UMWELT & GESUNDHEIT. UMWELTMEDIZIN. VERBRAUCHERSCHUTZ.

umid

UMWELT + MENSCH INFORMATIONSDIENST

NR. 2/2020

OHNE CHEMIKALIEN KEINE TEXTILIEN

UV-FILTER IN SONNENSCHUTZMITTELN

5G - DIE NEUE MOBILFUNKGENERATION UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DEN MENSCHEN

UMWELTMEDIZINISCHE VERSORGUNGSSITUATION VON PATIENTINNEN UND PATIENTEN IN DEUTSCHLAND

Bundesamt für Strahlenschutz

BfR Bundesinstitut für Risikobewertung

ROBERT KOCH INSTITUT

Umwelt Bundesamt

UMWELT + MENSCH INFORMATIONSDIENST NR. 2/2020

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

IMPRESSUM
IMPRINT

UMID – UMWELT + MENSCH
INFORMATIONSDIENST
Nr. 2/2020
ISSN 2190-1120 (Print)
ISSN 2190-1147 (Internet)

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

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

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

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

Kerstin Gebuhr
Umweltbundesamt
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: kerstin.gebuhr[at]uba.de

GESAMTKOORDINATION
Denise Köhler
Umweltbundesamt
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: denise.köhler[at]uba.de

E-MAIL FÜR UMID
umid[at]uba.de

UMID IM INTERNET
http://www.umweltbundesamt.de/umid

LAYOUT
IKONUM Marken- und Webagentur
www.ikonum.com

DRUCK
Bonitasprint GmbH
www.bonitasprint.de

TITELBILD
Nähgarn © pixabay.com

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

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

www.blauer-engel.de/uz195
• ressourcenschonend und umweltfreundlich hergestellt
• emissionsarm gedruckt
• überwiegend aus Altpapier TX2
Dieses Druckerzeugnis ist mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.

INHALT
CONTENT

7 **Ohne Chemikalien keine Textilien**
No textiles without chemicals
SUNA NICOLAI, RALPH PIROW, ANDREAS LUCH

17 **UV-Filter in Sonnenschutzmitteln – Bewertung hormonähnlicher Eigenschaften und möglicher Gefahren für die Umwelt**
UV filter substances in cosmetics – Evaluation of their endocrine properties and resulting environmental hazards
SABINE GERMER, SIMONE SCHALLES, FRANZISKA KASSNER, ENKEN HASSOLD, FRAUKE STOCK, JONA SCHULZE, JÜRGEN ARNING

25 **5G – Die neue Mobilfunkgeneration und ihre Auswirkungen auf den Menschen**
5G – the new generation of mobile technologies and its effects on humans
JANINE SCHMIDT

35 **Perspektiven für ein bundesweites Pollenmonitoring in Deutschland – Positionspapier des fachübergreifenden Arbeitskreises „Bundesweites Pollenmonitoring“**
Perspectives for a nationwide pollen monitoring in Germany – Position paper of the German interdisciplinary working group „National Pollen Monitoring“

51 **Umweltmedizinische Versorgungssituation von Patientinnen und Patienten in Deutschland**
Health care situation in environmental medicine in Germany

INHALT
CONTENT

59 **EU-COST (Cooperation in Science and Technology)-Netzwerke als Hilfestellung für länderübergreifende Forschung – das Beispiel des europäischen Burden of Disease-Netzwerks**

EU-COST networks to support transnational research – the example of the European Burden of Disease network

DIETRICH PLASS, ELENA VON DER LIPPE, HENK HILDERINK, BRECHT DEVLEESSCHAUWER

65 **Was ist der One Health-Ansatz und wie ist er umzusetzen?**

What is the One Health approach, and how to implement it?

ULRIKE DOYLE, PATRICK SCHRÖDER, JENS SCHÖNFELD, KATHI WESTPHAL-SETTELE

Ohne Chemikalien keine Textilien

No textiles without chemicals

SUNA NICOLAI,
RALPH PIROW,
ANDREAS LUCH

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Herstellung von Textilien kommt in allen Prozessschritten – von der Rohfasergewinnung bis zur Fertigung des Endproduktes – eine Vielzahl von Chemikalien zum Einsatz. Neben den Farbstoffen gibt es sogenannte Hilfsmittel, die entweder während der Prozessschritte genutzt und dann wieder entfernt werden, oder die als Ausrüstungsmittel dem Textil eine bestimmte Eigenschaft verleihen sollen und damit auf dem Endprodukt verbleiben. Neben Umweltaspekten besteht bei einigen der Textilchemikalien ein Verdacht, dass eine negative Auswirkung auf die Gesundheit der Verbraucherinnen und Verbraucher nicht ausgeschlossen werden kann. Aufgabe der gesundheitlichen Risikobewertung ist es, die gesundheitsgefährdenden Chemikalien unter der Vielzahl der eingesetzten zu identifizieren, die Exposition der Verbraucherinnen und Verbraucher gegenüber diesen Chemikalien abzuschätzen und in einer abschließenden Risikocharakterisierung zu klären, ob eine Regulation des betroffenen Stoffes zum Schutz der Verbraucherinnen und Verbraucher erforderlich ist. Der vorliegende Artikel gibt eine kurze Einführung in die Thematik der Textilchemikalien und bespricht einige der in die Kritik geratenen Substanzgruppen sowie die gesetzlichen Regelungen im Bereich der Textilien.

ABSTRACT

During all steps of textile manufacturing – from the production of raw fibres to the final product – many chemicals are being needed. Apart from textile dyes, these include the auxiliary agents which are either used during the manufacturing and are removed afterwards, or which are intended to stay on the fibre as finishing agents to impart the product with a special feature. In addition to environmental aspects, some of the chemicals are suspected of having a negative impact on consumer health. The challenge of the health risk assessment is to identify hazardous substances among the large number of chemicals used and to estimate consumer exposure. In the final risk characterization, regulators have to decide whether or not regulatory action is needed to strengthen consumer protection. The present article provides a short overview on the topic of textile chemicals and focusses on some groups of substances of concern, as well as on textile-related legal provisions.

EINLEITUNG

Ob als Kleidung, Badetuch oder Bettwäsche: Textilien begleiten uns quasi von Geburt an als „zweite Haut“ den ganzen Tag – ein Leben ohne sie ist kaum denkbar. Was eher selten in den Fokus gelangt, ist die Herstellung der Textilien, bei der eine Vielzahl von Chemikalien zum Einsatz kommt. Ohne diese würde es Textilien mit dem heutigen Tragekomfort, der Farbvielfalt und den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten nicht geben. Einige dieser

© jarmoluk / pixabay.

Chemikalien sind unbedenklich, andere jedoch können eine negative Wirkung auf die Umwelt und Natur (UBA 2016) oder auf die Gesundheit der Verbraucherinnen und Verbraucher haben.

Chemikalien, die am Anfang der Herstellungskette zum Einsatz kommen, also beispielsweise bereits bei der Rohfaser-Erzeugung, werden im Laufe der Textilverarbeitung wieder ausgewaschen. Bei der weiteren Verarbeitung zum Endprodukt kommen viele weitere Chemikalien zum Einsatz: Diverse Textilhilfsmittel ermöglichen zum Beispiel ein gleichförmiges Spinnen der Faser oder das gleichmäßige Aufziehen des Farbstoffes auf die Faser. Diese werden in der Regel während der Fertigung wieder vom Textil herunter gewaschen. Rückstände, sowohl aus der Rohfaser-Erzeugung als auch der Textilverarbeitung, können jedoch im Endprodukt verbleiben. Die Ausrüstungsmittel hingegen, die ebenfalls zu den Textilhilfsmitteln zählen, sollen dem Textil eine bestimmte Eigenschaft verleihen (Textilveredelung) und verbleiben somit in größeren Mengen auf dem Endprodukt, um ihre Wirkung zu entfalten. Beispiele hierfür sind Flammschutzmittel, wasser- und schmutzabweisende, UV-Schutz- und Biozidausrüstungen. Die präsenteste Gruppe der Textilchemikalien sind die Farbstoffe, die dem Textil die Individualität verleihen und ebenfalls auf dem Textil verbleiben.

WIESO SIND FARBSTOFFE FARBIG?

Als Licht bezeichnet man den für das menschliche Auge sichtbaren Teil der elektromagnetischen Strahlung, der den Wellenlängenbereich von etwa 400 bis 780 nm umfasst.

Weißes Licht enthält dabei Strahlung aller Wellenlängen in diesem Bereich. Farbstoffmoleküle sind in der Lage, elektromagnetische Strahlung in einem bestimmten Wellenlängenbereich zu absorbieren. Das restliche Licht wird reflektiert oder transmittiert und bestimmt somit die vom menschlichen Auge wahrgenommene Farbe. Wird beispielsweise ein Farbstoff verwendet, der Licht der blauen Wellenlängenbande absorbiert, so erscheint er für uns gelb. Wenn Licht aus dem kompletten sichtbaren Wellenlängenbereich absorbiert wird, erscheint ein Objekt schwarz, wird hingegen das gesamte Spektrum reflektiert, erscheint das Objekt weiß.

EINTEILUNG VON FARBMITTELN

Farbmittel können unter anderem nach der Löslichkeit, dem Färbeprozess oder der Chemie eingeteilt werden (Bechtold, Pham 2019; Shang 2013).

Bei einer Einteilung nach der Löslichkeit wird zwischen der Gruppe der schwer oder nicht löslichen Pigmente und der Gruppe der Farbstoffe, welche im Anwendungsmedium lösliche Farbmittel umfassen, unterschieden (DIN EN ISO 18451-1:2019-09; Christie 2001). Für die Textilfärbung kommen überwiegend Farbstoffe zum Einsatz, weshalb im Folgenden nur noch der Begriff „Farbstoffe“ verwendet wird.

Die Einteilung von Farbstoffen nach dem Färbeprozess ist hinsichtlich gesundheitlicher Aspekte sowie für die Faserkompatibilität nützlich. Direktfarbstoffe, ebenso wie Reaktivfarbstoffe, weisen eine hohe Wasserlöslichkeit auf und werden hauptsächlich für Zellulosefasern (z. B. Baumwolle) und Proteinfasern (z. B. Seide) verwendet. Während Direktfarbstoffe in die Hohlräume der Faser eingelagert werden, binden Reaktivstoffe kovalent an die Faser. Dagegen werden die eher schlecht wasserlöslichen Dispersionsfarbstoffe quasi in der Faser gelöst und hauptsächlich für Polyester, aber auch für Polyamid- und Acrylfasern verwendet. Saure beziehungsweise basische Farbstoffe binden über ionische Wechselwirkungen an die Faser und werden für Protein- beziehungsweise Acrylfasern verwendet. Küpenfarbstoffe werden unter alkalischen Bedingungen in reduzierter, wasserlöslicher Form auf die Cellulosefaser aufgebracht und dann in der Faser wieder zur unlöslichen Form oxidiert. Entwicklungsfarbstoffe (Naphthole) sind eine spezielle Gruppe von Azofarbstoffen, da diese direkt auf der Faser synthetisiert werden. Darüber hinaus existieren noch weitere Farbstoffgruppen wie Beizen- oder Schwefelfarbstoffe.

Bei der Einteilung der Farbstoffe nach der chemischen Struktur der farbgebenden Gruppe (Chromophor) unterscheidet man Azo-, Anthrachinon-, Indigofarbstoffe (ABBILDUNG 1) und andere (Bechtold, Pham 2019).

GESUNDHEITLICHE BEEINTRÄCHTIGUNG DURCH TEXTILIEN

Die meisten Verbraucherinnen und Verbraucher können Textilien ohne gesundheitliche Auswirkungen tragen, insbesondere, wenn man sich an ein paar Ratschläge (s. u.) hält.

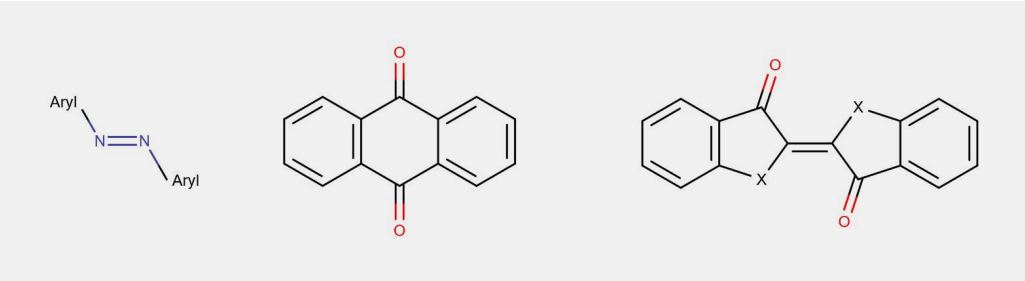


ABBILDUNG 1
Allgemeine Strukturformel von Azo-, Antrachinon- und Indigofarbstoffen. Aryl= Arylrest, X = zum Beispiel N (Stickstoff), Se (Selen), S (Schwefel) oder O (Sauerstoff).

Dennoch gibt es einige Verbraucherinnen und Verbraucher, die an einer textilbedingten allergischen Kontaktdermatitis leiden. Auch wenn diese „nur" zu einem Ausschlag führt, kann dieser für die betroffenen Personen sehr belastend sein, zumal die einzige dauerhafte Therapie in einer Vermeidung der auslösenden, sensibilisierenden Chemikalien liegt (Kontaktmeidung). Da aber auf dem Etikett von Textilien, anders als beispielsweise bei Kosmetika, nicht deklariert wird, welche Chemikalien verwendet wurden, ist dieses nur sehr schwer umzusetzen. Weiterhin wissen die meisten Patientinnen und Patienten nicht, auf welche Stoffe sie allergisch reagieren. Einige der in Textilien eingesetzten Chemikalien stehen außerdem im Verdacht, CMR-Eigenschaften zu besitzen, und damit unter bestimmten Umständen krebserregend (kanzerogen), erbgutverändernd (mutagen) oder fruchtbarkeitsgefährdend (reproduktionstoxisch) sein zu können, oder sie wurden bereits als CMR-Stoffe verifiziert und entsprechend der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung, Classification, Labelling and Packaging) harmonisiert als solche eingestuft.

