserregern und gesundheitsgefährdenden Stoffen, wie Allergenen oder Luftschadstoffen, aber auch von Schadstoffen in Gewässern. Extremereignisse, wie Stürme, Sturmfluten oder Starkregen, können zu Unfällen mit Verletzungen und Todesopfern führen. Es besteht daher eine Vielzahl von Verknüpfungen des Handlungsfelds ‚Menschliche Gesundheit‘ mit allen anderen Handlungsfeldern.

Wie sich das Klima auf die Gesundheit der Menschen auswirkt, hängt sehr stark von der individuellen Disposition und vom individuellen Verhalten ab, aber auch von vielen anderen Parametern wie der Ausgestaltung der baulichen und natürlichen Umwelt, zum Beispiel Wärmedämmung von Ge-

bäuden, Vorhandensein und Nutzung von Grün- und Wasserflächen. Aber auch die Landnutzung allgemein sowie die Emission von gesundheits-schädlichen Stoffen, zum Beispiel Luftschadstoffen, oder der Personen- und Güterverkehr mit der Folge einer Einschleppung von Krankheitserregern und ihren Überträgern, haben einen großen Einfluss auf die menschliche Gesundheit. Ein wichtiger sozio-ökonomischer Trend für die Zukunft ist insbesondere die Entwicklung der Altersstruktur der Bevölkerung.

Im Rahmen des Netzwerks Vulnerabilität wurden vier Klimawirkungen im Handlungsfeld ‚Menschliche Gesundheit‘ durch Proxyindikatoren und Expertengespräche untersucht: (1) Hitzebelastung, (2) Atembeschwerden durch bodennahes Ozon, (3) Überträger von Krankheitserregern sowie (4) Belastung der Rettungsdienste, Krankenhäuser und Ärzte.

1) Eine bedeutende klimatische Auswirkung, die bereits in der Vergangenheit zu einem deutlichen Anstieg der Mortalität geführt hat, ist das Auftreten von Hitzewellen. Die mittlere Anzahl der heißen Tage in Deutschland hat bereits von drei auf acht pro Jahr von der Mitte des letzten Jahrhunderts zur Gegenwart zugenommen und kann in ferner Zukunft auf 15 bis 35 heiße Tage steigen. Durch die starke Zunahme kann es in Zukunft vermehrt zu negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit kommen. Besonders empfindlich sind ältere Personen. Da aufgrund des Wärmeinseleffekts in Ballungsgebieten die Temperatur nachts im Vergleich zum Umland schon heute um bis zu 11 Grad höher ist, sind städtische Regionen mit einer hohen Anzahl von älteren Personen überdurchschnittlich von Hitzeeffekten bedroht. Dies trifft bereits heute etwa auf die Städte Berlin, Karlsruhe, Ludwigshafen/Mannheim, Mainz/Wiesbaden, Nürnberg, Frankfurt sowie Köln und Düsseldorf zu und kann sich unter der Annahme eines starken Wandels in naher Zukunft auf ganze Regionen insbesondere in Ost- und im westlichen Teil Westdeutschlands sowie vereinzelte Regionen im Südwesten Deutschlands ausweiten, wobei die Alterung der Gesellschaft das Problem verschärft. Gleichzeitig kann eine Abnahme der Frosttage dazu führen, dass kältebedingte Todesfälle in Zukunft abnehmen werden.

- 2) Die sommerliche bodennahe Ozonbelastung entsteht durch photochemische Prozesse aus Vorläuferstoffen wie den Luftschadstoffen Stickstoffoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) und führt zu Atembeschwerden. Da zukünftig häufiger Strahlungswetterlagen auftreten können, steigt die Wahrscheinlichkeit von kritischen Ozonkonzentrationen. Besonders betroffen sind großstadtnahe, bevölkerungsreiche Regionen. Jedoch steht dieser Entwicklung der gegenwärtige Trend der Verbesserung der Luftqualität, insbesondere der Reduktion von Stickstoffdioxid (NO_2), entgegen, vor allem aufgrund geringerer Stickstoffoxid-Emissionen von Verkehr, Industrie und der Stromerzeugung.
- 3) Heimische Überträger von Krankheitserregern, wie Nager und Schildkröten können von einer Temperaturzunahme und Luftfeuchtigkeitsänderungen innerhalb eines Komfortbereiches profitieren. So ist die Ausbreitung einer früher in Deutschland seltenen Schildkrötenart bereits zu beobachten. Auch für andere potentielle Überträger von Krankheitserregern ist eine Ausbreitung bei einem starken Wandel zu erwarten. Auch eingeschleppte Arten, beispielsweise bestimmte Mückenarten, können sich zukünftig unter wärmeren und feuchteren Bedingungen leichter etablieren und ausbreiten.
- 4) Eine Überlastung der Rettungsdienste, der Krankenhäuser und Ärzte wird im Zuge des Klimawandels nicht erwartet. Erhöhte Anforderungen werden im Zuge von Hitzewellen an die Gesundheitsinfrastruktur gestellt.

Die abschließende Bewertung der Ergebnisse für die Gegenwart und die nahe Zukunft durch die Behördenvertreter im Netzwerk Vulnerabilität zeigt, dass der Klimawandel, insbesondere Hitzeereignisse, schon gegenwärtig erheblich die menschliche Gesundheit bedroht. Bei einem starken Klimawandel können Hitzebelastungen und Atembeschwerden durch bodennahes Ozon bereits in naher Zukunft die menschliche Gesundheit häufiger und stärker als gegenwärtig gefährden. Jedoch kann der gegenwärtige Trend der verbesserten Luftqualität der Ozonbelastung entgegenwirken. Durch die Ausbreitung beziehungsweise Etablierung von Überträgern von Krankheitserregern wird gegenwärtig wie in Zukunft die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von bestimmten Infektionskrankheiten erhöht. Bis

Ende des Jahrhunderts können die Gefährdungen für die menschliche Gesundheit insbesondere durch steigende Temperaturen noch deutlich zunehmen.

Im Handlungsfeld ‚Menschliche Gesundheit‘ sind mit Blick auf bestimmte Gefährdungen kurzfristige Anpassungen möglich, beispielsweise durch öffentliche Warnsysteme oder Verhaltensinformationen. Der Ausbau von Gesundheitsinfrastruktur, Rettungs- und Hilfsdiensten braucht im Gegensatz dazu etwas mehr Zeit. Unter Berücksichtigung der mittleren bis hohen Anpassungskapazität des Gesundheitssektors ergibt sich eine mittlere Vulnerabilität des Handlungsfelds ‚Menschliche Gesundheit‘.

Die Anpassungskapazität im Bereich der Gesundheitsversorgung ist dadurch gekennzeichnet, dass Kapazitätsgrenzen noch nicht erreicht werden und eine gute Grundversorgung besteht. Die zukünftige Entwicklung wird allerdings von der demographischen Entwicklung und der Ausgestaltung der medizinischen und pflegerischen Grundversorgung beeinflusst werden. Hinsichtlich des Auftretens und der Bekämpfung von Krankheitsüberträgern besteht ein hoher Forschungsbedarf. Darüber hinaus sind viele Zusammenhänge bezüglich der Vektoren, der durch sie übertragenen Erreger und das Auftreten der entsprechenden Krankheiten nicht hinreichend geklärt. Beispielsweise sollte ein Langzeitmonitoring von Vektoren etabliert werden und ein Monitoring auf möglicherweise neu auftretende Erreger (z. B. West-Nil-Virus) im Fokus stehen, um eine Gefährdung für die menschliche Gesundheit frühzeitig erkennen zu können. Weiterhin gilt es, Untersuchungs- und Analysemethoden für eine verbesserte Abschätzung der Allergie-Risiken, ausgelöst durch bereits angesiedelte aber vor allem auch neu einwandernde Arten, auszubauen und weiter zu entwickeln. Auch der Zusammenhang zwischen klimabedingten Gesundheitsproblemen und der Arbeitsproduktivität muss noch genauer erforscht werden. Hinzu kommt, dass aufgrund der heterogenen Verteilung und unterschiedlicher Betroffenheit verschiedener Bevölkerungsgruppen unter Berücksichtigung des demografischen Wandels Bedarf an spezifischen kleinräumigen Vulnerabilitätsanalysen im Bereich Gesundheit und Hitze besteht. Hier sind Innenstädte deutlich stärker betroffen als Randbezirke und das Umland von Städten.

Der Abschlussbericht des Netzwerks Vulnerabilität wurde im November 2015 veröffentlicht

(<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vulnerabilitaet-deutschlands-gegenueber-dem>).

Weitere Informationen zur Arbeit des Netzwerks Vulnerabilität finden Sie auf der Internetseite <http://www.netzwerk-vulnerabilitaet.de>.

Kontakt

Inke Schauser
Umweltbundesamt
Fachgebiet I 1.6 „Kompass – Klimafolgen
und Anpassung in Deutschland“
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau
E-Mail: [inke.schauser\[at\]uba.de](mailto:inke.schauser[at]uba.de)
[UBA]

Empfehlungen zu UV-Strahlung und Vitamin D – kein leichtes Unterfangen

Recommendations on UV exposure for endogenous vitamin D synthesis – not an easy task

Cornelia Baldermann

Abstract

It is a challenge for policy maker worldwide to give uniformly applicable recommendations regarding the question of how much UV exposure is necessary for sufficient endogenous vitamin D synthesis. Various factors influence the vitamin D synthesis like the prevailing UV-B-irradiance as an external factor, and individual factors like skin type and age, time spent outdoors as well as the individual UV protective behavior. Due to these factors the UV dose necessary for endogenous vitamin D synthesis can strongly vary between individuals, and the necessary UV dose cannot be precisely determined on an individual level. Additionally, there is no scientific consensus on the quantity of vitamin D considered as healthy. It is well known that UV radiation triggers the vitamin D synthesis, but at the same time UV radiation is a carcinogen and causes serious adverse health effects. Worldwide the incidence of UV-induced skin cancer is increasing. It is therefore vital to deal consciously with UV radiation. Towards a recommendation which consider all known facts about UV radiation and UV-induced vitamin D synthesis, the Federal Office for Radiation protection (BfS) together with the Alliance for UV Protection (UV-Schutz-Bündnis) initiated in 2013 an interdisciplinary scientific expert discussion. Scientific authorities, expert associations, and public bodies concerned with radiation protection, health, risk assessment, medical care and nutritional science gathered the scientific knowledge on UV induced health effects and vitamin D synthesis and formulated a joint recommendation on UV exposure for endogenous vitamin D synthesis. The scientific background of this recommendation and the considerations leading to this joint view will be outlined as support for those dealing with this topic. The recommendation was published in November 2014, is easy to understand and to apply and has the potential to contribute helpfully to skin cancer prevention worldwide.

Zusammenfassung

Für Entscheidungsträger ist es eine Herausforderung, allgemein anwendbare Empfehlungen bezüglich der Bildung ausreichender Konzentrationen an körpereigenem Vitamin D aufgrund von UV-Bestrahlung auszusprechen. UV-Strahlung initiiert die körpereigene Vitamin-D-Bildung. Gleichzeitig ist UV-Strahlung jedoch die Hauptursache für Hautkrebs und weitere gesundheitlich negative Folgen. Darum ist grundsätzlich ein bewusster und vorsichtiger Umgang mit UV-Strahlung geboten. Hier eine Balance zu finden ist nicht leicht und wird dadurch erschwert, dass wissenschaftliche Uneinigkeit darüber herrscht, welche Vitamin-D-Konzentrationen als ausreichend angesehen werden können, und dass unterschiedliche, teilweise nicht kontrollierbare Faktoren die UV-induzierte Vitamin-D-Synthese beeinflussen. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) initiierte darum einen Prozess zur Erarbeitung einer interdisziplinär tragbaren Empfehlung.

Einleitung

Vitamin D ist für die menschliche Gesundheit wichtig. Es spielt eine wesentliche Rolle bei der Regulierung des Kalzium-Spiegels im Blut und beim Knochenaufbau. Es werden auch protektive Wirkungen von Vitamin D auf andere Krankheitsbilder, wie Krebserkrankungen, Diabetes mellitus, Bluthochdruck oder kardiovaskuläre Krankheiten, diskutiert. Dies konnte bisher jedoch nicht oder nur

mit unzureichender Evidenz nachgewiesen werden (Linseisen 2011).

Da der Hauptanteil an Vitamin D bei gesunden Menschen in der Haut unter dem Einfluss von UV-B-Strahlung (Wellenlängenbereich von 280 nm bis 315 nm) gebildet wird und nur etwa 10–20 Prozent mit der Nahrung aufgenommen werden (Holick 2007), wird für eine ausreichende

Vitamin-D-Versorgung der Aufenthalt in der Sonne oder UV-Bestrahlung im Solarium ohne Erklärung der möglichen negativen Folgen der UV-Strahlung empfohlen. UV-Strahlung wirkt kanzerogen und ist Hauptursache für Hautkrebs sowie weitere gesundheitlich negative Folgen. Dazu zählen akut auftretende Sonnenbrände oder beim Auge Binde- und Hornhautentzündungen und langfristig sich zeigende Folgen wie vorzeitige Hautalterung oder Augensentrübung (Kataraktbildung). Grundsätzlich ist darum ein bewusster und vorsichtiger Umgang mit UV-Strahlung geboten.

Unausgewogene Empfehlungen, die einseitig nur die positiven oder nur die negativen Folgen von UV-Strahlung thematisieren, sind aus Sicht des Strahlen- und Gesundheitsschutzes problematisch. Für ausgewogene Empfehlungen ist eine gesicherte wissenschaftliche Datenlage unabdingbar. Im Folgenden wird der wissenschaftliche Hintergrund für eine solche Empfehlung zu UV und Vitamin D vorgestellt, die in einer interdisziplinär besetzten Gruppe erarbeitet wurde. Die Empfehlung ist auf den Internetseiten des BfS unter <http://www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/wirkung/akut/empfehlung.html> (Abrufdatum: 08.10.2015) veröffentlicht und im Wortlaut am Ende dieses Textes beigefügt.

Positive und negative Effekte der UV-Strahlung sind untrennbar

UV-Strahlung desselben Wellenlängenbereichs löst sowohl positive als auch negative Effekte aus. Die Wirkungsspektren für die UV-abhängige Synthese von Prävitamin D in der Haut sowie für das Auftreten von Sonnenbrand, hellem Hautkrebs und DNA-Schäden sind nahezu identisch (Gilchrest 2008). Der positive Effekt „Vitamin-D-Synthese“ ist also untrennbar mit den negativen Effekten der UV-Strahlung verbunden. Diese für den Strahlenschutz wichtige Tatsache muss in den Empfehlungen an die Bevölkerung maßgeblich berücksichtigt werden.

Viele Faktoren beeinflussen die UV-induzierte Vitamin-D-Bildung

Der Versuch einer Bilanzierung der UV-Exposition zur Synthese des körpereigenen Vitamin D fällt schwer, da der individuelle UV-induzierte Vitamin-D-Status abhängig vom tages- und jahreszeitlich

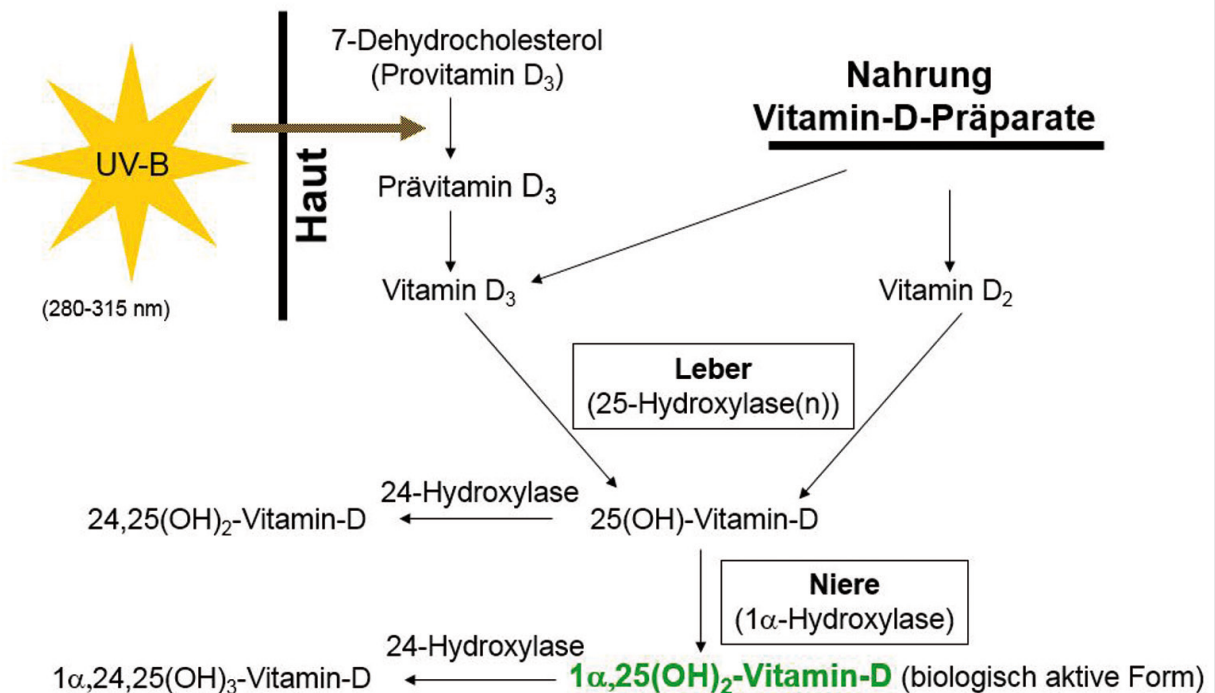
variierenden UV-A/UV-B-Verhältnis, der UV-Bestrahlungsstärke, der Dauer der UV-Exposition, der Art und Größe der bestrahlten Hautfläche, dem Hauttyp, dem Pigmentierungsgrad der Haut und dem individuellen Sonnenschutzverhalten wie etwa der Verwendung von Sonnenschutzmitteln stark schwanken kann (Tsiaras 2011). So kommt die Vitamin-D-Synthese bei niedrigen UV-B-Bestrahlungsstärken wie zum Beispiel in Deutschland von Oktober bis März de facto zum Erliegen. Dunklere Hauttypen benötigen für die Vitamin-D-Bildung höhere UV-Dosen als hellere Hauttypen. Ältere Menschen über 65 können eine allgemein verringerte körpereigene Vitamin-D-Bildungseffektivität haben. Ebenso kann ausschließliches Tragen von dicht gewebter, den gesamten Körper bedeckender Kleidung, kaum oder keine Aufenthalte im Freien sowie das eigene Sonnenschutzverhalten die körpereigene Bildung von Vitamin D reduzieren. Aufgrund dieser zeitlichen, räumlichen und individuell veränderlichen Einflussfaktoren kann die für die körpereigene Vitamin-D-Bildung erforderliche UV-Dosis für den Einzelnen stark schwanken. Das macht eine exakte Bestimmung der zur optimalen Vitamin-D-Bildung notwendigen UV-Dosis für Einzelpersonen praktisch unmöglich.

Untersuchungen mit Probanden unter realen Bedingungen ergaben, dass eine hellhäutige Person (Hauttyp II), die sich, bekleidet mit T-Shirt und kurzer Hose, dreimal pro Woche aufrecht gehend und ungeschützt einer Dosis von 0,5 MED aussetzt, einen Vitamin-D-Spiegel im Blutserum (25(OH)-Vitamin-D) von 50 Nanomol pro Liter (nmol/l) (≈ 20 Nanogramm pro Milliliter (ng/ml)) aufrecht erhalten kann (Rhodes 2010; Webb 2011). 25(OH)-Vitamin-D ist der Hauptmetabolit des Vitamin D im Blut, dessen Konzentration im Blutserum zur Bestimmung des Vitamin-D-Status ermittelt wird (**Abbildung 1**). Als MED wird die minimale erythemwirksame UV-Dosis bezeichnet, die gerade einen Sonnenbrand auslöst. Würde man beispielsweise nach 20 Minuten einen Sonnenbrand bekommen, dann würden 10 Minuten in der Sonne eine ausreichende Vitamin-D-Synthese gewährleisten.

Eine 25(OH)-Vitamin-D-Konzentration im Blutserum von mindestens 50 nmol/l (20 ng/ml) wird international als für die Knochengesundheit wünschenswert angesehen (Institute of Medicine 2011; D-A-CH 2012; Linseisen 2011).

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Vitamin-D-Synthese. Quelle BfS.

Vitamin-D-Stoffwechsel



UV-Exposition führt nicht selbstverständlich zum gewünschten Ziel

Viel UV bedeutet nicht viel Vitamin D. Gilcrest (2008) zeigt beispielsweise, dass hohe oder lang andauernde UV-Expositionen die Vitamin-D-Serumkonzentrationen über einen bestimmten Level hinaus nicht erhöhen. Überraschenderweise wurde festgestellt, dass oftmals die als „optimal“ bezeichneten 25(OH)-Vitamin-D-Serumkonzentrationen von über 75 nmol/l (≈ 30 ng/ml) erst bei Vitamin D₃-Serumspiegeln (Vitamin D₃; **Abbildung 1**) von 30–50 nmol/l (≈ 15 –20 ng/ml) erreicht werden. Weiterhin wurde in mehreren Studien beobachtet, dass trotz ausreichender UV-Dosen nur niedrige 25(OH)-Vitamin-D-Serumkonzentrationen verzeichnet werden, und dass bei hohen UV-Dosen der von einigen Autoren als optimal interpretierte Wert von 75 nmol/l (≈ 30 ng/ml) nur von wenigen Menschen mittels natürlicher UV-Exposition erreicht wird (Binkley 2007; Hollis 2007; Jakobs 2008). Es wird diskutiert, ob dies damit zusammenhängen könnte, dass unter dem Einfluss von UV-B-Strahlung nicht genug Vitamin D₃ gebildet wird (Knuschke 2012). Als Gründe hierfür werden angeführt, dass keine ausreichenden Mengen an Vitamin D₃ in der Haut gebildet werden könnten oder ein verstärkter Abbau des in der Haut

gebildeten Prävitamin D₃ oder Vitamin D₃ erfolgen könnte, der Abtransport von Vitamin D₃ aus der Haut in das Blut anormal verlaufen oder die Hydroxylierung in der Leber von Vitamin D₃ zu 25(OH)-Vitamin-D gestört sein könnte (Knuschke 2012). Entsprechend könnten niedrige 25(OH)-Vitamin-D-Serumkonzentrationen nicht unbedingt durch zu wenig UV-Exposition verursacht, sondern auch das Ergebnis eines gestörten Vitamin-D-Stoffwechsels sein. Dies wäre bei ärztlich diagnostiziertem Vitamin-D-Mangel abzuklären. Für die Formulierung ausgewogener Empfehlungen für die Bevölkerung zur Vermeidung eines Vitamin-D-Mangels ist dies ebenfalls mit zu bedenken.

Solarien – ein Alternative zur Sonne?

Solarien werden als Alternative zur Sonne für die Vitamin-D-Synthese beworben, da sie eine kontrollierte und gegenüber hohen Sonnenexpositionen „milde“ UV-Bestrahlung gewährleisten sollen. Es bleibt dabei oft unberücksichtigt, dass UV-A- und UV-B-Strahlung in kommerziell betriebenen oder häuslichen Solarien die gleichen akuten und langfristigen Wirkungen an Augen und Haut hervorrufen wie die UV-Strahlung der Sonne und dass die erlaubte son-

nenbrandwirksame Bestrahlungsstärke der Solarien (0,3 W/m²) der UV-Belastung am Äquator auf Meereshöhe mittags bei Sonnenhöchststand (90°) und wolkenlosem Himmel gleich kommt. Hinzu kommt, dass das UV-Spektrum in Solarien nicht dem Sonnenspektrum entspricht: Der UV-A-Anteil, der nicht zur körpereigenen Vitamin-D-Synthese beiträgt, ist wesentlich höher. Wissenschaftliche Studien geben zudem den Hinweis, dass UV-A einen Abbau von Vitamin D fördern könnte (Webb 1989) und die Bildungseffektivität für Vitamin D in handelsüblichen, UV-A-lastigen Solarien geringer als unter der Sonne bei gleicher Bestrahlungsstärke und gleicher Bestrahlungszeit zu sein scheint (Knuschke 2012). Dies und die Tatsache, dass eine erstmalige Solariennutzung in jungen Jahren (< 35 Jahre) das Risiko, am schwarzen Hautkrebs (malignes Melanom) zu erkranken annähernd verdoppelt (Boniol 2012), sind Grund genug, sich für die Vitamin-D-Bildung nicht noch extra den gesundheitsschädigenden Wirkungen künstlicher UV-Strahlung in Solarien auszusetzen.

Der Vitamin-D-Status – was ist Mangel, was ist optimal?

Das Formulieren einer ausgewogenen Empfehlung wird nicht nur durch die die UV-B-Strahlung beeinflussenden Faktoren erschwert. Es ist derzeit auch nicht abschließend geklärt, welche Vitamin-D-Konzentrationen allgemein den gesunden Menschen charakterisieren, also welche Vitamin-D-Konzentrationen im Blut als „optimal“, „ausreichend“, „unzureichend“, „suboptimal“ oder als „Mangel“ zu bezeichnen sind.

Aus der wissenschaftlichen Literatur kann abgeleitet werden, dass allgemein 25(OH)-Vitamin-D-Konzentrationen im Blutserum von mindestens 50 nmol/l ($\approx$ 20 ng/ml) als ausreichend zur Deckung des Bedarfs der Bevölkerung in Bezug auf einen gesunden Knochenaufbau und die Regulierung des Kalzium-Spiegels angesehen werden (IOM 2011; Linseisen 2011). Vitamin D wird aber auch als einflussnehmender Faktor auf weitere Krankheitsbilder, wie Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes und Autoimmunerkrankungen, diskutiert. Diesbezügliche Studien werden dahingehend interpretiert, dass die Entstehung dieser Krankheiten durch dauerhafte 25(OH)-Vitamin-D-Blutserumwerte unter 50 nmol/ml ($\approx$ 20 ng/ml) beziehungsweise unter 75 nmol/l ($\approx$ 32 ng/ml) begünstigt oder der Krankheitsverlauf negativ beeinflusst werden könnte,

und dass dementsprechend erst Konzentrationen ab 75 nmol/l ausreichend beziehungsweise optimal für die menschliche Gesundheit sein könnten. Die Bewertung der hierzu veröffentlichten Studien durch die International Agency for Research on Cancer (IARC 2008) und das Institute of Medicine (IOM 2011) bestätigt diese Interpretation nicht. IARC betont darüber hinaus, dass grundsätzlich nicht geklärt ist, ob niedrige 25(OH)-Vitamin-D-Blutserumwerte nicht eher die Konsequenz eines bestimmten Krankheitsbildes als dessen Ursache sind.

Ein Vitamin-D-Mangel liegt laut dem Institute of Medicine bei 25(OH)-Vitamin-D-Konzentrationen im Blutserum von weniger als 25 nmol/l ($\approx$ 10 ng/ml) vor (IOM 2011). Die deutsche, österreichische und schweizerische Gesellschaft für Ernährung sprechen von einem ausgeprägten Vitamin-D-Mangel mit einem erhöhten Risiko für Rachitis beziehungsweise Osteomalazie bei Werten unter 30 nmol/l ($\approx$ 12,5 ng/ml) (D-A-CH 2012). Der Wertebereich unterhalb 25 nmol/l wird von einigen Autoren nochmals unterteilt in „moderater Mangel mit häufig ungünstiger Wirkung auf den Knochenstoffwechsel durch eine gesteigerte Kalziummobilisierung über das Parathormon (sekundärer Hyperparathyreoidismus)“ bei Werten zwischen 12,5 nmol/l und 25 nmol/l ($\approx$ 5,0–10 ng/ml) und „schweren Mangel mit eindeutigen Auswirkungen auf den Knochenaufbau“ bei Werten unter 12,5 nmol/l ($\approx$ 5 ng/ml) (Lips 2004; RKI 2014). Im Hinblick auf die oben erwähnten Studien eines möglichen Einflusses des Vitamin D auf weitere Krankheitsbilder werden bereits Konzentrationen unter 50 nmol/l beziehungsweise unter 75 nmol/l als „milder Mangel“ interpretiert (Hintzpeter 2008).

Die wissenschaftlich basierte Empfehlung

Die Erarbeitung einer möglichst ausgewogenen, widerspruchsfreien und verständlichen Empfehlung bezüglich der UV-Exposition zur Bildung von körpereigenem Vitamin D stellt aufgrund der hier dargestellten wissenschaftlichen Fakten und offenen Punkte eine Herausforderung dar. Um alle Aspekte berücksichtigen zu können, ist ein interdisziplinärer Ansatz zu wählen, da das Thema nicht nur gesundheitliche, medizinische und ernährungswissenschaftliche Belange, sondern auch Aspekte des Strahlenschutzes berührt.

Das Bundesamt für Strahlenschutz initiierte daher zusammen mit dem UV-Schutz-Bündnis (<http://www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/schutz/buendnis/buendnis.html>, Abrufdatum: 14.08.2015) im Jahr 2013 ein interdisziplinäres Fachgespräch mit insgesamt 20 wissenschaftlichen Behörden, Fachgesellschaften und Fachverbänden des Strahlenschutzes, der Gesundheit, der Risikobewertung, der Medizin und der Ernährungswissenschaften.

Die beteiligten Organisationen waren sich darin einig, dass Vitamin D für die Gesundheit des Menschen wichtig ist und aufgrund der nachgewiesenen Gesundheitsrisiken eine ausgewogene Empfehlung hinsichtlich der UV-Expositionen zur Bildung des körpereigenen Vitamin D notwendig ist.

Man folgte der Sichtweise, dass allgemein eine 25(OH)-Vitamin-D-Konzentration im Blutserum von mindestens 50 nmol/l (≈ 20 ng/ml) als ausreichend zur Deckung des Bedarfs der Bevölkerung in Bezug auf einen gesunden Knochenaufbau und die Regulierung des Kalzium-Spiegels angesehen wird (IOM 2011; Linseisen 2011), und dass ausreichend Vitamin D bereits vor Entstehung eines Sonnenbrandes gebildet werden kann (Rhodes 2010; Webb 2011). Entsprechend lautet die Empfehlung, dass für eine ausreichende Vitamin-D-Synthese es nach derzeitigen Erkenntnissen genügt, Gesicht, Hände und Arme unbedeckt und ohne Sonnenschutz zwei- bis dreimal pro Woche der UV-Strahlung bis zur Hälfte der Zeit auszusetzen, in der man sonst ungeschützt einen Sonnenbrand bekommen würde. Das wären beispielsweise 10 Minuten, wenn man in 20 Minuten einen Sonnenbrand bekommen würde.