RISIKOBEWERTUNG

Neben diesem Gefährdungspotenzial eines Stoffes, also seiner intrinsischen Eigenschaft zum Beispiel ein Sensibilisierer oder CMR-Stoff zu sein, wird für die gesundheitliche Risikobewertung auch die Exposition betrachtet, die das Ausmaß beschreibt, in dem die Verbraucherinnen und Verbraucher überhaupt mit dem Stoff in Kontakt kommen. Denn ohne Exposition besteht kein Risiko (BfR 2020a):

$$\text{Exposition} \times \text{Gefahr} = \text{Risiko}$$

Im Falle von Textilien umfasst die Expositionsabschätzung die Migration, also die Menge einer Substanz, die beim Tragen aus dem Textil freigesetzt werden kann, und die dermale Penetration, also das Eindringen der freigesetzten Substanz in die Haut. Betrachtet man die weit wichtigste Gruppe der Textilfarbstoffe, die sogenannten Azofarbstoffe, so sollte auch die reduktive Spaltung der Azobindung (R-N=N-R', ABBILDUNG 1) durch das Hautmikrobiom und die dermale Penetration der Spaltprodukte beachtet werden. Weiterhin spielen die Tragedauer und Häufigkeit, die Kontaktfläche und die Tragebedingungen, wie zum Beispiel Schwitzen, eine Rolle.

AUSSCHUSS TEXTILIEN UND LEDER

Der Ausschuss Textilien und Leder der BfR-Kommission für Bedarfsgegenstände (BfR 2020b) sowie deren Vorläufer-Gremien (ehemals Arbeitskreis „Gesundheitliche Bewertung" beziehungsweise „Gesundheitliche Bewertung von Textilhilfsmitteln und -farbmitteln" der Arbeitsgruppe „Textilien") beschäftigen sich bereits seit 1993 (BGA 1993) mit Inhaltsstoffen in Textilien, der Expositionsabschätzung gegenüber Textil- und Lederchemikalien und deren gesundheitlichen Auswirkungen. Unter anderem stellte der Ausschuss Datenlücken fest, vor allem in Hinblick auf die Expositionsschätzung. Obwohl zwischenzeitlich einige zusätzliche Daten generiert wurden, ist die Datenlage für textile Inhaltsstoffe nach wie vor eher schlecht, sodass die Expositionsschätzungen in der Regel mit größeren Unsicherheiten verbunden sind.

AZOFARBSTOFFE

Azofarbstoffe stellen die größte Gruppe der Textilfarbstoffe dar. Sie sind preiswert, einfach herzustellen und weisen eine große Farbvielfalt auf (Christie 2001). Bereits seit längerem ist bekannt, dass die Azobindung nicht nur chemisch durch Reduktionsmittel (z. B. Natriumdithionit) sondern auch biochemisch, zum Beispiel durch Enzyme des Hautmikrobioms, gespalten werden kann, was zur

Freisetzung von primären aromatischen Aminen (pAAs) führt (Platzek et al. 1999). Einige dieser pAAs sind nachweislich kanzerogen und/oder mutagen und daher entsprechend europäisch harmonisiert eingestuft. Azofarbstoffe, die 22 bestimmte kanzerogene/mutagene pAAs oberhalb von 30 mg/kg bei reduktiver Spaltung freisetzen können, sind bereits seit 2003 EU-weit für die Verwendung in Textilien und Ledererzeugnissen mit direktem und längerem Kontakt mit der Haut oder der Mundhöhle verboten (mittlerweile in der REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Artikel 67 in Verbindung mit Anhang XVII Nr. 43). In Deutschland galt bereits seit 1994 ein ähnliches Verbot für 20 dieser pAAs. Damit sind einige Hundert der derzeit bekannten Azofarbstoffe für die Verwendung in Textilien quasi verboten. Trotzdem gibt es noch mehrere Hundert Azofarbstoffe, die zur Textilfärbung eingesetzt werden können, und es werden beständig weitere Azofarbstoffe neu entwickelt (Brüschweiler et al. 2014; Brüschweiler, Merlot 2017).

Das BfR betrachtet in einem Projekt gemeinsam mit der schweizerischen Schwesterbehörde, dem Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), und zwei Verbänden der Textilfarbstoffbranche einen großen Teil dieser bisher nicht regulierten Azofarbstoffe. Ziel ist es zunächst, die bestehende Datenlage zu erfassen, und anschließend gegebenenfalls vorhandene Datenlücken zu identifizieren und zu füllen, um am Ende problematische Substanzen zu identifizieren und deren Verwendung zu beschränken. Ob unter diesen Azofarbstoffen und Spaltprodukten möglicherweise gesundheitlich bedenkliche Stoffe vorhanden sind, ist zum jetzigen Zeitpunkt noch unklar.

WASSERABWEISENDE AUSRÜSTUNG VON OUTDOORBEKLEIDUNG

Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) sind eine Gruppe industriell hergestellter Stoffe, die aufgrund ihrer wasser-, fett- und schmutzabweisenden Wirkung in vielen Bereichen, unter anderem auch in Outdoor- und Arbeitsbekleidung, zum Einsatz kommen (BfR 2019). Ihnen ist eine Kohlenstoffkette definierter Länge gemein, bei der die Wasserstoffatome vollständig (per-) oder teilweise (poly-) durch Fluoratome ersetzt sind. In die Kritik geraten sind sie vor allem wegen ihrer Umweltpersistenz und -mobilität, aber auch aufgrund der Besorgnis um mögliche gesundheitliche Effekte beim Menschen. Die Verwendung von Verbindungen mit acht Kohlenstoffatomen („PFOS“ und „PFOA“) ist bereits beschränkt (Verordnung (EU) 2019/1021, POP-Verordnung). Derzeit stehen die Verbindungen mit sechs Kohlenstoffatomen im regulatorischen Fokus (ECHA 2020).

Für die wasserabweisende Wirkung wurden mittlerweile diverse fluorchemiefreie Alternativen für die Beschichtung von Textilien entwickelt, die für Outdoorbekleidung für den Alltagsgebrauch ausreichend sind (Hill et al. 2017; Schellenberger et al. 2018). Die für Spezialausrüstungen und Schutzbekleidung ebenfalls benötigte Schmutz- und Ölabweisung kann bisher mit den Alternativen nicht erreicht werden.

ALKYLPHENOLE, NONYLPHENOLE

Alkylphenole sind die Vorstufe der Alkylphenolethoxylate, die in der Textilindustrie als waschaktive Substanzen beim Waschen und Färben zum Einsatz kommen. Sie gehören zu den nichtionischen Tensiden. Auf dem Endprodukt verbleibende Reste werden beim Waschen ausgespült und gelangen so in die Umwelt. Der bekannteste Vertreter ist das Nonylphenolethoxylat (NPE), welches in der Umwelt biologisch zu Nonylphenol (NP)

abgebaut wird. NP kann sich anreichern und weist eine hohe aquatische Toxizität auf. Der Substanz wurde außerdem eine Östrogen-ähnliche Wirkung nachgewiesen und sie wurde als reproduktionstoxisch der Kategorie 2 eingestuft. In der REACH-Verordnung im Anhang XVII ist für NPE und NP ein Grenzwert von 0,1 Prozent für Stoffe und Zubereitungen festgelegt, unter anderem, wenn diese bei der Textilverarbeitung zum Einsatz kommen. Dieser Grenzwert ist aber nicht auf Erzeugnisse, insbesondere Importwaren, anwendbar, weshalb in einem weiteren Schritt die REACH-Verordnung ergänzt wurde (Verordnung (EU) 2016/26 zur Änderung von Anhang XVII der REACH-VO). Demnach gilt ab dem 3. Februar 2021 für „Textilerzeugnisse, bei denen vernünftigerweise davon ausgegangen werden kann, dass sie während ihres normalen Lebenszyklus in Wasser gewaschen werden" ein Grenzwert für NPE von 0,01 Gewichtprozent.

PHTHALATE

Phthalate sind Stoffe, die Kunststoffen wie zum Beispiel PVC (Polyvinylchlorid) zugesetzt werden, um diese „weich" zu machen und ihnen somit bestimmte Gebrauchseigenschaften wie Elastizität oder Biegsamkeit zu verleihen. In Textilien können Phthalate in PVC- beziehungsweise Plastisol-Aufdrucken zum Einsatz kommen. Einige Phthalate sind unter CLP harmonisiert als reproduktionstoxisch oder hepatotoxisch (lebertoxisch) eingestuft. Vier bisher generell häufiger eingesetzte, toxikologisch problematische Phthalate (DEHP, DBP, BBP und DIBP) sind ab dem 7. Juli 2020 in Erzeugnissen, worunter auch Textilien fallen, gemäß REACH-Verordnung verboten, wenn sie „mindestens 0,1 Gewichtsprozent des weichmacherhaltigen Materials" ausmachen (Verordnung (EU) 2018/2005 zur Änderung des Anhangs XVII der REACH-VO). Ab dem 1. November 2020 sind darüber hinaus vier weitere Phthalate (DMEP, DIPP, DnPP, DnHP) ebenfalls in Textilien auf diese Konzentration beschränkt (Verordnung (EU) 2018/1513 zur Änderung des Anhangs XVII der REACH-VO). Da dieser Grenzwert weit unterhalb der für die weichmachende Funktion benötigten Konzentration von etwa 20–40 Prozent liegt, sind diese acht Phthalate in Textilien damit dann quasi verboten.

ZINNORGANISCHE VERBINDUNGEN

Bei den Organozinnverbindungen handelt es sich um Derivate des vierwertigen Zinns, bei denen kovalente Kohlenstoff-Zinn-Bindungen zu einem oder mehreren organischen Substituenten bestehen (BfR 2011). Je nach Verbindung wurden sie als Katalysatoren oder Stabilisatoren in der (Textil-)Industrie eingesetzt beziehungsweise als Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukt zum Beispiel gegenüber Pilzen, Milben und Zecken. Aufgrund der vielen gesundheitlich bedenklichen Wirkungen (u. a. Immunotoxizität, Sensibilisierung, Reproduktionstoxizität, Neurotoxizität, endokrine Wirkung) existieren schon seit einiger Zeit gesetzliche Regelungen, die die Verwendung dieser Stoffe einschränken oder verbieten. Gemäß REACH-Verordnung ist die Verwendung von trisubstituierten zinnorganischen Verbindungen in Erzeugnissen sowie das Inverkehrbringen dieser Erzeugnisse seit 2010 untersagt, „wenn die Konzentration von Zinn in dem Erzeugnis oder in Teilen davon 0,1 Gewichtsprozent übersteigt". Analoge Verbote gelten seit 2012 für Dibutylzinnverbindungen in Gemischen und Erzeugnissen sowie Dioctylzinnverbindungen in bestimmten Erzeugnissen, worunter auch Textilien fallen, „die dazu bestimmt sind, an die breite Öffentlichkeit abgegeben zu werden" (Verordnung (EU) 276/2010 zur Änderung des Anhangs XVII der REACH-VO).

BIOZIDE

Generell unterliegt der Einsatz von Bioziden in der Europäischen Union der Verordnung

(EU) Nr. 528/2012 (Biozid-Verordnung). Diese legt fest, dass Biozidprodukte nur genehmigte biozide Wirkstoffe enthalten dürfen und auch das Biozidprodukt selber muss vor der Bereitstellung auf dem Markt für die jeweilige Produktart (PA) zugelassen werden. Für Textilien kommen Biozide zum Beispiel während der Lagerung (PA 6), als Schutzmittel für die Fasern (PA 9), für Textilien mit desinfizierender Eigenschaft (PA 2) oder unter anderem als Mittel gegen Insekten, Milben und Zecken (PA 18) beziehungsweise als Repellentien (PA 19) zum Einsatz. Wenn das Biozid nicht nur während der Beförderung oder Lagerung verwendet wurde, sondern mit einer Funktion beworben wird, muss eine Deklaration auf dem Produkt erfolgen. Auch wenn die Wirkstoffe beziehungsweise Biozidprodukte sehr ausführlich auf mögliche gesundheitsschädigende Wirkungen untersucht werden, wird im Zusammenhang mit Biozid-behandelten Textilien über mögliche allergische Reaktionen, die Beeinträchtigung des Hautmikrobioms sowie Resistenzbildungen diskutiert. Bei der Verwendung von mit Bioziden ausgerüsteten Textilien sollte daher der Nutzen und die Risiken sorgfältig gegeneinander abgewogen werden. Statt beispielsweise Textilien mit desinfizierenden Eigenschaften zu kaufen (PA 2), reicht es in der Regel auch, das Textil nach dem Gebrauch regelmäßig zu waschen (UBA 2017).

WEITERE GESETZLICHE REGELUNGEN

Textilien sind in der Regel waschbar, weshalb die Exposition der Verbraucherinnen und Verbraucher gegenüber möglichen gesundheitlich bedenklichen Rückständen in nach dem Stand der Technik hergestellten Textilien meistens gering ist, wenn ein Waschen vor dem ersten Tragen erfolgt. Nichtsdestotrotz muss man sich darüber im Klaren sein, dass

1. nicht alle Verbraucherinnen und Verbraucher Textilien vor dem ersten Gebrauch waschen,
2. bei der allergischen Kontaktdermatitis bereits ein einziges Trageereignis zur Sensibilisierung ausreichen kann und
3. für einige Textilprodukte, wie beispielsweise Schuhe, das Waschen nicht vorgesehen ist.

Da der weit größte Teil der Bekleidungstextilien Importwaren aus Nicht-EU-Ländern sind und auch der Internethandel zunehmend an Bedeutung gewinnt, ist es erforderlich, dass die gesetzlichen Regelungen das Endprodukt und nicht nur die Produktion betreffen.

Bisher gibt es keine einheitlichen und umfassenden gesetzlichen Regelungen für Bekleidungstextilien. Als Bedarfsgegenstände unterliegen sie in Deutschland dem Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB). Dieses verbietet es, Bedarfsgegenstände derart herzustellen oder zu behandeln, dass sie die Gesundheit schädigen können. Weiterhin gilt das Produktsicherheitsgesetz, das besagt, dass ein Produkt nur auf dem Markt bereitgestellt werden darf, „wenn es bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und Gesundheit von Personen nicht gefährdet." Darüber hinaus gibt es einzelne gesetzliche Bestimmungen, die die Verwendung bestimmter Chemikalien für Bedarfsgegenstände aus Textilien regeln. Diese sind zum Beispiel in der Europäischen Chemikalienverordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien (REACH) sowie der Biozid- und POP-Verordnung niedergelegt (s. o.).

In Anhang XVII der REACH-Verordnung sind für 33 harmonisiert als CMR 1A/1B-Stoffe eingestufte Textilchemikalien Grenzwerte festgelegt, die ab dem 01.11.2020 gelten (Verordnung (EU) 2018/1513 zur Änderung des Anhangs XVII der REACH-VO). Die Kategorie 1A bedeutet dabei, dass beim Menschen nachgewiesen wurde, dass der Stoff genetische Defekte verursachen, Krebs erzeugen und/oder die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen kann; bei Stoffen der Kategorie 1B

hingegen wurden diese Eigenschaften nur bei Tieren nachgewiesen und werden daher beim Menschen vermutet. Neben den bereits oben genannten Phthalaten zählen dazu unter anderem Formaldehyd, Schwermetalle, bestimmte Lösemittel sowie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Einige dieser Grenzwerte sind so gering, dass sie quasi mit einem Verbot gleichzusetzen sind.

Außerdem wurde 2018 bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) ein Beschränkungsvorschlag eingereicht, der den Einsatz von allen bekannten unter REACH registrierten und unter CLP harmonisiert als sensibilisierend der Kategorie 1/1A/1B (Skin Sens. 1/1A/1B: Kann allergische Hautreaktionen verursachen.) eingestuften Stoffe sowie einiger Farbstoffe für die Verwendung in Textilien, Leder, Fellen und Häuten verbieten beziehungsweise Grenzwerten unterstellen möchte (ECHA 2019). Für einige Substanzen ist das sehr sinnvoll, bei anderen Stoffen wird befürchtet, dass es dadurch zu einem Austausch mit anderen unerwünschten Stoffen kommen könnte (sogenannte „regrettable substitutions“), da bessere Alternativen für bestimmte durch die Beschränkung betroffene Hilfsmittel oder Farbstoffe fehlen. Weiterhin sind aufgrund der bereits genannten unzureichenden Datenlage viele Expositionsparameter mit sehr hohen Unsicherheiten verbunden, und durch die „Worst-Case“-Annahmen liegt man wahrscheinlich bei vielen Stoffen mit der geschätzten Exposition weit oberhalb der tatsächlichen. Auch die finanziellen Folgen werden als hoch eingeschätzt, wenn man alle als sensibilisierend eingestuften Substanzen miteinschließen würde, ungeachtet der Tatsache, ob sie überhaupt in Textilien Verwendung finden. Der Ausschuss für Risikobewertung (RAC) und der Ausschuss für sozioökonomische Analysen (SEAC) der ECHA unterstützen dieses Vorhaben. Wie die Europäischen Kommission am Ende entscheiden wird, bleibt abzuwarten.

WIE KÖNNEN SICH VERBRAUCHERINNEN UND VERBRAUCHER SELBER SCHÜTZEN?

BEIM KAUF

- Sind Hinweise zum separaten Waschen vorhanden?
  Hinweise wie „separat waschen“ oder „mit ähnlichen Farben waschen“ deuten darauf hin, dass während des Waschens Farbstoffe freigesetzt werden. Somit ist die Wahrscheinlichkeit einer Farbstofffreisetzung auch während des Tragens höher.

- Sind Textilgütesiegel vorhanden?
  Auf geprüfte Produkte mit Textilgütesiegel zurückgreifen: Diese müssen bestimmten Anforderungen genügen, die teilweise über die gesetzlichen Regelungen hinausgehen. Orientierung gibt zum Beispiel die Seite https://www.siegelklarheit.de/. Der Umkehrschluss, dass Textilien ohne Gütesiegel die Anforderungen nicht erfüllen, gilt allerdings nicht.

- Sind spezielle Eigenschaften angespriesen? Brauche ich diese?
  Bei Spezialausrüstungen sollte man sich darüber im Klaren sein, dass für die spezielle Funktion weitere Chemikalien in Form von Ausrüstungsmitteln zum Einsatz kommen.

ZU HAUSE

- Erst waschen – dann tragen.
  Bekleidung sollte vor dem ersten Tragen gewaschen werden: Das entfernt möglicherweise vorhandene Reste von freisetzbaren Chemikalien.

LITERATUR

BGA – Bundesgesundheitsamt (1993): Arbeitsgruppe Textilien. Bericht über die 1. Sitzung des Arbeitskreises „Gesundheitliche Bewertung“ am 22.6.1993. Bundesgesundheitsblatt 9/93. https://www.bfr.bund.de/cm/343/bericht__ber_die_1._sitzung_des_arbeitskreises_gesundheitliche_bewertung. pdf (Zugriff am: 31.08.2020).

Bechtold T, Pham T (2019): Textile chemistry. De Gruyter. Berlin.

Brüschweiler BJ, Küng S, Bürgi D et al. (2014): Identification of non-regulated aromatic amines of toxicological concern which can be cleaved from azo dyes used in clothing textiles. Regulatory Toxicology and Pharmacology 69 (2): 263–272. DOI: 10.1016/j.yrtph.2014.04.011.

Brüschweiler BJ, Merlot C (2017): Azo dyes in clothing textiles can be cleaved into a series of mutagenic aromatic amines which are not regulated yet. Regulatory Toxicology and Pharmacology 88: 214–226. DOI: 10.1016/j.yrtph.2017.06.012.

BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (2020a): Leitfaden für die Bewertung gesundheitlicher Risiken. https://www.bfr.bund.de/cm/350/leitfaden-fuer-gesundheitliche-bewertungen-bf.pdf (Zugriff am: 31.08.2020).

BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (2020b): BfR-Kommission für Bedarfsgegenstände. https://www.bfr.bund.de/de/bfr_kommission_fuer_bedarfsgegenstaende-1329.html (Zugriff am: 31.08.2020).

BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (2019): Fragen und Antworten zu perfluorierten und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS)- FAQ des BfR vom 5. November 2019. https://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zu-perfluorierten-und-polyfluorierten-alkylsubstanzen-pfas.pdf (Zugriff am: 31.08.2020).

BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (Hrsg.) (2011): Organozinnverbindungen in verbrauchernahen Produkten, Aktualisierte Stellungnahme Nr.034/2011 des BfR vom 2. August 2011*. https://www.bfr.bund.de/cm/343/organozinnverbindungen_in_verbrauchernahen_produkten.pdf (Zugriff am: 31.08.2020).

Christie RM (2001): Colour Chemistry. RSC Paperbacks. Royal Society of Chemistry. Cambridge.

DIN EN ISO 18451-1:2019-09: Pigmente, Farbstoffe und Füllstoffe - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe. Beuth Verlag. 2019.

ECHA – European Chemicals Agency (2020): Submitted restrictions under consideration: undecafluorohexanoic acid (PFHxA), its salts and related substances. https://echa.europa.eu/de/restrictions-under-consideration/-/substance-rev/25419/term (Zugriff am: 31.08.2020).

ECHA – European Chemicals Agency (2019): Zu prüfende eingereichte Beschränkungen: Skin sensitising substances. https://echa.europa.eu/de/restrictions-under-consideration/-/substance-rev/23405/term (Zugriff am: 31.08.2020).

Hill PJ, Tylor M, Goswami P et al. (2017): Substitution of PFAS chemistry in outdoor apparel and the impact on repellency performance. Chemosphere 181: 500–507. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2017.04.122.

Platzek T, Lang C, Grohmann G et al. (1999): Formation of a carcinogenic aromatic amine from an azo dye by human skin bacteria in vitro. Hum Exp Toxicol 18 (9): 552–559. DOI: 10.1191/096032799678845061.

Schellenberger S, Gillgard P, Stare A et al. (2018): Facing the rain after the phase out: Performance evaluation of alternative fluorinated and non-fluorinated durable water repellents for outdoor fabrics. Chemosphere 193: 675–684. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2017.11.027.

Shang SM (2013): Process control in dyeing of textiles, in Process Control in Textile Manufacturing. In: Majumdar A, Das A, Alagirusamy R et al. (Hrsg.): Process control in textile manufacturing. Woodhead Publishing. Oxford: 300–338.

UBA – Umweltbundesamt (2017): Einkaufswegweiser Biozidprodukte. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/170406_einkaufswegweiser_biozidprodukte_web.pdf (Zugriff am: 31.08.2020).

KONTAKT

Suna Nicolai
Bundesinstitut für Risikobewertung
Fachgruppe Sicherheit von Verbraucherprodukten
Abteilung Chemikalien- und Produktsicherheit
Max-Dohrn-Str. 8–10
15089 Berlin
E-Mail: Suna.Nicolai[at]bfr.bund.de

[BfR]

UV-Filter in Sonnenschutzmitteln – Bewertung hormonähnlicher Eigenschaften und möglicher Gefahren für die Umwelt

UV filter substances in cosmetics – Evaluation of their endocrine properties and resulting environmental hazards

SABINE GERMER,
SIMONE SCHALLES,
FRANZISKA KASSNER,
ENKEN HASSOLD,
FRAUKE STOCK,
JONA SCHULZE,
JÜRGEN ARNING

ZUSAMMENFASSUNG

UV-Filtersubstanzen in Sonnencremes und anderen Kosmetika sind unverzichtbar, um die Bevölkerung und Erwerbstätige vor den schädlichen Effekten durch ein Übermaß an UV-Strahlung bei Aktivitäten im Freien zu schützen. Die Kehrseite der Medaille ist, dass es in Bezug auf einige der weit verbreiteten UV-Filter eine zunehmende Besorgnis gibt, dass diese Stoffe als endokrine Disruptoren in der Umwelt wirken können. Dieser Artikel beschreibt daher, warum endokrine Stoffe in der Umwelt problematisch sind und zeigt anhand aktueller Beispiele, wie diese Substanzen innerhalb der EU identifiziert und reguliert werden können. Abschließend werden für Verbraucherinnen und Verbraucher Tipps gegeben, wie ein Eintrag von UV-Filtern aus Sonnencreme und Kosmetika in die Umwelt durch einfache Maßnahmen verringert und so der Zielkonflikt zwischen bestmöglichem Gesundheits- und Umweltschutz entschärft werden kann.

ABSTRACT

UV filter substances in sunscreen and other cosmetics are necessary to protect people and workers against the harmful health effects of an excess of UV radiation during outdoor activities. However, there is an increasing concern that some commonly used UV filter substances may act as endocrine disrupting chemicals in the environment. This article provides an overview of the problems endocrine active substances can cause in the environment, describes, using recent examples, how such substances are identified and regulated and finally it gives some recommendations on how consumers can act to reduce the environmental impact of UV filter substances emanating from cosmetics.

EINLEITUNG

Hormonaktive Stoffe stören die natürliche Funktion des Hormonsystems von Menschen und Tieren und können dadurch schwerwiegende Effekte in Organismen, Populationen und Ökosystemen verursachen. Stoffe, die aufgrund ihrer Interaktion mit dem Hormonsystem erwiesenermaßen schwerwiegende Effekte verursachen können, werden auch als endokrine Disruptoren bezeichnet. Auch einige UV-Filter in Sonnencremes können aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften mit dem Hormonsystem interagieren.

Aquatische Lebewesen, zum Beispiel Fische und Amphibien, können im Wasser gelöste Substanzen, wie UV-Filtersubstanzen aus Kosmetika, auf verschiedenen Wegen aufnehmen: über die Haut, den Verdauungstrakt und zum Teil auch über die Kiemen.

Einige UV-Filter in Sonnenschutzmitteln wirken in Organismen ähnlich wie das weibliche Sexualhormon Östrogen, oder sie blockieren die natürliche Wirkung von Androgenen, den männlichen Sexualhormonen. Wenn hormonaktive Stoffe in Gewässer gelangen, kann es so zum Beispiel bei Fischen zu einer Geschlechterverschiebung (z.B. „Verweiblichung“)

Quelle: Calin Stan / iStock.com.

innerhalb einer Population kommen. Dadurch können gravierende Auswirkungen auf die Vermehrung und damit auf die Überlebensfähigkeit einer Population eintreten.

Auch Effekte auf die Bildung, den Transport und die Wirkung von Schilddrüsenhormonen sind möglich. So steht zum Beispiel die weit verbreitete UV-Filtersubstanz Octinoxat (Octylmethoxycinnamat) im Verdacht, auch eine anti-thyroidale Aktivität aufzuweisen. Dies ist besonders relevant für Amphibien, da Schilddrüsenhormone im Frosch die Entwicklung von der Kaulquappe zum Frosch auslösen und steuern. Eine Störung führt dann zum Beispiel zu einer verzögerten Entwicklung oder zu Fehlbildungen. Durch die Effekte können Auswirkungen auf ganze Populationen entstehen, wodurch empfindliche Tierarten oder bereits gestresste Tierpopulationen bedroht werden können.

Hormonaktive Stoffe in Sonnenschutzmitteln sind für die Umwelt auch deshalb besonders problematisch, da sie durch Badende oft direkt in Gewässer gelangen und nicht in der Kläranlage abgebaut oder gefiltert werden können.