Alle Beteiligten unterstrichen, dass ein Sonnenbrand aufgrund des damit verbundenen Hautkrebsrisikos grundsätzlich zu vermeiden ist und bei längeren Aufenthalten in der Sonne, bei denen ein Sonnenbrand droht, UV-Schutzmaßnahmen entsprechend dem UV-Index (http://www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/uv-index/uv-index_node.html, Abrufdatum: 14.08.2015) zu ergreifen sind. Aufgrund des nachgewiesenen Gesundheitsrisikos wird übereinstimmend von starken, nicht ärztlich kontrollierten UV-Bestrahlungen (Sonne oder Solarium) zur Vermeidung oder Selbsttherapie eines Vitamin-D-Mangels abgeraten.

Vor allem Kinder und Jugendliche sind vor Sonnenbränden sowie häufigen, intensiven UV-Bestrahlungen zu schützen, da hierdurch nachweislich das

Risiko für Hautkrebserkrankungen im Alter erhöht wird (Leitlinienprogramm Onkologie 2014). Entsprechend wird in Übereinstimmung mit den Kinder- und Jugendärzten empfohlen, dass Säuglinge grundsätzlich nicht direkter UV-Bestrahlung ausgesetzt werden sollen. Bei Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen, für die Bewegung im Freien für eine gesunde Entwicklung besonders wichtig ist, sollen hohe UV-Belastungen und Sonnenbrände vermieden werden. Hier sind vor allem die Erwachsenen gefordert, auf den richtigen Sonnenschutz der Kinder zu achten und ein Vorbild zu sein.

Längere Zeit wurde über die Situation im Winter und über Risikogruppen diskutiert. Menschen mit einem besonders hohen Risiko für einen Vitamin-D-Mangel sind solche mit bestimmten chronischen Erkrankungen, zum Beispiel der Leber, der Niere oder des Magen-Darm-Traktes. Ebenso bilden Personengruppen mit fehlender oder unzureichender Sonnenexposition, wie ältere immobile Menschen, in Deutschland lebende Menschen mit dunklen Hauttypen sowie traditionell verschleierte Menschen, eine Risikogruppe. Hier einigte man sich darauf, dass einem etwaigen Vitamin-D-Mangel mit kontrollierten Maßnahmen begegnet werden sollte, indem der Mangel ärztlich diagnostiziert und ärztlich kontrolliert therapiert werden sollte. Eine Supplementierung beziehungsweise Medikation mit Vitamin-D-Präparaten sollte unter ärztlicher Überwachung erfolgen.

Eine besondere Risikogruppe sind wie oben erwähnt Säuglinge. Sie dürfen aufgrund der sehr empfindlichen Haut und der noch unzureichenden Hitzeregulation in keinem Fall direkt der Sonne ausgesetzt werden. Dies ist der Grund für die in Deutschland empfohlene und angewandte Rachitis-Prophylaxe bis zum zweiten erlebten Frühsommer, das heißt je nach Geburtszeitpunkt für 12 bis 18 Monate.

Nach einem über ein Jahr dauernden Prozess der Diskussion und Abstimmung wurde Ende 2014 die konsentierende *Empfehlung zur „UV-Exposition zur Bildung des körpereigenen Vitamin D“* in einer gemeinsamen Aktion aller beteiligten Organisationen unter Leitung des Bundesamtes für Strahlenschutz veröffentlicht. Es handelt sich hier um die erste Empfehlung bezüglich UV-Strahlung und Vitamin D, die auf derart breiter Basis interdisziplinär mitgetragen wird. Die Hoffnung ist darum nicht unbegründet, dass diese Empfehlung einen wichtigen Beitrag für die Hautkrebsprävention weltweit leisten wird.

Empfehlung zur „UV-Exposition zur Bildung des körpereigenen Vitamin D“

*Konsentiierte Empfehlung der wissenschaftliche Behörden, Fachgesellschaften und
Fachverbände des Strahlenschutzes, der Gesundheit, der Risikobewertung,
der Medizin und der Ernährungswissenschaften^(*)*

Einerseits wird beim Menschen durch UV-Strahlung die körpereigene Vitamin-D-Bildung angeregt. Andererseits kann UV-Strahlung gesundheitsschädigend auf Auge und Haut wirken. Ein bewusster Umgang mit natürlicher wie künstlicher UV-Strahlung ist darum unerlässlich. Entsprechend werden folgende Empfehlungen zur UV-Exposition (-Bestrahlung) für die körpereigene Vitamin-D-Bildung gegeben:

- Für eine ausreichende Vitamin-D-Synthese genügt es nach derzeitigen Erkenntnissen, Gesicht, Hände und Arme unbedeckt und ohne Sonnenschutz zwei- bis dreimal pro Woche der Hälfte der minimalen sonnenbrandwirksamen UV-Dosis (0,5 MED) auszusetzen, also der Hälfte der Zeit, in der man sonst ungeschützt einen Sonnenbrand bekommen würde. Beispielsweise bedeutet dies für Menschen mit Hauttyp II bei hohen sonnenbrandwirksamen UV-Bestrahlungsintensitäten (UV-Index 7) rein rechnerisch eine Bestrahlungszeit von ca. 12 Minuten.
- Ein Sonnenbrand ist grundsätzlich zu vermeiden.
- Bei längeren Aufenthalten in der Sonne sind UV-Schutzmaßnahmen zu ergreifen.
- Als Orientierungshilfe über die herrschende sonnenbrandwirksame UV-Bestrahlungsstärke und ab wann welche UV-Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind, wird der UV-Index¹ (UVI) empfohlen. Der UV-Index ist ein weltweit einheitliches Maß für die an einem Tag mögliche höchste sonnenbrandwirksame UV-Bestrahlungsstärke. Den einzelnen UVI-Werten sind Empfehlungen für die hellhäutige Bevölkerung bezüglich der zu ergreifenden UV-Schutzmaßnahmen zugeordnet.
- Bei Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen ist besonders darauf zu achten, hohe UV-Belastungen und Sonnenbrände zu vermeiden, denn besonders in der Kindheit und Jugendzeit erhöhen starke UV-Belastungen und Sonnenbrände das Risiko, später an Hautkrebs zu erkranken.
- Säuglinge sollen grundsätzlich nicht direkter Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden.
- Von starken, nicht ärztlich kontrollierten UV-Bestrahlungen (Sonne oder Solarium) zum Zweck der Vitamin-D-Bildung, der Selbsttherapie eines Vitamin-D-Mangels oder der Bräunung wird dringend abgeraten. Die erstmalige Nutzung eines Solariums in jungen Jahren (< 35 Jahre) verdoppelt annähernd das Risiko, an schwarzem Hautkrebs (malignes Melanom) zu erkranken². In Deutschland ist für Minderjährige die Nutzung eines Solariums gesetzlich verboten.
- Ein Vitamin-D-Mangel kann nur von ärztlicher Seite diagnostiziert und behandelt werden. Eine Supplementierung bzw. Medikation mit Vitamin-D-Präparaten sollte unter ärztlicher Überwachung erfolgen. Säuglinge und Kleinkinder bis zum zweiten erlebten Frühsommer sollen Vitamin-D-Präparate erhalten.

(*) Diese Empfehlung wird von folgenden Institutionen mitgetragen

(alphabetisch geordnet; ^(**) Partner im UV-Schutz-Bündnis)

Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Onkologie e.V. (ADO) ^(**) • Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Prävention e.V. (ADP) ^(**) • Berufsverband der Deutschen Dermatologen e.V. (BVDD) ^(**) • Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ^(**) • Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) ^(**) • Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) • Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) ^(**) • Deutsche Dermatologische Gesellschaft (DDG) ^(**) • Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ) ^(**) • Deutsche Krebsgesellschaft e.V. (DKG) ^(**) • Deutsche Krebshilfe e.V. (DKH) ^(**) • Deutscher Hausärzterverband e.V. ^(**) • Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) ^(**) • European Skin Cancer Foundation (ESCF) ^(**) • European Society of Skin Cancer Prevention (EUROSKIN) ^(**) • Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID) ^(**) • Max-Rubner-Institut (MRI) • Robert-Koch-Institut (RKI) • Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e.V. – Berufsverband Deutscher Arbeitsmediziner (VDBW) ^(**)

¹ www.bfs.de ->UV-Index; www.uv-index.de

² Boniol, M., et al., Cutaneous melanoma attributable to sunbed use: systematic review and meta-analysis. BMJ, 2012. 345: p. e4757. Boniol, M., et al., Correction. BMJ, 2012. 345: p. e8503.

Literatur

- Binkley N, Novotny R, Krueger D et al. (2007): Low vitamin D status despite abundant sun exposure. In: *J Clin Endocrinol Metab* 92(6): 2130–2135.
- Boniol M, Autier P, Boyle P et al. (2012): Cutaneous melanoma attributable to sunbed use: systematic review and meta-analysis. In: *BMJ* 345: e4757. DOI: <http://www.bmj.com/content/345/bmj.e4757>; Boniol, M, Autier P, Boyle P et al., Correction. In: *BMJ* 345: e8503. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.e8503> (Abrufdatum 23.09.2015).
- D-A-CH (2012): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr - Vitamin D. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung (SGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE). <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-d/> (Abrufdatum: 14.08.2015).
- Gilchrest BA (2008): Sun exposure and vitamin D sufficiency. In: *Am J Clin Nutr* 88(2): 570S–577S.
- Hintzpeter B, Mensink GBM, Thierfelder W et al. (2008): Vitamin D status and health correlates among German adults. In: *European Journal of Clinical Nutrition* 62: 1079–1089.
- Hintzpeter B, Volkert D (2011): Vitamin D-Versorgung in Deutschland. In: Linseisen J, Bechthold A, Bischoff-Ferrari HA et al. (2011): Vitamin D und Prävention ausgewählter chronischer Krankheiten – Stellungnahme. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/stellungnahme/DGE-Stellungnahme-VitD-111220.pdf> (Abrufdatum: 23.09.2015).
- Holick MF (2007): Vitamin D deficiency. In: *N Engl J Med* 357(3): 266–281.
- Hollis BW, Wagner CL, Drezner MK et al. (2007): Circulating vitamin D3 and 25-hydroxyvitamin D in humans: An important tool to define adequate nutritional vitamin D status. In: *J Steroid Biochem Mol Biol* 103(3-5): 631–634.
- IARC (2008): Vitamin D and Cancer. IARC Working Group Reports Vol. 5. International Agency for research on Cancer. Lyon. 25. November 2008.
- IOM - Institute of Medicine (2011): Tolerable Upper Intake Levels: Calcium and Vitamin D. In: Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL et al. (Hg.): Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington (DC). National Academies Press (US). Kapitel 6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56058/> (Abrufdatum: 23.09.2015).
- Jacobs ET, Alberts DS, Foote JA et al. (2008): Vitamin D insufficiency in southern Arizona. In: *Am J Clin Nutr* 87(3): 608–13.
- Knuschke P, Lehmann B, Püschel A et al. (2012): UV-abhängige Vitamin-D-Synthese – Bilanzierung der Expositionszeit durch UV zur Produktion des optimalen Vitamin D3-Bedarfs im menschlichen Körper. Vorhaben 3607S04538. Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Ressortforschungsberichte zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz 70/12. 2012. urn:nbn:de:0221-201210029658. <http://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-201210029658> (Abrufdatum: 23.09.2015).
- Leitlinienprogramm Onkologie (2014): S3-Leitlinie Prävention von Hautkrebs. Langversion 1.0. Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF. AWMF Registernummer: 032/052OL. <http://leitlinienprogramm-onkologie.de/Praevention-von-Hautkrebs.56.0.html> (Abrufdatum: 23.09.2015).
- Linseisen J, Bechthold A, Bischoff-Ferrari HA et al. (2011): Vitamin D und Prävention ausgewählter chronischer Krankheiten – Stellungnahme. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. 2011. <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/stellungnahme/DGE-Stellungnahme-VitD-111220.pdf> (Abrufdatum: 23.09.2015).
- Lips P (2004): Which circulating level of 25-hydroxyvitamin D is appropriate? In: *J Steroid Biochem Mol Biol* 89-90: 611–614.
- Logan VF, Gray AR, Peddie MC et al. (2013): Long-term vitamin D3 supplementation is more effective than vitamin D2 in maintaining serum 25-hydroxyvitamin D status over the winter months. In: *Br J Nutr* 28; 109 (6): 1082–8. DOI: 10.1017/S0007114512002851. Epub 2012 Jul 11.
- Rhodes LE, Webb AR, Fraser HI et al. (2010): Recommended Summer Sunlight Exposure Levels Can Produce Sufficient (≥ 20 ng/ml) but Not the Proposed Optimal (≥ 32 ng/ml) 25(OH)D Levels at UK Latitudes. In: *Journal of Investigative Dermatology* 130(5): p. 1411–1418.
- RKI (2014): Antworten des Robert Koch-Instituts auf häufig gestellte Fragen zu Vitamin D: Was ist der Unterschied zwischen Mangel und Unterversorgung? Stand: 27.06.2014 http://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Vitamin_D/Vitamin_D_FAQ-Liste.html (Abrufdatum: 23.09.2015).
- Tsiras WG, Weinstock MA (2011): Factors Influencing Vitamin D Status, In: *Acta Derm Venereol* 91: 115–124.
- Webb AR, DeCosta BR, Holick MF (1989): Sunlight Regulates the Cutaneous Production of Vitamin D3 by Causing Its Photodegradation. In: *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 68(5): 882–887.
- Webb AR, Kift R, Berry JL et al. (2011): The Vitamin D Debate: Translating Controlled Experiments into Reality for Human Sun Exposure Times. In: *Photochemistry and Photobiology* 87(3): p. 741–745.

Kontakt

Dr. Cornelia Baldermann
Bundesamt für Strahlenschutz
Arbeitsgruppe SG 1.4, Strahlenrisiko, Strahlenschutzkonzepte, Risikokommunikation
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim
E-Mail: [cbaldermann\[at\]bfs.de](mailto:cbaldermann[at]bfs.de)

[BfS]

Der Einfluss des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit – eine Übersicht von UMID-Beiträgen der Jahre 2009 bis 2015

The impacts of climate change on human health –
an overview of UMID articles from 2009 to 2015

Birgit Ziello, Hans-Guido Mücke

Abstract

The impacts of climate change on human health are expected to become a serious public health problem even in Germany. Vulnerable people like the elderly, young children, and those suffering from chronic diseases are affected most. In terms of public health protection, managing the risks of climate change is crucial and requires efficient mitigation and adaptation strategies on an international as well as on a national level. The following article provides a summary of selected national studies that are dealing with climate change-related health issues and were published in the UMID magazine between 2009 and 2015.

Zusammenfassung

Der Klimawandel wirkt sich auch in Deutschland auf die Gesundheit vulnerabler Personengruppen aus und wird zukünftig das Gesundheitssystem vor neue Herausforderungen stellen. Um die Bevölkerung so gut wie möglich vor den gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels zu schützen, sind neben der Umsetzung internationaler Klimaschutzmaßnahmen im Sinne verstärkter Emissionsminderungsstrategien zusätzlich weitere nationale Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel erforderlich. Hierzu fasst der vorliegende Artikel ausgewählte Beiträge von Studien zu ‚Klimawandel und Gesundheit‘ aus Deutschland zusammen, die zwischen 2009 und 2015 im UMID erschienen sind.

Einleitung

Die Folgen des globalen Klimawandels können sich auch in Deutschland negativ auf Gesundheit und Lebensqualität der Menschen auswirken. Insbesondere gesundheitliche Schäden, die durch Wetterextreme wie Stürme, Starkniederschläge mit Hochwässern und Hitzewellen verursacht werden, nehmen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu. Dabei sind Auswirkungen und Ausmaß der Klimawirkung regional unterschiedlich. Für Mitteleuropa wird bereits kurz- bis mittelfristig eine zunehmende Hitzebelastung erwartet, die besonders bei empfindlichen (vulnerablen) Personengruppen und in städtischen Ballungszentren zu erhöhter Morbidität und Mortalität führen kann. Neben den direkten Hitzeschäden begünstigt ein Anstieg der durchschnittlichen Lufttemperatur auch die Zunahme polleninduzierter Allergien sowie vektorübertragener Infektionskrankheiten.

Das Thema *gesundheitliche Anpassung an den Klimawandel* erhält damit aus wissenschaftlicher und politischer Sicht eine zunehmende Bedeutung, was

sich auch in der zunehmenden Anzahl der Fachpublikationen zeigt. So veröffentlichte der UMID anlässlich der UN-Weltklimakonferenz COP15, Dezember 2009 in Kopenhagen, ein Themenheft Klimawandel und Gesundheit (UMID 04/2009). Darüber hinaus wurden zwischen 2010 und 2015 insgesamt 16 Artikel zu Aspekten der Klimawandel-bezogenen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit publiziert. Die COP21-Konferenz – im November/Dezember 2015 in Paris – wird zum Anlass genommen, ausgewählte Artikel der Themenschwerpunkte „Hitze“ und „Pollenallergien“ in komprimierter Übersicht vorzustellen. Zu beiden Themen werden anschließend Anpassungsaktivitäten vorgestellt, die im Rahmen einer bundesweiten Datenerhebung 2014 auf Bundes-, Länder- und Kommunalebene erfasst wurden.

Gesundheitliche Auswirkungen extremer Hitzebelastung

Extreme Hitze belastet das Herz-Kreislaufsystem und kann bei vulnerablen Personengruppen zu erheblichen gesundheitlichen Schäden führen. Physiologisch gesehen zählen Menschen im Alter über 75 Jahren, Personen mit chronischen Krankheiten und/oder Vorerkrankungen sowie Kinder zu den Hauptrisikogruppen. Darüber hinaus entscheiden individuelle Anpassungsfähigkeit, individuelles Anpassungsverhalten und sozio-ökonomische Faktoren über den Grad der Gefährdung durch Hitzestress. Um die Bevölkerung vor gesundheitlichen Hitzeschäden zu schützen, wird im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS 2008) auf nationaler, regionaler und kommunaler Ebene an Klimaprojekten gearbeitet.

So wurden zum Beispiel im Projekt „PräKom“ des „Klimaanpassungsnetzwerks für die Modellregion Nordhessen (Klimazug Nordhessen)“ Anpassungsmaßnahmen entwickelt, um die Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt Kassel vor hitzebedingten Gesundheitsschäden zu schützen. Primäre Zielgruppe dabei waren Personen im Alter über 75 Jahren, die in stark überwärmten Stadtgebieten leben und von bisherigen Schutzmaßnahmen nur schlecht erreicht werden. Anhand der Indikatoren Überwärmungsgebiet, Bausubstanz und Altersstruktur identifizierten Blättner et al. (2011) in welchen Teilen Kassels ein hoher Anteil alter Menschen lebt, die gegenüber Hitze besonders stark exponiert sind. Danach zeigt sich, dass der Stadtteil „Vorderer Westen“ als Risikowohngebiet mit hohem Handlungsbedarf ausgewiesen wird.

Zur Entwicklung konkreter Hitzeschutzmaßnahmen wurde 2009 auf Stadtteilebene das lokale Netzwerk „Hitzeprävention“ gegründet, in dem ausgewählte Akteure interdisziplinär und sektorübergreifend zusammenarbeiten. Zwei konkrete Anpassungsmaßnahmen dieses Netzwerks seien hier erwähnt. Das „Hitzetelefon Sonnenschirm“ ist ein Anrufservice, bei dem registrierte Personen umgehend telefonisch informiert werden, sobald der Deutsche Wetterdienst (DWD) eine Hitzewarnung erlässt. Aufgrund der positiven Resonanz wurde das Hitzetelefon ab 2011 auf das gesamte Kasseler Stadtgebiet ausgeweitet. Der „Kriterienkatalog für die Stadtteilsanierung“ wurde mit dem Ziel entwickelt, die kleinklimatischen Bedingungen im Stadtteil „Vorderer Westen“ zu verbessern. Dabei spricht das

Netzwerk zum Beispiel Empfehlungen bei der Auswahl des Flächenbelags und der Baumarten aus und bietet Beratung zur klimaangepassten Gestaltung von Naherholungsorten.

Da nach Einführung des DWD-Hitzewarnsystems im Jahr 2006 in den Bundesländern noch relativ wenig Erfahrungen zu Wirksamkeit und Effizienz vorlagen, untersuchten Paesel und Augustin (2010) in einer fragebogengestützten Pilotstudie für Niedersachsen, inwieweit die DWD-Hitzewarnungen überhaupt vulnerable Personengruppen (Kinder und Senioren) erreichen.

Für die Studie wurden die Leitungen von 214 Pflegeheimen und 167 Kindertageseinrichtungen sowie 52 nicht in betreuten Einrichtungen lebende Seniorinnen und Senioren befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mehrheit (79,3 %) der Pflegeheime über Hitzewarnungen informiert wird. Wichtigste Informationsquelle waren dabei die lokalen Heimaufsichtsbehörden, die die DWD-Hitzewarnungen an die Pflegeheime weitergeben. In 43 Prozent der Pflegeeinrichtungen führten die Hitzewarnungen zu einer Intensivierung von gesundheitlichen Schutzmaßnahmen, in 54,7 Prozent der Pflegeheime nicht. Trotz dieser zweigeteilten Ergebnisse bewerteten die befragten Pflegeleitungen die DWD-Hitzewarnungen als positiv und nützlich. Im Unterschied zu den Pflegeheimen erreichten die Hitzewarnungen Kindertagesstätten (18,5 %) und eigenständig lebende Seniorinnen und Senioren (7,7 %) nur vereinzelt. Hierfür ist es wichtig, eine institutionelle Kommunikation zu etablieren und bei der Auswahl der Übertragungsmedien darauf zu achten, dass diese auf das Nutzerverhalten der jeweiligen Zielgruppe abgestimmt sind. So hat sich gezeigt, dass das Internet keine zuverlässige Kommunikationsplattform für ältere Menschen darstellt.

Extreme Hitze betrifft aus gesundheitlicher Sicht in besonderem Maße die in stark verdichteten Ballungszentren lebenden Menschen. Der für die menschliche Gesundheit bedeutendste Hitzeeffekt betrifft den Wärmehaushalt und die individuelle thermophysiologische Regulation des Körpers. In diesem Kontext untersuchten Fenner et al. (2015) den Einfluss der innerstädtischen Lufttemperatur als Indikator für die thermische Belastung der Bevölkerung in Großstädten am Beispiel Berlins. Ziel war es, anhand von Temperaturdaten ausgewählter Messstationen zu untersuchen, inwieweit sich die klimatischen Bedingungen stark versiegelter

Gebiete von denen unversiegelter Gebiete unterscheiden und welchen Einfluss dies auf das Mortalitätsrisiko der Bevölkerung hat. Die Studie basiert auf Klimadaten, die an vier Messstationen in Berlin (zwei DWD-Stationen: Tegel und Tempelhof; zwei Stationen der Technischen Universität Berlin: Dahlemer Feld und Dessauer Straße) für die Dekade 2001 bis 2010 erfasst wurden. Während die Klimamessstation „Dessauer Straße“ in einer versiegelten, innerstädtischen Straßenschlucht liegt, stehen die drei anderen Stationen auf Freiflächen.

Zur Identifikation von Hitzestress wurden als Indikatoren die meteorologischen Kenntage „Heißer Tag“ (Tagesmaximum der Lufttemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$) und „Tropennacht“ (nächtliches Temperaturminimum $\geq 20^{\circ}\text{C}$) gewählt. Während die Anzahl der heißen Tage an allen vier Stationen vergleichbar war, wurden Tropennächte in verdichteten Gebieten der Innenstadt um mehr als das Dreifache häufiger gemessen als auf Freiflächen. Die Analyse des hitzebedingten Mortalitätsrisikos basierend auf dem Risikomodell von Scherer et al. (2013) zeigt, dass das Mortalitätsrisiko ausgeprägt mit der Anzahl der Tropennächte korreliert. Entscheidender Faktor hierfür ist der Kombinationseffekt von „Heißen Tagen“ und „Tropennächten“. Bleibt nach heißen Tagen die nächtliche Abkühlung aus, wirkt sich dies als besondere thermophysiologische Belastung auf den Organismus aus. Dieser ungünstige Kombinationseffekt tritt in ausgeprägter Form im bebauten Innenstadtbereich (Dessauer Straße) auf.

Die Anfälligkeit der Bevölkerung in Deutschland hinsichtlich der Hitzebelastung ist regional unterschiedlich und hängt neben der regionsspezifischen Akklimatisierung auch vom Zeitpunkt des Auftretens, der Intensität und der Dauer einer Hitzewelle ab. Um die Bevölkerung vor den gesundheitlichen Effekten des Klimawandels zu schützen, sind daher insbesondere die kommunalen Entscheidungsträger gefordert, räumlich geeignete Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln.

Wittig et al. (2013) stellen hierzu Fallbeispiele zur klimaangepassten Umgestaltung von Städten vor. Die Umgestaltung von Siedlungsräumen erfordert die Zusammenarbeit verschiedener kommunaler Fach- und Entscheidungszuständigkeiten. Maßnahmen wie die Etablierung von Frühwarnsystemen und die Integration sogenannter grüner und blauer Infrastrukturelemente tragen dazu bei, besser auf die Folgen des Klimawandels vorbereitet zu sein.

Auch müssen Luftleitbahnen innerhalb der Stadt freigehalten und die schnelle Erreichbarkeit schattiger Erholungsräume ermöglicht werden.

Mehrere Forschungsprojekte beschäftigten sich mit der Frage, wie durch Neu- und Umgestaltung urbaner Räume hitzebedingte Gefahren reduziert werden können. Im Rahmen des Projektes „Green and blue space adaptation for urban areas and eco towns (GRaBS)“ wird die Funktion einer sogenannten blauen (z.B. Gewässer) und grünen (z.B. Hausgärten und Parks) Infrastruktur in Ballungsräumen untersucht. Dafür wurden in einer Datenbank Fallstudien zusammengestellt und ein Internet-Tool zur Bewertung klimabezogener Risiken entwickelt. Zusätzlich wurde der Leitfaden „Integration grüner und blauer Infrastruktur in der städtischen Raumplanung“ erstellt, in dem Empfehlungen zur Anpassung enthalten sind. Die Projekte „KlimaMORO“ und „KlimaExWoSt“ erforschten zum Beispiel, wie sich Maßnahmen zur Anpassung bündeln lassen und welche möglichen Synergien zwischen dem Klimaschutz und weiteren politischen Ziele (z.B. Hochwasserschutz) bestehen. Dabei standen insbesondere die Raum- und Regionalplanung auf Landes- und Kommunalebene im Vordergrund.

Erhöhtes Pollenallergierisiko

Die Zahl der Pollenallergiker in Deutschland steigt stetig. Eine verlängerte Vegetationsperiode und die Einwanderung wärmeliebender, allergener Neophyten, wie zum Beispiel die spätblühende Beifuß-Ambrosie, führen zu längerem Pollenflug und zu einer insgesamt erhöhten Pollenlast.

Bedeutende Auslöser von Typ I-Allergien sind Spezies aus der Familie der Korbblütengewächse, die vom Spätsommer bis in den frühen Herbst hinein blühen. In den mittleren Breiten zählt insbesondere der gewöhnliche Beifuß zu den Vertretern dieser Gruppe. Daneben hat, bedingt durch den Klimawandel, auch die Beifuß-Ambrosie durch ihr hoch allergenes Potenzial an Bedeutung gewonnen.

Zwischen 2008 und 2011 untersuchten Laussmann et al. (2014) im Rahmen der nationalen Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) insgesamt 7.025 Blutproben von Probanden im Alter von 18 bis 79 Jahren auf spezifische IgE-Antikörper gegen Pollenextrakte. Getestet wurden Pollen des gewöhnlichen Beifußes (*Artemisia vul-*

garis), drei Ambrosia-Arten (*Ambrosia artemisiifolia*, *A. psilostachya*, *A. trifida*) sowie Majorallergene der Beifuß-Ambrosie (nAmb a 1) und des Beifußes (nArt v 1). Die Ergebnisse der Blutuntersuchungen ergaben, dass von den getesteten Personen mehr als 11 Prozent gegen mindestens eins der Allergene sensibilisiert waren. Gegen Beifuß waren 9 Prozent und gegen die Pollenextrakte der drei Ambrosia-Arten etwa 8 Prozent sensibilisiert. Deutlich niedriger waren die Prävalenzen für Sensibilisierungen gegen die Majorallergene. Die vergleichsweise hohe Prävalenz der Sensibilisierung gegen Ambrosia wird laut Laussmann et al. (2014) im Wesentlichen durch eine Kreuzreaktion mit homologen Beifußallergenen hervorgerufen. Mit der DEGS1-Studie wurde ein Grundstein für die längerfristige Beobachtung der Ambrosia-Sensibilisierungen gelegt, die im Rahmen des Gesundheitsmonitorings verstetigt werden soll.

Die Prävalenzen für Heuschnupfen und Asthma variieren in ihrer regionalen Ausprägung. Hierzu untersuchte eine Studie zwischen 2011 und 2014 die gesundheitliche Bedeutung allergener Pflanzen, die sich durch den Klimawandel in Deutschland verstärkt ausbreiten. Dazu wurde in den regionalklimatisch unterschiedlich geprägten Bundesländern Bayern und Nordrhein-Westfalen der Sensibilisierungsstatus von Menschen mit allergischen Beschwerden, ausgelöst durch die Pollenallergene von Birke, *Ambrosia art.* und Olive, untersucht. Ziel war es dabei, einen Vergleich der Sensibilisierungsraten in Relation zu Pollenexpositionen- und anderen Klima-assoziierten Daten zu erhalten (Höflich 2014).