REGULATORISCHE BEWERTUNG VON ENDOKRIN AKTIVEN STOFFEN

Die Bewertung der Umweltgefährlichkeit von UV-Filtern in Kosmetika und weiteren Produkten (z. B. Kunststoffe, Textilien) erfolgt unter der europäischen REACH-Verordnung (EG Nr. 1907/2006). Stoffe, die in Organismen populationsrelevante, adverse Effekte verursachen, die auf einen endokrinen Wirkmechanismus zurückzuführen sind, können unter REACH als sogenannte „Substances of very high concern (SVHC)“ identifiziert werden. Dazu muss außerdem noch gezeigt werden, dass diese endokrinen Effekte von vergleichbarer Besorgnis für die Umwelt sind, wie zum Beispiel die Effekte, die von persis-

tenten, bioakkumulierenden und toxischen Stoffen ausgehen. Aus Sicht des Umweltbundesamtes (UBA) können vor allem folgende Charakteristika endokriner Wirkungen für die Begründung dieser vergleichbaren Besorgnis herangezogen werden:

- Die Auswirkungen auf Tiere treten oft erst über lange Zeiträume hinweg oder sogar erst in der nachfolgenden Generation auf.
- Es kommt häufig vor, dass die nachfolgende Generation gegenüber hormonaktiven Stoffen empfindlicher ist als die vorige Generation.
- Ein kurzfristiges Einwirken von hormonaktiven Substanzen in frühen, sensiblen Entwicklungsstadien der Organismen kann gravierende Effekte auslösen, die sich aber erst spät in den ausgewachsenen Tieren zeigen und deshalb mit vielen Testsystemen, die oft nur einzelne Lebensphasen der Organismen abbilden können, nicht erfasst werden können.
- Viele Wirkweisen von hormonaktiven Substanzen in verschiedenen Tierarten sind noch unbekannt und wissenschaftliche Testmethoden zu deren Untersuchung fehlen oder sind erst in der Entwicklung.

Diese Eigenschaften sorgen dafür, dass Effekte von endokrinen Disruptoren in der Umwelt kaum vorhersagbar sind und eine sichere Umweltkonzentration, die protektiv für die sensibelsten Spezies ist, mit dem aktuellen Wissen und den zur Verfügung stehenden Testmethoden nicht ableitbar ist.

EINSATZ VON UV-FILTERN IN SONNENSCHUTZMITTELN

In Sonnencremes sind Stoffe vorhanden, die verhindern sollen, dass die UV-Strahlung des Sonnenlichtes Schäden in der Haut oder im darunter liegenden Gewebe verursacht. Es gibt UV-Strahlung in verschiedenen Wellenlängenbereichen. So umfasst UV-A-Strahlung den Bereich von 400 bis 315 nm, UV-B-Strahlung den Bereich von 315 bis 280 nm und UV-C-Strahlung den Bereich zwischen 280 und 100 nm. Durch zu starke und lange Einwirkung des gesamten UV-Spektrums (hauptsächlich UV-A- und UV-B-Strahlung) steigt das Risiko für die Bildung von Hautkrebs.

Es gibt mehrere Wege, über die UV-Filtersubstanzen in Sonnencremes verhindern können, dass UV-Strahlung in die Haut gelangt. Dies kann durch Absorption, Streuung oder Reflexion der UV-Strahlung erfolgen.

Chemische UV-Filtersubstanzen wirken durch Absorption. Dabei wird die Energie der UV-Strahlung in den Molekülen der Filtersubstanzen absorbiert und in Wärme umgewandelt wieder abgegeben. Dadurch können die UV-Strahlen nicht tiefer in die Haut eindringen und dort Schäden, zum Beispiel an der DNA der Hautzellen, verursachen. Die chemische Struktur, die diese Absorption der UV-Strahlung ermöglicht, ist leider oft auch dafür verantwortlich, dass chemische UV-Filter hormonaktive Wirkungen haben können.

Eine andere Möglichkeit des Schutzes vor UV-Strahlung ist die Verwendung von mineralischen UV-Filtern. Diese mineralischen Filterpartikel aus Titandioxid (TiO_2) und Zinkoxid (ZnO) wirken im Gegensatz zu den chemischen Filtern durch Reflexion oder Streuung (diffuse Reflexion) der schädlichen UV-Strahlung auf der Haut. Mineralische Filter bilden auf der Haut normalerweise eine weißliche Schicht beim Eincremen aus. Um die Ausbildung der weißlichen Schicht zu vermeiden, werden häufig mineralische Filter in Nanopartikelgröße verwendet. Im Unterschied zu den „normalen“ mineralischen Filterpartikeln im Mikrometerbereich sind die Partikel in Nanoform wesentlich kleiner (mindestens 50 % aller Partikel < 100 Nanometer). Für Umweltorganismen können Nanopartikel schädliche Auswirkungen haben. Laut der Studie von Maipas und Nicolopoulou-Stamati (2015) ist nanopartikuläres Zinkoxid toxisch für Seeigel im Mikrogramm pro Liter-Bereich und verzögert bei Zebrafi-

schen den Schlupf bei Konzentrationen im Milligramm pro Liter-Bereich. Die genauen Wirkweisen und Auswirkungen in den verschiedenen Organismen sind jedoch teilweise noch nicht genau erforscht.

VERWENDUNG, EINTRAG UND VORKOMMEN IN DER UMWELT

Die Produktion von organisch-chemischen UV-Filtern ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen, und dieser Trend wird sich voraussichtlich fortsetzen. UV-Filter werden nicht nur in Sonnencremes, sondern auch in anderen Körperpflegeprodukten, wie Shampoos und Gesichtscremes, eingesetzt. Außerdem finden sie zum Beispiel Verwendung in Verpackungsmaterial und Plastikprodukten.

Es gibt zwei Wege, auf denen UV-Filter vom Körper in die Umwelt (Gewässer und Sedimente, über weitere Wege auch den Boden) gelangen: einerseits direkt, bei Freizeitaktivitäten, wie zum Beispiel Schwimmen, andererseits indirekt über die Kläranlage, nach der Freisetzung der UV-Filter zum Beispiel beim Duschen, in der Waschmaschine oder durch menschliche Ausscheidungen (Ao et al. 2018; Li et al. 2007; Ramos et al. 2016).

Organische UV-Filter haben aromatische Molekülstrukturen, die oft hydrophobe Gruppen aufweisen. Die meisten UV-Filter sind daher sehr lipophil (leicht fettlöslich) (Li et al. 2007). Dadurch, verbunden mit einer meist geringen Bioabbaubarkeit, sind UV-Filter hauptsächlich im Klärschlamm der Kläranlage zu finden. Es findet hier jedoch kein vollständiger Abbau durch Mikroorganismen und keine vollständige Entfernung von UV-Filtern über die Bindung an den Klärschlamm statt. So können die Substanzen durch den Kläranlagenablauf in Gewässer gelangen. Dies stellt in manchen Fällen den Haupteintragspfad in die Umwelt dar (Fent et al. 2010; Gago-Ferrero et al. 2011; Li et al. 2007). Durch den kontinuierlichen und hohen Einsatz von UV-Filtern sind auch Substanzen, welche prinzipiell leicht biologisch abbaubar sind, im Kläranlagenablauf zu finden und in der Umwelt omnipräsent (Groz et al. 2014; Ramos et al. 2016).

Organische UV-Filter werden weltweit in Flüssen, Seen und Küstengewässern gefunden (Kameda et al. 2011; Poiger et al. 2004; Sang, Leung 2016; Tsui et al. 2014). Auch im Arktischen Ozean sind sie nachweisbar. Des Weiteren sind chemische UV-Filter im Boden und in Sedimenten zu finden (Sánchez-Brunete et al. 2011). Darüber hinaus werden organische UV-Filter in marinen Organismen nachgewiesen, zum Beispiel in Muscheln und Fischen der Mittelmeerküste (Bachelot et al. 2012; Cunha et al. 2018), in Fischen aus Schweizer Seen (Balmer et al. 2005), in Muscheln in der Chesapeake Bay in den USA (He et al. 2019) und in Muscheln und Fischen in Aquakulturen an der Küste von Hongkong (Sang, Leung 2016). Einige der organischen UV-Filter, wie zum Beispiel BP-3, bioakkumulieren, das heißt sie reichern sich über die Zeit im Organismus an (Kim, Choi 2014). Dies konnte für einige UV-Filter in Korallen, Tintenfischen, Garnelen und Fischen nachgewiesen werden (Peng et al. 2017; Tsui et al. 2017). Weiterhin wird für manche UV-Filter auch der Effekt der Biomagnifikation beobachtet, das heißt es findet eine zunehmende Anreicherung der Substanzen in der Nahrungskette statt (Tovar-Sánchez et al. 2019). So finden sich organische UV-Filter auch in Delphinen in Brasilien oder Kormoranen in der Schweiz – und auch in nicht geschlüpften Eiern mehrerer Vogelarten in Spanien, insbesondere beim Weißstorch und der Rohrweihe, die die höchsten Konzentrationen aufwiesen (Fent et al. 2010; Gago-Ferrero et al. 2013; Molins-Delgado et al. 2017).

REGULIERUNG VON UV-FILTERN IN DER EU

Die Verwendung von UV-Filtern in Kosmetika wird über die EU-Kosmetikverordnung geregelt (Verordnung (EG) Nr. 1223/2009). Die Sicherheit von Kosmetikinhaltsstoffen für Verbraucherinnen und Verbraucher wird da-

bei von einem wissenschaftlichen Gremium, dem „Scientific Committee on Consumer Safety“ (SCCS) geprüft. Stoffe, die in Kosmetika eingesetzt werden dürfen, werden nach dieser Prüfung in Bezug auf die menschliche Gesundheit auf eine Positiv-Liste gesetzt. Auf dieser Liste der zugelassenen Substanzen in der EU stehen momentan 30 UV-Filtersubstanzen. Darunter sind auch die mineralischen UV-Filter Titandioxid und Zinkoxid. Nach einer Revision der Positiv-Liste hat die EU-Kommission eine separate Liste von 28 UV-Filtern erstellt, für die ein Verdacht auf eine endokrine Wirkung im Menschen besteht (https://ec.europa.eu/growth/content/call-data-ingredients-potential-endocrine-disrupting-properties-used-cosmetic-products_en). Vierzehn dieser Stoffe sind jetzt priorisiert worden, darunter zum Beispiel das oben genannte 4-MBC (4-Methylbenzylidencampher, auch Enzacamen genannt). Diese werden in den nächsten zwei Jahren durch das SCCS noch einmal anhand aller aktuell verfügbaren Studien auf ihre hormonschädigende Wirkung im Menschen bewertet.

Die Umweltbewertung von UV-Filtern findet, wie oben kurz beschrieben, im Rahmen der REACH-Verordnung statt. Wenn für einen Stoff auf Grundlage von vorhandenen Daten die Besorgnis besteht, dass er schädliche Auswirkungen auf die Umwelt haben könnte, jedoch zu wenig Informationen vorhanden sind, um dies genau beurteilen zu können, dann können die Mitgliedstaaten unter REACH eine sogenannte Stoffbewertung durchführen. Hier können dann spezifische Studien zum Beispiel zur endokrinen Wirkung von den Herstellern oder Importeuren gefordert werden. Für Deutschland übernimmt das UBA die Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt.

Im Fokus der Besorgnis stehen dabei mögliche endokrine Effekte und weitere toxische Wirkungen auf Umweltorganismen wie Fische und Amphibien sowie die Persistenz (geringe Abbaubarkeit) der Stoffe in der Umwelt und ihr Potenzial, sich in Organismen anreichern zu können. Solche Chemikalien können nach erfolgter Bewertung auch als Substanzen mit besonderer Besorgnis „Substances of Very High Concern (SVHC)“ identifiziert werden. Die Aufgabe des UBA ist es, solche Stoffe zu identifizieren und dann geeignete Risikominderungsmaßnahmen auf EU-Ebene zu initiieren, mit denen der Eintrag solcher Substanzen in die Umwelt vermieden oder wenigstens minimiert werden kann. Folgende Stoffe und Stoffgruppen sind dabei aktuell im Fokus der Regulatoren:

Octylmethoxycinnamat (OMC), auch Octinoxat oder 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamate (EHMC) genannt, gehört zur Gruppe der Cinnamatderivate. OMC ist einer der am häufigsten verwendeten UV-B-Filter in Sonnenschutzmitteln. OMC zeigt in in vitro-Tests Hinweise auf eine mögliche östrogene, anti-androgene, anti-progestagene und anti-thyroidale Wirkweise (Lorigo et al. 2018). Auch für andere Vertreter dieser Gruppe, welche als UV-Filter verwendet werden, konnten endokrine Aktivitäten in vitro beobachtet werden. Es liegen allerdings bisher keine Daten vor, ob diese auch zu schädlichen und populationsrelevanten Effekten in der Umwelt führen (Wang et al. 2016).

Eine weitere Gruppe mit endokrin wirksamen Vertretern, die als UV-Filter verwendet werden, sind die Benzophenone, denen zum Beispiel das Oxybenzon zugeordnet werden kann. In in vitro-Versuchen zeigten verschiedene Benzophenone eine Bindung an den Östrogenrezeptor, den Androgenrezeptor, den Progesteronrezeptor und weitere Rezeptoren in den Zellkernen. Weiterhin verursachte Oxybenzon in Versuchen mit Fischen einen Anstieg des Proteins Vitellogenin, eines Biomarkers für östrogen wirksame Substanzen, sowie eine reduzierte Schlupfrate (Coronado et al. 2008; Wang et al. 2016).

Die dritte Gruppe der Campherderivate, zu denen auch das 4-MBC gehört, zeigte in in vitro-Studien Effekte auf den Östrogen- sowie den Progesteronrezeptor. Auch Effekte auf den Androgenrezeptor und auf die Konzentrationen von Schilddrüsenhormonen wurden beobachtet. 4-MBC zeigt Biomarker-Reaktionen, die auf eine mögliche Störung der Reproduktion, der sexuellen Entwicklung

oder der neuronalen Entwicklung hindeuten (Quintaneiro et al. 2019; Schmutzler et al. 2007; Wang et al. 2016).

Es gibt auch UV-Filter, die nicht den drei genannten Stoffgruppen zuzuordnen sind, die aber auch endokrine Aktivitäten in Versuchen zeigten. Ein Beispiel dafür ist das Homosalat, das zu der Gruppe der Salicylsäureester gehört. Homosalat zeigte bei in vitro-Tests zum Beispiel anti-androgene und östrogene Effekte (Schreurs et al. 2004).

Deutschland bewertet derzeit zusammen mit den anderen EU-Mitgliedstaaten mehrere Stoffe in Stoffbewertungen. Im Folgenden sind beispielhaft UV-Filter und Gruppen von UV-Filtersubstanzen genannt, für die gerade eine solche Prüfung auf ihre endokrinen Eigenschaften in der Umwelt auf EU-Ebene läuft:

- Der Stoff **Octocrylene** befindet sich aktuell in der Bewertung durch Frankreich. Hier wurden von den Herstellern Daten gefordert, die eine Schlussfolgerung zu den persistenten, bioakkumulierenden und toxischen Eigenschaften sowie zu den endokrinen Wirkungen in der Umwelt erlauben sollen. Ein Ergebnis steht noch aus, da noch nicht alle geforderten Studien vorliegen und abschließend bewertet wurden.

- Die Substanz **4-Methylbenziylidenecamphor** (Enzacamen) befindet sich ebenfalls aktuell noch in der Bewertung. Hier ist das UBA die federführende Stelle der Bewertung und prüft gerade, welche Studien noch nötig sein könnten, um über die endokrinen Eigenschaften von 4-MBC in der Umwelt entscheiden zu können.

- Für die beiden **Cinnamatderivate OMC** (2-Ethylhexyl trans-4-methoxycinnamate) und **IPMC** (Isopentyl p-methoxycinnamate) liegen jetzt die geforderten Studien vor. Deutschland wertet diese aktuell aus und prüft, ob diese Stoffe im Menschen und/oder der Umwelt endokrin wirksam sind. Auch hier ist das UBA für die Umweltbewertung verantwortlich.

- Für die Stoffgruppe der **Parabene** (z. B. Butylparaben) liegen ebenfalls Daten vor, die gerade von mehreren Mitgliedstaaten bewertet werden und die eine Schlussfolgerung zu den endokrinen Eigenschaften dieser Substanzen erlauben. Da es hier mehrere Stoffe gibt, die eine ähnliche chemische Struktur aufweisen, sollen diese als Stoffgruppe bewertet und bei Bedarf auch reguliert werden.

- Ähnlich ist es auch bei der Stoffgruppe der **Benzophenone.** Ein Vertreter dieser Gruppe, das Oxybenzone, befindet sich derzeit in einer Stoffbewertung durch Dänemark. Auch hier liegen noch nicht alle Studien vor, um eine abschließende Bewertung des Gefahrenpotenzials für diesen Stoff vornehmen zu können. Auch weitere Substanzen aus der Gruppe der Benzophenone stehen im Verdacht, endokrin wirksam zu sein. Hier arbeitet das UBA an einer Strategie mit, wie diese Besorgnis auf EU-Ebene am besten geklärt werden kann.

Um die Stoffe möglichst effizient zu bewerten und auch Stoffe mit ähnlicher Besorgnis schnell zu finden, werden mehr und mehr Gruppen von Stoffen betrachtet. Dies kann auch dabei helfen, mögliche chemische Alternativen frühzeitig im Blick zu haben und auch diese bewerten zu können. Dies ist ein wichtiger Teil der regulatorischen Strategie von Chemikalien in der Umwelt, da nur so verhindert werden kann, dass eine „regrettable substitution“, also der Ersatz von problematischen Stoffen durch ähnlich besorgniserregende Stoffe, stattfindet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass für viele der gängigsten UV-Filtersubstanzen (chemische und mineralische Filter) in Kosmetika eine Umweltbesorgnis besteht, die gerade in mehreren Verfahren geprüft wird. Diese Besorgnis basiert hauptsächlich auf den möglichen endokrinen Effekten in Umweltorganismen sowie auf persistenten und bioakkumulierenden Eigenschaften. Bestätigen sich diese Besorgnisse, so bietet die EU-Chemikalienverordnung REACH Instru-

mente, um die Verwendung und den Eintrag der Stoffe in die Umwelt zu minimieren. Risiken für Verbraucherinnen und Verbraucher können über die EU-Kosmetikverordnung adressiert werden.

Anders als bei dem beobachteten Korallensterben vor Hawaii, hat das UBA aktuell keine Hinweise darauf, dass Korallen in der Nordsee, Fisch- oder Amphibienpopulationen in Deutschland oder Europa akut durch UV-Filter aus Sonnenschutzmitteln bedroht sind. Trotzdem können längerfristige Effekte auftreten. Um negative Auswirkungen zu vermeiden, muss aus Sicht des UBA deshalb vorsorglich gehandelt werden, wenn für bestimmte UV-Filtersubstanzen eine Umweltbesorgnis bestätigt werden kann.

TIPPS FÜR VERBRAUCHERINNEN UND VERBRAUCHER

Die beschriebene Umweltbesorgnis hinsichtlich einiger UV-Filtersubstanzen kann zu einem Zielkonflikt führen, in dem sich der Gesundheitsschutz und der Umweltschutz diametral gegenüberstehen. Der Schutz der menschlichen Gesundheit und die Vermeidung der Bildung von Hautkrebs durch UV-Strahlung hat dabei hohe Priorität. Deshalb ist auch der Einsatz von UV-Filtern in Kosmetika und Sonnencremes notwendig.

Durch einfache Maßnahmen können Verbraucherinnen und Verbraucher den Umwelteintrag von UV-Filtern verringern und so diesen Zielkonflikt entschärfen. Das UBA empfiehlt deshalb folgende Maßnahmen, die sowohl die Gesundheit als auch die Umwelt schützen:

- Bewusstes Sonnenbad in den Nachmittags- und frühen Abendstunden umgeht die UV-Last und reduziert die benötigte Menge an Sonnencreme.

- Aufenthalt im Schatten und leichte langärmlige Kleidung oder das Nutzen von Sonnenschirmen und Kopfbedeckungen reduzieren ebenfalls den Bedarf an Sonnenschutzmitteln bei Aktivitäten im Freien.

- Duschen sollte man erst zu Hause, um einen direkten Eintrag von UV-Filtern in das Meer, Flüsse oder Seen zu vermeiden. Denn das Duschwasser durchläuft eine Kläranlage, in der die UV-Filtersubstanzen zumindest teilweise abgebaut und gebunden werden können.

Zusätzlich kann auch auf mineralische Filter (in Nicht-Nanoform) zurückgegriffen werden, die unbedenklicher erscheinen.

LITERATUR

Ao J, Yuan T, Gu J et al. (2018): Organic UV filters in indoor dust and human urine: A study of characteristics, sources, associations and human exposure. Science of the Total Environment 640–641: 1157–1164. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.367.

Bachelot M, Li Z, Munaron D et al. (2012): Organic UV filter concentrations in marine mussels from French coastal regions. Science of the Total Environment 420: 273–279. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.12.051.

Balmer ME, Buser HR, Müller MD et al. (2005): Occurrence of some organic UV filters in wastewater, in surface waters, and in fish from Swiss lakes. Environmental Science & Technology 39 (4): 953–962.

Coronado M, De Haro H, Deng X et al. (2008): Estrogenic activity and reproductive effects of the UV-filter oxybenzone (2-hydroxy-4-methoxyphenyl-methanone) in fish. Aquat Toxicol 90 (3): 182–187. DOI: 10.1016/j.aquatox.2008.08.018.

Cunha S, Trabalón L, Jacobs S et al. (2018): UV-filters and musk fragrances in seafood commercialized in Europe Union: Occurrence, risk and exposure assessment. Environ Res 161: 399–408.

Fent K, Zenker A, Rapp M (2010): Widespread occurrence of estrogenic UV-filters in aquatic ecosystems in Switzerland. Environmental Pollution 158 (5): 1817–1824.

Gago-Ferrero P, Alonso MB, Bertozzi CP et al. (2013): First determination of UV filters in marine mammals. Octocrylene levels in Franciscana dolphins. Environmental Science & Technology 47 (11): 5619–5625.

Gago-Ferrero P, Díaz-Cruz MS, Barceló D (2011): Occurrence of multiclass UV filters in treated sewage sludge from wastewater treatment plants. Chemosphere 84 (8): 1158–1165.

Groz MP, Bueno MM, Rosain D et al.(2014): Detection of emerging contaminants (UV filters, UV stabilizers and musks) in marine mussels from Portuguese coast by QuEChERS extraction and GC–MS/MS. Science of the Total Environment 493: 162–169.

He K, Hain E, Timm A et al. (2019): Occurrence of antibiotics, estrogenic hormones, and UV-filters in water, sediment, and oyster tissue from the Chesapeake Bay. Science of the Total Environment 650: 3101–3109.

Kameda Y, Kimura K, Miyazaki M (2011): Occurrence and profiles of organic sun-blocking agents in surface waters and sediments in Japanese rivers and lakes. Environmental Pollution 159 (6): 1570–1576.

Khetan SK (2014): Endocrine disruptors in the environment. John Wiley & Sons. ISBN: 1118891155.

Kim S, Choi K (2014): Occurrences, toxicities, and ecological risks of benzophenone-3, a common component of organic sunscreen products: a mini-review. Environ Int 70: 143–157.

Li W, Ma Y, Guo C et al. (2007): Occurrence and behavior of four of the most used sunscreen UV filters in a wastewater reclamation plant. Water Research 41 (15): 3506–3512.

Lorigo M, Mariana M, Cairrao E (2018): Photoprotection of ultraviolet-B filters: Updated review of endocrine disrupting properties. Steroids 131: 46–58.

Molins-Delgado D, Máñez M, Andreu A et al. (2017): A potential new threat to wild life: presence of UV filters in bird eggs from a preserved area. Environmental Science & Technology 51 (19): 10983–10990.

Peng X, Fan Y, Jin J et al. (2017): Bioaccumulation and biomagnification of ultraviolet absorbents in marine wildlife of the Pearl River Estuarine, South China Sea. Environmental Pollution 225: 55–65.

Poiger T, Buser HR, Balmer ME et al. (2004): Occurrence of UV filter compounds from sunscreens in surface waters: regional mass balance in two Swiss lakes. Chemosphere 55 (7): 951–963.

Quintaneiro C, Teixeira B, Benedé JL et al. (2019): Toxicity effects of the organic UV-filter 4-Methylbenzylidene camphor in zebrafish embryos. Chemosphere 218: 273–281.

Ramos S, Homem V, Alves A et al. (2016): A review of organic UV-filters in wastewater treatment plants. Environ Int 86: 24–44.

Sánchez-Brunete C, Miguel E, Albero B et al. (2011): Analysis of salicylate and benzophenone-type UV filters in soils and sediments by simultaneous extraction cleanup and gas chromatography–mass spectrometry. Journal of Chromatography A 1218 (28): 4291–4298.

Sang Z, Leung KS-Y (2016): Environmental occurrence and ecological risk assessment of organic UV filters in marine organisms from Hong Kong coastal waters. Science of the Total Environment 566: 489–498.

Schmutzler C, Gotthardt I, Hofmann PJ et al. (2007): Endocrine disruptors and the thyroid gland--a combined in vitro and in vivo analysis of potential new biomarkers. Environ Health Perspect 115 Suppl 1: 77–83. DOI: 10.1289/ehp.9369.

Schreurs RH, Sonneveld E, Jansen JH et al. (2004): Interaction of polycyclic musks and UV filters with the estrogen receptor (ER), androgen receptor (AR), and progesterone receptor (PR) in reporter gene bioassays. Toxicological Sciences 83 (2): 264–272.

Tovar-Sánchez A, Sánchez-Quiles D, Rodríguez-Romero A (2019): Massive coastal tourism influx to the Mediterranean Sea: The environmental risk of sunscreens. Science of the Total Environment 656: 316–321.

Tsui MM, Lam JC, Ng T et al. (2017): Occurrence, distribution, and fate of organic UV filters in coral communities. Environmental Science & Technology 51 (8): 4182–4190.

Tsui MM, Leung H, Wai TC et al. (2014): Occurrence, distribution and ecological risk assessment of multiple classes of UV filters in surface waters from different countries. Water Research 67: 55–65.

Wang J, Pan L, Wu S et al. (2016): Recent advances on endocrine disrupting effects of UV filters. International Journal of Environmental Research and Public Health 13 (8): 782.

KONTAKT

Jürgen Arning
Umweltbundesamt
Fachgebiet IV 2.3 „Chemikalien“
Wörlitzer Platz
06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: juergen.arning[at]uba.de

[UBA]