Zunehmend werden Umwelteinflüsse im Zusammenhang mit dem Auftreten allergischer Erkrankungen diskutiert. Neben Faktoren wie Luftverschmutzung, steigende Hygienestandards und abnehmende Biodiversität zählt auch der Klimawandel zu den Einflussgrößen, die die Entstehung Pollen-assoziiierter allergischer Erkrankungen begünstigen können. So zeigen experimentelle und in-situ-Studien, dass sowohl Lufttemperatur als auch Kohlenstoffdioxid (CO₂)-Konzentration Einfluss auf die Biomasse- und Pollenproduktion allergener Pflanzenarten haben. Im Vergleich zur vorindustriellen CO₂-Konzentration steigerten sowohl die gegenwärtige als auch die für das 21. Jahrhundert prognostizierte CO₂-Konzentration die Pollenproduktion der spätblühenden Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*). In Europa hat die Pollenkonzentration allergener Pflanzenarten in der Luft, wie z. B. *Ambrosia art.*, in den letzten 30

Jahren vor allem in städtischen Gebieten zugenommen, in denen sowohl die CO₂-Konzentrationen als auch die Lufttemperatur höher waren als im Umland. Insgesamt weisen mehrere Studien auf einen Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und einem weltweiten Anstieg allergischer Atemwegserkrankungen hin (Höflich 2014).

Bundesweit gibt es bereits Präventions- und Anpassungsmaßnahmen, um die Exposition der Bevölkerung mit allergenen Pollen zu reduzieren. So koordiniert beispielsweise das Julius Kühn-Institut (JKI) gezielt Aktivitäten, um eine weitere Ausbreitung von *Ambrosia art.* zu bekämpfen. Die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) und der Deutsche Wetterdienst (DWD) betreiben bundesweit ein engmaschiges Monitoringnetzwerk der atmosphärischen Pollenkonzentration und erstellen Vorhersagen zur erwarteten Pollenbelastung. Zudem können bereits leicht umzusetzende Maßnahmen, wie zum Beispiel das Begrünen öffentlicher Straßen und Plätze mit Allergen-armen Pflanzen dazu beitragen, die gesundheitliche Belastung mit allergieauslösenden Pollen zu reduzieren.

Anpassungsmaßnahmen bei Hitzestress und Pollenbelastung

Bundesweit werden Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt, um die Bevölkerung vor den gesundheitlichen Risiken des Klimawandels zu schützen. Mit einer im Jahr 2014 durchgeführten Online-Erhebung von Anpassungsmaßnahmen auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene stellt das Umweltbundesamt (UBA) im Rahmen des nationalen Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG) eine Datenbank zur Verfügung, die die vielfältigen Aktivitäten und Vorhaben zur Thematik „Klimawandel und Gesundheit“ zentral in einer Datenbank bündelt. Im Folgenden werden ausgewählte Umfrageergebnisse zu den oben behandelten Schwerpunktthemen Hitzestress und Pollenbelastung vorgestellt. Die vollständigen Einzelanalysen zu diesen und weiteren Themen können auf der APUG-Webseite unter dem Thema „Umwelteinflüsse/Klimawandel und Gesundheit“ (<http://www.apug.de/umwelteinfluesse/klimawandel/index.htm>) nachgelesen werden. Ergebnisse der Erhebung wurden außerdem in Kandarr et al. (2015) vorgestellt.

Die gesundheitlichen Auswirkungen von Hitze sind mit 60 von 335 Aktivitäten das bundesweit am häu-

figsten behandelte Gesundheitsthema aus dem Bereich der nichtübertragbaren Erkrankungen. Um der Überhitzung von Städten vorzubeugen, betonten 13 der 16 Bundesländer die positive Beeinflussung des Stadtklimas als besonders wichtig. Dazu zählen bauliche Maßnahmen wie Flächenentsiegelung, Erhöhung des Grünflächenanteils sowie die Offenhaltung von Frisch- und Kaltluftschneisen. Ein weiteres wichtiges Thema ist die Erreichbarkeit vulnerabler Personengruppen bei Hitzewarnungen. Seit 2005/2006 ist dafür in allen 16 Bundesländern das Hitzewarnsystem des DWD etabliert. Darüber hinaus bieten einige Bundesländer behördliche Informationen zum Thema Hitze auch auf eigenen Webseiten an, wodurch Hitzewarnungen und Wissen zu Präventionsmaßnahmen für die Bevölkerung leichter zugänglich sind. Ein Beispiel dafür ist Nordrhein-Westfalen, das auf der Seite www.hitze.nrw.de zielgruppengerechte Empfehlungen für die Allgemeinheit, den öffentlichen Gesundheitsdienst, Pflegekräfte und Ärzte bereitstellt.

Beim Thema „Allergierisiko durch Pollen“ sehen die Befragten die eingewanderte Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) als eine der wichtigsten Gefahrenquellen für die menschliche Gesundheit an. So wurden im Rahmen der Datenerhebung 29 Anpassungsmaßnahmen erfasst, die eine weitere Ausbreitung der Ambrosie verhindern sollen. Auf Bundesländerebene werden in Bayern, Baden-Württemberg, Berlin, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz regelmäßig Ambrosiafunde kartiert und veröffentlicht. Zudem organisieren Berlin und Bayern unter der Beteiligung der Bevölkerung regelmäßig gezielte Aktionstage, um größere Ambrosia-Bestände aufzuspüren und zu vernichten. Ein bundesweites Monitoring und eine rechtliche Grundlage zur Bekämpfung der Ambrosie existieren in Deutschland bislang nicht. Aus Sicht des präventiven Gesundheitsschutzes erscheint eine entsprechende Gesetzeslage jedoch sinnvoll. Viele der Befragten äußerten sich positiv über den Ansatz der Schweiz, wo seit 2006 eine allgemeine Melde- und Bekämpfungspflicht von Ambrosia-Beständen besteht. Dadurch könne mit noch verhältnismäßig geringem Aufwand eine weitere Verbreitung von Ambrosia in Deutschland eingedämmt werden.

Literatur

Blättner B, Heckenhahn M, Grewe HA (2011): Thermische Belastung in Wohngebieten – Prävention hitzeabhängiger Gesundheitsschäden im Alter. In: UMID 2: 119–124. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/>

[files/medien/515/publikationen/umid0211_0.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0211_0.pdf) (Abrufdatum: 12.06.2015).

Bundesregierung (2008) Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf (Abrufdatum: 07.07.2015).

Fenner D, Mücke HG, Scherer D (2015): Innerstädtische Lufttemperatur als Indikator gesundheitlicher Belastung in Großstädten am Beispiel Berlins. In: UMID 1: 30–38. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umid_01_2015_web.pdf (Abrufdatum 12.06.2015).

Höflich C (2014): Klimawandel und Pollen-assoziierte Allergien der Atemwege. In: UMID 1: 5–10. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/umid_01_2014_gesamt_0.pdf (Abrufdatum 12.06.2015).

Kandarr J, Mücke HG, Reckert H (2015): Ergebnisse der bundesweiten Erhebung von Aktivitäten zu Klimawandel und Gesundheit 2014. In: UMID 1: 39–45. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umid_01_2015_web.pdf (Abrufdatum 12.06.2015).

Laubmann D, Haftenberger M, Thamm M (2014): Die Häufigkeit von Sensibilisierungen gegen Allergene von Beifuß und Ambrosia. Ergebnisse der Studie des Robert Koch-Instituts zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). In: UMID 2: 96–101. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umid_02_2014_internet_endv_aktu.pdf (Abrufdatum 12.06.2015).

Paesel H K, Augustin J (2011): Hitzewarnsystem als Anpassungsmaßnahmen an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels – eine Untersuchung am Fallbeispiel Niedersachsens. In: UMID 3: 50–54. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0311.pdf> (Abrufdatum: 12.6.2015).

Scherer D, Fehrenbach U, Lakes T et al. (2013): Quantification of heat-stress related mortality hazard, vulnerability and risk in Berlin, Germany. In: Die Erde 144 (3-4): 238–259. DOI: 10.12854/erde-144-17.

Wittig S, Schuchardt B, Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (2013): Hitze in der Stadt – Herausforderungen und Best-practice Beispiele. In: UMID 1: 42–46. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/publikationen/umid0113.pdf> (Abrufdatum: 12.6.2015).

Kontakt

Dr. Hans-Guido Mücke
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.5 „Umweltmedizin,
gesundheitliche Bewertung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [hans-guido.muecke\[at\]uba.de](mailto:hans-guido.muecke[at]uba.de)

[UBA]

Die Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen 2014–2017 (GerES V)

The 5th German Environmental Survey (GerES V)

Christine Schulz, Marike Kolossa-Gehring für das GerES V-Studienteam

Abstract

The Federal Environment Agency investigates the health relevant exposure of 3 to 17 year-olds to environmental pollutants by means of the German Environmental Survey for children and adolescents (GerES 2014–2017). Participants and sample point were randomly chosen. The internal exposure (blood and urine) to pollutants and contaminants in indoor air, house dust, drinking water as well as noise levels in the domestic environment will be analyzed. Exposure relevant living conditions and habits are inquired about standardized interviews. The results will support risk communication with the population. Moreover GerES data is an important basis for developing mitigation measures. Thus, GerES V will help to protect and improve the health of the young generation.

Zusammenfassung

Das Umweltbundesamt untersucht mit der Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit 2014–2017 die gesundheitsrelevante Belastung 3- bis 17-jähriger Kinder und Jugendlicher durch Umweltfaktoren. Bei den zufällig ausgewählten Kindern und Jugendlichen aus 167 zufällig ausgewählten Orten werden Schadstoffe im menschlichen Körper (in Blut und Urin), der Wohn-Innenraumluft, im Hausstaub, im häuslichen Trinkwasser und der Schallpegel im Wohnumfeld gemessen sowie belastungsrelevante Wohnbedingungen und Verhaltensweisen in standardisierten Interviews erfragt. Die Ergebnisse liefern die Grundlage dafür, die Öffentlichkeit besser über mögliche Risiken informieren und wirksame Maßnahmen zur Vermeidung und Vermeidung von Schadstoffbelastungen ergreifen zu können. GerES V trägt dazu bei die Gesundheit der heranwachsenden Generation zu schützen und zu fördern.

Einleitung

Menschen, die heute in Deutschland geboren werden, haben voraussichtlich bessere Aussichten auf ein langes und gesundes Leben als jemals zuvor. Gleichzeitig wissen wir, dass negative Umwelteinflüsse die Lebenserwartung verkürzen und die Lebensqualität beeinträchtigen können. Es gibt ernst zu nehmende Hinweise darauf, dass biologische, chemische oder physikalische Umwelteinflüsse daran beteiligt sind, dass Allergien und ADHS in Deutschland immer häufiger auftreten, das Risiko an bestimmten Krebsarten, wie Brustkrebs oder Hodenkrebs, zu erkranken in den letzten Jahrzehnten deutlich gestiegen ist, die Spermaqualität junger Männer abnimmt und Übergewicht zu immer ernstere Problemen führt. Allein die Luftverschmutzung mit Partikeln führt derzeit in Europa zu einer Verkürzung der durchschnittlichen Lebenserwartung um neun Monate.

Gesundheitlich problematische Belastungen mit Umweltchemikalien, Pilzen, Bakterien, Lärm und

Luftverschmutzungen müssen daher rechtzeitig erkannt werden. Gleichzeitig müssen Beeinträchtigungen der Gesundheit und der Beitrag von Umweltfaktoren an der Entwicklung und dem Verlauf von Krankheiten erfasst werden. Nur auf dieser Basis ist es möglich, wirkungsvolle Gegenmaßnahmen zu entwickeln.



Das Umweltbundesamt (UBA) untersucht mit der 5. Erhebung der Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit (ehemals Umwelt-Survey genannt) die Umweltbelastungen von Kindern und Jugendlichen. Abgeleitet von der englischen

Bezeichnung German Environmental Survey trägt die aktuelle Studie den Titel GerES V oder GerES 2014–2017. Zusammen mit dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS-Welle 2) des Robert Koch-Instituts (RKI) wird außerdem der Gesundheitszustand der jungen Menschen erfasst. Damit steht ein umfassender Datensatz umwelt-

und gesundheitsbezogener Daten für die Bewertung der individuellen Situation aber auch zur Ableitung gesundheitsfördernder Maßnahmen zur Verfügung.

Ziele

Die Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen (GerES V) stellt aktuelle bevölkerungsrepräsentative Daten zur Umweltbelastung der jungen Menschen in Deutschland bereit. GerES V wird die Auswirkungen der Veränderungen des Spektrums gesundheitsrelevanter Stoffe in der Umwelt charakterisieren. Außerdem werden Verhaltensweisen, die für die Belastung relevant sind, erfasst. Dies liefert sowohl Kenntnisse über neue Stoffe als auch die Grundlagen für die Entwicklung weiterführender Strategien zum Schutz der Bevölkerung vor umweltbedingten Beeinträchtigungen der Gesundheit und des Wohlbefindens.

Konkrete Zielsetzungen von GerES sind:

- Erstmalig wird die Belastung der Bevölkerung mit neuen Industriechemikalien erfasst und bewertet, die von den für die Stoffbewertung zuständigen Bundesoberbehörden als toxikologisch bedenklich eingestuft werden und mit denen die Allgemeinbevölkerung nennenswert belastet sein könnte. Mit GerES V sollen die Aufnahmequellen für diese Chemikalien ermittelt werden (Tabelle 1). Die im Kooperationsprojekt zwischen dem Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI) und dem BMUB neu entwickelten Methoden zum Nachweis in humanbiologischen Proben für diese bisher nicht messbaren Chemikalien werden weltweit erstmals eingesetzt und untersucht.
- Ausgewählte bereits in früheren GerES-Studien untersuchte Stoffe sind in das Untersuchungsprogramm aufgenommen (Tabelle 1), wenn die Wirkung von regulatorischen Maßnahmen überprüft werden soll, ein neuer Anlass für gesundheitliche Bedenken vorliegt oder ein Vergleich mit anderen internationalen Studien geplant ist.
- Erstmalig wird die Exposition der Bevölkerung gegenüber ultrafeinen und feinen Partikeln (UFP) und Feinstaub (PM_{2,5}) aus der Innenraumluft in Privat-Haushalten in Deutschland repräsentativ beschrieben.
- Die Konzentration krebserregender polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) wird im häuslichen Feinstaub untersucht, da auf-

grund des stetig steigenden Einsatzes moderner Kaminöfen und Holzfeuerungen, von Duftkerzen und ähnlichem eine Zunahme der Belastung im Innenraum zu erwarten ist.

- Die Einhaltung der Blei-, Nickel- und Kupfergrenzwerte der Trinkwasserverordnung am häuslichen Zapfhahn wird überprüft.
- GerES V liefert aktuelle und bevölkerungsrepräsentative Basisdaten für modellbasierte Schätzungen der gesundheitsrelevanten Exposition gegenüber Umweltschadstoffen. Damit kann zum Beispiel ermittelt werden, welchen Einfluss das Lüftungsverhalten auf die Schadstoffbelastung durch die Innenraumluft hat. Die Ergebnisse dieser Modellrechnungen ergänzen die Human-Biomonitoring-Untersuchungen maßgeblich durch eine detaillierte Aufklärung der Beiträge der einzelnen Expositionspfade zur Gesamtexposition. Darüber hinaus können die Modellrechnungen auch für weitere – nicht im Human-Biomonitoring messbare – Schadstoffe durchgeführt werden. Auch ohne Human-Biomonitoring können somit erste repräsentative Aussagen zur Belastung der Bevölkerung mit diesen Stoffen generiert werden. Ferner kann die Effektivität zukünftiger umweltpolitischer Maßnahmen auf die korporale Belastung der Menschen in Deutschland prognostiziert werden.
- Zusätzlich zur Messung des Umgebungslärms erfolgt eine detaillierte Erfassung der durch Lärm bedingten Belästigung der Teilnehmenden. Zusammenhänge zwischen Lärmbelastung und Belästigung können auch unter Berücksichtigung von Wohnsituation und sozialer Lage beschrieben werden. Dies gilt auch für Zusammenhänge zwischen Lärm und anderen gesundheitlichen Parametern.
- Die Zusammenhänge zwischen umweltbezogenen Gesundheitsbelastungen und Gesundheitsressourcen und sozialen Faktoren werden auf bevölkerungsrepräsentativer Basis untersucht. Die Analyse, welchen Einfluss die soziale Lage auf korporale Schadstoffbelastung, Innenraumbelastungen sowie Belastungen aus dem Wohnumfeld (u. a. Lärm) hat, wird die Grundlage für die Entwicklung von Präventionsstrategien liefern.

Darüber hinaus dienen die GerES-Daten dazu,

- Belastungsquellen und Expositionspfade zu identifizieren und zu quantifizieren,

Tabelle 1: Untersuchte Stoffe in der Umweltstudie GerES V.		
Untersuchungsmedium	Stoffe zur Kontrolle / Überwachung	Neue forschungsrelevante Stoffe
Human-Biomonitoring (Blut, Morgenurin)	Arsen und Metalle: As _{gesamt} , Pb, Cd, Hg, Ni Polychlorierte Biphenyle – PCB: PCB-28, -52, -101, -138, -153, -180, -118 Organochlorverbindungen: HCB, DDE (p,p'-DDE, p,p'-DDT, p,p'-DDD), HCH (α-, β-, γ-HCH) Phthalate: Metabolite von DnBP, DiBP, BBzP, DEHP, DiNP polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe – PAK: 1-OH-Pyren, 1-OH-Phen., 2-OH-Phen., 3-OH-Phen., 4-OH-Phen., 9-OH-Phen. Chlorphenole: 2-MCP; 4-MCP; 2,4-DCP; 2,5-DCP; 2,6-DCP; 2,3,4-TCP; 2,4,5-TCP; 2,4,6-TCP; 2,3,4,6-TeCP; PCP, BPA Cotinon Creatinin	Metalle: Sb, Cr(III), Cr(VI), As(III), As(V), MMA, DMA, Arsenobetain per- und polyfluorierte Chemikalien – PFC: PFOS, PFOA, PFHxS, PFBS, PFNA, PFHxA, PFUnA, PFBA, PFDA, PFPeA, PFHpA, PFDoDA Phthalate/Ersatzstoffe: Metabolite von DMP, DChP, DnOP, DEP, DnPeP, DiDP, Hexamol® DINCH, DPHP Benzothiazole: 2 MBT Pyrolidone: NMP/NEP Parabene: Methyl-, Ethyl-, Pentyl-, Benzyl-, Hepty-, Propyl-, Isopropyl-, Butyl-, Isobutylparaben Phenole: Benzophenon-1, Benzophenon-8, Benzophenon-3, Triclosan, Triclocarban, 2-Phenylphenol Naphthaline: 1-OH-Naphthalin, 2 OH-Naphthalin, 2-OH-Fluoren Acrylamid: Mercaptursäuren von Acrylamid (AAMA), Glycidamid (GAMA)
Trinkwasser aus dem häuslichen Zapfhahn (S0-Ablauf- und S1-Stagantionsproben)	Metalle: Pb, Cu, Ni	Metalle: As, Cr(VI)
Trinkwasser aus dem häuslichen Zapfhahn (Kalt- und Warmwasserproben)	/	organische Verbindungen: (aus Kunststoffmaterialien) GC-MS Non-Target-Screening
Innenraumluft (im Raum des längsten Aufenthaltes des Zielkinds, zumeist das Kinderzimmer)	VOC / Aldehyde: C6 bis C14 Alkane, aromatische Verbindungen: BTXE, Isopropylbenzol, n-Propylbenzol, Ethyltoluole, Trimethylbenzole, Styrol, Naphthalin halogenhaltige Verbindungen: 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen, Perchlorethen, 1,4-Dichlorbenzol sauerstoffhaltige Verbindungen: Ethylacetat, Butylacetat, 1-Methoxy-2-propanolacetat, Methylethylketon, Methylisobutylketon, 1-Butanol, Isobutanol, 2-Methoxyethanol, 2-Ethoxyethanol, 2-Butoxyethanol, 2-Butoxyethoxyethanol, 2-Phenoxyethanol, 1-Methoxy-2-propanol, 1-Butoxy-2-propanol, 1-Phenoxy-2-propanol, 2-Ethyl-1-hexanol, Dipropylenglykolmonobutylether, Texanol und TXIB Terpene: α-Pinen, β-Pinen, Limonen, δ-3-Caren, Longifolen Aldehyde: Formaldehyd, Acetaldehyd, Propanal, Butanal, Pentanal, Hexanal, Heptanal, Octanal, Nonanal, Decanal, Undecanal, Furfural, Benzaldehyd, Isovaleraldehyd, Methylglyoxal	Ultrafeine und feine Partikel VOC / Aldehyde: Glykol- bzw. Glykolether- und Glykolester-Verbindungen; zyklische Dimethylsiloxane D3-D6 Benzylalkohol und Phenol
Hausstaub (Staubsaugerbeutel)	/	Phthalat-Ersatzstoff: Hexamol® DINCH, Flammschutzmittel: TCEP, TPP, TBEP
Innenraum- und Außenluft (im und vor dem Wohnraum)	/	Feinstaub: PM _{2,5} PAK an PM_{2,5}

- Referenzwerte für die Belastung von Kindern und Jugendlichen mit Umweltschadstoffen abzuleiten, die die Grundlage für eine bundesweit einheitliche Beurteilung bilden, und die auch im Rahmen von EU-weiten Studien genutzt werden,
- zeitlichen Trends der Belastung aufzuzeigen,
- besonders belastete Gruppen zu identifizieren,
- mögliche Einflüsse bestimmter Umweltfaktoren auf die gesundheitlichen Situation der Kinder und Jugendlichen zu prüfen und
- den Erfolg gesundheits- und umweltpolitischer Präventions-, Interventions- und Verminderungsmaßnahmen zu evaluieren.

Methodisches Vorgehen

Stichprobe

GerES ist eine epidemiologische Querschnittstudie. Alle Teilnehmenden wurden zufällig über die Einwohnermeldeämter ausgewählt und repräsentieren die Altersgruppe der 3- bis 17-Jährigen für ganz Deutschland. Sie sind eine Teilstichprobe der Kinder und Jugendlichen, die zuvor an dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey, Welle 2 (KiGGS-Welle 2), des Robert Koch-Instituts, teilgenommen haben. Deutschlandweit sollen in 167 zufällig ausgewählten Städten und Gemeinden rund 2.500 Kinder und Jugendliche auf ihre Umweltbelastungen hin untersucht werden. Einige der Untersuchungsprogramme in GerES V können nur an Unterstichproben durchgeführt werden (siehe unten).

Untersuchungsprogramm

Das Untersuchungsprogramm umfasst bei allen Teilnehmenden die folgenden Komponenten:

Human-Biomonitoring

• Vollblut, Serum, Plasma

Die Blutabnahme erfolgt in KiGGS-Welle 2, damit keine zusätzliche Punktion in GerES V durchgeführt werden muss.

• Morgenurin-Proben

Trinkwasser-Monitoring

zur Bestimmung von Metallen

Lärm-Monitoring

Innenraum-Monitoring

Befragungs-Monitoring

Face-to-face-Interviews, Fragebögen zum Selbstaussfüllen

Bei Unterstichproben erfolgen folgende ergänzende Untersuchungen:

Untersuchung des Hausstaubs

Staubsaugerbeutel

Erfassung von **chemischen Verunreinigungen (VOC und Aldehyde)** in der **Innenraumluft**

Feinstaubproben der Innenraum- und Außenluft

Trinkwasserproben

zur Bestimmung von organischen Verbindungen

Nutzen der gewonnenen Daten

Für die heute in der Diskussion stehenden Chemikalien werden erstmalig Daten über die reale Belastung der Bevölkerung sowie möglicherweise hoch belastete Teilgruppen erhoben, verantwortliche Quellen identifiziert und eine Erfolgskontrolle für gesetzliche oder freiwillige Minderungsmaßnahmen ermöglicht. Während in früheren GerES vor allem gut bekannte Stoffe gemessen wurden, liegt der Fokus des neuen GerES auf jetzt erst untersuchbaren Stoffen, die nach gesundheitlichen Kriterien ausgewählt wurden, und auf aktuellen Ersatzstoffen, die anstelle toxikologisch bedenklicher, verbotener Stoffe oder in der Herstellung/Verbreitung/Verbreitung beschränkter Stoffe eingesetzt werden. Das Untersuchungsprogramm ist damit vollständig auf das Spektrum heute bedeutsamer Chemikalien zugeschnitten. Der fachliche Nutzen der gewonnenen Daten ist vielfältig.

REACH

So besitzen die Ergebnisse zentralen Nutzen für die Erarbeitung deutscher Positionen im Rahmen der Europäischen Chemikalienpolitik und zur wissenschaftlich fundierten Weiterentwicklung des REACH-Bewertungssystems (REACH: Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe). Das Komitee für Risikobewertung der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) hat festgestellt, dass Human-Biomonitoring Daten den Nachweis liefern, ob ein Risiko für die Bevölkerung besteht, und empfiehlt in seiner Stellungnahme zum ersten Verbotsantrag im Rahmen eines Zulassungsverfahrens wiederholte Human-Biomonitoring-Studien zur Überprüfung der getroffenen Entscheidung. Mit diesem Schritt wird Human-Biomonitoring als entscheidungsrelevantes Instrument der Chemikalienpolitik etabliert.

In GerES V wird zudem erforscht, ob die Belastung der unter REACH als besonders Besorgnis erre-

gend eingestuften Stoffe („substances of very high concern“, SVHC) tatsächlich abnimmt und die Regulierungsziele erreicht werden.

Hot Spots

Mit der Bereitstellung von Daten zur üblichen Hintergrundbelastung ist außerdem gesichert, dass im Fall von Belastungen aus Störfällen, Hot Spots und hohen Belastungen aus unsachgemäßer Verwendung von Chemikalien ungewöhnlich hohe Belastungen identifiziert und bewertet werden können. So wurden beispielsweise perfluorierte Chemikalien (PFC) im Trinkwasser im Hochsauerland Kreis festgestellt, aus denen eine Belastung der Bevölkerung resultierte. Sie waren Folge einer Kontamination von Böden durch Ausbringung unsachgemäßer Bodenverbesserer.

Internationale Kooperationen

Die Ergebnisse und Methoden werden in die internationalen Kooperationen von BMUB und UBA zur Harmonisierung des Human-Biomonitoring (HBM) in Europa, in die europäische Chemikalienpolitik und in die Kooperation mit wissenschaftlichen Behörden und Universitäten aus den USA, Nordamerika, Asien und Europa im Rahmen der Internationalen Arbeitsgruppe zur Koordinierung von Geburtskohorten und großen epidemiologischen Studien zur umweltbezogenen Kindergesundheit, die von der WHO initiiert wurde, eingebracht.

Flankierend findet die Erarbeitung von toxikologisch-epidemiologisch abgeleiteten HBM-Werten für die erstmals messbaren Stoffe durch die HBM-Kommission beim UBA statt, die es erlauben, die gefundenen Belastungen gesundheitlich zu bewerten. Diese Aktivitäten sind eingebunden in die bereits begonnene internationale Kooperation, insbesondere mit den US-amerikanischen und kanadischen Akteuren, die es sich zum Ziel gesetzt hat, weltweit anerkannte Bewertungsmaßstäbe für eine deutlich größere Zahl von Stoffen (als dies bisher durch die HBM-Kommission erfolgen konnte) abzuleiten.

Information und Beratung der Bevölkerung

Die gewonnenen Daten sind für die Information und Aufklärung der Bevölkerung über tatsächliche oder vermeintliche Belastungen mit Umweltschadstoffen oder umweltbedingte Erkrankungen erforderlich. Wissenschaftlich fundierte Vorschläge für Verhaltensweisen und Maßnahmen, mit denen die eigene Belastung selbst vermindert werden kann,

werden Teil der Empfehlungen für die Öffentlichkeit sein.

Durch Identifikation besonders hoch belasteter und sozioökonomisch benachteiligter Gruppen können zielgruppenspezifische Aufklärungsmaterialien und Maßnahmen entwickelt und ein Beitrag zur gesundheitlichen Chancengleichheit geleistet werden.

Das GerES V-Studenteam

An GerES V arbeiten Kolleginnen und Kollegen aus folgenden Facheinheiten des Umweltbundesamtes mit: II 1 – Umwelthygiene: Andreas Gies; II 1.1 – Übergreifende Angelegenheiten Umwelt und Gesundheit: Christiane Bunge, Catrin Zigelski; II 1.2 – Toxikologie, gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung: Marike Kolossa-Gehring, André Conrad, Ulrike Fiddicke, Corina Fitzner, Andreas Naulin, Enrico Rucic, Christine Schulz, Gerda Schwedler; II 1.3 – Innenraumhygiene, gesundheitsbezogene Umweltbelastungen: Anja Lüdecke, Klaus-Reinhard Brenske, Hava Kizgin, Jürgen Kura, Axel Pietsch, Frank Riebel, Nadine Schechner; II 1.4 – Mikrobiologische Risiken: Christine Arndt; II 1.5 – Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung: Wolfgang Straff, Sabine Bach, Wolfgang Babisch, Regine Nagorka, Anett Neumann; II 1.6 – Expositionsschätzung, gesundheitsbezogene Indikatoren: Dietrich Pläß, Myriam Tobollik; II 2 – Wasser und Boden: Ulrich Imer; II 2.5 – Labor für Wasseranalytik: Anja Duffek, Anja Herz, George Sawal, Yüksel Sonar, Jörg Wellnitz, Tanja Wilkens; II 3 – Trinkwasser: Ingrid Chorus; II 3.2 – Schwimm- und Badebeckenwasser, chemische Analytik: Ernst Stottmeister, Dorit Brown, Alexander Kämpfe, Agathe Rank; II 3.4 – Trinkwasserverteilung: Frank-Ullrich Schlosser, Claudia Brunner, Claudia Fritsch, Thomas Rapp, Doris Pötzsch, Sandy Pohlmann.

Kontakt

Christine Schulz
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.2 „Toxikologie, gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: christine.schulz-ch[at]uba.de

[UBA]

Kinder-Ernährungsstudie zur Erfassung des Lebensmittelverzehrs (KiESEL)

German nutritional survey on children aged between 0.5 and 5 years

*Antje Schweter, Nadine Parreidt, Carina Lähnwitz, Nicole Ehlscheid,
Gerhard Heinemeyer, Matthias Greiner, Oliver Lindtner*

Abstract

Due to missing or old consumption data for children between 6 months and 5 years, the BfR in cooperation with RKI performs a representative consumption study, called KiESEL. KiESEL is a module of KiGGS 2. In 167 sample points nationwide, approximately 1.000 children will be included. Methods of the study and experience of the pretests were presented in this article. Main parts of the survey documents are a general questionnaire about the child and the dietary behavior as well as 3+1-day dietary record for the family and the child care facility. For the dietary records, the amount of food will be determined by kitchen scales before the consumption at home. Out-of-home consumption will be estimated by a picture book, household measures or packaging details. Procedures for body weight and height of the child are standardized. KiESEL will be consulted by scientific board. The data will be used for exposure estimates, but will also be reported to external national (MRI, FKE, RKI) and international partners (EFSA, WHO).