5G – Die neue Mobilfunkgeneration und ihre Auswirkungen auf den Menschen

5G – the new generation of mobile technologies and its effects on humans

JANINE SCHMIDT

ZUSAMMENFASSUNG

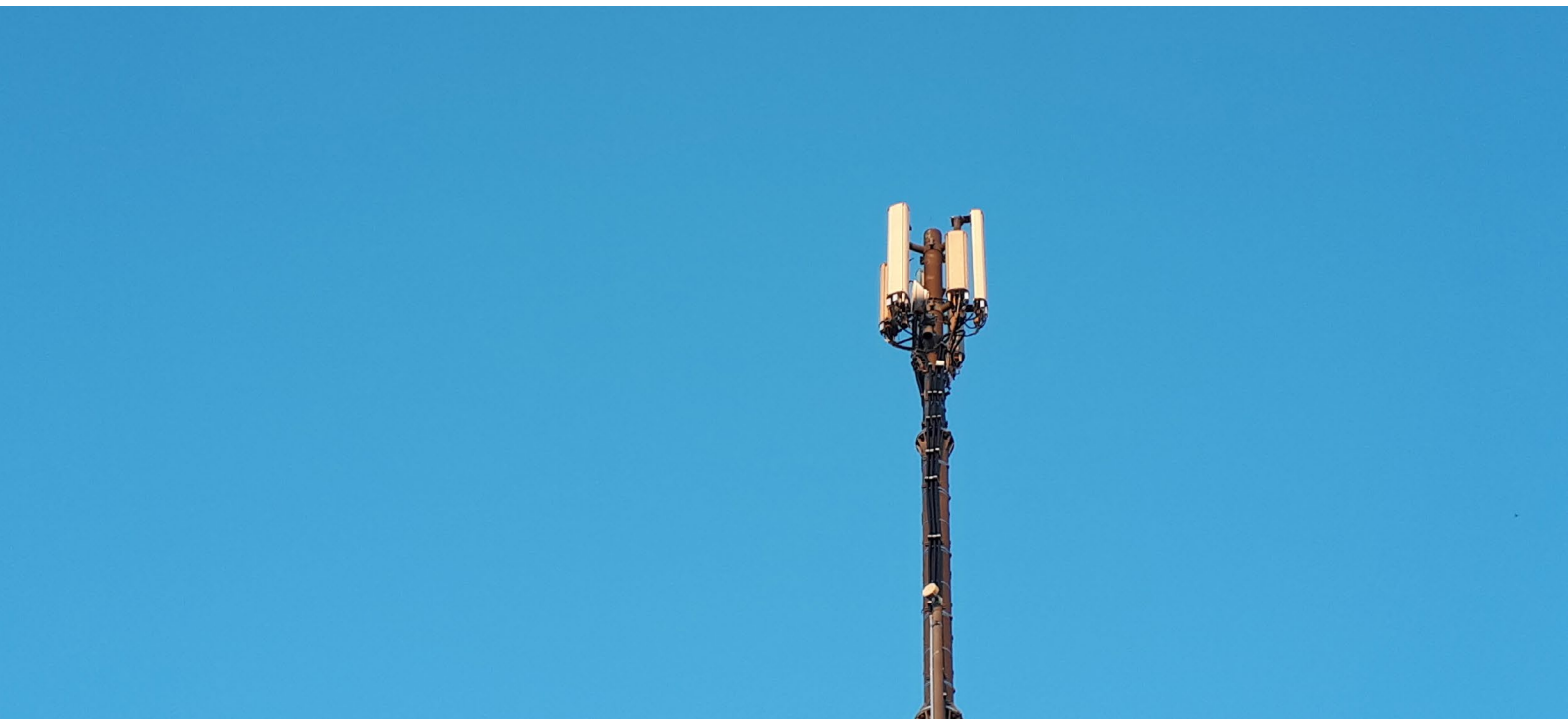
Mit der fünften Mobilfunkgeneration (5G) werden vielfältige neue Anwendungsmöglichkeiten verbunden, aber auch Bedenken hinsichtlich möglicher gesundheitlicher Risiken durch die elektromagnetischen Felder. Vor allem der geplante Einsatz deutlich höherer Frequenzen („Millimeterwellen") ruft in Teilen der Bevölkerung Besorgnis hervor. Zusätzlich befürchtet wird eine steigende Strahlenbelastung, unter anderem durch den vermehrten Einsatz von Kleinzellen. Wissenschaftlich sicher belegt ist einzig die Wärmewirkung elektromagnetischer Felder. Davor schützen die Grenzwerte. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass sich aufgrund gegenläufiger technischer Entwicklungen die Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern nicht wesentlich verändern wird. Wissenschaftliche Unsicherheiten in der Risikobewertung betreffen langfristige Auswirkungen intensiver Handynutzung. Hier können Vorsorgemaßnahmen, wie die Befolgung einfacher Verhaltensempfehlungen, sehr effektiv sein.

ABSTRACT

Numerous applications are associated with the 5th generation of mobile technologies (5G) but also concerns about possible health risks from electromagnetic fields. Especially the upcoming use of considerably higher frequencies ("millimeter waves") raises concerns in parts of the population. Additionally, it is feared that, amongst other things, the enhanced use of small cells will lead to an increase of the exposure. Heating is the only scientifically ascertained effect of electromagnetic fields. Limit values protect against this effect. Furthermore, because of contrasting technical developments, it can be assumed that the exposure of the population with electromagnetic fields won't change substantially. Scientific uncertainties in risk assessment exist in view of long-term effects due to the intensive usage of mobile phones. With respect to this, precautionary measures, like simple behavioral recommendations, can be very effective.

EINLEITUNG

Ob zum Telefonieren, Musik hören oder Surfen im Internet: Die Nutzung von Handys und Smartphones ist im Alltag fast aller Menschen eine Selbstverständlichkeit. Weltweit gibt es mehr Mobilfunkverträge als Menschen und fast die gesamte Weltbevölkerung lebt in Reichweite eines Mobilfunknetzes (ITU 2019). In Deutschland wurde Anfang der 1990er Jahre das erste vollständig digitale Mobilfunknetz eingeführt. Während zu Beginn nur die mobile Kommunikation und das Senden und Empfangen von SMS möglich war, folgte im Verlauf der Einsatz vielfältiger multimedialer Anwendungen. Mit jeder neuen Mobilfunkgeneration stieg die Leistungsfähigkeit der Netze. So auch mit der



© Janine Schmidt.

Einführung der 5. Mobilfunkgeneration, kurz 5G, die noch einmal deutlich höhere Datenübertragungsraten ermöglicht. Virtual Reality-Anwendungen, autonom fahrende Autos und die Vernetzung von Milliarden elektronischer Geräte (Internet of Things) sind nur einige Beispiele dafür, wie die höheren Datenübertragungsraten der neuen Mobilfunktechnologie genutzt werden können. Dennoch wird 5G in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Insbesondere gibt es Bedenken im Hinblick auf gesundheitliche Auswirkungen durch elektromagnetische Felder, mit denen die drahtlose Übertragung von Sprache und Daten überhaupt erst ermöglicht wird. Was ändert sich mit 5G? Sind die Bedenken hinsichtlich gesundheitlicher Auswirkungen begründet? Welche Schutzmaßnahmen gibt es? Im Folgenden werden diese Themen genauer beleuchtet.

WAS IST 5G?

5G steht für die 5. Generation der Mobilfunkstandards. 5G stellt dabei keine komplett neue Technologie dar, sondern ist eine Weiterentwicklung der vorherigen Mobilfunkstandards 2G (GSM), 3G (UMTS) und 4G (LTE) (TABELLE 1). Viele technische Aspekte von 5G sind daher mit denen bisheriger Mobilfunkstandards vergleichbar. Mit jeder

TABELLE 1
Übersicht über die Mobilfunkstandards und das Jahr ihrer Einführung in Deutschland.

Mobilfunkstandard	Mobilfunkgeneration	Einführung
A-, B- und C-Netz	1. Generation (1G)	1958
GSM (Global System for Mobile Communication)	2. Generation (2G)	1992
UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)	3. Generation (3G)	2000
LTE (Long Term Evolution)	4. Generation (4G)	2010
5G	5. Generation (5G)	2019

neuen Mobilfunkgeneration stieg die Datenübertragungsrate. Auch 5G weist im Vergleich zu 4G eine bis zu 100-fach höhere Datenübertragungsrate auf. Auch die Latenzzeit, das heißt die Verzögerung bei der Übertragung von Daten, fällt bei 5G erheblich geringer aus. Diese Aspekte ermöglichen ein deutlich breiteres Anwendungsspektrum von 5G, erfordern aber auch die Einführung technischer Neuerungen. Zwar wird 5G, wie die bisherigen Mobilfunkgenerationen, elektromagnetische Felder zur drahtlosen Übertragung von Sprache und Daten in vorerst ähnlichen Frequenzbereichen nutzen. Für einige Anwendungsbereiche ist jedoch der Einsatz von elektromagnetischen Feldern mit deutlich höheren Frequenzen als bisher nötig.

WAS SIND ELEKTROMAGNETISCHE FELDER?

Elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich von 100 Kilohertz (kHz) bis 300 Gigahertz (GHz) werden als hochfrequent bezeichnet. Weil elektrische und magnetische Felder bei hohen Frequenzen eng miteinander gekoppelt sind, spricht man von elektromagnetischen Feldern. Elektromagnetische Felder breiten sich als Wellen im freien Raum mit Lichtgeschwindigkeit aus und können dabei Energie und Informationen über große Entfernungen übertragen. Diese Eigenschaft macht sich der Mobilfunk zunutze. Dabei ist Hertz (Hz) die Maßeinheit für die Frequenz, das heißt, für die Zahl der Schwingungen des elektromagnetischen Feldes pro Sekunde. Die Länge einer Welle ist abhängig von der Frequenz. Bei hohen Frequenzen sind die Wellenlängen klein und bei niedrigen Frequenzen groß. Beispielsweise hat ein elektromagnetisches Feld mit einer Frequenz von 100 kHz eine Wellenlänge von 3 Kilometern, während ein elektromagnetisches Feld mit einer Frequenz von 25 Gigahertz nur noch eine Wellenlänge von 1,2 Zentimetern aufweist (TABELLE 2). Für typische Mobilfunkfrequenzen zwischen 800 Megahertz (MHz) und 2.600 MHz (= 2,6 GHz) betragen sie zum Beispiel 38 bis 12 Zentimeter.

TECHNISCHE ASPEKTE VON 5G

5G-FREQUENZSPEKTRUM

Moderne Kommunikationstechnologien nutzen heute ein breites Spektrum an hochfrequenten elektromagnetischen Feldern. Während die bisherigen Mobilfunkgenerationen 2G bis 4G Frequenzbereiche zwischen 800 MHz und 2,6 GHz verwenden, kommen beim drahtlosen Zugang zum Internet über WLAN Frequenzbereiche um 2,4 GHz sowie zwischen 5,1 bis 5,7 GHz zum Einsatz. Für 5G wurden 2019 auf der Frequenzauktion der Bundesnetzagentur (BNetzA) das 2 GHz- sowie das 3,6 GHz-Frequenzband an die Mobilfunkbetreiber versteigert (BNetzA 2019). Im 2 GHz-Band wird aktuell noch 3G betrieben, doch soll das 3G-Mobilfunknetz nach und nach abgeschaltet werden. Ein Teil des Frequenzbands bei 3,6 GHz ist bereits dem Festen Funkdienst, das heißt dem Funkdienst zwischen bestimmten festen Punkten, zugewiesen. Zusätzlich steht seit 2019 das

Frequenz in Hertz (Hz)		Wellenlänge
100.000	= 100 Kilohertz (kHz)	3 Kilometer
1.000.000	= 1 Megahertz (MHz)	300 Meter
1.000.000.000	= 1 Gigahertz (GHz)	30 Zentimeter
25.000.000.000	= 25 GHz	1,2 Zentimeter
100.000.000.000	= 100 GHz	3 Millimeter

TABELLE 2
Zusammenhang von Frequenz und Wellenlänge bei elektromagnetischen Feldern.

700 MHz-Frequenzband für die Mobilfunknutzung zur Verfügung. Dieses Frequenzband wurde ursprünglich für die Übertragung des terrestrischen digitalen Fernsehens (DVB-T) genutzt. Damit kommen bei 5G aktuell Frequenzbereiche zum Einsatz, die auch bei den bisherigen Mobilfunkgenerationen genutzt werden, die diesen benachbart sind oder die für vergleichbare Nutzungen vergeben sind (ABBILDUNG 1).

Auf perspektivische Sicht ist für 5G die Nutzung weiterer, deutlich höherer Frequenzbänder geplant. Die entsprechenden Frequenzbereiche wurden 2019 auf der Weltfunkkonferenz (WRC-19) der Internationalen Fernmeldeunion festgelegt. Dabei handelt es sich um die Bereiche 24,25–27,5 GHz, 37–43,5 GHz, 45,5–47 GHz, 47,2–48,2 GHz und 66–71 GHz. Hier spricht man auch vom Zenti- oder Millimeterwellenbereich, da die elektromagnetischen Felder bei diesen Frequenzen Wellenlängen von wenigen Zenti- bis Millimetern aufweisen. Auch heute schon werden Felder im Frequenzbereich oberhalb von 20 GHz eingesetzt, zum Beispiel beim Richtfunk, bei Ganzkörperscannern am Flughafen oder beim Abstandsradar von Autos. In Deutschland befinden sich mögliche Anwendungen mit Feldern im Zenti- und Millimeterwellenbereich beim Mobilfunk bisher nur im Test. Da diese Felder nur eine sehr geringe Reichweite aufweisen und nicht durch Hindernisse, wie beispielsweise Häuserwände dringen, eignen sie sich weniger gut für die flächendeckende, sondern mehr für die lokale Versorgung (sogenannte „Campuslösungen“). In ihrem Entwurf zu den grundlegenden Rahmenbedingungen für 5G-Anwendungen sieht die BNetzA derzeit in Deutschland eine Nutzung des Frequenzbereichs bei 26 GHz nur für lokale, grundstücksübergreifende Anwendungen (z. B. Hotspots an belebten Orten in Städten) oder grundstücksbezogene Anwendungen (z. B. für Industrie-, Forst- und Landwirtschaft) vor (BNetzA: Entwurf für die zukünftigen Rahmenbedingungen im Bereich 26 GHz).

„MASSIVE MIMO“ UND „BEAMFORMING“

Die bereits bei 4G und WLAN eingesetzte Multiple Input Multiple Output (MIMO)-Technik beschreibt die gleichzeitige Verwendung mehrerer Sende- und Empfangsantennen. Bei 5G wird diese Technik fortentwickelt zu Massive MIMO, wobei die Anzahl an Sende- und Empfangsantennen noch einmal deutlich zunimmt. Die Antennenelemente einer Massive MIMO-Antenne sind einzeln ansteuerbar, wodurch eine zielgenauere Kommunikation zwischen der Antenne der Basisstation und dem mobilen Endgerät möglich ist. Diese Form der präzi-

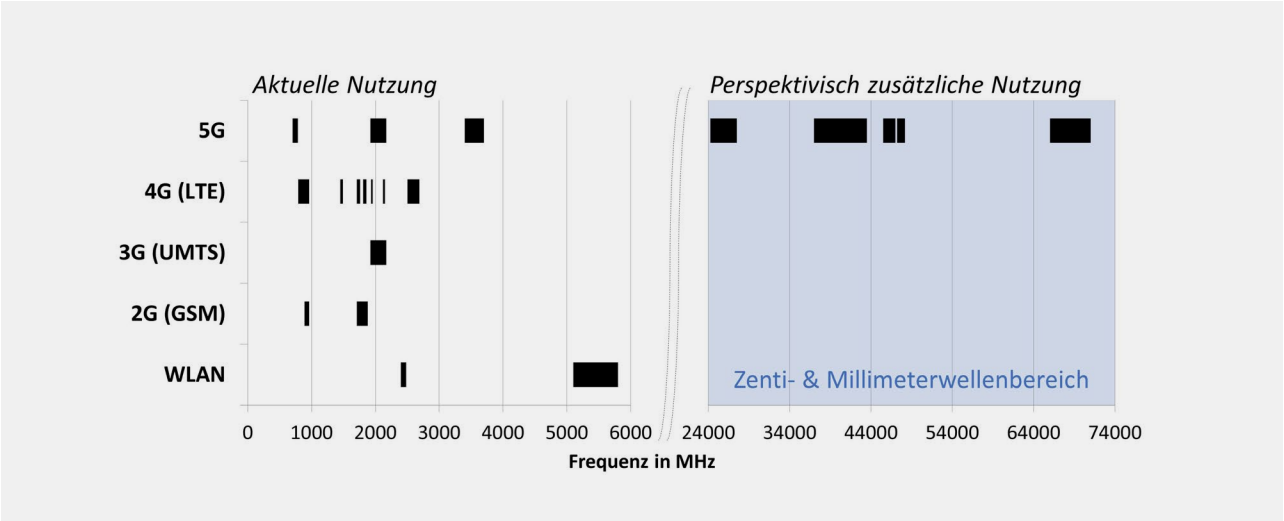


ABBILDUNG 1
Überblick über die aktuell beim Mobilfunk und bei WLAN genutzten Frequenzbereiche sowie die perspektivisch für 5G vorgesehenen Frequenzen im Zenti- und Millimeterwellenbereich.

sen Ausrichtung des Mobilfunksignals wird als Beamforming bezeichnet. Statt der sonst üblichen Ausbreitung des Mobilfunksignals in die Fläche werden durch das Beamforming nur einzelne Geräte angesprochen, wodurch sich Interferenzen verringern und die Übertragungskapazität steigt.

KLEINZELLEN

Kleinzellen (oder „Small Cells“) sind kleine Funkanlagen mit einer deutlich geringeren Sendeleistung als herkömmliche Mobilfunk-Basisstationen. Die Sendeleistung von Kleinzellen beträgt 2 bis 10 Watt äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) (INFOBOX 1). Aus diesem Grund sind sie nur zur Versorgung von kleinen Flächen geeignet. Sie werden dort installiert, wo ein großes Datenaufkommen zu erwarten ist, das heißt dort, wo sich viele Menschen aufhalten („Hotspots“). Als typische Standorte von Kleinzellen kommen beispielsweise Straßenlaternen oder Bushaltestellen in Frage. Auch heute schon werden Kleinzellen zur Kapazitätssteigerung in 2G-, 3G- und 4G-Netzen eingesetzt, beispielsweise bei Großveranstaltungen oder in Stadien.

AUSWIRKUNGEN AUF DEN MENSCHEN

BIOLOGISCHE WIRKUNGEN ELEKTROMAGNETISCHER FELDER

Ist der Mensch gegenüber elektromagnetischen Feldern exponiert, wird die Energie der Felder vom Körper absorbiert und in Wärme umgewandelt. Je nachdem, ob nur ein Teil des Körpers oder der Körper als Ganzes exponiert wird, kann es zu lokaler Gewebeerwärmung oder zur Erwärmung des gesamten Körpers kommen. Der menschliche Körper kann die Wärmezufuhr regulieren, indem er die überschüssige Wärme über das Blut abführt oder durch Verdunstung an der Hautoberfläche abgibt (Schwitzen). Lokale oder kurzfristige Ganzkörper-Erwärmungen, zum Beispiel bei körperlicher Betätigung, können vom Körper eines gesunden Menschen sehr effektiv reguliert werden. Mit negativen Auswirkungen auf die Gesundheit ist dann zu rechnen, wenn bestimmte Schwellenwerte überschritten werden und die Thermoregulation des Körpers überfordert ist.

Maßgebend für die Bewertung der Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder ist die vom Körper absorbierte Energie. Basisgröße dafür ist die Spezifische Absorptionsrate, kurz SAR, mit der Maßeinheit Watt pro Kilogramm (W/kg). Sie gibt die Energie pro Zeiteinheit an, die pro Kilogramm Gewebe absorbiert und in Wärme umgewandelt wird. Hochfrequente Felder, die dauerhaft auf den gesamten Körper einwirken und dabei zu SAR-Werten von im Mittel 4 W/kg führen, bewirken beim Menschen eine Temperaturerhöhung von etwa 1 °C. Mehrere experimentelle Studien an Freiwilligen sowie Tierstudien haben bei Überschreitung dieser Wirkschwelle negative gesundheitliche Auswirkungen dokumentiert. Berichtet werden unter anderem Hitzeerschöpfung und Hitzeschlag, Effekte auf das Verhalten sowie Gewebeschäden bei starker lokaler Gewebeerwärmung (ICNIRP 1998).

Die Wärmewirkung, die auch als thermischer Effekt bezeichnet wird, ist der einzige wissenschaftlich nachgewiesene Wirkmechanismus hochfrequenter elektromagnetischer Felder, wie sie beim Mobilfunk genutzt wer-

INFOBOX 1

ÄQUIVALENTE ISOTROPE STRAHLUNGSLEISTUNG

Die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (englisch: equivalent isotropic radiated power, EIRP) gibt an, mit welcher Sendeleistung man eine Antenne, die gleichmäßig in alle Richtungen sendet (sogenannter Kugelstrahler), versorgen müsste, um dieselbe Leistungsflussdichte (Maß für die Stärke der Strahlung) wie mit einer gerichtet abstrahlenden Antenne in Hauptstrahlrichtung zu erreichen. Die EIRP ist damit eine Rechengröße, in der Praxis kommen solche Kugelstrahler nicht vor.

den. Dennoch stehen immer wieder sogenannte nicht-thermische Wirkungen elektromagnetischer Felder in der Diskussion, also Wirkungen, die auf einen anderen als den Wärmeeffekt zurückzuführen sind. Des Weiteren gibt es Hinweise auf eine mögliche krebserregende Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder des Mobilfunks (INFOBOX 2). Unterhalb der für den Mobilfunk geltenden Grenzwerte sind solche Wirkungen aber nicht wissenschaftlich nachgewiesen. Zu den wissenschaftlich diskutierten Wirkungen siehe auch die Internetseite https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert.html.

AUSWIRKUNGEN AUF DIE EXPOSITION DER BEVÖLKERUNG DURCH EINFÜHRUNG VON 5G

Der Mensch ist im Alltag ständig elektromagnetischen Feldern ausgesetzt, sei es über das mobile Endgerät (z. B. das Handy), den WLAN-Router, die Basisstation oder die Kleinzelle. Die Exposition hängt dabei von zahlreichen Faktoren ab, beispielsweise von der Anzahl, der Entfernung und technischen Parametern der Sendeanlagen, von umliegenden Objekten, dem Beitrag des eigenen Mobilfunkendgeräts und nicht zuletzt auch von dem Grad der Mobilfunknutzung durch andere Menschen in der nahen Umgebung.

Grundsätzlich nimmt die Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern von Basisstationen zu, wenn zusätzliche Basisstationen in bestehenden oder in neuen Netzen aufgebaut werden. Auch mit dem Ausbau von 5G werden neue Sendeanlagen errichtet. Zusätzlich wird sich die Anzahl von Kleinzellen an Orten, wo sich viele Menschen aufhalten, erhöhen. Kleinzellen weisen zwar eine deutlich geringere Sendeleistung auf als Basisstationen, rücken aber aufgrund der geringen Reichweite von wenigen 100 Metern näher an den Menschen heran. Des Weiteren ist aufgrund der zukünftig anvisierten Anwendungsszenarien, wie dem autonomen Fahren oder dem Internet of Things, mit einem weiter steigenden Datenvolumen zu rechnen.

Mit der zu erwartenden Netzverdichtung kann die Exposition durch die Felder von Endgeräten hingegen niedriger werden, wenn sich die durchschnittliche Entfernung der Nutzer zu einer Basisstation verringert und dadurch ein besserer Empfang möglich wird. Durch die neuen Techniken „Massive MIMO“ und „Beamforming“ kann die Strahlungsleistung einer Antenne zudem zielgenauer an den Empfänger abgegeben werden. Die zielgenauere Aussendung kann zu niedrigeren Expositionen von Nichtnutzern

INFOBOX 2

HINWEISE AUF EINE MÖGLICHE KREBSERREGENDE WIRKUNG ELEKTROMAGNETISCHER FELDER

Beim körpernahen Betrieb mobiler Endgeräte – beispielsweise beim Telefonieren mit dem Handy ohne Headset – werden die elektromagnetischen Felder direkt am Kopf erzeugt, wodurch eine stärkere Exposition vorliegt als beispielsweise durch eine in der Umgebung befindliche Basisstation. In epidemiologischen Studien wurde daher untersucht, ob die Nutzung von Handys oder Schnurlostelefonen das Risiko für Krebserkrankungen des Kopfes erhöht. Bisherige epidemiologische Studien zeigen weitgehend übereinstimmend kein erhöhtes Risiko für Krebserkrankungen des Kopfes. Allerdings gibt es wissenschaftliche Unsicherheiten bezüglich des Risikos für „Vielnutzer“ und wegen der vergleichsweise kurzen Nutzungsdauer der Mobilfunktechnologie auch zu möglichen Langzeiteffekten der Handynutzung. Auf dieser Basis hat die Internationale Krebsforschungsagentur (IARC) hochfrequente elektromagnetische Felder als „möglicherweise krebserregend“ (Gruppe 2b) eingestuft (IARC 2013). Die Klassifizierung in Gruppe 2b im Gegensatz zu Gruppe 2a („wahrscheinlich krebserregend“) beruht auf begrenzten Anhaltspunkten aus epidemiologischen Studien, die die Nutzung mobiler Endgeräte und die Entstehung von Kopftumoren untersuchten, und auf begrenzten Anhaltspunkten aus Laborstudien an Versuchstieren. Die IARC-Bewertung berücksichtigt dabei nur, ob elektromagnetische Felder überhaupt krebserzeugend wirken können. Die Wahrscheinlichkeit, mit der Krebs als Folge der Exposition entsteht, wird hingegen nicht bewertet. Ein Anstieg der Inzidenzraten von Kopftumoren ist in nationalen Krebsregistern bisher nicht zu sehen. Die Einstufung wird von der IARC bis 2024 neu bewertet.

führen, weil weniger Leistung ungerichtet in die Umgebung abgegeben wird. Durch die höhere Datenübertragungsrate ist im Vergleich zu bisherigen Mobilfunkgenerationen bei gleichbleibender zu übertragender Datenmenge eine kürzere Übertragungs- und Expositionsdauer möglich.

Wie sich diese teils gegenläufigen Aspekte im Einzelnen auf die Exposition der Allgemeinbevölkerung auswirken werden, kann noch nicht im Detail bewertet werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Streubreite möglicher Expositionen zunehmen wird und die durchschnittliche Exposition der Bevölkerung auf einem niedrigen Niveau bleibt. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) begleitet den Auf- und Ausbau der 5G-Netze unter anderem mit Forschungsvorhaben, die die Veränderungen in der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks untersuchen.

GRENZWERTE UND RISIKOBEWERTUNG

WELCHER SCHUTZ BESTEHT GEGENÜBER DEN BIOLOGISCHEN WIRKUNGEN ELEKTROMAGNETISCHER FELDER?

Um die Bevölkerung vor den nachgewiesenen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder zu schützen, wurden auf Basis des wissenschaftlichen Kenntnisstandes Grenzwerte eingeführt. Diese wurden konservativ, unter „worst case“-Bedingungen abgeleitet, gelten für alle Bevölkerungsgruppen und sind auf Dauerexpositionen ausgelegt. Die Grenzwerte beruhen auf Empfehlungen der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP), die 1998 veröffentlicht wurden. Die Grenzwertempfehlungen der ICNIRP basieren auf einer Gesamtschau aller wissenschaftlichen Studien und wurden 1999 vom Rat der Europäischen Union beziehungsweise von der Europäischen Kommission übernommen.

In Deutschland sind die Grenzwerte für ortsfeste Anlagen, wie Mobilfunk-Basisstationen, auf Grundlage des Bundes-Immissionsschutzgesetzes in der „Verordnung über elektromagnetische Felder“ (26. BImSchV) festgelegt. Auch mobile Endgeräte, wie Smartphones, dürfen bestimmte, von der ICNIRP empfohlene Expositionshöchstwerte nicht übersteigen. Der Schutz vor relevanten Wirkungen elektromagnetischer Felder erfolgt hier aber nicht im Rahmen der 26. BImSchV, sondern wird über die Produktsicherheit geregelt (INFOBOX 3).

Sowohl nationale als auch internationale Expertengremien, Organisationen und Behörden überprüfen laufend, ob die Grenzwerte weiterhin den Schutz der Bevölkerung sicherstellen. Das Wissenschaftliche Gremium über Gesundheits-, Umwelt- und neu auftretende Risiken (SCENIHR, seit 2016 SCHEER) bewertet im Auftrag der Europäischen Kom-

INFOBOX 3

REGELUNGEN ZUM SCHUTZ VOR ELEKTROMAGNETISCHEN FELDERN VON BASISSTATIONEN, KLEINZELLEN UND ENDGERÄTEN

Die 26. BImSchV gilt für ortsfeste Anlagen, zum Beispiel Mobilfunk-Basisstationen, mit einer Sendeleistung von 10 Watt EIRP oder mehr. Die Grenzwerte gelten ebenso für Anlagen mit geringerer Leistung, sollte an einem Standort die Gesamtleistung von 10 Watt EIRP erreicht oder überschritten werden. Die freiwillige Selbstverpflichtung der Mobilfunkbetreiber wurde im April 2020 um die Kleinzellen erweitert, die eine Sendeleistung unter 10 Watt EIRP aufweisen und daher nicht unter die 26. BImSchV fallen. Hier verpflichten sich die Mobilfunkbetreiber, für Kleinzellen dasselbe Schutzniveau einzuhalten, das für Basisstationen größerer Leistung in der 26. BImSchV gegeben ist (Deutsche Telekom Technik GmbH et al. 2020). Der Schutz vor elektromagnetischen Feldern mobiler Endgeräte, wie Smartphones, wird nicht über die 26. BImSchV sondern im Rahmen der Produktsicherheit geregelt. Diese sieht vor, dass die beim Betrieb von Smartphones und ähnlichen Produkten auftretenden SAR-Werte festgelegte Höchstwerte nicht übersteigen.

mission Risiken neuer Techniken, darunter den Mobilfunk, für die Europäische Union. In seiner letzten veröffentlichten, alle Frequenzen umfassenden Literaturbewertung kommt SCENIHR zu dem Schluss, dass es unterhalb der Grenzwerte keine Nachweise für eine gesundheitsschädliche Wirkung von Mobilfunkfeldern gibt (SCENIHR 2015).