Zusammenfassung

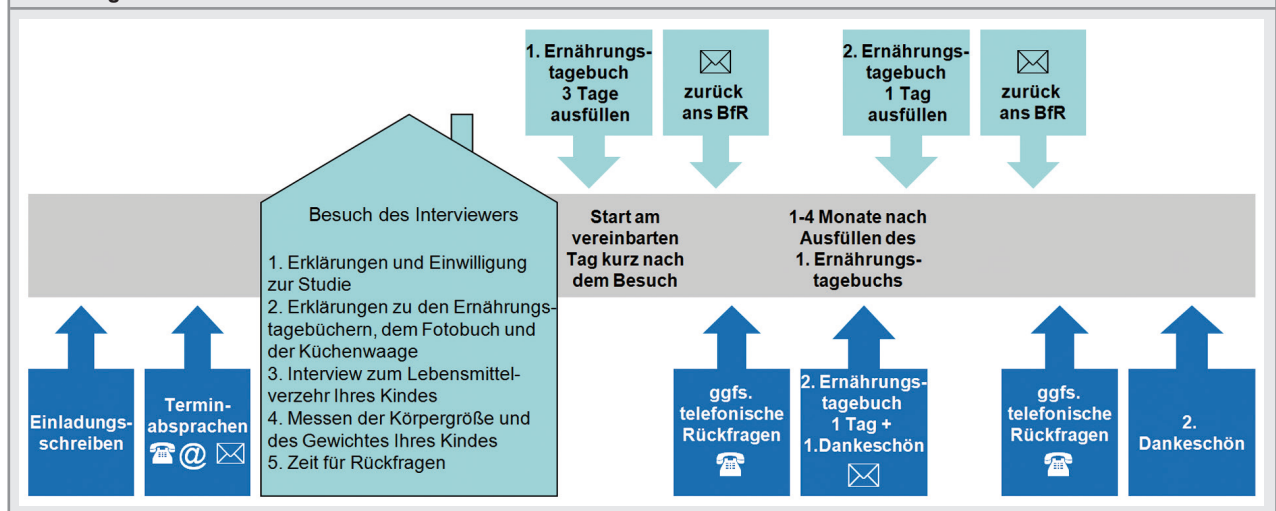
Fehlende beziehungsweise nicht mehr aktuelle Verzehrsdaten für Kinder von 6 Monaten bis 5 Jahren veranlassen das BfR in Kooperation mit dem RKI eine repräsentative Verzehrsstudie (KiESEL) durchzuführen. KiESEL ist ein Modul der RKI KiGGS Welle 2. Es werden bundesweit circa 1.000 Kinder in 167 Städten und Gemeinden (Sample Points) untersucht. In diesem Artikel werden Methoden der Studie und Erfahrungen des Pretests vorgestellt. Die Erhebungsunterlagen umfassen einen allgemeinen Fragebogen für Informationen zum Kind und zum Ernährungsverhalten; Ernährungsprotokolle für 3+1 Tage für die Familie und die Betreuungseinrichtung. Die Lebensmittel werden vor dem Verzehr zu Hause mit einer Küchenwaage abgewogen. Die verzehrten Mengen außer Haus werden durch ein Fotobuch, Haushaltsgrößen oder Verpackungsangaben geschätzt. Körpergewicht und -größe werden standardisiert gemessen. KiESEL wird von wissenschaftlichen Partnern beraten. Die Daten nutzen der Expositionsschätzung, aber auch externen nationalen (MRI, FKE, RKI) und internationalen Partnern (EFSA, WHO).

Einleitung

Zur Bewertung der Sicherheit von Lebensmitteln werden neben Gehaltsdaten von Stoffen auch aktuelle Verzehrsdaten der Bevölkerung benötigt. Bei Expositionsschätzungen für Kinder ergeben sich im Vergleich zu Erwachsenen oftmals höhere Werte, sodass Säuglinge und Kleinkinder eine besonders vulnerable Gruppe in der Bevölkerung sind (BfR 2015; BfR 2014a; BfR 2014b; BfR 2013; EPA 2002). Repräsentative Verzehrsdaten für Kinder im Alter von 10 bis 36 Monaten wurden in der GRETA-Studie (German Representative Study of Toddler Alimentation) des Forschungsinstituts für Kinderernährung (FKE) 2008 erhoben (Hilbig et al. 2011). Diese Verzehrsdaten sind für die Risikobewertungen eingeschränkt nutzbar, da die Le-

bensmittel in groben Kategorien erhoben wurden. Die letzte Verzehrsstudie dieser Altersgruppe mit Fokus auf die Risikobewertung wurde 2001/2002 im Rahmen der VELS-Studie (Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln) im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) und des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) durch die Universität Paderborn durchgeführt. Es wurden Kinder im Alter von 6 Monaten bis einschließlich 4 Jahren betrachtet (Heseker et al. 2003; Banasiak et al. 2005). Aufgrund sich verändernder Ernährungsempfeh-

Abbildung 1: Ablaufschema KIESEL. Quelle: BfR.



lungen (Koletzko et al. 2013) und stetiger Produktneuheiten auf dem Lebensmittelmarkt sowie Veränderungen im Ernährungsverhalten ist eine Aktualisierung von Verzehrsdaten bei Kindern notwendig. Das BfR führt daher eine neue repräsentative Verzehrsstudie bei Säuglingen, Kleinkindern und Kindern in Kooperation mit dem Robert Koch-Institut (RKI) durch. Die als Querschnitt angelegte „Kinder-Ernährungsstudie zur Erfassung des Lebensmittelverzehrs“ (KIESEL) wird von 2014 bis 2018 durchgeführt und stellt ein Modul der „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland“ (KiGGS Welle 2) des RKI dar.

Ziel ist es, den Lebensmittelverzehr von 1.000 Kindern in Deutschland im Alter von 6 Monaten bis einschließlich 5 Jahren repräsentativ zu erfassen. Dazu werden in den Jahren 2014 bis 2017 Befragungen und Untersuchungen bundesweit durchgeführt. Es sollen die bereits in den Jahren 2001/2002 erfassten Verzehrsdaten der VELS-Studie aktualisiert und eine bezogen auf das Alter lückenlose Anknüpfung an EsKiMo (Ernährungsstudie als KiGGS-Modul) erreicht werden. Bei EsKiMo wurden Verzehrsdaten von 6- bis 17-jährigen Kindern und Jugendlichen erhoben. In dem vorliegenden Beitrag wird der Fokus auf die angewendeten Methoden gelegt.

Methoden

Zunächst werden 167 für die Bundesrepublik repräsentative Städte und Gemeinden (Sample Points) vom RKI ausgewählt. Im zweiten Schritt wird eine randomisierte, nach Alter und Sample Point strati-

fizierte Unterstichprobe der 0,5- bis einschließlich 5-Jährigen aus den Einwohnermelderegistern dieser 167 Untersuchungsorte gezogen. Pro Jahrgang wird eine Fallzahl von 167 angestrebt, sodass für Alter und Geschlecht jeweils circa 83 Teilnehmende vorgesehen sind. Insgesamt sollen Daten zum Lebensmittelverzehr von etwa 1.000 Kindern erhoben werden. Die Routenplanung ist so gestaltet, dass eine flächendeckende Repräsentativität sowohl in Bezug auf Saisonalität als auch Regionalität erreicht wird. Die Familien werden mittels Telefon, E-Mail oder Brief kontaktiert und ein Termin zum persönlichen Besuch vereinbart.

Das Interview zum Lebensmittelverzehr des Kindes, die Untersuchung von Körpergewicht und Körpergröße sowie die Einführung in das Ernährungstagebuch werden bei den Familien zu Hause durchgeführt und dauern etwa eine Stunde. Als Aufwandsentschädigung erhalten die Familien einen 15 €-Gutschein, ein kleines Geschenk für das Kind sowie eine Broschüre zum Thema Kinderernährung in der entsprechenden Altersgruppe. Bei Teilnahmeverweigerung wird der Grund für die Nichtteilnahme in der Datenbank vermerkt (**Abbildung 1**).

Mittels Fragebogen werden Informationen zum Kind und zum Ernährungsverhalten standardisiert erhoben. Er liefert zusätzliche Informationen zu den Ernährungsprotokollen und ergänzt den bereits in KiGGS Welle 2 beantworteten Fragebogen (**Abbildung 2**).

Der KIESEL-Fragebogen wird von den Interviewenden in einem Interview mit den Sorgeberechtigten

vor Ort ausgefüllt. Die Daten aus dem Fragebogen werden mittels LimeSurvey als Offline-Anwendung digital erfasst. Der Lebensmittelverzehr wird prospektiv mittels eines 3-Tage-Ernährungsprotokolls und eines 1-Tages-Ernährungsprotokolls an einem weiteren unabhängigen Tag erfasst, um Kurzzeit- wie auch Langzeitschätzungen der Exposition durchführen zu können (van Klaveren et al. 2012; Ambrus et al. 2013). Um die Unabhängigkeit von Verzehrstagen zu erzielen, wird zwischen dem 3-Tage-Wiegeprotokoll und dem 1-Tages-Wiegeprotokoll mindestens ein zweiwöchiger Abstand, aber maximal vier bis acht Wochen bei Säuglingen beziehungsweise drei bis vier Monaten bei Kindern, eingehalten. Die Beschreibung der verzehrten Lebensmittel erfolgt detailliert: Es werden der Markenname, das verzehrte Lebensmittel, der Fettgehalt, die Anreicherung, die Verpackung bei Einkauf, der Zustand bei Einkauf, die Zubereitungsart, Ort der Zubereitung beziehungsweise des Verzehrs angegeben und ob das Lebensmittel aus ökologischem Anbau stammt.

Um den Lebensmittelverzehr in Betreuungseinrichtungen (z.B. Kindergarten) zu erfassen, erhält die Betreuungsperson ein vereinfachtes 3-Tage- und 1-Tages-Ernährungsprotokoll. Hier können der Name des Caterers, der Verzehrsort, die Uhrzeit des Verzehrs, das verzehrte Lebensmittel, die Zubereitungsart und der Markenname eingetragen werden. Die Lebensmittel, die aus ökologischem Anbau stammen, sollen durch Ankreuzen kenntlich gemacht werden. In den Ernährungsprotokollen können bei selbst zubereiteten Gerichten das Rezept sowie Besonderheiten in der Ernährung während der Erhebungszeit angegeben werden (z.B. Krankheit, Urlaub, Feier).

Sowohl die zu verzehrenden Mengen als auch die Restmengen der verschiedenen Lebensmittel werden im Haushalt mithilfe einer Küchenwaage (Soehnle Typ Siena) ermittelt, die den Teilnehmenden zur Verfügung gestellt wird. Um Lebensmittelmengen außer Haus und in Betreuungseinrichtungen quantifizieren zu können, erhalten die Teilnehmenden und Betreuungspersonen ein Fotobuch mit Lebensmittelbildern in unterschiedlichen Portionsgrößen. Das KiESEL-Fotobuch wurde speziell für diese Altersgruppe entwickelt. Es enthält 65 Fotoserien und Einzelbilder, die vom Forschungsinstitut für Kinderernährung Dortmund (FKE), von der International Agency for Research on Cancer (IARC), vom Max Rubner-Institut (MRI) und von der Pilot study for the Assessment of Nutrient in-

take and food Consumption Among Kids in Europe (PANCAKE) zur Verfügung gestellt wurden, sowie Bilder, die vom BfR selbst entwickelt wurden (**Abbildung 3**).

Die Dateneingabe aus den Ernährungsprotokollen erfolgt mit der Software EATv3, welche im Rahmen der VELS-Studie an der Universität Paderborn entwickelt und für KiESEL und die Belange hinsichtlich der Risikobewertung angepasst wurde. EATv3 ermöglicht die Erfassung aller Informationen aus den Ernährungsprotokollen. Unklarheiten in den Protokollen werden durch telefonisches Nachfragen im Anschluss beseitigt.

Abbildung 2: Themenbereiche Fragebogen. Quelle: BfR.

Allgemeine Angaben

Geschlecht
Geburtsmonat und -jahr
Geburtsjahr Eltern

Aktuelle Ernährung

Besondere Ernährungsweisen
Verwendung von Salz und Speiseölen
Nahrungsergänzungsmittel
Verzehr roher Lebensmittel

Ernährung im 1. Lebensjahr

Stillverhalten
Kindermilch
Beikost

Außer-Haus-Verzehr

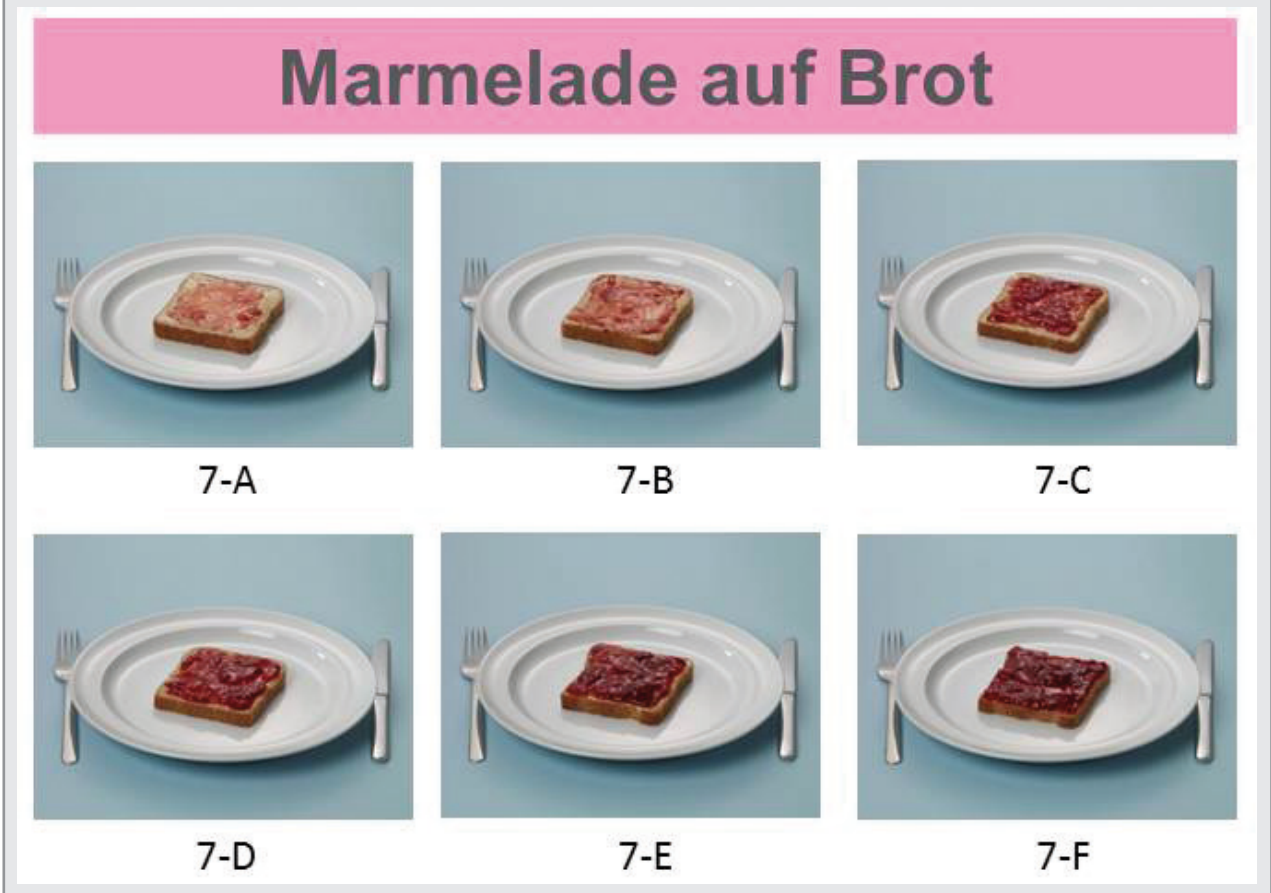
Mahlzeiten und Essensangebot in Betreuungseinrichtungen

Selten verzehrte Lebensmittel und weiterer Lebensmittel

Säuglingsnahrung
Getreidebrei und Kinderlebensmittel
Milchprodukte und Milchersatzprodukte
Fleisch und Wurstwaren
Innereien
Fisch und Meeresfrüchte
Tee

Einstellung zum Thema Ernährung

Zusatzstoffe
Gentechnik
Bio-Lebensmittel



Körpergewicht und Körpergröße des Kindes werden standardisiert gemessen (Lohmann et al. 1988). Bei Säuglingen und Kleinkindern werden die Körpergröße im Liegen mittels eines portablen Messbretts (seca 417, Hamburg) und das Körpergewicht mittels einer portablen und geeichten Säuglingswaage (seca 336, Hamburg) erfasst. Bei Kindern, die ohne Hilfe sicher stehen können, wird die Körpergröße mittels eines portablen Stadiometers (seca 217, Hamburg) im Stehen und das Körpergewicht mit einer portablen und geeichten Waage (seca 877, Hamburg) gemessen. Die Kalibrierung erfolgt vor jedem Untersuchungstag.

Durch Bestimmung des Körpergewichtes wird die Ermittlung von Under- oder Overreporting der Studienteilnehmenden ermöglicht, um die Datenqualität einzuschätzen. Weiterhin ist die Darstellung des Lebensmittelverzehrs bezogen auf das Körpergewicht anhand individueller Daten möglich und die Unsicherheit bezüglich eines standardisierten Körpergewichtes einer Altersgruppe minimiert. Durch Erfassen der Körpergröße wird späteren Nutzerinnen und Nutzern der Daten die Berechnung des

Body Mass Index (BMI) ermöglicht. Zudem bildet die Körperoberfläche in Risikobewertungen ein besseres Maß zur Normierung und kann in einzelnen Zusammenhängen den vereinfachenden Bezug zum Körpergewicht ersetzen.

Beiräte

KiESEL wird sowohl von einem wissenschaftlichen Beirat als auch von der Arbeitsgruppe Exposition des BfR (AG Expo) begleitet:

- Der wissenschaftliche Beirat setzt sich aus Expertinnen und Experten aus den Bereichen Kinderernährung, Ernährungswissenschaft, Epidemiologie und Kindergesundheit zusammen. Er berät bezüglich methodischer Aspekte.
- Die AG Expo stellt mit ihren Empfehlungen sicher, dass Daten auch für andere Fachbereiche des BfR genutzt werden können.

Pretest

Im März und April 2014 wurde ein Pretest durchgeführt, um die Durchführbarkeit und Verständlichkeit der entwickelten Erhebungsinstrumente, Informationsmaterialien und des Studienablaufs zu prüfen. Dies beinhaltet die Kontaktaufnahme mit den Teilnehmenden, die Qualität und Handhabung der Erhebungsinstrumente, die Verständlichkeit und Dauer des Fragebogens sowie die Kommunikation mit Betreuungseinrichtungen (KiTa, Schule etc.).

Insgesamt nahmen 40 Familien mit Kindern in den Altersgruppen 0,5 bis 1 Jahr, 1 bis 2 Jahre, 2 bis 5 Jahre sowie 5 bis 6 Jahre aus Berlin und Brandenburg am Pretest teil. Dabei wurden jeweils 10 Kinder pro Altersgruppe untersucht und deren Eltern befragt, um altersspezifische Ernährungsweisen und die Kommunikation mit den Betreuungseinrichtungen zu berücksichtigen.

Es wurden drei verschiedene Kontaktwege getestet, um einen persönlichen Termin für den Besuch zu Hause zu vereinbaren. Während des Besuchs wurden durch einen interviewbasierten Fragebogen Informationen zur Ernährung des Kindes erhoben. Ein Nichtverzehrer- sowie ein Häufigkeitsfragebogen zu selten verzehrten Lebensmitteln wurden eingesetzt, um die Dauer und Qualität zu vergleichen. Körpergewicht und Körpergröße wurden je nach Alter des Kindes standardisiert mittels Säuglings- oder Personenwaage sowie Messbrett oder Stadiometer gemessen. Der Lebensmittelverzehr wurde mit einem 1-Tages-Wiegeprotokoll durch die Familie und gegebenenfalls durch die Betreuungseinrichtung mittels eines 1-Tages-Schätzprotokolls erfasst. Die zu Hause verzehrten Lebensmittelmengen wurden sowohl mit einer Küchenwaage, die vom BfR gestellt wurde, als auch mit einem Fotobuch geschätzt. Für den Außer-Haus-Verzehr sollte die Familie und gegebenenfalls die Betreuungseinrichtung ausschließlich das Fotobuch verwenden. Als Dankeschön erhielten alle Teilnehmer ein BfR-Incentive.

Es wurde der geplante Zeitbedarf und Aufwand für den Besuch bei den Familien und das Interview überprüft. Sowohl die Anwendbarkeit als auch die Akzeptanz wurde mit Hilfe von zwei Zufriedenheitsfragebögen ausgewertet.

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Pretests basieren auf den Daten von Feedback-Fragebögen. Diese wurden von den Teilnehmenden und Interviewenden beantwortet. Daraus ergaben sich Verbesserungen und Anpassungen der Erhebungsinstrumente, des Fotobuchs sowie die Auswahl einer bestimmten Küchenwaage.

Für die Hauptstudie wurden die Ernährungstagebücher zum Beispiel durch eine grafische Entscheidungshilfe zwischen Waage, Fotobuch und Packungsgröße vereinfacht. Das KiESEL-Fotobuch wurde in seiner Handhabung verbessert und mit einem Stichwortregister sowie mit Hinweisen auf Ersatzlebensmittel ergänzt. Zudem war es wichtig, die Betreuungseinrichtungen für eine Studienteilnahme zu motivieren. Des Weiteren wurde der gesamte Ablauf optimiert. Die verschiedenen Anpassungen wurden in der Intervieweranleitung sowie in der Gestaltung der Interviewerschulung berücksichtigt. Seit Dezember 2014 werden kontinuierlich Interviews vom KiESEL-Studententeam durchgeführt.

Ausblick/Schlussbetrachtung

Die erhobenen Informationen

- ermöglichen eine Schätzung der täglichen mittleren und hohen Aufnahme von Kontaminanten (Blume et al. 2010; Schwarz et al. 2014; Schneider et al. 2014; Klenow et al. 2013), Pestiziden (Banasiak et al. 2005) und Zusatzstoffen (Diouf et al. 2014), die für eine gesundheitliche Bewertung unter anderem bei der Festlegung von Höchstmengen benötigt werden;
- dienen als Grundlage für Expositionsschätzungen innerhalb von Risikobewertungen zu weiteren Stoffen wie zum Beispiel Prozesskontaminanten (Abraham et al. 2011) und aus Verpackungen migrierende Stoffe (Heinemeyer et al. 2013);
- können zur Ermittlung der Nährstoffversorgung insbesondere mit der Möglichkeit, angereicherte Lebensmittel getrennt zu berücksichtigen (Kuhlmann et al. 2005; Bauch et al. 2006), genutzt werden sowie
- zur Verbesserung von Kenntnissen zu mikrobiellen Risiken durch Informationen zum Beispiel zu Verpackungsarten oder Verzehr von rohen Produkten beitragen.

Die gewonnenen Informationen über die Ernährungssituation helfen, die Lebensmittelsicherheit, den Verbraucherschutz und die Gesundheit von Säuglingen, Kleinkindern und Kindern im Vorschulalter zu verbessern und zu schützen.

Über die primären Ziele des BfR hinaus werden aktuelle Daten über die Nährstoffaufnahme zur Beschreibung der Ernährungssituation von Säuglingen, Kleinkindern und Kindern gewonnen (Heseker 2008), die auch als wissenschaftliche Grundlage für politische Entscheidungen dienen können. Um Risikobewertungen im Zusammenhang mit möglichen Gefahren in Lebensmitteln in der EU oder weltweit durchführen zu können und Schätzungen der Verbraucherexposition gegenüber solchen Gefahren zu ermöglichen, sollen die Daten der EFSA für die Europäische Datenbank über den Lebensmittelverzehr sowie der WHO zur Verfügung gestellt werden (EFSA 2011; Merten et al. 2011). Weiterhin ist eine Verknüpfung der in KiGGS Welle 2 erhobenen Gesundheitsdaten mit den KiESEL-Daten möglich.

Literatur

- Abraham K, Gürtler R, Berg K et al. (2011): Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food. In: *Mol. Nutr. Food Res.* 55: 667–678.
- Ambrus Á, Horváth Zs, Farkas Zs et al. (2013): Pilot study in the view of a Pan-European dietary survey - adolescents, adults and elderly. European Food Safety Authority. Supporting publications 2013:EN-508. <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/508e> (Abrufdatum: 09.09.2015).
- Banasiak U, Heseker H, Sieke C et al. (2005): Abschätzung der Aufnahme von Pflanzenschutzmittel-Rückständen in der Nahrung mit neuen Verzehrsmengen für Kinder. In: *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz* 1 (48): 84–98.
- Bauch A, Lindtner O, Mensink G et al. (2006): Dietary intake and sources of long-chain n-3 PUFAs in German adults. In: *Eur. J. Clin. Nutrition*: 1–3.
- BfR (2015): Zwei bittere Aprikosenkerne pro Tag sind für Erwachsene das Limit – Kinder sollten darauf verzichten. Aktualisierte Stellungnahme Nr. 009/2015 des BfR vom 7. April 2015.
- BfR (2014a): Aromastoffe in Säuglingsnahrung. Aktualisierte Stellungnahme Nr. 044/2014 des BfR vom 11. Dezember 2014.
- BfR (2014b): Arsen in Reis und Reisprodukten. Stellungnahme Nr. 018/2015 des BfR vom 24.06.2014.
- BfR (2013): Pyrrolizidinalkaloide in Kräutertees und Tees. Stellungnahme Nr. 018/2013 des BfR vom 5. Juli 2013.
- Blume K, Lindtner O, Heinemeyer G et al. (2010): Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel (Cadmium, Blei, Quecksilber, Dioxine und PCB). Ergebnisse des Forschungsprojektes LEXUKon. Bundesinstitut für Risikobewertung.
- Diouf F, Berg K, Ptok S et al. (2014): German database on the occurrence of food additives: application for intake estimation of five food colours for toddlers and children. In: *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 31 (2): 197–206. DOI: 10.1080/19440049.2013.865146.
- EFSA (2011): Use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database in Exposure Assessment. In: *EFSA Journal* 9 (3): 2097.
- EPA (2002): Child-specific exposure factors handbook. U.S. Environmental Protection Agency. National Center for Environmental Assessment. Washington, DC.
- Heinemeyer G, Sommerfeld C, Springer A et al. (2013): Estimation of Dietary Intake of Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) by Consumption of Food in the German Population. In: *Int. J. Hyg. Environ. Health* 216: 472–480. DOI:10.1016/j.ijheh.2013.01.001.
- Heseker H, Mensink GBM, Richter A et al. (2008): Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr im Kindes- und Jugendalter. Ergebnisse aus den beiden bundesweit durchgeführten Ernährungsstudien VELS und EsKiMo. In: *Ernährungsbericht 2008*. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (Hrsg.). Bonn: 49–93.
- Heseker H, Oeppening A, Vohmann C (2003): Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln (VELS). Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Universität Paderborn.
- Hilbig A, Alexy U, Drossard C et al. (2011): GRETA: Ernährung von Kleinkindern in Deutschland. German Representative Study of Toddler Alimentation. In: *Aktuell Ernährungsmed* 36: 224–231.
- Klenow S, Heinemeyer G, Brambilla G et al. (2013): Dietary exposure to selected perfluoroalkyl acids (PFAAs) in four European regions. In: *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 30(12): 2141–51. DOI: 10.1080/19440049.2013.849006.
- Knüppel S, Boeing H (2013): Überprüfung statistischer Methoden zur Bestimmung der durchschnittlichen täglichen Aufnahme von Schadstoffen über Lebensmittel. Interner Projektbericht.
- Koletzko B, Bauer CP, Brönstrup A et al. (2013): Säuglingsernährung und Ernährung der stillenden Mutter. Aktualisierte Handlungsempfehlungen des Netzwerks Gesund ins Leben – Netzwerk Junge Familie, ein Projekt von IN FORM. In: *Monatsschr Kinderheilkd* 161: 237–246.

Kuhlmann K, Lindtner O, Bauch A et al. (2005): Simulation of prospective phytosterol intake in Germany by novel functional foods. In: Br. J. Nutr. 93 (3): 377–385.

Lohmann TG, Roche AF, Martorell R (Hrsg.) (1988): Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics Book, Champaign, IL.

Merten C, Ferrari P, Bakker M et al. (2011): Methodological characteristics of the national dietary surveys carried out in the European Union as included in the European Food Safety Authority (EFSA) Comprehensive European Food Consumption Database, Food. Additives & Contaminants: Part A, 28 (8): 975–995.

Ocké M, de Boer E, Brants H et al. (2012): PANCAKE – Pilot study for the Assessment of Nutrient intake and food Consumption Among Kids in Europe. European Food Safety Authority. Supporting Publications 2012:EN-339. <http://www.efsa.europa.eu/de/supporting/pub/339e> (Abrufdatum: 09.09.2015).

Schneider K, Schwarz M, Lindtner O et al. (2014): Lead exposure from food: the German LExUKon project. Food Additives & Contaminants: Part A - Accepted Manuscript 2014.

Schwarz MA, Lindtner O, Blume K et al. (2014): Dioxin and dl-PCB exposure from food: the German LExUKon project. Food Additives & Contaminants: Part A. DOI: 10.1080/19440049.2013.878041.

van Klaveren, Goedhart P W, Wapperom D, et al. 2012: A European tool for usual intake distribution estimation in relation to data collection by EFSA. Supporting Publications 2012:EN-300.

Kontakt

Dr. Oliver Lindtner
Bundesinstitut für Risikobewertung
Abteilung Exposition
Fachgruppe Expositionsschätzung
und -standardisierung
Max-Dohrn-Straße 8–10
10589 Berlin
E-Mail: [oliver.lindtner\[at\]bfr.bund.de](mailto:oliver.lindtner[at]bfr.bund.de)

[BfR]

Feinstaubbelastung auf Holi-Festivals – Orientierende Messungen des Umweltbundesamtes

Particulate matter at Holi-Festivals – exploratory analysis by the German Environment Agency

Wolfgang Straff, Sabine Bach, Kerstin Becker, Katrin Bossmann

Abstract

Amongst young people in Germany holi-festivals are currently very popular. At these music-events special coloured powders (Holi-Colours) are thrown into the air. The powders are also used for decorating the skin, hair and clothes. The German Environment Agency attended one of these festivals with a mobile particle counter. The obtained results from the festival grounds were compared with the results from samples taken in the vicinity as well as at a distance of approximately 300 metres. Furthermore we analysed the handed out holi-powders according to their particle size distribution and consistency. We found that very high PM₁₀ concentrations occur in the holi-festival area. Also in the near vicinity of the festival elevated concentrations could be detected. The emitted particles consisted of the considerable amount of 45 per cent of PM_{2.5}. This raises concerns about the health compatibility of these fine dust exposures.

Zusammenfassung

Holi-Festivals sind in Deutschland derzeit sehr beliebt. Während dieser Musikveranstaltungen werden spezielle Farbpulver (Holi-Farben) in die Luft geworfen und zusätzlich zur Dekoration der Haare, der Haut und der Kleidung verwendet. Das Umweltbundesamt war mit einem Partikel-Messgerät auf einer solchen Veranstaltung und setzt die Ergebnisse, die auf dem Festival gewonnen wurden, in Bezug zu erhobenen Messwerten in der näheren Umgebung sowie zu einem circa 300 Meter entfernten Vergleichsort. Des Weiteren wurden die ausgegebenen Farbpulver hinsichtlich ihrer Partikelgrößenverteilung und ihrer Partikelart untersucht. Es stellte sich heraus, dass sehr hohe Feinstaubkonzentrationen auf dem Festivalgelände auftreten und dass auch in der näheren Umgebung erhöhte Werte gemessen werden können. Die emittierten Partikel lagen zu etwa 45 Prozent im Bereich PM_{2.5}. Dies lässt Bedenken an der gesundheitlichen Verträglichkeit der Staubexposition gerechtfertigt erscheinen.

Farbenfrohe Feinstaubbelastung

Holi-Feste sind derzeit in Deutschland sehr beliebte Open-Air-Veranstaltungen. Sie sprechen im Wesentlichen die Zielgruppe der Jugendlichen und jungen Erwachsenen an. Allein in Deutschland fanden seit 2013 Hunderte dieser Musikveranstaltungen statt. Die Besonderheit liegt dabei in der Verwendung sogenannter Holi-Farben, speziell hergestellter Farbpulver, die in stündlichen Abständen in die Luft geworfen werden („Countdowns“). Zusätzlich werden die Pulver zum gegenseitigen Bewerfen und zur Dekoration der Haare, der Haut und der Kleidung verwendet (**Abbildung 1**).

Auf den Festivals werden unterschiedliche Farbpulver auf Stärke- oder mineralischer Basis verwendet. Aufgrund der Größenverteilung der Pulverpartikel kommt es zu starken Belastungen der Umgebungsluft mit Feinstaub (PM₁₀) und es ist von einer akut

sehr hohen und möglicherweise auch gesundheitlich relevanten Feinstaubbelastung auszugehen. Angaben über die tatsächlichen Luftkonzentrationen fehlen allerdings bisher in der Literatur, und auch über eventuell auftretende gesundheitliche Effekte bei den Teilnehmenden liegen kaum Informationen vor.

Das Umweltbundesamt (UBA) hat daher an einer solchen Veranstaltung in einer deutschen Großstadt teilgenommen und orientierende Messungen der Feinstaubbelastung durchgeführt. Des Weiteren wurden Vergleichsmessungen in den Randbereichen des Festivals sowie in den angrenzenden Wohnstraßen durchgeführt. Die verwendeten Farben wurden mikroskopisch und mit Hilfe eines technischen Laborverfahrens (Zählung und relative Größenverteilung der Partikel) analysiert.

Abbildung 1: Typische Situation auf einem Holi-Festival: Die verwendeten Farbpulver führen zu einer starken Belastung der Umgebungsluft mit Schwebstaub, von dem ein wesentlicher Anteil in der Regel lungengängig ist (Feinstaub PM₁₀).
© JackF / Fotolia.com.



Methodik

Die Messungen der PM₁₀-Konzentration wurden mit einem batteriebetriebenen Aerosol-Monitor (Dust-Trak™ II; TSI Inc.) durchgeführt, welcher sich in einem Rucksack befand, der von einer Person getragen wurde. Die Luftansaugung wurde über einen Schlauch realisiert, der aus dem Rucksack herausgeführt war. Gemessen wurden die Konzentrationen auf dem Festivalgelände über einen Zeitraum von etwa sieben Minuten vor, während und nach einem Countdown (der Zeitpunkt des Farbwurfs ist in **Abbildung 2** kenntlich gemacht) zum Ende der Veranstaltung. Vergleichende Messungen erfolgten vor den beiden Eingängen des Festivalgeländes sowie in den unmittelbaren Umgebungsstraßen. Zum Vergleich erfolgte eine Messung etwa 300 Meter entfernt zum Festivalort.

Die Messung der Größenverteilung der Farbpulver erfolgte mit Hilfe eines Partikelzählsystems auf Basis der Veränderung eines elektrischen Feldes (CASY® Cell Counter + Analyzer). Zusätzlich erfolgte zur Einordnung der Partikelart eine lichtmikroskopische Analyse.

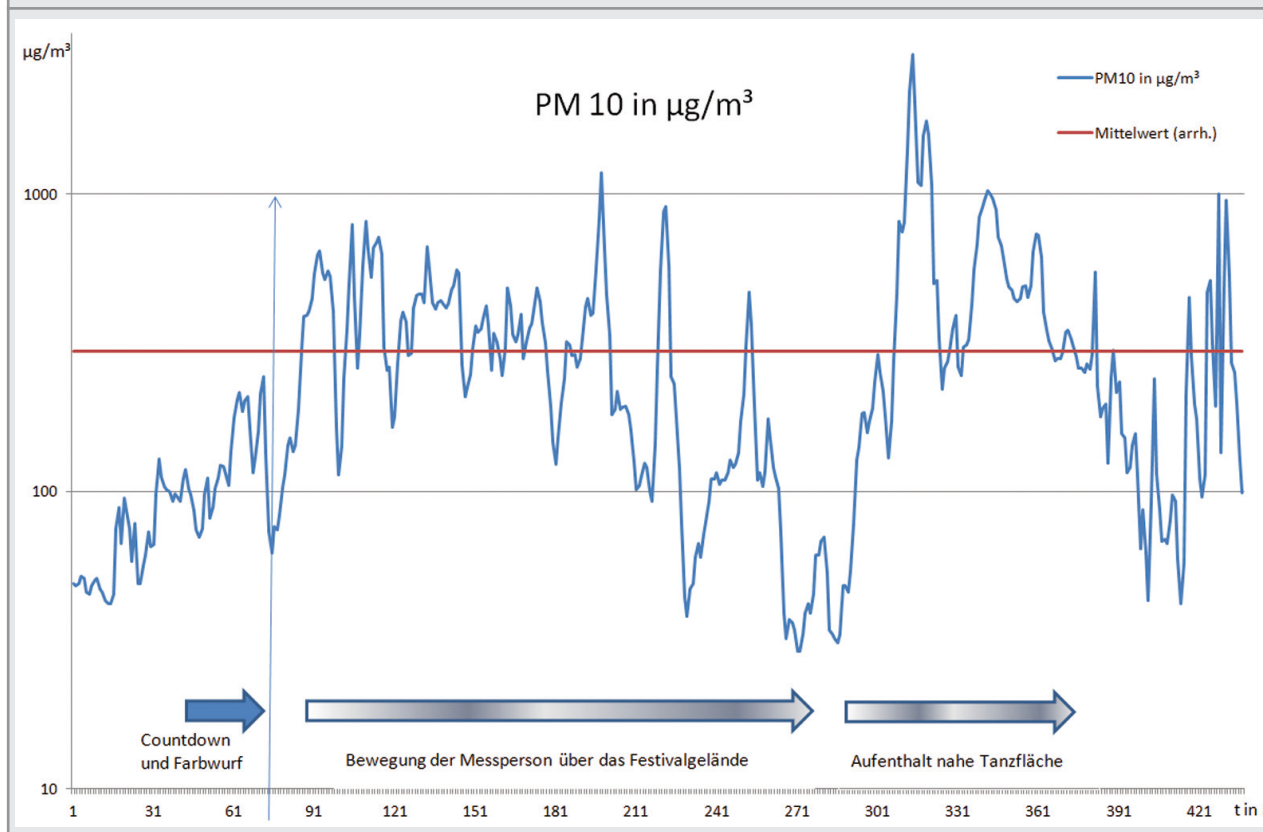
Ergebnisse

Während der Messzeit variierte die Partikelkonzentration sehr stark je nach Aufenthaltsort der Messperson. Sie lag im Mittel bei 296 µg/m³ mit mehreren Spitzenkonzentrationen bis maximal 2.960 µg/m³ (**Abbildung 2**). Zur Einordnung: Der in der EU gültige 24h-Grenzwert für PM₁₀ liegt bei 50 µg/m³.

In **Tabelle 1** sind die Mittelwerte der Messungen dargestellt, die in der Umgebung erhoben wurden.

Die Analyse der Korngrößenverteilung der sechs verwendeten und im Eintrittspreis enthaltenen Holi-farben ergab, dass über 97 Prozent der Partikel, die auf dem Festival Verwendung fanden, aus PM₁₀ und ein wesentlicher Anteil (45 %) aus PM_{2,5} bestanden (**Abbildung 3**). Es handelte sich nicht wie bei vielen anderen Holi-Farben um Stärkepulver, sondern um einen mineralischen Feinstaub, nach bioptischer Einschätzung vermutlich Talkum (**Abbildung 4**).

Abbildung 2: Messung von PM₁₀ über einen Zeitraum von sieben Minuten auf dem Festivalgelände bei variabler Lokalisierung des Messgerätes (jedoch außerhalb der Tanzfläche als Ort der höchsten Exposition). Quelle: Umweltbundesamt.



Diskussion

Pro Teilnehmendem wurden sechs Farbstaubbeutel à 100 g ausgegeben. Weitere konnten hinzugekauft werden. Bei 2.500 Teilnehmenden (geschätzte, eher unterdurchschnittliche Teilnehmerzahl für Holi-Festivals) wurden also mindestens 1.500 kg Farbpulver geworfen. Ein Teil dieser Menge verblieb längere Zeit in der Luft und führte zu einer deutlich sichtbaren Luftbelastung.

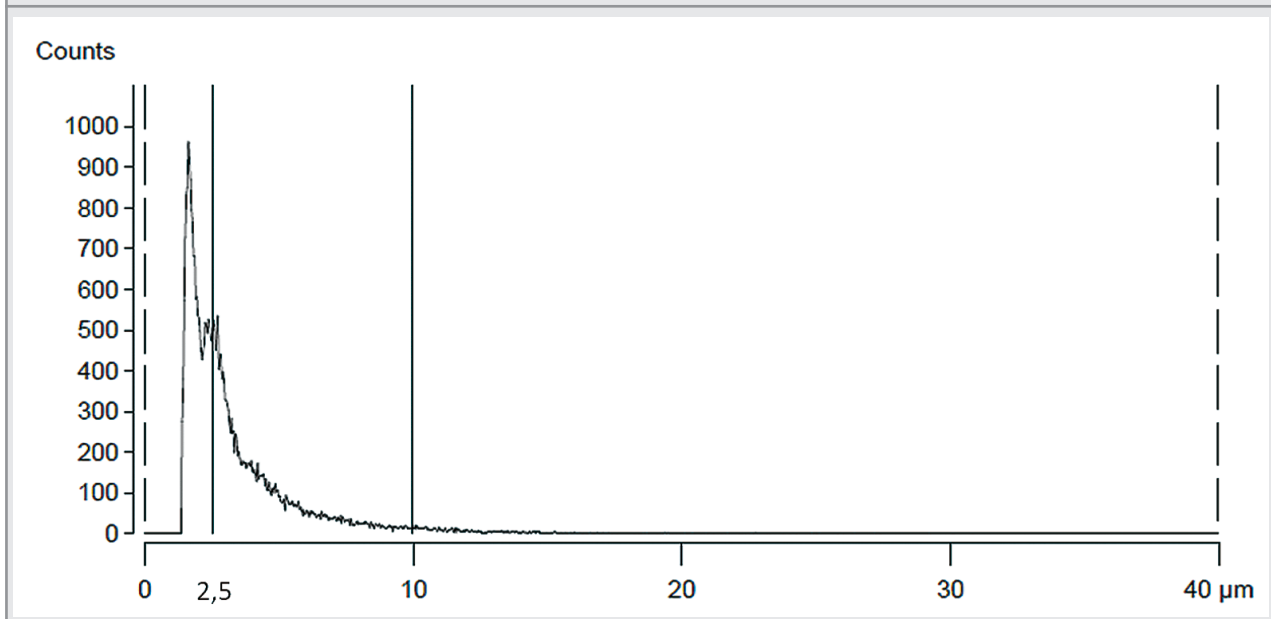
Sowohl auf dem Festivalgelände als auch in der direkten Umgebung des Festivals schwankten die PM₁₀-Konzentrationen stark. Dennoch deutet der Vergleich mit den Messwerten in circa 300 Metern Entfernung darauf hin, dass die Hintergrundbe-

lastung durch ein Holi-Festival nicht nur auf dem Festival-Gelände, sondern auch im angrenzenden Bereich inklusive der Nebenstraßen deutlich überschritten wird. Letztere waren in diesem Fall vom Holi-Festival durch eine 15–20 Meter hohe Bebauung abgeschirmt und zum Zeitpunkt der Messung sehr verkehrsarm. Dennoch handelte es sich um einen Innenstadtbereich mit per se erhöhter Feinstaubbelastung, was allerdings für den Ort der Vergleichsmessung in 300 Metern Entfernung gleichermaßen galt. Offenbar führen Luftströmungen und lokale Einflüsse zu einer sehr großen Schwankungsbreite der Ergebnisse, besonders wenn am Ort einer ständig variierenden Emission gemessen wird.

Tabelle 1: PM₁₀-Vergleichsmessungen in der Umgebung des Holi-Festivals. Quelle: Umweltbundesamt.

	Vor nördlichem Eingangsbereich	Vor südlichem Eingangsbereich	Anliegende Nebenstraße Messung 1	Anliegende Nebenstraße Messung 2	Vergleichsmessung in 300 Metern Entfernung
Min	32	25	21	19	23
Max	104	177	1640	120	30
Mittelwert	58	90	95	45	26

Abbildung 3: Exemplarische Größenverteilung eines auf dem Festival verwendeten Holistaubes (gelb). Messung auf Basis der Veränderung eines elektrischen Feldes (CASY® Cell Counter + Analyzer). Die Größenschwellen 2,5 und 10 µm sind durch senkrechte durchgezogene Linien kenntlich gemacht. Quelle: Umweltbundesamt.



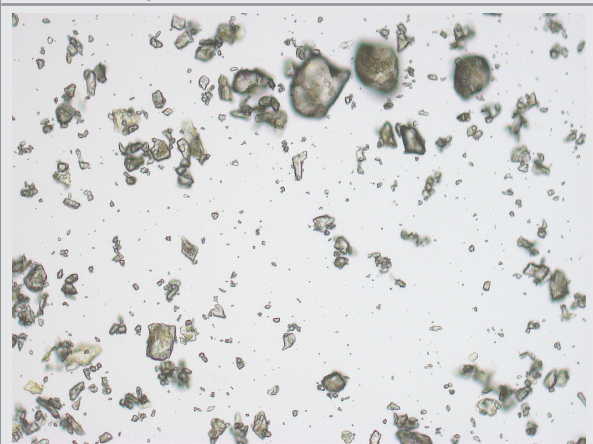
Bei dieser orientierenden Untersuchung wurde auf dem Festivalgelände lediglich in einem sehr kurzen Zeitrahmen gegen Ende der Veranstaltung (20.00 Uhr) gemessen (die Veranstaltung fing um 12.00 Uhr an und endete um 22.00 Uhr). Außerdem wurde lediglich am Rand des Bereichs gemessen, in dem getanzt wurde und in dem naturgemäß durch die Aufwirbelung und die Farbpulverwürfe auch die höchsten Konzentrationen auftraten (mit Messgerät konnte dieser Bereich nicht erreicht werden). Das heißt, dass für die meisten Teilnehmenden des Festivals wesentlich höhere Durchschnittskonzentrationen

und Spitzenwerte auftraten, als hier gemessen wurden. Weitere konsolidierende Messungen auch über längere Zeiträume sind notwendig, um die Feinstaubexposition auf und in der Umgebung von Holi-Festivals besser beschreiben zu können.

Die gesundheitliche Relevanz akut auftretender extremer Feinstaubbelastungen ist bisher kaum untersucht. In Episoden hoher Feinstaubkonzentrationen im öffentlichen Bereich sind gesundheitliche Effekte bis hin zu Krankenhausaufnahmen und vorzeitigen Todesfällen bei empfindlichen und alten Menschen beschrieben (WHO 2013). Anscheinend verfügt das Kollektiv, welches üblicherweise Holi-Veranstaltungen besucht, möglicherweise aufgrund des jugendlichen Alters, über eine gewisse Resilienz gegenüber Extremexpositionen, sodass auch von Seiten der Sanitäter kaum über gesundheitliche Effekte berichtet wurde (bis auf starke Augenreizungen die mit Augenspülungen behandelt wurden).

Für das Umweltbundesamt ist dieses Kollektiv jedoch sehr interessant, denn es stellt eine freiwillig extrem exponierte Gruppe dar, über die detaillierte Aussagen über die akuten und subakuten Wirkungen hoher Feinstaubkonzentrationen erhalten werden können.

Abbildung 4: Lichtmikroskopisches Bild eines exemplarischen auf dem besuchten Festival ausgehändigten Holipulvers (hier: gelbes Farbpulver). Vergrößerung 200fach. Sichtbar sind wenige größere Partikel und die überwiegende Mehrzahl der sehr kleinen (lungengängigen) Partikel im Bereich 1–10 µm. Quelle: Umweltbundesamt.



Aufruf zur Umfrage-Teilnahme

An dieser Stelle sei noch einmal auf unsere internetbasierte Umfrage zu Holi-Feinstaub-Wirkungen hingewiesen. Mit der Umfrage möchte das UBA erfahren, ob und in welchem Umfang gesundheitliche Folgen auftreten. Es soll auch ermittelt werden, ob die Warnhinweise, die besonders Allergiker und Asthmatiker betreffen, bei den Besucherinnen und Besuchern bekannt sind und befolgt werden.

Um möglichst viele Rückmeldungen zu erhalten, benötigen wir um Ihre Mithilfe. Bitte teilen Sie uns Ihre eigenen Erfahrungen mit Holi-Festivals und deren Wirkungen auf die Gesundheit mit und geben Sie den Link zu unserem Gesundheitsfragebogen weiter:

UBA-Umfrage zu Holi- und Color Run-Veranstaltungen: <http://www.umweltbundesamt.de/umfrage-zu-holi-color-run-veranstaltungen> (Abrufdatum: 12.10.2015).

Hintergrundinformationen zur Umfrage auf der Internetseite: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/holi-festivals-color-runs> (Abrufdatum: 12.10.2015).

Literatur

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2014): Farbenfrohe Holi-Partys sicher genießen. http://www.bvl.bund.de/DE/08_PresseInfothek/01_FuerJournalisten/01_Presse_und_Hintergrundinformationen/03_Verbraucherprodukte/2014/2013_07_10_pi_Holi.html?nn=1401276 (Abrufdatum: 10.09.2015).

Bewertungshilfe zur Farbpulver- und Feinstaub-Exposition der Bevölkerung bei Holi-Veranstaltungen und Color-Runs der Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG). 2015.

Diese kann von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern genehmigender Behörden wie z.B. Gesundheitsämtern über das Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des UBA oder beim Senator für Gesundheit Bremen bestellt werden.

UBA Themenseite „Holi – Fest der Farben und des Feinstaubes“: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick/feinstaub/holi-fest-der-farben-des-feinstaubes> (Abrufdatum: 08.09.2015).

WHO (2013): Health effects of PM. In: Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. Technical Report. WHO Regional Office for Europe: 6-41. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report> (Abrufdatum: 08.09.2015).

Kontakt

Dr. Wolfgang Straff
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.5 „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [wolfgang.straff\[at\]uba.de](mailto:wolfgang.straff[at]uba.de)

[UBA]

Feinstaub macht krank und kostet Leben – Berechnung jährlich entstehender Kosten durch die Feinstaubbelastung in Deutschland

**Particulate matter makes sick and costs lives – calculation of the annual costs
caused by the particulate matter pollution in Germany**

Dagmar Kallweit, Björn Bünger

Abstract

Air pollution is currently the most important environmental risk factor for human health. The Regional Office for Europe of the World Health Organization (WHO) and the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) have shown the extent of the burden of disease due to particulate matter (PM) in a recently published study (WHO/OECD 2015). The results were presented at the conference of the environmental and health ministers of the member states of the WHO European Region 2015 in Haifa. The German Federal Environment Agency compared these results with their own calculations based on a time series of PM-related premature deaths in Germany. The economic cost of the PM-related mortality was calculated using the approach of OECD (2014) and WHO/OECD (2015). The results of comparative calculations conducted by UBA showed substantial agreement to the data published by WHO and OECD, despite of methodical differences, e.g. in determining the number of premature deaths. From 2007 to 2013 PM-related premature deaths in Germany resulted in related annual economic cost of between approximately 144 and 163 billion euro. On average, the economic costs thus amounted to about 153 billion euro annually.

Zusammenfassung

Luftverschmutzung ist aktuell der bedeutendste Umweltrisikofaktor für die menschliche Gesundheit. Das Regionalbüro für Europa der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) haben dies in einer jüngst herausgegebenen Veröffentlichung gezeigt (WHO/OECD 2015). Die Ergebnisse wurden auf der Konferenz der Umwelt- und Gesundheitsminister der Mitgliedsländer der WHO-Region Europa 2015 in Haifa präsentiert. Das Umweltbundesamt (UBA) hat diese Angaben mit eigenen Berechnungen anhand einer von 2007 bis 2013 laufenden Zeitreihe zu feinstaubbedingten vorzeitigen Sterbefällen für Deutschland verglichen. Bei der Bestimmung der volkswirtschaftlichen Kosten durch diese Sterbefälle wurde der von OECD (2014) und WHO/OECD (2015) verwendete Ansatz zugrundegelegt. Mit den Vergleichsrechnungen konnte trotz bestehender methodischer Unterschiede bspw. in der Bestimmung der Sterbefallzahlen eine in der Größenordnung gute Übereinstimmung zwischen den Berechnungen erzielt werden. Nach Berechnungen des UBA für die Jahre 2007 bis 2013 entstanden durch feinstaubbedingte Erkrankungen hervorgerufene vorzeitige Sterbefälle in Deutschland volkswirtschaftliche Kosten in Höhe von jährlich zwischen circa 144 und 163 Milliarden Euro. Im Mittel lagen die volkswirtschaftlichen Kosten damit bei etwa 153 Milliarden Euro.

Wir brauchen saubere Luft für ein gesundes Leben. Dies wird uns oft erst klar, wenn die Luft durch Schadstoffe (z.B. Feinstaub) belastet ist. Die feinstaubbedingte Luftverschmutzung ist aktuell der bedeutendste Umweltrisikofaktor für die menschliche Gesundheit, wie in der jüngst herausgegebenen Veröffentlichung „Economic cost of the health impact of air pollution in Europe“ (Dt.: Die volkswirtschaftlichen Kosten der Luftbelastung in Europa) berichtet wird (WHO/OECD 2015). Jährlich erkranken und sterben in Europa mehrere 100.000 Menschen an

den gesundheitlichen Folgen, die durch das Einatmen von Feinstaub ausgelöst wurden (OECD 2014; WHO/OECD 2015). Für Deutschland wurden die gesundheitlichen Auswirkungen für das Jahr 2010 mit 41.582 vorzeitigen Sterbefällen beziffert. In der Studie wurde weiterhin ermittelt, dass die Abwendung dieser Sterbefälle der Gesellschaft in Deutschland Kosten in Höhe von circa 132 Milliarden Euro wert ist (umgerechnet aus 145 Milliarden US Dollar, Stand Juli 2015). Diese Summe entspricht etwa 4,5 Prozent des deutschen Bruttoinlandsprodukts (BIP).

Diese Ergebnisse wurden im April 2015 auf einer Sitzung der Umwelt- und Gesundheitsministerinnen und -minister der 53 Mitgliedsländer der WHO-Region Europa in Haifa vorgestellt. Das Umweltbundesamt (UBA) hat dies zum Anlass genommen, diese veröffentlichten Angaben zu den vorzeitigen Sterbefällen durch die feinstaubassoziierten gesundheitlichen Auswirkungen für Deutschland anhand eigener Schätzungen zur bevölkerungsgewichteten Feinstaubbelastung und den assoziierten gesundheitlichen Auswirkungen für die Jahre 2007–2013 methodisch nachzuvollziehen. Zusätzlich wurde die Zahlungsbereitschaft für die Abwendung dieser Sterbefälle ermittelt.

Schätzung der volkswirtschaftlichen Kosten – Berechnungen des UBA

Die Schätzung der volkswirtschaftlichen Kosten, die durch Umweltbelastungen für die Bevölkerungsgesundheit entstehen, gewinnt für einen vorsorgenden Gesundheits- und Umweltschutz immer mehr an Bedeutung. Denn sie ermöglicht, den Nutzen umwelt- und gesundheitspolitischer Maßnahmen in Form von zukünftig verhinderten vorzeitigen Sterbefällen abzuschätzen und die Effizienz von Luftreinhaltemaßnahmen besser zu bestimmen.

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) hat 2014 einen methodischen Ansatz zur Bestimmung der volkswirtschaftlichen Kosten durch Feinstaubbelastungen veröffentlicht (OECD 2014). Dieser Methodenansatz wurde 2014 auf der 2. Sitzung der Expertengruppe des „Netzwerks für Umwelt- und Gesundheitsökonomie“ (Environmental Health and Economics Network, EHEN) beim Regionalbüro Europa der WHO einem breiten Expertenkreis vorgestellt und diskutiert. Als Ergebnis wurde vereinbart, derartige volkswirtschaftliche Kostenberechnungen auf die nachweislich auf Feinstaubbelastungen zurückzuführenden gesundheitlichen Auswirkungen in der WHO-Region Europa anzuwenden. EHEN hat die WHO-Mitgliedsländer ermuntert, diesen Berechnungsansatz auch auf nationaler Ebene zu verwenden.

Die in diesem Beitrag vorgestellten Berechnungen des UBA nutzen die vorhandene Zeitreihe des UBA für die Schätzung der bevölkerungsgewichteten Feinstaubbelastung und der resultierenden gesundheitlichen Auswirkungen (<http://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiko-der-bevoelkerung-in-deutschland>; Abrufdatum: 11.08.2015). Für die ermittelten vorzeitigen Sterbefälle (für 2010 circa 46.400; **Abbildung 1**) werden die volkswirtschaftlichen Kosten

Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der jährlichen feinstaubbedingten vorzeitigen Sterbefälle in Deutschland durch kardiopulmonale und Lungenkrebserkrankungen. Quelle: <http://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiko-der-bevoelkerung-in-deutschland> (Abrufdatum: 11.08.2015).

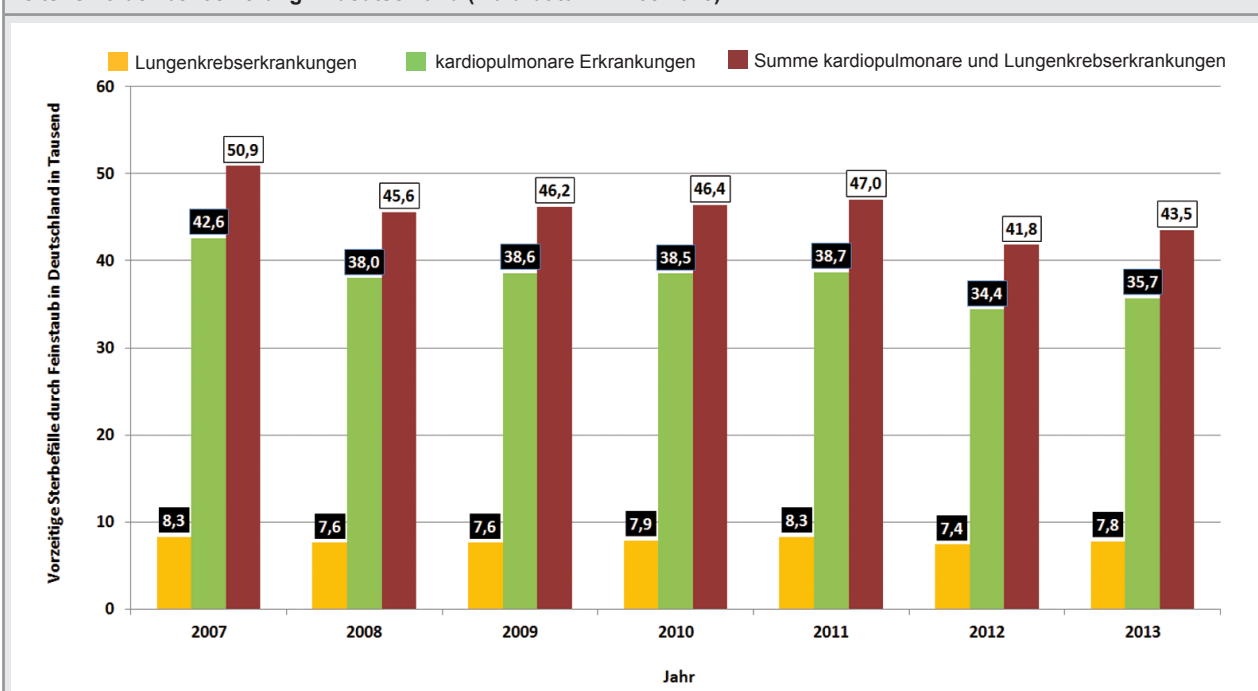


Tabelle 1: Feinstaubbedingte jährliche Sterbefälle in Deutschland durch kardiopulmonale und Lungenkreberkrankungen; monetarisiert mit VSL in Milliarden Euro. Quelle: UBA, eigene Berechnungen.								
Konsequenzen der Feinstaubbelastung in Deutschland								
Kenngröße	Jahr	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
vorzeitige Sterbefälle		50.900	45.600	46.200	46.400	47.000	41.800	43.500
volkswirtschaftliche Kosten (Mrd. €)		159,0	148,7	144,5	153,1	163,8	148,1	154,5

(Tabelle 1) unter Nutzung des Konzepts des „Wert eines statistischen Lebens“ (Value of a Statistical Life, VSL) ermittelt (OECD 2014).

Mit dem von der OECD (2014) und der WHO/OECD (2015) verwendeten VSL-Ansatz wird der Betrag ermittelt, den die Gesellschaft bereit ist, für die Rettung eines statistischen Menschenlebens auszugeben. Die Rettung eines statistischen Menschenlebens entspricht hierbei der Verringerung der durch eine Erkrankung pro Jahr hervorgerufenen vorzeitigen Sterbefälle in der Bevölkerung um einen Fall. Der von der OECD verwendete Wert für ein statistisches Leben basiert auf einer Auswertung (Metaanalyse) von Studien, in denen die geäußerten Präferenzen (stated preferences) für den Wert eines statistischen Lebens ermittelt wurden (OECD 2014). In den zugrundeliegenden Studien sollten die Befragten ihre Zahlungsbereitschaft für die Verlängerung ihrer Lebenszeit (New Ext 2004) angeben. Nach Berechnungen des UBA gab es in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 durch feinstaubbedingte Erkrankungen jährlich zwischen 41.800 und 50.900 vorzeitige Sterbefälle (Abbildung 1; Tabelle 1). Auf der Grundlage dieser vorzeitigen Sterbefälle wurden die volkswirtschaftlichen Kosten in Höhe von jährlich zwischen circa 144 und 163 Milliarden Euro berechnet (Tabelle 1).

Ergebnisse des Datenvergleiches

In den Veröffentlichungen OECD (2014) und WHO/OECD (2015) werden Werte für die beiden Kennzahlen (vorzeitige Sterbefälle, volkswirtschaftliche Kosten in VSL) nur für die Jahre 2005 und 2010 angegeben. Da die UBA-Zeitreihe erst mit dem Jahr 2007 beginnt, können hier nur die Werte für 2010 verglichen werden.

Die aus den vorgenannten Veröffentlichungen und eigenen Berechnungen für das Jahr 2010 für Deutschland ermittelten Angaben zu den vorzeitigen Sterbefällen reichen von 41.582 (WHO/OECD 2015) über 42.578 (OECD 2014) bis zu 46.400 nach UBA-Berechnungen. Die geschätzten volkswirtschaftlichen Kosten für dieses Jahr betragen in der Studie von WHO/OECD 131,8 Milliarden Euro, in der OECD-Studie 135,0 Milliarden Euro und nach den Schätzungen des UBA bis zu 153,1 Milliarden Euro.

Die Unterschiede zwischen den oben genannten Schätzungen der WHO und OECD ergeben sich aus den verschiedenen zugrundegelegten Sterbefallzahlen. Die Abweichungen zu den Berechnungen des UBA lassen sich dadurch erklären, dass die Sterbefallzahlen, wie weiter unten erklärt, unterschiedlich berechnet wurden. Zudem fallen die VSL-Werte des UBA aufgrund von Abweichungen bei der Anpassung der VSL-Basiswerte der OECD an die Entwicklung von BIP und Konsumentenpreisen¹ etwas höher aus (3,62 Millionen Euro statt 3,48 Millionen Euro).

Das UBA folgt mit seiner Herangehensweise der Empfehlung der WHO/OECD für Kosten-Nutzen-Betrachtungen auf nationaler Ebene. Danach sind Krankheitslast- und Kostenberechnungen immer auch auf der Basis nationaler Inputdaten (z.B. Daten zu Sterbefällen, Gesundheitsendpunkten, Populationen und Lebenserwartung, BIP usw.) durchzuführen, weil diese die Sachverhalte im betrachteten Land besser abbilden.

Die Unterschiede zwischen den Angaben zu den jährlichen feinstaubbedingten Sterbefällen, die vom Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) für Deutschland in der Studie WHO/OECD (2015)

¹ Zum generellen Vorgehen siehe OECD (2014), Box 5, Seite 55.

berechnet wurden und denen, die das UBA für seine Zeitreihe berechnet hat, sind auf die methodischen Unterschiede in der Schätzung der Schadstoffkonzentrationen und unter anderem auf verschiedene Umrechnungsfaktoren zwischen den Feinstaubfraktionen PM₁₀ und PM_{2,5} zurückzuführen. Vom UBA werden Modelldaten (Chemie-Transportmodell REM-CALGRID) genutzt, die hauptsächlich auf den Feinstaubmessdaten der Bundesländer beruhen. Die Expositionsabschätzung für die IHME-Daten wird dagegen vorrangig aus Satellitendaten und Modellierung (inkl. Messdatenvalidierung) hergeleitet (Brauer et al. 2012). Weiterhin gibt es methodische Unterschiede in der Aufbereitung der Sterbefallzahlen für die evidenten feinstaubbedingten Erkrankungen. Den hier präsentierten Berechnungen des UBA liegen die Zahlen der nationalen Sterbefallstatistik (Statistisches Bundesamt – Gesundheitsberichterstattung) zugrunde, während das IHME zudem für Sterbefälle nicht eindeutig klassifizierter Erkrankungen Umverteilungen durchführt (Lozano et al. 2012). Die Angaben für das Jahr 2010 zu den feinstaubbedingten vorzeitigen Sterbefällen (WHO/OECD (2015): 41.582 vs. UBA-Berechnungen: 46.400 Sterbefälle) liegen trotz der methodischen Unterschiede nah beieinander.

Fazit

Die gesellschaftlichen Kosten durch die Feinstaubbelastung in Deutschland in Form vorzeitiger Sterbefälle betragen nach den Berechnungen des UBA jährlich etwa 153 Milliarden Euro. Vergleicht man die Ergebnisse der UBA-Schätzung mit den vorliegenden Kostenschätzungen durch die WHO und die OECD, so zeigt sich, dass diese Werte in einer ähnlichen Größenordnung liegen.

Die hier präsentierten Schätzungen der Krankheitslast und die daraus abgeleiteten hohen Kosten verdeutlichen, dass der gesundheitsbezogene Umweltschutz einen sehr großen gesamtgesellschaftlichen Nutzen aufweist. Durch geeignete Luftreinhaltemaßnahmen könnte die feinstaubbedingte Krankheitslast wesentlich reduziert und die Zahl der vorzeitigen Sterbefälle drastisch verringert werden. Auch angesichts der damit verbundenen Einsparungen volkswirtschaftlicher Kosten sind Politik und öffentliche Verwaltung in allen Bereichen in der Pflicht, sich noch mehr für effiziente Maßnahmen und gesetzliche Regelungen in diesem Bereich einzusetzen.

Danksagung

Für die fachliche Diskussion des Artikelmanuskripts danken wir Herrn Dietrich Pläß und Frau Myriam Tobollik.

Literatur

Brauer M, Amann M, Burnett RT et al. (2012): Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution. In: *Env Sci Technol*. 46(2): 652–660. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4043337/>.

Kallweit D (2014): Health Risks to German Population from fine Particulate Matter. In: Newsletter WHO Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control at the Federal Environment Agency, Germany. No. 54, December: 3–8.

Lozano R, Naghavi M, Foreman K et al. (2012): Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. In: *Lancet* 2012; 380: 2095–128.

New Ext (2004): New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies – Final Report to the European Commission, DG Research, Technological Development and Demonstration (RTD). http://www.ier.uni-stuttgart.de/forschung/projektwebsites/newext/newext_final.pdf (Abrufdatum: 05.08.2015).

OECD (2014): The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264210448-en> (Abrufdatum: 18.08.2015).

WHO/OECD (2015): Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen.

Kontakt

Dr. Dagmar Kallweit
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.6 „Expositionsschätzung, gesundheitsbezogene Umweltindikatoren“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [dagmar.kallweit\[at\]uba.de](mailto:dagmar.kallweit[at]uba.de)

Dr. Björn Bünger
Umweltbundesamt
Fachgebiet I 1.4 „Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen, nachhaltiger Konsum“
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: [bjoern.buenger\[at\]uba.de](mailto:bjoern.buenger[at]uba.de)

[UBA]

Geschlecht, Umwelt und Gesundheit: Workshop zur Bedeutung der biologischen und sozialen Dimensionen von Geschlecht für Expositions- und Risikoabschätzungen

**Sex/gender, environment and health: Workshop on the relevance of
sex and gender dimensions in exposure and risk assessment**

Gabriele Bolte¹, Dorothee Twardella², André Conrad³, Michael Hoopmann⁴

Abstract

Within biomedical research on environmental health the category sex/gender has been insufficiently considered until now: New concepts of sex/gender, encompassing biological as well as social dimensions and their interactions and interpreting sex/gender as a modifiable continuum of characteristics instead of a fixed dichotomous quantity, have hardly been applied. The topic „sex/gender, environment and health“ has been discussed by 24 experts at a workshop in Bremen on June 12, 2015. The workshop pointed out that considerable efforts of conceptual and methodical type are required for the adequate analysis of the impact of dynamic and interacting sex/gender dimensions on environment-related health effects. The systematic combination of knowledge bases as well as targeted research funding aiming at the advancement of theoretical concepts and at the improvement of the data base are necessary.

Zusammenfassung

In der biomedizinischen Forschung zu umweltbezogener Gesundheit wird die Kategorie Geschlecht bisher noch unzureichend berücksichtigt: Neuere Konzepte von Geschlecht, welche sowohl biologische als auch soziale Dimensionen und deren Interaktionen umfassen und Geschlecht nicht als feste dichotome Größe sondern als veränderbares Kontinuum von Eigenschaften erklären, finden bislang kaum Anwendung. Das Themenfeld „Geschlecht, Umwelt und Gesundheit“ diskutierten 24 Fachleute in einem Workshop am 12. Juni 2015 in Bremen. Insgesamt wurde deutlich, dass noch erhebliche Anstrengungen konzeptioneller und methodischer Art erforderlich sind, um die Bedeutung dynamischer und interagierender Geschlechtsdimensionen für umweltbezogene Gesundheitswirkungen adäquat zu analysieren. Eine systematische Zusammenführung von Wissensbeständen und eine gezielte Forschungsförderung für theoretische Weiterentwicklungen und Verbesserungen der Datenbasis sind notwendig.

Die Kategorie Geschlecht in der Gesundheitsforschung: Ein Thema für „Umwelt und Gesundheit“

Im Bereich der biomedizinischen Forschung zu umweltbezogener Gesundheit spielt die Berücksichtigung der Kategorie Geschlecht im Gegensatz zu anderen Bereichen der Gesundheitsforschung bisher eine untergeordnete Rolle. Wenn überhaupt geschlechtsspezifische Analysen vorgenommen

werden, werden meist wenig komplexe Modelle gewählt. So wird in der Regel lediglich für eine dichotome Geschlechtskategorie einfach adjustiert oder stratifiziert. Dabei werden bei der Interpretation selten Anstrengungen unternommen, beobachtete Unterschiede inhaltlich nicht nur im Hinblick auf

¹ Institut für Public Health und Pflegeforschung, Universität Bremen.

² Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit.

³ Umweltbundesamt.

⁴ Niedersächsisches Landesgesundheitsamt.

biologische (Sex) Geschlechtsdimensionen, sondern auch auf soziale (Gender) Geschlechtsdimensionen zu erklären. Gesundheitliche Ungleichheiten zwischen den Geschlechtern können jedoch nicht nur auf biologische Faktoren, sondern ebenso auf gesellschaftliche Geschlechterverhältnisse zurückgeführt werden. Hinzu kommt, dass eher von einem Kontinuum der Sex-bezogenen Merkmale denn von einer strikt dichotomen Kategorie auszugehen ist. Es gibt eine große Variation der dem biologischen Geschlecht zugeschriebenen genetischen, anatomischen, hormonellen und physiologischen Merkmale, sowohl innerhalb eines Geschlechts als auch zwischen den Geschlechtern. Geschlechtsbezogene biologische Merkmale sind zudem veränderlich in Bezug auf Ort und Zeit (Bolte 2015).

Vor diesem Hintergrund nimmt in letzter Zeit in verschiedenen Forschungsbereichen, wie der Umwelttoxikologie und Umweltepidemiologie, die Aufmerksamkeit für Geschlechterkonzepte zu, die mehrere Dimensionen der Kategorie Geschlecht und die Verwobenheit von biologischen und sozialen Dimensionen erfassen. Beispielsweise wurde in der Toxikologie untersucht, welche Relevanz die Gender-Dimension für Art und Ausmaß der Exposition gegenüber Umweltfaktoren hat (Arbuckle 2006; Vahter et al. 2007). In der umweltepidemiologischen Forschung zu Luftschadstoffeffekten wurde auf die Bedeutung biologischer und sozialer Geschlechtsdimensionen für Unterschiede bei der Vulnerabilität im Sinne einer Effektmodifikation hingewiesen (Clougherty 2010).

Workshop „Geschlecht, Umwelt und Gesundheit“

Am 12. Juni 2015 fand ein Workshop in Bremen statt, um den aktuellen Stand der Berücksichtigung von Geschlecht in der Forschung zu umweltbezogener Gesundheit sowie neue Konzepte für die Kategorie Geschlecht, deren Bedeutung für Expositions- und Risikoabschätzungen und mögliche Integration in die Forschung zu diskutieren. Dieser wurde gemeinsam von dem Arbeitskreis „Umweltmedizin, Expositions- und Risikoabschätzungen“ der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi), der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) und der Deutschen Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP), dem Fachbereich „Frauen- und geschlechtsspezifische Gesundheitsforschung“ der

DGSMP und der Abteilung Sozialepidemiologie des Instituts für Public Health und Pflegeforschung der Universität Bremen veranstaltet. An dem Workshop nahmen 24 Forscherinnen und Forscher teil, mehrheitlich aus Forschungseinrichtungen sowie aus Behörden auf Landes- oder Bundesebene.

Das Programm des Workshops umfasste ein breites Themenspektrum:

In einem einführenden Vortrag zu dem Forschungsfeld Geschlecht, Umwelt und Gesundheit (**Gabriele Bolte, Universität Bremen**) wurden aktuelle Konzepte der Kategorie Geschlecht und des Zusammenwirkens biologischer und sozialer Geschlechtsdimensionen aus der Gesundheitsforschung vorgestellt. Modelle zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen sozialer Lage, Umwelt und Gesundheit (Bolte et al. 2012), wie beispielsweise von Gee und Payne-Sturges (2004) oder Morello-Frosch und Shenassa (2006), können hilfreich sein, Ansätze zur systematischen Integration von Geschlechteraspekten auf der individuellen Ebene und auf kontextuellen Ebenen in die Forschung zu umweltbezogener Gesundheit zu entwickeln. Mit dem Konzept des Embodiment beschreibt Nancy Krieger (2011) in ihrer ökosozialen Theorie die Einschreibung des sozialen und ökologischen Kontextes, der Lebensumwelt, in den Körper. Wesentlich sind hierbei Mechanismen der Genregulation und -expression. Unterschiedliche Lebensumstände der Geschlechter können zu geschlechtsspezifischen epigenetischen Unterschieden führen (Verdonk, Klinge 2012).

In den verschiedenen Forschungsbereichen zu umweltbezogener Gesundheit, wie Umweltmedizin, Umweltepidemiologie oder Umwelttoxikologie, lassen sich oftmals Geschlechtsunterschiede darstellen, es werden aber auch die Grenzen des derzeitigen Forschungsstandes deutlich. So zeigten sich bei der Auswertung von Daten aus umweltmedizinischen Ambulanzen in Deutschland deutliche Expositionsunterschiede zwischen Männern und Frauen, die auf unterschiedliche Belastungen im beruflichen und im Wohnumfeld zurückzuführen sind (**Claudia Hornberg, Universität Bielefeld**). Die gesundheitliche Relevanz dieser Geschlechterunterschiede ist noch unter Berücksichtigung möglicher geschlechterabhängiger Aspekte der Schadstoffaufnahme und Dispositionen für Schadstoffwirkungen zu klären.

In der umweltepidemiologischen Lärmwirkungsforschung unterscheiden sich die beobachteten

Gesundheitseffekte nach Geschlecht (**Ute Kraus, Helmholtz Zentrum München**): Wirkungen von chronischer Lärmbelastung zeigen sich deutlicher bei Männern, Wirkungen kurzfristiger Lärmbelastung deutlicher bei Frauen. Eine Analyse nach Geschlecht wird jedoch nur in einem kleinen Teil der Literatur zu Lärmwirkungen berichtet. Weitergehende Analysen zu Geschlechtsunterschieden beziehungsweise Effektmodifikation nach Geschlecht und Diskussionen der Relevanz von Geschlechtereffekten fehlen in den Publikationen. Die Bedeutung physiologischer Mechanismen und methodischer Ursachen für die beobachteten Geschlechterunterschiede ist noch aufzuklären.

Bei der Quantifizierung umweltbedingter Krankheitslasten mittels des Environmental Burden of Disease (EBD)-Konzeptes werden bei den Auswertungen in der Regel Stratifizierungen nach einer dichotomen Geschlechtskategorie vorgenommen (**Myriam Tobollik, Umweltbundesamt Berlin**). Inwiefern mögliche Geschlechtsunterschiede eher biologisch oder sozial bedingt sind, kann in der Regel nicht differenziert werden. In drei Beispielen wurde versucht, sowohl biologische als auch soziale Geschlechtsdimensionen in EBD-Berechnungen zu integrieren. Diese Beispiele zeigten die Grenzen von EBD-Schätzungen auf, wenn bereits geschlechtsspezifische Basisdaten fehlen. Der mögliche Einfluss von Sex/Gender-Aspekten muss auch im Fall von EBD-Analysen schon bei der Expositionsschätzung bedacht werden. Für das vertiefte Verständnis der Wirkungszusammenhänge zwischen Umwelt und Gesundheit und die Bewertung von umweltbedingten Krankheitslasten ist die Berücksichtigung von Sex- und Gender-Dimensionen essenziell.

Die Betrachtungen zur Relevanz von Geschlecht bei epigenetischen Analysen (**Paula Singmann, Helmholtz Zentrum München**) verdeutlichten die Notwendigkeit, systematisch Geschlecht zu berücksichtigen. Bei einer Vielzahl von DNA-Abschnitten bestehen Unterschiede in der Methylierung zwischen Männern und Frauen. Diese Methylierungen haben eine regulierende Wirkung auf die Genexpression. Methylierungen von DNA sind im Laufe des Lebens veränderbar, zum Beispiel kann es bei veränderten Umweltbedingungen zu einer Anpassung des Methylierungsmusters kommen. Welche Rolle die Lebensumstände im Sinne von Genderaspekten im Detail hierbei spielen, ist noch zu klären.

Der Einfluss des Expositions-faktors „gesellschaftliche Geschlechterverhältnisse“ auf biologische Merkmale und physiologische Prozesse wird im Embodimentansatz beispielsweise von Fausto-Sterling et al. (2012a; 2012b) und Nancy Krieger (2011) konzeptualisiert (**Kerstin Palm, Humboldt-Universität zu Berlin**). In dem Embodimentansatz wird Geschlecht beziehungsweise der Geschlechtskörper weder im biologischen noch im sozialen Sinne als statisch angesehen, sondern als sich entwickelnd und verändernd in Reaktion auf Umwelteinflüsse. Soziale Umwelten, Normen, Werte und Kulturtechniken können somit Einfluss auf anatomische Strukturen, physiologische Prozesse und Gesundheitslagen haben. Als eine Konsequenz der Embodimentperspektive für die Gesundheitsforschung ergibt sich, Zustände nicht isoliert zu untersuchen, sondern den Schwerpunkt auf die Analyse biologischer Entwicklungsprozesse im gesellschaftlichen Kontext zu legen.

Im letzten Workshopbeitrag wurde die Umsetzung von Gender Mainstreaming am Umweltbundesamt (UBA) mit Instrumenten des Gender Impact Assessment und der Genderrelevanzprüfung in der Ressortforschung vorgestellt (**Arn Sauer, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau**). Ausgangspunkt ist, dass eine innovative, Umwelt und Mensch adressierende Forschung nicht ohne die Einbeziehung der Geschlechterdimension denkbar ist. Die Maßnahmen sollen eine bessere beziehungsweise systematische Berücksichtigung der Geschlechterdimensionen in der Forschung fördern. So konnten bereits durch die Einbeziehung von Geschlecht qualitativ aussagekräftigere und zielgruppenspezifischere Ergebnisse erreicht werden.

In der gemeinsamen Diskussion wurde zusammengefasst, welche theoretischen Konzepte von Geschlecht derzeit der Forschung zu Umwelt und Gesundheit zugrundeliegen und wie Geschlecht aktuell bei der Datenerhebung und -analyse hinsichtlich Expositionserfassung und gesundheitlicher Wirkungen von Umweltfaktoren berücksichtigt wird. Deutlich wurden die methodischen Herausforderungen, die mit einer systematischen Integration der miteinander verwobenen biologischen und sozialen Geschlechtsdimensionen und ihrer Wechselwirkungen in die Forschung zu umweltbezogener Gesundheit verbunden sind. Daher waren sich die Teilnehmenden einig, dass noch erhebliche Anstrengungen erforderlich sind, um die Bedeutung der Geschlechterdimensionen im

Feld der umweltbezogenen Gesundheitswirkungen adäquat zu analysieren. Ein erster Schritt wäre die Verbesserung der Datenverfügbarkeit durch Berücksichtigung dynamischer und interagierender Geschlechterdimensionen bereits bei der Studienplanung. Insbesondere zum Embodiment-Ansatz und zu epigenetischen Regulationsprozessen sind darüber hinaus konzeptionelle Arbeiten notwendig. Die derzeitigen Wissensbestände aus den verschiedenen Fachdisziplinen und Good-Practice-Beispiele für geschlechtersensible Analysen bei Umwelt und Gesundheit sollten systematisch zusammengeführt werden. Auf Basis der derzeit verfügbaren Daten haben einfache geschlechtsstratifizierte Analysen mit einer dichotomen Geschlechterkategorie nach wie vor ihre Berechtigung, wenn sie zum Aufzeigen der Notwendigkeit einer weitergehenden geschlechtersensiblen Forschung genutzt und mit ersten Interpretationen zu möglichen zugrundeliegenden (kontextuellen) Ursachen verbunden werden.

In der Diskussion wurde auf das Spannungsfeld Wissenschaft und Politik verwiesen: Komplexe Konzepte und Analysen mit teilweise noch ungeklärten Fragen seitens der Forschung stehen oftmals der Anforderung nach einfachen beziehungsweise eindeutigen Aussagen seitens der Politik gegenüber. Die Teilnehmenden sprachen sich für eine stärkere Gewichtung der Geschlechterdimension in der Forschungsförderung aus, damit ausreichend Ressourcen für geschlechtersensible Forschung mit dem Ziel der theoretischen Weiterentwicklung und Verbesserung der Datenbasis bereitgestellt werden können. Aktuelle wissenschaftliche Publikationen, die anhand konkreter Beispiele den Nutzen einer differenzierten Betrachtung des Geschlechts thematisieren, sind in diesem Zusammenhang ebenso hilfreich. Eine systematische Integration dynamischer und interagierender Geschlechterdimensionen in die Forschung zu umweltbezogener Gesundheit wird die Forschungsqualität und damit die Aussagekraft im Hinblick auf die Entwicklung von Präventionsansätzen erhöhen.

Danksagung

Die Organisatorinnen und Organisatoren danken allen Teilnehmenden für ihre Vorträge und Diskussionsbeiträge und den Fachgesellschaften DGEpi und DGSMP für die finanzielle Unterstützung des Workshops.

Literatur

- Arbuckle TE (2006): Are there sex and gender differences in acute exposure to chemicals in the same setting? In: *Environmental Research* 101: 195–204.
- Bolte G (2015): Geschlecht, Umwelt und Gesundheit. In: Kolip P & Hurrelmann K (Hrsg.). *Handbuch Geschlecht und Gesundheit – Männer und Frauen im Vergleich*. Göttingen: Hogrefe (im Druck).
- Bolte G, Voigtländer S, Razum O et al. (2012): Modelle zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen sozialer Lage, Umwelt und Gesundheit. In: Bolte G, Bunge C, Hornberg C et al. (Hrsg.). *Umweltgerechtigkeit. Chancengleichheit bei Umwelt und Gesundheit: Konzepte, Datenlage und Handlungsperspektiven*. Bern: 39–50.
- Clougherty JE (2010): A growing role for gender analysis in air pollution epidemiology. In: *Environmental Health Perspectives* 118: 167–176.
- Fausto-Sterling A, Coll CG, Lamarre M (2012a): Sexing the baby: Part 1--What do we really know about sex differentiation in the first three years of life? In: *Soc Sci Med* 74: 1684–1692.
- Fausto-Sterling A, Coll CG, Lamarre M (2012b): Sexing the baby: Part 2--Applying dynamic systems theory to the emergences of sex-related differences in infants and toddlers. In: *Soc Sci Med* 74: 1693–1702.
- Gee GC, Payne-Sturges DC (2004): Environmental health disparities: a framework integrating psychosocial and environmental concepts. In: *Environ Health Perspect* 112: 1645–1653.
- Krieger N (2011): *Epidemiology and the people's health. Theory and context*. Oxford.
- Morello-Frosch R, Shenassa ED (2006): The environmental „riskycape“ and social inequality: implications for explaining maternal and child health disparities. In: *Environ Health Perspect* 114: 1150–1153.
- Vahter M, Gochfeld M, Casati B et al. (2007): Implications of gender differences for human health risk assessment and toxicology. In: *Environmental Research* 104: 70–84.
- Verdonk P, Klinge I (2012): Mainstreaming sex and gender analysis in public health genomics. In: *Gender Medicine* 9: 402–410.

Kontakt

Prof. Dr. Gabriele Bolte
Universität Bremen
Institut für Public Health und Pflegeforschung
Abteilung Sozialepidemiologie
Grazer Straße 4
28359 Bremen
E-Mail: gabriele.bolte[at]uni-bremen.de

[UBA]

Auswirkungen der elektromagnetischen Felder von Endgeräten des digitalen Behördenfunks auf Nutzerinnen und Nutzer

Effects of electromagnetic fields from handsets of digital broadcast for security authorities on users

Blanka Pophof

Abstract

In Germany, a nationwide uniform digital radio network for security authorities and organizations based on the TETRA standard (terrestrial trunked radio) is currently being constructed. Several European countries already use TETRA. Some countries, including Germany, have accompanied the implementation of the network by research on possible health effects of this radio standard. Studies on exposure to handheld radio terminals have shown that in everyday situations the limits for the general population are met. The terminals always comply with safety limits for occupationally exposed subjects, even in extremely unlikely scenarios. Studies on biological effects have shown no effect of TETRA on well-being, the cardiovascular system and cognitive performance. Similar to mobile phones, slight changes in brain activity during sleep and wakefulness were observed. Although these do not seem to be relevant for health, further research is performed to clarify the mechanisms of action.

Zusammenfassung

In Deutschland wird derzeit ein digitales Sicherheitsnetz für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) nach dem TETRA-Standard (Terrestrial Trunked Radio) aufgebaut. Mehrere andere europäische Länder nutzen bereits den TETRA-Funk. Einige Länder, wie auch Deutschland, begleiten den Aufbau mit wissenschaftlicher Forschung zu gesundheitlichen Wirkungen von TETRA-Funksignalen. Studien zur Exposition durch die BOS-Endgeräte haben gezeigt, dass in alltagstypischen Situationen die Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung eingehalten werden. Die Grenzwerte für beruflich Exponierte werden immer eingehalten, auch in extrem untypischen Szenarien. Studien zu biologischen Wirkungen haben keinen Einfluss auf das Wohlbefinden, das Herz-Kreislaufsystem und die kognitive Leistungsfähigkeit gezeigt. Ähnlich wie beim kommerziellen Mobilfunk zeigten sich geringfügige Veränderungen der Hirnaktivität im Schlaf und im Wachzustand. Obwohl diese nicht gesundheitsrelevant zu sein scheinen, wird weitere Forschung durchgeführt, um den Wirkmechanismus abschließend zu klären.

Einleitung

In Deutschland wird derzeit für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) ein Digitalfunknetz aufgebaut (BOS-Funk). Dabei handelt es sich um ein bundesweit einheitliches digitales Funksystem, das dem abhörsicheren Austausch von Informationen dient. Es wird von Rettungs- und Sicherheitskräften, wie Polizei, Feuerwehren, Rettungsdiensten, Katastrophen- und Zivilschutzbehörden, dem Technischen Hilfswerk und dem Zoll, verwendet. Das Funksystem arbeitet nach dem TETRA-Standard. TETRA verwendet den Frequenzbereich zwischen 380 und 395 Megahertz (MHz). Die kommerziellen Funknetze nutzen die Frequenzen von 900 bis 2.100 MHz. Das Signal der

mobilen BOS-Endgeräte ist gepulst (Pulsfrequenz 17,65 Hertz). Die Bundeswehr verwendet ein eigenes Übertragungssystem, TETRAPOL, das ähnliche Eigenschaften hat. Wie auch der kommerzielle Mobilfunk sind die beiden Systeme dem Hochfrequenzbereich zugeordnet. Die Besorgnis der Bevölkerung wegen möglicher gesundheitlicher Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder bezieht sich überwiegend auf Sendemasten. Messungen zeigen jedoch, dass in der Umgebung der Masten die Grenzwerte nach der Bundesimmissionsschutzverordnung bei weitem nicht ausgeschöpft werden (Bornkessel 2013). Die Exposition sinkt sehr schnell mit der Entfernung vom Sender,

deswegen sind Nutzerinnen und Nutzer der Endgeräte, die direkt am Körper betrieben werden, höher exponiert, als die Bevölkerung durch die weiter entfernten Masten.

Ausbau des Funknetzes

Die Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS) verantwortet den Aufbau, den Betrieb und die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Digitalfunks BOS. Die Behörde wurde 2007 mit Sitz in Berlin gegründet und gehört zum Geschäftsbereich des Bundesministeriums des Innern. Das BOS-Digitalfunknetz besteht aus mehreren Komponenten. Das Kernnetz wurde bereits 2013 fertiggestellt. Das gesamte Netz umfasst rund 4.500 Basisstationen an etwa 4.300 Standorten. Rund 97 Prozent der Fläche der Bundesrepublik Deutschland ist funkversorgt (Stand Juni 2015, <http://www.bdbos.de>).

Europaweit verfügen vierzehn Staaten über ein landesweites TETRA-Netz, acht weitere bauen TETRA-Netze auf, und in zwei Staaten sind TETRA-Netze geplant.

Schutz und Grenzwerte

Ein Teil der von den mobilen Endgeräten des BOS-Funks emittierten elektromagnetischen Felder wird vom Körper als Energie aufgenommen. Um gesundheitlich relevante Wirkungen auszuschließen, soll die beim Betrieb auftretende Energieaufnahme im Körper der Nutzerinnen und Nutzer festgelegte Höchstwerte nicht übersteigen. Als Maß für die Energieaufnahme dient die Spezifische Absorptionsrate (SAR), gemessen in Watt pro Kilogramm (W/kg).

Entsprechend einer Empfehlung der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK) und den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft soll die SAR bei beruflich exponierten Personen in Teilbereichen von Kopf und Rumpf maximal 10 W/kg, gemittelt über 10g Gewebe, betragen. Für die Allgemeinbevölkerung gilt entsprechend der Empfehlung der SSK und der EU-Kommission ein Wert von 2 W/kg. Diese Höchstwerte beruhen auf einer Empfehlung der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) und gelten für alle Anwendungen im

Frequenzbereich von 100 Kilohertz (kHz) bis 10 Gigahertz (GHz). Bei einer beruflichen Exposition, zum Beispiel mit einem TETRA-Endgerät, werden als Grundlage gesunde Arbeitnehmer betrachtet. Für die Allgemeinbevölkerung wurden für die Exposition mit unterschiedlichen am Körper oder in Körpernähe betriebenen Funkanwendungen (z. B. Handy, Bluetooth, WLAN-Stick) niedrigere Werte festgelegt, da hier auch empfindliche Personen, wie Kinder oder Kranke, berücksichtigt werden.

Auswirkungen auf die Nutzerinnen und Nutzer – Kenntnisstand aus der Fachliteratur

In Großbritannien, Dänemark und Deutschland wurden und werden der Aufbau und die Nutzung der digitalen TETRA-Funknetze von wissenschaftlichen Untersuchungen begleitet. Dabei konzentrierte man sich einerseits auf die Bestimmung der tatsächlichen Exposition und die Überprüfung der Einhaltung der Grenzwerte, andererseits auf mögliche biologische und gesundheitliche Auswirkungen. Im Fokus der meisten Studien standen die Endgeräte, da diese eine höhere Exposition verursachen als die Basisstationen (Masten).

Die meisten Studien stammen aus Großbritannien, da dort der TETRA-Funk bereits im Jahr 1999 eingeführt wurde. Untersuchungen zur Exposition unter realen Bedingungen (Dimbylow 2003) zeigten, dass die Grenzwerte für beruflich Exponierte in allen Fällen eingehalten beziehungsweise deutlich unterschritten werden. In den meisten Nutzungsszenarien werden auch die Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung eingehalten, nur in bestimmten Haltepositionen werden sie um rund 50 Prozent überschritten.

Experimente an Herzmuskelzellen und Nervenzellen aus dem Gehirn zeigten, dass das gepulste TETRA-Signal die elektrische Aktivität dieser Zellen nicht verändert (Green 2005). In Studien an Testpersonen zeigte sich kein Einfluss auf den Blutdruck, die Blutparameter und das Herz-Kreislaufsystem (Barker 2007).

Da die Exposition mit Endgeräten überwiegend am Kopf stattfindet, konzentrierten sich einige Studien auf die kognitive Leistungsfähigkeit, wie Reaktionszeiten, Gedächtnis und Aufmerksamkeit. Weiterhin wurden das Auftreten von Symptomen (z. B. Kopf-

schmerzen, Schwindel, Müdigkeit, Hautirritationen, Wärmeempfinden) und das Wohlbefinden der Probanden erfasst. Die kognitive Leistungsfähigkeit war im Allgemeinen nicht beeinträchtigt, es zeigte sich lediglich in einem von mehreren Tests eine Abnahme der Gedächtnisleistung für Wörter (Smith 2005). Eine dänische Studie konnte den Einfluss auf das Gedächtnis nicht bestätigen (Riddervold 2010). Mit einem simulierten wesentlich schwächeren Signal einer Basisstation wurde kein Einfluss auf die Kognition gefunden (Wallace 2012). Die Testpersonen konnten nicht feststellen, wann die Exposition stattfand und wann nicht (Nieto-Hernandez 2011). Es wurden weder mit dem Signal eines Endgerätes (Nieto-Hernandez 2011) noch mit dem Signal einer Basisstation (Wallace 2010) unangenehme Symptome hervorgerufen.

Die bislang umfangreichste Studie zu Langzeitwirkungen des TETRA-Funks ist die britische „Air-wave Health Monitoring Study“ an circa 100.000 Polizistinnen und Polizisten, die 2018 beendet werden soll (Elliott 2014).

Aktuelle Studien in Deutschland

In Deutschland hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Studien zu TETRA- und TETRAPOL-Endgeräten durchgeführt. Es wurde kein Einfluss auf die kognitive Leistungs-

fähigkeit, auf durch Bewegung hervorgerufene Hirnpotentiale und auf das Verhalten während einer Ruhesituation festgestellt (Neuschulz 2012).

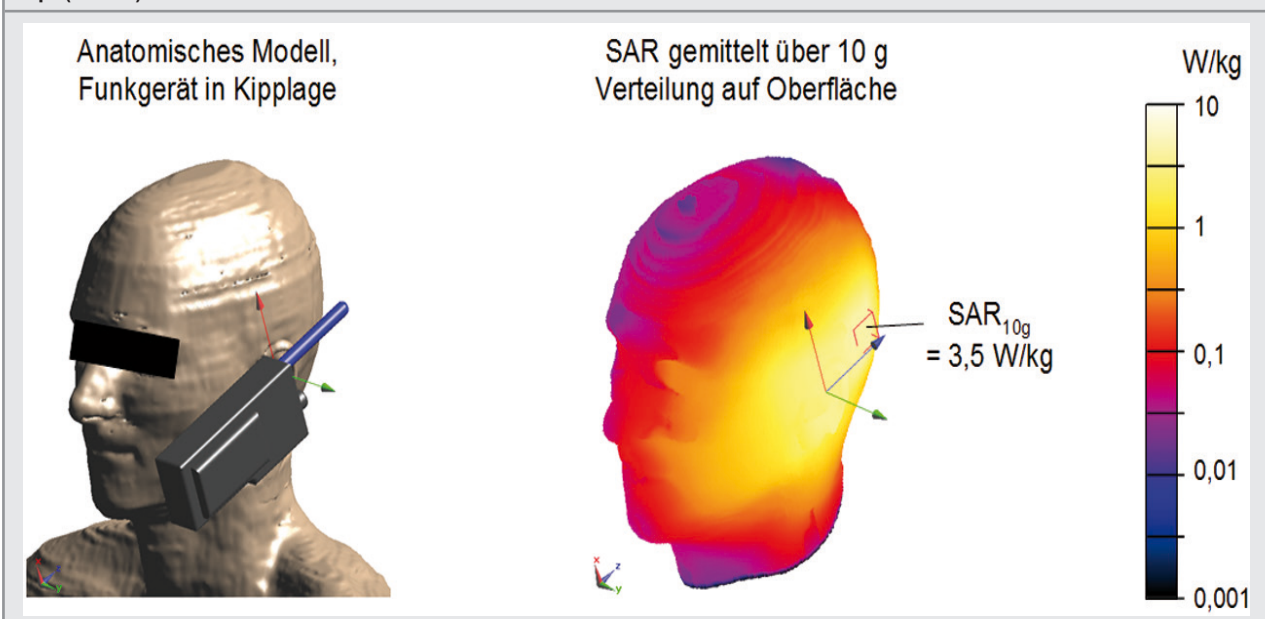
Die BDBOS hat im Jahr 2008 zwei Forschungsstudien in Auftrag gegeben, die den Einfluss von TETRA-Endgeräten auf die Nutzerinnen und Nutzer untersuchen sollten. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat die Themenstellung der beiden Studien empfohlen und die Koordinierungen sowie die fachliche Betreuung übernommen. Auf diese Studien wird im Folgenden näher eingegangen.

Studie zur Exposition der Nutzerinnen und Nutzer

Ziel des ersten Forschungsprojekts, das im BfS durchgeführt wurde (Bodendorf 2013), war die Bestimmung der Exposition der Nutzerinnen und Nutzer von Funkgeräten, die im digitalen BOS-Funknetz in Deutschland verwendet werden. Dabei wurde mit Hilfe von Computersimulationen die Verteilung der SAR-Werte im Körper für verschiedene praxisrelevante Gebrauchspositionen, Betriebsszenarien und Einsatzsituationen bestimmt (**Abbildung 1**). Die Computersimulationen wurden anhand von Messungen der SAR an Messphantomen verifiziert.

Im alltagstypischen Fall beträgt die Sendeleistung der im deutschen BOS-Netz eingesetzten Funkgeräte im zeitlichen Mittel einheitlich maximal 0,25 W.

Abbildung 1: Anatomisches Kopfmodell mit einem TETRA-Funkgerät am Ohr (links) und die simulierten SAR-Werte im Kopf (rechts). Quelle: BfS.



In dieser Betriebsart wird sowohl der in Deutschland geltende Grenzwert für die berufliche Exposition als auch die empfohlene Begrenzung für die Allgemeinbevölkerung in allen betrachteten Szenarien eingehalten und in der Regel sogar deutlich unterschritten. Lediglich beim Betrieb eines Funkgeräts im Fahrzeuginneren bei direktem Anlehnen an die metallische Karosserie wird die empfohlene Begrenzung für die Allgemeinbevölkerung nahezu ausgeschöpft. Beruflich genutzte Geräte müssen die Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung nicht einhalten, aus Vorsorgegründen und im Sinne einer technisch möglichen Expositionsminimierung ist dies aber sinnvoll.

Bei einer Kanalbündelung (gleichzeitige Nutzung aller vier möglichen Kanäle) kann die mittlere Sendeleistung der Handfunkgeräte auf maximal 1 W steigen. Auch in diesem Betriebsmodus wird der geltende Grenzwert für die beruflich bedingte Exposition in allen betrachteten Szenarien eingehalten. Die entsprechende Empfehlung für die Allgemeinbevölkerung kann hier in einzelnen Szenarien überschritten werden, zum Beispiel wenn beim Telefonieren die Antenne dem Kopf sehr nahe kommt oder wenn beim Telefonieren im Auto der Kopf die Karosserie berührt.

Die Erwärmung des Gewebes durch die absorbierte Strahlungsleistung beträgt bei einer mittleren Sendeleistung von 0,25 W maximal 0,25 °C und liegt damit unterhalb des von ICNIRP empfohlenen Bezugswertes von 1 °C, der als gesundheitlich unbedenklich gilt. Sie tritt ausschließlich direkt an der Hautoberfläche auf, und zwar bei den typischen Telefonierhaltungen im Bereich der Ohrmuschel. Im Inneren der Augen, die besonders wärmeempfindlich sind, wurde die stärkste Erwärmung bei der Verwendung der Funkgeräte zum Einsprechen vor dem Gesicht beobachtet, sie beträgt 0,075 °C.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass bei der Verwendung von TETRA-Funkgeräten im BOS-Netz keine Überschreitung der geltenden Grenzwerte gefunden wurde.

Studie zur Hirnaktivität

Das zweite vom BfS betreute Forschungsvorhaben wurde im Kompetenzzentrum für Schlafmedizin der Charité Berlin durchgeführt (Danker-Hopfe 2014). Es wurde untersucht, ob die Gehirnaktivität im Wachzustand und während des Schlafens durch die elektromagnetischen Felder, die durch die Be-

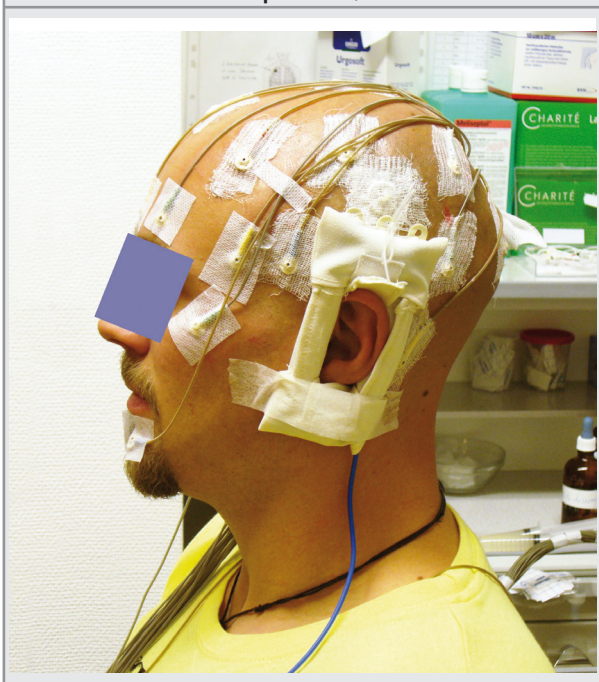
nutzung eines TETRA-Gerätes entstehen, verändert wird. Der Einfluss auf das schlafende Gehirn wurde untersucht, weil sich die Aktivität des Gehirns im Schlaf während eines längeren Zeitraums sehr gut mit dem EEG untersuchen lässt, ohne dass die Versuchsperson dabei gestört wird und ohne dass die Versuchsperson selbst die Ergebnisse unbeabsichtigt beeinflusst. Außerdem wurde überprüft, ob Menschen in ihrer Reaktionsfähigkeit und/oder ihrer Konzentration bei der Durchführung von verschiedenen Aufgaben durch diese elektromagnetischen Felder beeinflusst werden. An der Studie nahmen 32 junge, gesunde Männer im Alter von 18 bis 30 Jahren teil. Weitere Aufnahmekriterien waren unter anderem: potentielle Nutzung von TETRA, Rechtshänder, Nichtraucher, keine Schlafstörungen, kein Schichtdienst.

Jeder Studienteilnehmer wurde zu Beginn der Studie zu seinem Gesundheitszustand und zu den Aufnahmekriterien befragt und medizinisch untersucht. Er verbrachte dann einen Nachmittag und eine Nacht zur Eingewöhnung im Labor. Nach dieser Vorbereitungsphase verbrachte jeder Proband abwechselnd neun Nachmittage und neun Nächte, jeweils im Abstand von einer Woche, im Labor. Die Studiendauer erstreckte sich somit über 20 Wochen.

Zur Exposition wurde eine linksseitig direkt am Kopf getragene Antenne verwendet, die über ein Kabel mit einem Signalgenerator und einer Steuereinheit verbunden war und eine mit einem TETRA-Endgerät verursachte Exposition simulierte. Die tatsächliche Exposition einzelner Hirnareale wurde berechnet (Schmid 2012).

Es wurden drei verschiedene Expositionsstufen mit unterschiedlichen SAR-Werten jeweils in drei Nächten und an drei Tagen eingesetzt. Eine niedrige Expositionsstufe von 1,5 W/kg, wie sie beim alltäglichen Gebrauch von TETRA-Funkgeräten entsteht, eine höhere Leistungsstufe von 6 W/kg, die noch unterhalb des zulässigen Grenzwertes für berufliche Nutzerinnen und Nutzer liegt und eine Scheinexposition, bei der die Antenne am Kopf getragen wurde, aber kein Signal sendete. Weder die Probanden noch die Wissenschaftler, die sie betreuten und die Ergebnisse auswerteten, wussten, wann welche Expositionsstufe angewendet wurde (doppelte Verblindung). Die Reihenfolge der Expositionen wurde für jeden Probanden nach dem Zufallsprinzip bestimmt.

Abbildung 2: Versuchsperson mit EEG-Elektroden und der Antenne an der linken Kopfseite. Quelle: Charité Berlin.



Die am Kopf getragene Antenne verursachte in der höchsten Leistungsstufe bei 6 W/kg eine oberflächliche Erwärmung von fast 1 °C. Da die Studie verblindet durchgeführt wurde, war es wichtig zu prüfen, ob diese Erwärmung durch die Testpersonen wahrgenommen werden kann. Hierzu wurde eine Vorstudie durchgeführt (Dorn 2014). Es hat sich herausgestellt, dass die Probanden nicht in der Lage waren, die tatsächliche Temperaturerhöhung richtig einzuschätzen und die jeweilige Leistungsstufe zu erkennen. Ein Entblindungsrisiko bestand also nicht.

Die Gehirnaktivität wird gemessen, indem an der Oberfläche des Kopfes Schwankungen der elektrischen Spannung mittels Elektroden (**Abbildung 2**) aufgezeichnet werden (Elektroencephalogramm, EEG). Das EEG setzt sich aus unterschiedlich schnellen Wellen zusammen. Im Schlaf-EEG überwiegen die langsamen Theta- und sehr langsamen Delta-Wellen, im Wachzustand sieht man im EEG überwiegend mittlere Alpha- und schnelle Beta-Wellen. In den Schlafuntersuchungen wurde die Gehirnaktivität während des achtstündigen Schlafes aufgezeichnet, dabei trugen die Probanden die Antenne am linken Ohr (**Abbildung 2**) und wurden mit einer der drei möglichen Expositionsstufen befeldet.

Aus dem aufgezeichneten Schlaf-EEG wurden 76 Merkmale zur Makrostruktur des Schlafes ausgewertet, wie zum Beispiel Einschlaf latenz, Schlaf-

dauer, Tiefschlafanteil, Dauer und Verteilung einzelner Schlafstadien. Nur vier davon waren unter Exposition verändert, dabei handelte sich um geringfügige Verschiebungen in der Dauer einzelner Schlafstadien im Bereich von einigen Minuten. Bezogen auf den gesamten Schlaf bedeuten diese Änderungen keine Verschlechterung des Schlafes.

Die Auswertung des EEG über die gesamte Nacht zeigte vor allem eine Verringerung der schnellen (Beta-) Hirnaktivität während der Exposition in Abhängigkeit von der Leistungsstufe. Veränderungen traten vermehrt nach einer längeren Exposition zum Ende der Nacht auf. Da eine Reduktion der schnellen Wellen tendenziell als eine Verschiebung vom Leichtschlaf zum tieferen Schlaf interpretiert werden kann, lassen sich die Ergebnisse nicht im Sinne einer Verschlechterung des Schlafes unter Exposition deuten.

Anhand von Fragebögen wurde die persönlich empfundene Schlafqualität erfasst. Die Probanden wurden gefragt, wie schnell sie nach ihrer eigenen Einschätzung eingeschlafen sind, wie lange sie in der Nacht wach waren und wie sie ihre Schlafqualität allgemein beurteilten. Sämtliche Angaben zur persönlich empfundenen Schlafqualität wurden durch TETRA-Signale nicht beeinflusst.

Die Tagesuntersuchungen wurden immer zur gleichen Uhrzeit am Nachmittag durchgeführt, da bekannt ist, dass die Tageszeit einen Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse hat. Die Exposition dauerte insgesamt etwa drei Stunden. Nach Ablauf der ersten 30 Minuten wurden zunächst die Gehirnaktivität und der Wachheitsgrad im Ruhezustand gemessen. Im Anschluss daran mussten die Testpersonen Aufgaben in zwölf verschiedenen Computertests mit unterschiedlicher Schwierigkeit und geistiger Beanspruchung bearbeiten. Diese Tests können Aufschluss über die Reaktionsfähigkeit, Aufmerksamkeit und das Gedächtnis der Probanden geben.

TETRA hatte keinen Einfluss auf die Wachheit beziehungsweise Schläfrigkeit der Probanden. Das Ruhe-EEG zeigte wie auch im Schlaf leichte Veränderungen, die an fünf von 15 Elektrodenpositionen registriert wurden. Die schnelle (Beta-) und die langsame (Theta-) Gehirnaktivität nahmen unter TETRA-Einfluss zu. Die sehr langsame Aktivität (Delta) wurde geringer.

Hirnpotentiale, die durch akustische und visuelle Reize während der Tests hervorgerufen wurden, blieben unter Exposition in zwei durchgeführten Tests unverändert. Die Reaktionszeiten und die Genauigkeit der Antworten auf diese Reize wurden ebenfalls durch die Exposition nicht beeinflusst. Langsame Potentiale, die frühe Schritte der Informationsverarbeitung im Gehirn spiegeln, waren nur in einem von fünf Tests unter Exposition verändert. Die Reaktionsgeschwindigkeit, die während des Tests ebenfalls erfasst wurde, war nicht beeinflusst.

Bei einem Gedächtnistest, der in vier unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden durchgeführt wurde, zeigten sich in der einfachsten und in der schwierigsten Version keine Auswirkungen von TETRA. In den zwei mittleren Schwierigkeitsgraden wurden Unterschiede gefunden, die sowohl eine Verbesserung (mehr richtige Antworten bei 1,5 W/kg) als auch eine Verschlechterung (weniger richtige Antworten bei 6 W/kg) zeigten und somit nicht eindeutig zu bewerten sind. Im Gesamtergebnis über alle vier Schwierigkeitsgrade beeinflusste TETRA weder die Reaktionsgeschwindigkeit noch die Anzahl der richtigen Antworten. Mit einer Ausnahme zeigten sich in drei verschiedenen Aufmerksamkeitstests unter Exposition keine Unterschiede in der Reaktionszeit und der Genauigkeit der Bearbeitung (Sauter 2015).

Vor und nach den Tests füllten die Teilnehmer Fragebögen aus, die Auskunft zu ihrer aktuellen Befindlichkeit sowie zu körperlichen und psychischen Beschwerden gaben. Mit diesen Fragebögen wurde untersucht, wie sich die Studienteilnehmer vor Beginn der Untersuchungen fühlten und ob sich nach der Untersuchung etwas verändert hatte. Die Befeldung mit TETRA führte weder in der Nacht- noch in der Tagesuntersuchung zu körperlichen oder psychischen Beschwerden. Auch die Befindlichkeit wurde durch TETRA nicht beeinträchtigt. Weiterhin wurde das Wärmeempfinden abgefragt. Die Angaben dazu unterschieden sich nicht zwischen den drei Expositionsstufen. Im Einklang mit der Vorstudie konnten die Testpersonen nicht abschätzen, welche Expositionsbedingung angewendet wurde.

Weitere Forschung

Die in der letzten Studie beschriebenen geringfügigen Veränderungen im Schlaf- und Wach-EEG sind in ihrem Umfang vergleichbar mit bereits be-

kannten Beobachtungen beim Mobilfunk. Die Effekte waren bei 6 W/kg nicht ausgeprägter als bei 1,5 W/kg. Subjektiv wurden sie nicht wahrgenommen, eine Bedeutung für die Gesundheit ist nicht bekannt. Um die gesundheitliche Relevanz zu bewerten ist es wichtig, den Wirkmechanismus, der für die beobachteten Veränderungen verantwortlich ist, zu kennen. Es ist möglich, dass die durch die Antenne verursachte geringfügige Erwärmung der Haut zur Aktivierung von Wärmerezeptoren und zu thermoregulatorischen Reaktionen führt, die im EEG messbar sind. Am BfS wird eine durch die BDBOS finanzierte Literaturrecherche mit dem Titel „Bewertender Review zu der Frage der Übertragbarkeit von Ergebnissen aus benachbarten Frequenzbereichen und ähnlichen Technologien auf TETRA am Beispiel der Thermoregulation und deren Einflussfaktoren“ durchgeführt. Es soll die Frage geklärt werden, ob die beim Mobilfunk erzielten Ergebnisse uneingeschränkt auf den BOS-Funk übertragen werden können. Es wird auch der aktuelle Kenntnisstand zu den Zusammenhängen zwischen Thermoregulation, Wärmewahrnehmung, Hirnaktivität und Schlaf umfassend analysiert. Dadurch kann möglicherweise die Hypothese, dass die beim Mobilfunk und beim BOS-Funk im EEG beobachteten Veränderungen auf Thermoregulation zurückzuführen sind, gestützt werden.

Die Hirnaktivität im Wachzustand und im Schlaf variiert alters- und geschlechtsspezifisch. Deswegen können Ergebnisse, die in Untersuchungen an jungen gesunden Männern erzielt wurden, auf andere Bevölkerungsgruppen nicht übertragen werden. Aus diesem Grund wird im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesumweltministeriums im Auftrag des BfS an der Charité Berlin eine Studie an Frauen im Alter zwischen 60 und 80 Jahren unter dem Einfluss des Mobilfunks (GSM, 2 W/kg) und des BOS-Funks (TETRA, 6 W/kg) durchgeführt. Ergebnisse werden 2016 erwartet. Eine identische Studie an älteren Männern ist für den Forschungsplan 2016 vorgesehen.

Weitere Informationen

Internetseite **Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS)**: www.bdbos.bund.de.

Internetseite **Bundesamt für Strahlenschutz**: <http://www.bfs.de>.

Literatur

Barker AT, Jackson PR, Parry H et al. (2007): The effect of GSM and TETRA mobile handset signals on blood pressure, catechol levels and heart rate variability. In: *Bioelectromagnetics* 28(6): 433–438.

Bodendorf C (2013): Exposition durch in Deutschland verwendete TETRA-Endgeräte. BfS. urn:nbn:de:0221-2013062410893.

Bornkessel, C, Schubert M, Wuschek M (2013): Bestimmung der Exposition der allgemeinen Bevölkerung durch neue Mobilfunktechniken - Vorhaben 3611S80002. BfS. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2013041610546>.

Danker-Hopfe H, Dorn H, Sauter C et al. (2014): Probandenstudie zur Untersuchung des Einflusses der für TETRA genutzten Signalcharakteristik auf kognitive Funktionen. BfS. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2014090311644>.

Dimbylow P, Khalid M, Mann S (2003): Assessment of specific energy absorption rate (SAR) in the head from a TETRA handset. In: *Phys. Med. Biol.* 48(23): 3911–26.

Dorn H, Schmid G, Eggert T et al. (2014): Experimental investigation of possible warmth perception from a head exposure system for human provocation studies with TETRA handset-like signals. In: *Bioelectromagnetics* 35(6): 452–458.

Green AC, Scott IR, Gwyther RJ et al. (2005): An investigation of the effects of TETRA RF fields on intracellular calcium in neurones and cardiac myocytes. In: *Int. J. Radiat. Biol.* 81(12): 865–885.

Elliott P, Vergnaud AC, Singh D et al. (2014): The Airwave Health Monitoring Study of police officers and staff in Great Britain: Rationale, design and methods. In: *Environ. Res.* 134: 280–285.

Neuschulz H (2012): Einfluss eines TETRA-Feldes auf kognitive Funktionen und Reaktionen in einer Ruhesituation. In: *EMF Spectrum* 3: 13–17.

Nieto-Hernandez R, Williams J, Cleare AJ et al. (2011): Can exposure to a terrestrial trunked radio (TETRA)-like signal cause symptoms? A randomised double-blind provocation study. In: *Occup. Environ. Med.* 68: 339–344.

Riddervold IS, Kjærgaard SK, Pedersen GF et al. (2010): No effect of TETRA hand portable transmission signals on human cognitive function and symptoms. In: *Bioelectromagnetics* 31(5): 380–390.

Sauter C, Eggert T, Dorn H et al. (2015): Do signals of a hand-held TETRA transmitter affect cognitive performance, well-being, mood or somatic complaints in healthy young men? Results of a randomized double-blind cross-over provocation study. In: *Environ. Res.* 140: 85–94.

Schmid G, Bolz T, Uberbacher R et al. (2012): Design and dosimetric analysis of a 385 MHz TETRA head exposure system for use in human provocation studies. In: *Bioelectromagnetics* 33(7): 594–603.

Smith RN, Tattersall JEH, Bowditch SC et al. (2005): An Investigation of the Effects of the Airwave TETRA Signal on Cellular Calcium and Brain Function. Dstl Porton Down, Salisbury, Home Office.

Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A et al. (2012): Cognitive and physiological responses in humans to a TETRA base station signal in relation to perceived electromagnetic hypersensitivity. In: *Bioelectromagnetics* 33(1): 23–39.

Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A et al. (2010): Do TETRA (Airwave) Base Station Signals Have a Short-Term Impact on Health and Well-Being? A Randomized Double-Blind Provocation Study. In: *Environ. Health. Perspect.* 118(6): 735–741.

Kontakt

Dr. Blanka Pophof
Bundesamt für Strahlenschutz
Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit
AG-SG 1.4 Exposition, Wirkungen und
Risiken durch elektrische, magnetische und
elektromagnetische Felder, Anwendungen
beim Menschen einschließlich Ultraschall
85762 Oberschleißheim
E-Mail: bpophof@bfs.de

[BfS]

Ebolafieber-Ausbruch in Westafrika: Lehren für Deutschland

Ebola Virus Disease Outbreak in West Africa: Lessons learned for Germany

Iris Hunger, Markus Kirchner

Abstract

The since 2014 ongoing outbreak of Ebola Virus Disease in West Africa is the largest of its kind since the discovery of the Ebola virus. Although the risk of importation of the disease was considered very low, the event has created strong public interest and substantial activities for public health authorities in Germany. In the future, the existing expertise and extraordinary capacities to deal with rare but dangerous infections in Germany have to be expanded and flexibly applied. Germany must also improve its capacities to combat such severe disease outbreaks abroad.

Zusammenfassung

Der seit 2014 andauernde Ebolafieber-Ausbruch in Westafrika ist der größte seiner Art seit das Ebolavirus entdeckt wurde. Trotz des sehr geringen Risikos der Einschleppung nach Deutschland hat das Geschehen hier zu hohem öffentlichen Interesse und erheblichen Aktivitäten der Gesundheitsbehörden geführt. In Zukunft müssen das vorhandene Wissen und die sehr guten Kapazitäten in Deutschland für den Umgang mit seltenen, aber gefährlichen Infektionskrankheiten weiter verbessert und situationsabhängig eingesetzt werden. Darüber hinaus muss sich Deutschland strategischer an der Bekämpfung solcher schwerwiegenden Krankheitsausbrüche im Ausland beteiligen.

Hintergrund

Der Ebolafieber-Ausbruch in Westafrika 2014/2015 ist der mit Abstand größte, längste und geografisch verbreitetste Ausbruch dieser Krankheit seit der Entdeckung des Virus 1976. Ursprung des Geschehens ist mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Indexfall im westafrikanischen Guinea, der bereits im Dezember 2013 erkrankte. Bis Mitte 2015 waren weltweit mehr als 27.000 Fälle registriert und mehr als 11.000 Tote zu beklagen. Neben den hauptbetroffenen Ländern Guinea, Liberia und Sierra Leone wurden 36 Fälle in sieben weiteren Ländern bekannt: Italien, Mali, Nigeria, Senegal, Spanien, Großbritannien und den USA. 15 Erkrankte verstarben. Immer noch kommen in Westafrika wöchentlich neue Erkrankungs- und Todesfälle hinzu. Der Ausbruch ist noch nicht beendet (WHO 2015).

In Deutschland hat das Geschehen zu einem hohen öffentlichen Interesse und Medienecho sowie zu erheblichen Aktivitäten bei Gesundheitsbehörden auf allen Ebenen geführt. Diese gesteigerte Risikowahrnehmung war vor allem der Unbekanntheit des Erregers für Deutschland und der hohen Letalität von Ebolafieber geschuldet. Es bestand eine erhebliche Unsicherheit, inwieweit Deutschland direkt betroffen sein könnte.

In Deutschland wurden bisher keine Fälle von Ebolafieber bekannt, die unerkannt eingereist sind. Allerdings wurden drei in Westafrika an Ebolafieber erkrankte Personen zur Behandlung nach Deutschland evakuiert; zwei von ihnen sind genesen, eine Person verstarb. Außerdem wurde eine Person mit hohem Expositionsrisiko nach Deutschland evakuiert; diese erkrankte nicht an Ebolafieber.

Beobachtungen und Schlussfolgerungen für den öffentlichen Gesundheitsdienst in Deutschland

Das Risiko der Einschleppung von Ebolafieber nach Deutschland war während des Ausbruchs in Westafrika zu jeder Zeit sehr gering. Bedingt durch die oben genannte gesteigerte Risikowahrnehmung, bestand auf allen Ebenen des Gesundheitssystems (u. a. Öffentlicher Gesundheitsdienst, Ärzteschaft, Krankenhäuser, Rettungsdienste, Labore) dennoch ein akuter hoher Informationsbedarf. Fälle von Ebolafieber waren bis zu diesem Zeitpunkt in Deutschland nicht aufgetreten. Die genannten Gruppen hatten daher keine Erfahrung im Umgang mit diesem Erreger.

Das „Rahmenkonzept Ebolafieber“ war das zentrale Dokument, um dem Informationsbedarf gerecht zu werden (RKI 2015). Dieses wurde vom Robert Koch-Institut in Abstimmung mit den Landesgesundheitsbehörden, Arbeitsschutzbehörden, den relevanten Fachgesellschaften sowie weiteren Experten erstellt und am 01.12.2014 veröffentlicht. Es fasst die vorhandenen Informationen, Empfehlungen und Regelungen zum seuchenhygienischen und klinischen Management von Erkrankungen an Ebolafieber in Deutschland zusammen und setzt sie in den Kontext des aktuellen Ausbruchsgeschehens in Westafrika. Das Dokument und die nötigen Abstimmungen wurden von allen Akteuren als sehr hilfreich und zielführend angesehen. Im weiteren Verlauf haben das öffentliche Interesse und die Risikowahrnehmung, zumindest in Deutschland, erheblich nachgelassen. Allerdings erfolgte die Fertigstellung auch zu einem Zeitpunkt, an dem der Höhepunkt des Ausbruchs in Westafrika bereits überschritten war.

Dieser Ausbruch zeigt, wie wichtig es ist, für außergewöhnliche gesundheitliche Gefahrenlagen, zum Beispiel durch selten vorkommende Erreger, ein bestimmtes Grundwissen und Empfehlungen vorzuhalten, wobei letztere jeweils situationsabhängig angepasst werden müssen. Erfahrungen und vorhandene Absprachen aus früheren gesundheitlichen Krisensituationen, wie der Influenza-Pandemie 2009 oder dem EHEC/HUS-Ausbruch 2011, sollten genutzt werden. Da dies nicht jeder Arzt und jedes Krankenhaus für jeden denkbaren seltenen Erreger leisten kann, muss dieses Wissen zentral vorgehalten und einfach zugänglich sein. Hierbei spielt auch die kurzfristige Identifizierung von Wissenslücken und die mittelfristige Initiierung von Grundlagen- und angewandter Forschung zur Schließung dieser Lücken eine wichtige Rolle. Nur so können alle Akteure im Gesundheitswesen zeitnah und flexibel reagieren.

Die Organisation und Leitung aller im Zusammenhang mit dem Infektionsgeschehen erforderlichen antiepidemischen und präventiven Maßnahmen ist in Deutschland Aufgabe des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (ÖGD). Dieses seuchenhygienische Management umfasst alle zur Erkennung und Bewältigung des Geschehens notwendigen Maßnahmen. Hierzu zählen zum Beispiel die Ermittlung und Erfassung der Fälle, Isolations- und Quarantänemaßnahmen sowie der Umgang mit Kontaktpersonen. Die Zuständigkeit liegt insbesondere bei den Ge-

sundheitsämtern der Landkreise und Städte. Für die Behandlung von hochkontagiösen lebensbedrohlichen Erkrankungen, wie beispielsweise Ebolafieber, stehen in Deutschland sieben Behandlungszentren des STAKOB (Ständiger Arbeitskreis der Kompetenz- und Behandlungszentren, <http://www.rki.de/stakob>) mit ihren Sonderisolierstationen zur Versorgung der Patienten bereit. In diesen wurden auch die drei evakuierten Ebolafieber-Erkrankten behandelt. Während des Ebolafieber-Ausbruchs in Westafrika bestand in Deutschland aber Unklarheit darüber, wie Ebolafieber-Verdachtsfälle überhaupt erkannt und außerhalb von Sonderisolierstationen sicher versorgt werden können. Es wurde deutlich sichtbar, dass zusätzlich zu den Sonderisolierstationen eine Struktur wünschenswert ist, die Krankenhäuser und Arztpraxen beim Management der begründeten Verdachtsfälle vor Ort (z. B. Isolierung der Erkrankten, Schutzkleidung für das medizinische Personal, spezialisierte Diagnostik) unterstützt.

Eine Möglichkeit wäre, die Kapazitäten der STAKOB-Zentren durch einen gezielten Kompetenzaufbau in ausgewählten, strategisch platzierten Krankenhäusern bundesweit zu ergänzen. Diese sogenannten Schwerpunktkrankenhäuser sollen dann eine adäquate und sichere Erstversorgung von Patienten mit hochkontagiösen lebensbedrohlichen Erkrankungen beziehungsweise Verdachtsfällen gewährleisten, bis eine Verlegung in eine Sonderisolierstation erfolgen kann. Daneben müssen die Kapazitäten der Gesundheitsämter als lokale Manager von Public Health-Gefahrenlagen gestärkt werden, insbesondere durch gut ausgebildetes Personal.

Beobachtungen und Schlussfolgerungen für die Unterstützung der Ausbruchsbekämpfung im Ausland

Deutschland hat auf medizinischer Seite die Bekämpfung des Ebolafieber-Ausbruchs in Westafrika hauptsächlich durch den Betrieb mobiler Labore zur Ebolafieber-Diagnostik und durch Personal für epidemiologische Ermittlungen, zum Beispiel von Kontaktpersonen unterstützt (siehe auch den Beitrag Kratz S. 87–90 in dieser Ausgabe). An Einsätzen der Hilfsorganisationen wie „Ärzte ohne Grenzen“ nach Westafrika haben sich daneben eine Reihe deutscher Ärzte beteiligt, um Ebolafieber-Patienten zu versorgen.

Für alle genannten Einsätze waren spezifische Trainings der Mitarbeiter und gezielte Vorbereitungen nötig, um im Ausbruchsbereich sicher und effektiv arbeiten zu können. Dadurch konnte allerdings ein Großteil der von Deutschland entsandten Hilfskräfte erst spät im Ausbruchsverlauf in Westafrika eingesetzt werden. Ein vom Deutschen Roten Kreuz betriebenes Ebolafieber-Behandlungszentrum in Liberia wurde zum Beispiel erst fertig, als die Fallzahlen schon wieder stark sanken. Es konnte dadurch nicht mehr für den eigentlichen Zweck verwendet werden.

Damit Deutschland sich bei ähnlichen Krankheitsgeschehen in Zukunft frühzeitiger und effektiver beteiligen kann, sollten entsendende Organisationen einsetzbare Hilfskräfte bereits im Vorfeld identifizieren und gezielt auf Einsätze vorbereiten sowie Modalitäten für ihre Entsendung vorab festlegen.

Der Ausbruch in Westafrika konnte vor allem dadurch so drastische Ausmaße annehmen, weil die Gesundheitssysteme in den drei hauptsächlich betroffenen Ländern deutliche Schwächen aufwiesen. Zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung in diesen und ähnlichen Ländern muss der Aufbau einer leistungsfähigen Gesundheitsversorgung, einschließlich eines Krankheitsüberwachungssystems vor Ort vorangebracht werden. Indirekt würde dadurch auch Deutschland vor der Einschleppung von Gesundheitsgefahren geschützt werden.

Der G7-Gipfel vom Juni 2015 hat noch einmal das Grundrecht auf Gesundheit für jeden Menschen betont und erklärt, in den nächsten fünf Jahren mindestens 60 Länder beim Aufbau beziehungsweise Ausbau ihrer Gesundheitssysteme zu unterstützen (G7 2015). Deutschland sollte hier ein fester Partner sein und sich nicht nur aus humanitären Gründen engagiert daran beteiligen.

Literatur

G7 (2015): Abschlusserklärung „An morgen denken. Gemeinsam handeln“. G7-Gipfel 7.–8. Juni 2015. http://www.g7germany.de/Content/DE/_Anlagen/G8_G20/2015-06-08-g7-abschluss-deu.pdf (Abrufdatum: 12.08.2015).

Kratz T (2015): Mit ECDC/GOARN zur Ebola-Ausbruchsbekämpfung in Guinea: Ein Erfahrungsbericht. In: Umwelt und Mensch – Informationsdienst (UMID) 2: 87–90.

RKI (2015): Rahmenkonzept Ebolafieber, 05.03.2015. <http://www.rki.de/ebola-rahmenkonzept> (Abrufdatum: 12.08.2015).

WHO (2015): Ebola Situation Reports. <http://apps.who.int/ebola/ebola-situation-reports> (Abrufdatum: 12.08.2015).

Kontakt

Dr. Iris Hunger
Robert Koch-Institut
Zentrum für Biologische Gefahren und
Spezielle Pathogene
Informationsstelle des Bundes für Biologische Gefahren
und Spezielle Pathogene (IBBS)
Seestraße 10
13353 Berlin
E-Mail: [HungerI\[at\]rki.de](mailto:HungerI[at]rki.de)

[RKI]

Mit ECDC/GOARN zur Ebola-Ausbruchsbekämpfung in Guinea: Ein Erfahrungsbericht

With ECDC/GOARN in Guinea for the Ebola Outbreak Management: Experiences in the field

Thomas Kratz

Abstract

The West African Ebola Outbreak is, with more than 27,000 cases and more than 11,000 deaths the biggest of its kind. Thomas Kratz, physician and epidemiologist from the Robert Koch Institute, reports experiences made during his mission as an epidemiologist in Guinea in spring 2015. His impression is that international aid has, after some delays, arrived even on the local level – although community health workers operating outside UN-agencies seem to be disadvantaged. Further challenges would include areas of coordination of logistics, problems of acceptance by the local population and partially by health-care workers regarding necessary protective measures against Ebola virus disease (EVD) as well as deficiencies in the very little frequented regular healthcare system. The EVD outbreak is not over, attention of international and local actors should not fade.

Zusammenfassung

Die Ebola-Epidemie in Westafrika ist mit mehr als 27.000 Erkrankten und mehr als 11.000 Todesopfern die bisher größte in der Geschichte. Der Arzt Thomas Kratz vom Robert Koch-Institut berichtet von Erfahrungen im Rahmen seines Einsatzes in Guinea im Frühjahr 2015. Nach seinem Eindruck ist die internationale Hilfe nach einigen Verzögerungen auch auf lokaler Ebene angekommen, wobei außerhalb von UN-Behörden arbeitende lokale Gesundheitshelfer jedoch benachteiligt zu sein scheinen. Herausforderungen bestünden weiterhin im Bereich der Koordination der Logistik, Akzeptanz der Bevölkerung und teilweise auch der Helfer hinsichtlich notwendiger Schutzmaßnahmen bei Ebolafieber, sowie bei Defiziten im zurzeit sehr niedrig frequentierten regulären Gesundheitssystem. Die Ebolafieber-Epidemie ist nicht vorbei, sodass die Aufmerksamkeit der internationalen und lokalen Akteure nicht nachlassen sollte.

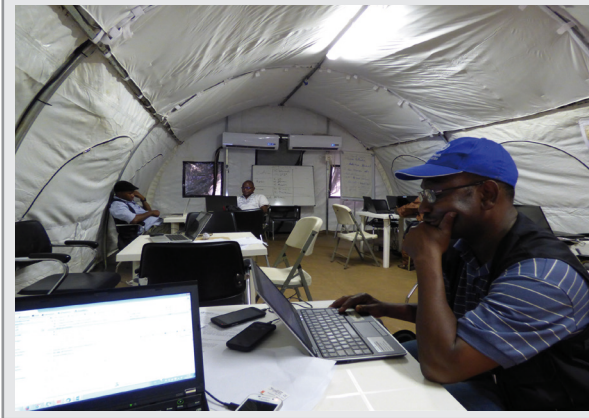
Die Ebola-Epidemie in Westafrika ist mit mehr als 27.000 Erkrankten und mehr als 11.000 Todesfällen der bisher größte Ausbruch dieser Erkrankung (WHO 2015).

Im März 2015 erreichte mich eine Ausschreibung des European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), in der Helfer für die epidemiologische Surveillance (Überwachung) der Ebola-Epidemie in Guinea gesucht wurden. Mich trieb die Frage um, wie gründlich in Westafrika die Nachverfolgung von Kontaktpersonen mit dem Ziel der Unterbrechung der Infektionsketten erfolgt – eine zur Beendigung von Ebola-Ausbrüchen erprobte und sehr effiziente Maßnahme, die zu Hochzeiten der Epidemie aufgrund hoher Fallzahlen und Personalmangels nicht effizient durchgeführt werden konnte. Im Juni 2014 war ich bereits für „Ärzte ohne Grenzen“ (MSF) in Sierra Leone im Einsatz und entsprechend geprägt. Zu der Zeit war das Ebo-

lafieber dort gerade erst entdeckt worden – wahrscheinlich viel zu spät. MSF forderte damals mehr Hilfe von der internationalen Gemeinschaft. Viel ist seitdem geschehen. Ich wollte mir ein Bild von der Lage machen, nachdem die internationale Hilfe angekommen ist, also bewarb ich mich beim ECDC. Von dort wurde ich weiter an das Global Outbreak Alert and Response Network (GOARN) vermittelt, ein Expertennetzwerk der WHO, welches bei Gesundheitsnotständen in WHO-Mitgliedstaaten interveniert, die zum Beispiel durch Epidemien oder Naturkatastrophen hervorgerufen sein können. Nach einigen E-Mails und Telefonaten erhielt ich die nötigen Unterlagen und Flugtickets und machte mich als Mitarbeiter des Robert Koch-Instituts am 13. April 2015 auf den Weg nach Guinea.

Bei der Einsatzvorbesprechung in der Hauptstadt Conakry erhielt ich Informationen zum Einsatzgebiet. Geplant war, dass ich in der nördlich gelegenen

Abbildung 1: Büro im Zelt. Foto: T. Kratz, RKI.



Präfektur Boffa das einheimische Team von Epidemiologen technisch unterstützen sollte. Conakry wirkte auf mich wie eine der vielen afrikanischen Großstädte, die ich zuvor bei meinen humanitären Hilfseinsätzen gesehen hatte: groß, turbulent, chaotisch, mit Hotels und Restaurants, in denen ein quasi-westlicher Lebensstil vorherrscht. Die Präsenz von Ebolafieber ist durch viele Aufklärungsplakate mit Worten wie „Ebola ist Realität“, allgegenwärtigen Stellen zum Händewaschen und Temperaturmessungen (mit „Thermoflash“) an Hotels und öffentlichen Gebäuden zu spüren; gleichzeitig war der Präsidentschafts-Wahlkampf schon in vollem Gange. Die Straße von Conakry nach Boffa ist gut ausgebaut – wobei es alleine zwei Stunden dauert, bis man den Stau in der Hauptstadt hinter sich gelassen hat.

Boffa, die Hauptstadt der gleichnamigen Präfektur, ist sehr idyllisch an der Einmündung des Flusses Pongo in den Atlantischen Ozean gelegen. Es gibt das Nötigste: eine Schule, eine Moschee, ein Krankenhaus, ein Gesundheitszentrum sowie eine kleine Gesundheitsstation. An die Gesundheitsbehörde (Direction Préfectorale de la Santé, DPS) in Boffa ist ein Team der WHO angegliedert, in dem ich mitarbeitete. Ein großes klimatisiertes Tunnelzelt war als Büro eingerichtet (**Abbildung 1**).

In Guinea gilt seit der Erklärung des nationalen Gesundheitsnotstands im März 2015 (Africaguinee 2015), dass alle Todesfälle unabhängig von der Todesursache unter Einhaltung der bei Ebolafieber üblichen Schutzmaßnahmen beerdigt und zuvor auf das Ebolavirus getestet werden sollen. Gleich am ersten Arbeitstag ging es recht turbulent zu: Erst wurde ein Todesfall vom Vortag in der Unterprä-

fektur Tugnifili als positiv auf Ebolavirus bestätigt. Dann – mein kleines Team und ich waren gerade in Koba unterwegs – erhielten wir einen Anruf, dass in der Nähe von Tugnifili ein Team aus einheimischen Mitarbeitern der DPS und lokalen Repräsentanten von Dorfbewohnern angegriffen worden sei. Es habe zwei Verletzte gegeben, was sich später bestätigte. Zu dem Zwischenfall kam es offenbar, als das Team versucht hatte, die Bevölkerung auf eine bevorstehende sichere Beerdigung vorzubereiten. Daraufhin waren die Aktivitäten in den folgenden Tagen reduziert, was auch die Suche nach Kontaktpersonen des an Ebola Verstorbenen beeinträchtigte. Besuche im Feld zur Nachverfolgung von Kontaktpersonen und zum aktivem Auffinden von Fällen wurden von der lokalen Bevölkerung meist akzeptiert, allerdings war der Zugang zu einigen Dörfern mit Akzeptanzproblemen (frz.: „Réticences“) von vornherein eingeschränkt.

Die internationale Hilfe war wirklich angekommen, von Material (z. B. Händewaschgelegenheiten, persönliche Schutzausrüstung, sogar Smartphones zur elektronischen Nachverfolgung von Kontaktpersonen) über Personal bis hin zu Fahrzeugen, wobei es an Letzteren jedoch oft wegen Benzinknappheit und mangelnder Koordination haperte. So kam es beispielsweise einmal zu der Situation, dass der Leiter eines Gesundheitszentrums, selbst Krankenpfleger, von vier Ärzten gleichzeitig besucht worden war, da es offensichtlich mehr Personal- als Transportressourcen gab. Ich gewann den Eindruck, dass Ressourcen im regulären Gesundheitssystem fehlten: Die Gesundheitszentren in der Umgebung von Boffa, die ich besuchte, waren größtenteils in einem heruntergekommenen Zustand (**Abbildung 2**).

Abbildung 2: Gesundheitszentrum in der Umgebung von Boffa. Foto: T. Kratz, RKI.



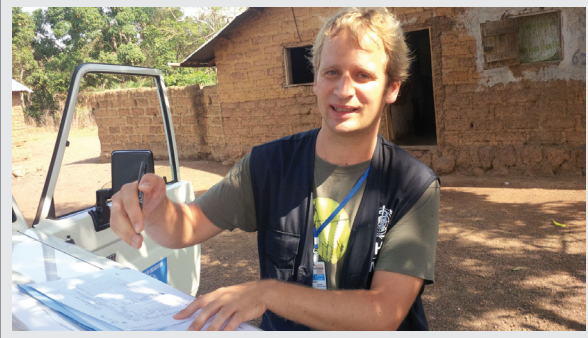
In einem waren beispielsweise die Decken durch Fledermausbefall teils eingebrochen. Die Konsultationszahlen sind, nach eigenen Berechnungen, in den Gesundheitszentren der Präfektur Boffa von 2014 (Kalenderwoche 6 bis 9, also vor der Deklaration des Ebola-Ausbruchs in Guinea) zu 2015 (Kalenderwoche 6 bis 9) um das Acht- bis Neunfache zurückgegangen. Einheimischen Helfern zufolge haben offenbar viele Erkrankte Angst, beim Aufsuchen eines Gesundheitszentrums automatisch als Ebola-Verdachtsfall stigmatisiert zu werden. Eine unlängst veröffentlichte Studie schätzt, dass seit Beginn der Ebola-Epidemie in Westafrika durch Mangel an Kapazitäten im Gesundheitssystem bis zu 10.900 zusätzliche Todesfälle durch Malaria zu verzeichnen sind (Walker 2015).

Nach etwas mehr als zwei Wochen Einsatz in Boffa wechselte ich Anfang Mai 2015 in die Präfektur Forecariah, zu diesem Zeitpunkt das Epizentrum der Ebola-Epidemie. Die gleichnamige Hauptstadt ist vergleichsweise groß und geschäftig, ich war in einem Hotel untergebracht. Groß und geschäftstüchtig war auch das Lagezentrum – die Epidemiologie-Lagebesprechung war straff organisiert und effizient. Der Leiter der epidemiologischen Surveillance regte an, dass ich zusammen mit einheimischen Teams in der Moussayah-Unterpräfektur arbeiten sollte, wo die meisten Fälle von Ebolafieber auftraten. Gleich am Tag nach meiner Ankunft sollte es ins Feld gehen (**Abbildung 3**).

Ich war einem sehr erfahrenen einheimischen Arzt zugeteilt, mit dem ich in der Unterpräfektur Moussayah in die Dörfer gehen sollte, um Kontaktpersonen nachzuverfolgen und aktiv neue Fälle zu suchen. Schon im ersten Dorf trafen wir auf eine Familie, die die Anwesenheit von Kranken energisch abstritt – obwohl wir vorher den Hinweis erhalten hatten, dass eine erkrankte Kontaktperson in dem Dorf versteckt würde. Nach einigem Hin und Her trat die Erkrankte dann vor die Hütte und berichtete von ihren Symptomen. Bis zum Eintreffen des Krankenwagens vergingen weitere zwei Stunden, die Evakuierung gestaltete sich unproblematisch. Das Testergebnis auf Ebola war später positiv. Unfassbar für mich war, dass während des Evakuierungsprozesses andere Dorfbewohner die Patientin anfassen und umarmten – trotz ausführlicher Aufklärung über die Ansteckungsgefahr bei Ebolafieber.

Als wir bei einem Folgeinsatz im selben Dorf nun Kontaktpersonen nachverfolgen wollten, hörten wir

Abbildung 3: Der Autor bei der Arbeit. Foto: T. Kratz, RKI.



aus einer benachbarten Ortschaft Totenklagen wie bei einer Beerdigung. Wir fuhren sofort hin und trafen auf eine trauernde Menschengruppe von circa 80 Personen. In diesem Fall war das Beerdigungsteam bereits von der Dorfbevölkerung kontaktiert worden, die Gespräche mit dem der Gemeinschaft vorstehenden Imam verliefen freundlich – die Gruppe schien von den Ereignissen bedrückt, war sich aber der Risiken von Ebolafieber offenbar bewusst. Hinter der Menschengruppe, Richtung Wald, standen knapp ein Dutzend ältere, traditionell in Pagne gekleidete Frauen, die sehr reserviert wirkten. Wie sich später herausstellte, war der Leichnam bereits vor dem Eintreffen des Beerdigungsteams von traditionellen Leichenwäscherinnen („Laveuses du corps“) gereinigt worden. Mir fehlten die Worte. Dann jedoch erfuhr ich von Anthropologen vor Ort, dass Leichenwaschungen nach traditionellen Riten von bestimmten und respektierten Personen (i.d.R. ältere Personen) vorgenommen werden – und dass die Beerdigungsteams, die vor allem aus jungen Männern bestehen, von manchen als Affront wahrgenommen werden.

Am selben Tag wurden wir zu einem grauenhaften Fund gerufen: Ein älterer Familienvater von sieben Kindern hatte sich umgebracht. Wir fanden seinen Leichnam noch am Baum hängend vor, umgeben von einer großen Menge Schaulustiger. Die Polizei war bereits eingetroffen und achtete darauf, dass niemand die Leiche berührte. Auch wenn die Todesursache nicht Ebolafieber war: dieses Ereignis hat mich am meisten getroffen.

In Forecariah war für meine letzten Einsatztage eine Haus-zu-Haus-Kampagne anberaumt. In Dörfern, in denen es kurz zuvor Fälle von Ebolafieber gegeben hatte, sollten alle Haushalte besucht werden, um Verdachtsfälle aufzuspüren. Ich war während der Kampagne den „regulären“ Teams zugeteilt.

Viele Fahrzeuge unterschiedlicher UN-Behörden (UNICEF, OCHA, WHO etc.) fuhren in die Dörfer, sodass ich einmal für einen Einsatz im Dorf in einem regelrechten Stau hinter zehn anderen Fahrzeugen stand. Fraglich ist, ob die einheimische Bevölkerung mit dieser Präsenz nicht überfordert war. Im selben Dorf stellte sich heraus, dass das einheimische Gesundheitspersonal auf Gemeindeebene (Agents Communautaires, AC) völlig überlastet war: Ein AC war mit der Nachverfolgung von circa 170 Kontaktpersonen beschäftigt – 20 bis 30 Kontaktpersonen wären die akzeptable Norm. Problematisch war auch, dass von einheimischen Helfern (AC sowie Kräfte, die bei den Leichen Proben entnehmen) in einigen Dörfern wiederholt zu hören war, dass sie monatelang kein Geld erhielten. Die Mitarbeiter der Beerdigungs- und Ambulanzteams hatten Kapazitätsprobleme (Mangel an Krankenwagen) und wirkten überlastet. Einmal beobachtete ich ein Ambulanzteam, das seine Tätigkeit nur in unvollständiger Schutzkleidung verrichtete; ein Mitarbeiter trug sogar nur eine Schutzhaube, Brille und Handschuhe, ansonsten Straßenkleidung. Ein anderes Mal wurde nach der Evakuierung von Ebola-fieber-Verdachtsfällen die Sprühdesinfektion der Häuser nur sehr flüchtig vorgenommen.

Die eigene Sicherheit spielte immer eine wichtige Rolle, wobei mir entsprechende Maßnahmen (z. B. Infektionsschutz bei Einsätzen in den Dörfern) bereits von meinen vorherigen Einsätzen mit „Ärzte ohne Grenzen“ geläufig waren. Die Wahrscheinlichkeit einer Ansteckung war, bedingt durch die niedrigen Fallzahlen in dieser Region, eher geringer als zum Beispiel in Sierra Leone oder Liberia im Herbst 2014. Obwohl ich keinen direkten Kontakt zu Ebola-Infizierten hatte, lag es in der Natur der Sache dennoch bei der Arbeit ständig wachsam zu sein – auch vor dem Hintergrund anderer Risiken wie Malaria, Verkehrsunfällen und gewalttätigen Übergriffen. Kurz vor der Rückkehr nach Deutschland unterzog ich mich einer planmäßigen Screening-Untersuchung in der Klinik der Vereinten Nationen in Conakry. Darüber hinaus wurden am Flughafen bei der Ausreise im Rahmen des sogenannten „Exit Screenings“ Fragen gestellt und die Temperatur gemessen. Nach meiner Rückkehr in Deutschland schließlich meldete ich mich beim zuständigen Gesundheitsamt am Wohnort, wo eine 21-tägige Selbstbeobachtung auf mögliche Krankheitssymptome, wie Fieber, Übelkeit, Erbrechen und Blutungen, empfohlen wurde. Bisher ist glücklicherweise kein Helfer aus Deutschland an Ebola-fieber erkrankt.

Bis jetzt haben Mitarbeiter des Robert Koch-Instituts insgesamt 85 Einsätze in Westafrika absolviert. Die Aufmerksamkeit der internationalen und nationalen Akteure darf nicht nachlassen, denn die Ebola-fieber-Epidemie in Westafrika ist noch nicht vorbei. Neben Ebola gibt es jedoch noch viele andere vernachlässigte Tropenkrankheiten – so ist zum Beispiel wenig bekannt, dass am ebenfalls in Westafrika vorkommenden Lassa-fieber nach Schätzungen des amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC) jährlich etwa 100.000 bis 300.000 Menschen erkranken und etwa 5000 davon versterben (CDC 2015).

Weitere Informationen finden Sie im Beitrag „Ebola-Ausbruch in Westafrika: Lehren für Deutschland“ in dieser Ausgabe, S. 84–86 und auf der Internetseite <http://www.rki.de/ebola>.

Literatur

Africaguinee (2015): Alpha Condé décrète l'Urgence Sanitaire Renforcée dans plusieurs préfectures... <http://www.africaguinee.com/articles/2015/03/28/guinee-alpha-conde-decrete-l-urgence-sanitaire-renforcee-dans-plusieurs> (Abrufdatum: 14.07.2015).

CDC (2015): Lassa Fever. Centers for Disease Control and Prevention. <http://www.cdc.gov/vhf/lassa/> (Abrufdatum: 14.07.2015).

Walker P, White M, Griffin J (2015): Malaria morbidity and mortality in Ebola-affected countries caused by decreased health-care capacity, and the potential effect of mitigation strategies: a modelling analysis. In: *Lancet Inf Dis*, Vol 15, No. 7, p825–832, July 2015.

WHO (2015): Ebola Situation report <http://apps.who.int/ebola/ebola-situation-reports> (Abrufdatum: 22.07.2015).

Kontakt

Dr. Thomas Kratz
Informationsstelle des Bundes
für Biologische Gefahren und
Spezielle Pathogene (IBBS)
Robert Koch-Institut
Seestraße 10
13353 Berlin
E-Mail: [Kratzt\[at\]rki.de](mailto:Kratzt[at]rki.de)

[RKI]



Diese Publikationen können Sie auf der Internetseite des Umweltbundesamtes www.umweltbundesamt.de kostenfrei lesen und herunterladen.