In Deutschland wird das fachlich zuständige Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) durch die Strahlenschutzkommission (SSK) sowie durch das BfS beraten. Das BfS konzipierte und betreute in den Jahren 2002 bis 2008 das Deutsche Mobilfunk-Forschungsprogramm (DMF) sowie Folgestudien, um die Schutzwirkung der Grenzwerte zu überprüfen. Umfassend untersucht wurden mögliche nicht-thermische Wirkmechanismen und akute Wirkungen auf den Menschen. Auch mögliche Effekte einer Langzeitexposition wurden in Tierstudien überprüft. Insbesondere wurde überprüft, ob solche Langzeitwirkungen bei Einhaltung der Grenzwerte auftreten können. Sowohl das BfS als auch die SSK haben nach Abschluss des DMF unabhängig voneinander festgestellt, dass die vorliegenden Ergebnisse keine Erkenntnisse erbracht haben, die die geltenden Grenzwerte aus wissenschaftlicher Sicht in Frage stellen (BfS 2008; SSK 2008). Der im DMF untersuchte Frequenzbereich wurde bewusst breit gefasst und ging zum Teil über den damals vor allem genutzten GSM- und UMTS-Frequenzbereich hinaus. Daher lassen sich dessen Erkenntnisse auch auf die aktuell bei 5G verwendeten Frequenzen übertragen.

SCHÜTZEN DIE GRENZWERTE AUCH VOR DEN ELEKTROMAGNETISCHEN FELDERN VON 5G?

Die Grenzwerte für hochfrequente elektromagnetische Felder wurden Technik-unabhängig entwickelt und umfassen den Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz (ICNIRP 1998; ICNIRP 2020). Dieser schließt sowohl den aktuell für den Mobilfunk und 5G genutzten Frequenzbereich zwischen 700 MHz und 3,6 GHz, als auch den perspektivisch für 5G vorgesehenen Zenti- und Millimeterwellenbereich ein. Damit schützen die geltenden Grenzwerte nach dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand auch vor den elektromagnetischen Feldern von 5G.

Der wissenschaftlichen Bewertung der gesundheitlichen Risiken elektromagnetischer Felder im Zenti- und Millimeterwellenbereich liegen aber deutlich weniger wissenschaftliche Studien zugrunde als in den niedrigeren Frequenzbereichen. Um den Wissensstand zu festigen, wird daher weitere Forschung, unter anderem vom BfS, durchgeführt. Da die Eindringtiefe elektromagnetischer Felder mit steigender Frequenz immer geringer wird, werden Felder im Zenti- und Millimeterwellenbereich bereits sehr nahe an der Körperoberfläche absorbiert. Aus diesem Grund betreffen mögliche Auswirkungen einer Exposition vor allem die Haut oder die Augen, wohingegen innere Organe nicht direkt betroffen sind. Eine vom BfS bereits im Jahr 2013 initiierte Studie hat Effekte einer Exposition von Hautzellen mit elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich 106 GHz bis 2,52 Terahertz (THz) untersucht. Es konnten keine gentoxischen Effekte durch die Exposition mit Millimeter- und Submillimeterwellen (Terahertzbereich) auf verschiedene humane Hautzelltypen festgestellt werden (BfS 2013).

WIE WERDEN DIE GESUNDHEITLICHEN RISIKEN ELEKTROMAGNETISCHER FELDER BEWERTET?

Die biologischen Wirkungen und gesundheitlichen Risiken elektromagnetischer Felder des Mobilfunks werden bereits seit Jahrzehnten in epidemiologischen Beobachtungsstudien, wie auch in experimentellen Studien am Menschen, im Tiermodell oder in Zellkulturen untersucht. Die Datenlage hierzu ist sehr umfangreich. Eine wissenschaftlich fundierte Risikobewertung basiert auf der Gesamtschau der Ergebnisse aller veröffentlichten Studien aller oben genannten Stu-

dienarten und erfolgt immer unter Berücksichtigung von deren Qualität und damit Aussagekraft. Zu den üblichen Qualitätskriterien zählen beispielsweise für experimentelle Studien eine verblindete Versuchsdurchführung, die Mitführung einer Positivkontrolle und einer scheinexponierten Kontrolle sowie eine adäquate Exposition und Dosimetrie. Studien, die diese Qualitätskriterien erfüllen, werden bei der Risikobewertung stärker gewichtet als Studien, die diese Kriterien nicht erfüllen. Für einen ursächlichen Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und einer Erkrankung spricht, wenn übereinstimmende Befunde aus mehreren unabhängigen Studien vorliegen und ein biologischer Wirkmechanismus bekannt ist, der erklären kann, wie die Felder die Erkrankung auslösen. Interdisziplinäre Expertengremien, wie SCENIHR oder die SSK, die eine solche wissenschaftlich fundierte Risikobewertung vornehmen (SCENIHR 2012), kommen zu dem Schluss, dass es unterhalb der Grenzwerte keine gesicherten Belege für gesundheitsschädliche Effekte (SCENIHR 2015) oder eine krebserregende Wirkung (SSK 2011) elektromagnetischer Felder gibt.

VORSORGE

GIBT ES VORSORGEMASSNAHMEN UND WELCHE SIND DIES?

Zwar schützen die Grenzwerte für Mobilfunkbasisstationen und die Vorgaben zur Produktsicherheit von Endgeräten vor allen wissenschaftlich nachgewiesenen gesundheitlichen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder, es bestehen jedoch noch Unsicherheiten in der Risikobewertung hinsichtlich möglicher chronischer Wirkungen einer langfristigen und intensiven Mobilfunknutzung. Auch ist es grundsätzlich nicht möglich, eine völlige Unschädlichkeit zu beweisen, da nie alle möglichen Situationen, Kombinationen und Zustände getestet werden können. Da die Feldstärke mit dem Abstand zu Sendern rasch abnimmt und die Expositionen durch Basisstationen üblicherweise sehr niedrig sind, betreffen die Vorsorgeempfehlungen vor allem die körpernahe Nutzung von Endgeräten. In Deutschland umfassen die Vorsorgemaßnahmen, wie sie vom BfS angewandt werden, drei Bereiche:

- Information der Bevölkerung: Die Bevölkerung wird objektiv und sachlich über mögliche gesundheitliche Risiken und die Belastung durch elektromagnetische Felder informiert, damit sie eine eigene Einschätzung der Risiken vornehmen kann.

- Forschung: Mit begleitender oder proaktiver Forschung werden wissenschaftliche Unsicherheiten in der Risikobewertung geklärt.

- Minimierung der Exposition: Das BfS gibt Verhaltensempfehlungen, wie jeder und jede Einzelne die eigene Exposition verringern kann.

WIE LÄSST SICH DIE EIGENE EXPOSITION VERRINGERN?

Um die Stärke der hochfrequenten Felder beim Telefonieren mit Handys oder Smartphones zu verringern und die Dauer der Exposition zu verkürzen, können folgende einfache Verhaltensempfehlungen angewandt werden:

- Nutzung eines Festnetztelefons statt des Handys,
- Telefonate mit dem Handy möglichst kurzhalten,
- Nicht bei schlechtem Empfang telefonieren (zum Beispiel nicht im Auto ohne Außenantenne, da dann das Handy mit höherer Leistung senden muss),
- Nutzung eines Handys mit geringem SAR-Wert. Liste mit Handymodellen und Herstellerangaben zum SAR-Wert: https://www.bfs.de/SiteGlobals/Forms/Suche/BfS/DE/SARsuche_Formular.html,
- Nutzung eines Head-Sets,
- Schreiben von Textnachrichten.

LITERATUR

BfS – Bundesamt für Strahlenschutz (2013): Gentoxische Effekte von Terahertz-Strahlung in vitro – Vorhaben 3607S04533. http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2013081411010 (Zugriff am: 18.08.2020).

BfS – Bundesamt für Strahlenschutz (2008): Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms. Bewertung der gesundheitlichen Risiken des Mobilfunks. http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-201108036032 (Zugriff am: 18.08.2020).

BNetzA – Bundesnetzagentur: Entwurf für die zukünftigen Rahmenbedingungen im Bereich 26 GHz. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/LokaleNetze/lokalenetze-node.html (Zugriff am: 16.07.2020).

BNetzA – Bundesnetzagentur (2019): Frequenzauktion 2019. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/MobilesBreitband/Frequenzauktion/2019/Auktion2019.html?nn=268128 (Zugriff am: 16.07.2020).

Deutsche Telekom Technik GmbH, Telefónica Germany GmbH & Co. OHG, Vodafone GmbH, Drillisch Netz AG (2020): Fortschreibung der Selbstverpflichtung gegenüber der Bundesregierung aus dem Jahr 2001 mit dem Schwerpunkt „Kleinzellen". https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Strahlenschutz/selbstverpflichtung_kleinzellen_bf.pdf (Zugriff am: 16.07.2020).

IARC – International Agency for Research on Cancer (2013): IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol 102. Non-ionizing radiation, part II: radiofrequency electromagnetic fields. https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono102.pdf (Zugriff am: 16.07.2020).

ICNRIP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2020): Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz). Health physics 118 (5):483–524.

ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998): Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health physics 74 (4):494–522.

ITU – International Telecommunication Union (2019): Measuring digital development. Facts and Figures 2019. ITU. Geneva. https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/FactsFigures2019.pdf (Zugriff am: 16.07.2020).

SCENIHR – Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (2015): Opinion on: Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). European Commission. Luxembourg. https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf (Zugriff am: 20.07.2020).

SCENIHR – Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (2012): Memorandum on the use of the scientific literature for human health risk assessment purposes – weighing of evidence and expression of uncertainty. European Union. Brüssel. https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_s_001.pdf (Zugriff am: 20.07.2020).

SSK – Strahlenschutzkommission (2011): Vergleichende Bewertung der Evidenz von Krebsrisiken durch elektromagnetische Felder und Strahlungen. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission mit wissenschaftlicher Begründung. https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2011/2011_06.pdf?__blob=publicationFipu (Zugriff am: 16.07.2020).

SSK – Strahlenschutzkommission (2008): Deutsches Mobilfunk-Forschungsprogramm. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission. https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/2008/Mobilfunk_Forschungsprogramm.html (Zugriff am: 16.07.2020).

KONTAKT

Dr. Janine Schmidt
Bundesamt für Strahlenschutz
Fachgebiet WR 5 – Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim
E-Mail: JSchmidt[at]bfs.de

[BfS]

Perspektiven für ein bundesweites Pollenmonitoring in Deutschland – Positionspapier des fachübergreifenden Arbeitskreises „Bundesweites Pollenmonitoring“*

Perspectives for a nationwide pollen monitoring in Germany – Position paper of the German interdisciplinary working group „National Pollen Monitoring“

ZUSAMMENFASSUNG

Allergene Pollen sind der Hauptauslöser allergischer Atemwegserkrankungen. Die Messung allergener Pollen ist Voraussetzung für die gesundheitliche Vorsorge und zeigt Veränderungen im Pollenspektrum an, wie sie zum Beispiel im Rahmen des Klimawandels zu erwarten sind. Das in Deutschland einzige bundesweite Pollenmessnetz wird durch die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst betrieben. Fortbestand und Weiterentwicklung dieses Messnetzes sind finanziell jedoch nicht gesichert. Im Sommer 2017 formierte sich daher der fachübergreifende Arbeitskreis „Bundesweites Pollenmonitoring“, um sich über diesbezügliche Perspektiven für Deutschland auszutauschen. Er schloss seine Arbeit mit dem vorliegenden Positionspapier ab. Aufgrund der Bedeutung allergener Pollen für die menschliche Gesundheit und allergischer Erkrankungen für das Gesundheitssystem spricht sich der Arbeitskreis in dem Papier dafür aus, das bundesweite Pollenmonitoring in den Katalog staatlicher Aufgaben aufzunehmen, die der grundlegenden Versorgung der Bevölkerung mit wesentlichen Gütern und Dienstleistungen dienen.

ABSTRACT

Allergenic pollen are the main cause of allergic respiratory diseases. The measurement of allergenic pollen is a required measure in preventive health care and indicates changes in the pollen spectrum as to be expected in the context of climate change.The only nationwide pollen measuring network in Germany is operated by the Foundation German Pollen Information Service, however, its continuity and further development are financially not guaranteed. In the summer of 2017, the interdisciplinary working group “National Pollen Monitoring” was formed to exchange perspectives for a nationwide pollen monitoring in Germany. The working group completed its work with the position paper. Due to the impact of allergenic pollen on human health and the significance of allergic diseases for the health service, the working group is in favour of the nationwide pollen monitoring being included in the catalogue of government responsibilities, which secure the basic supply of essential goods and public services of general interest.

*Das Positionspapier wurde vom Autorenteam des fachübergreifenden Arbeitskreises „Bundesweites Pollenmonitoring“ erstellt. Es erschien zuerst in: Bundesgesundheitsblatt (2019) 62: 652–661. https://doi.org/10.1007/s00103-019-02940-y, veröffentlicht unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de).

Die Nennung der Autorinnen und Autoren erfolgt am Ende des Textes in alphabetischer Reihenfolge.

HINTERGRUND

Allergene Pollen[1] sind natürliche, biologische, luftgetragene Partikel und der Hauptauslöser allergischer Atemwegserkrankungen. Die Messung allergener Pollen ist Voraussetzung für die gesundheitliche Vorsorge und zeigt Veränderungen im Pollenspektrum an, wie sie zum Beispiel im Rahmen des Klimawandels zu erwarten sind. Das in Deutschland einzige bundesweite Pollenmessnetz wird durch die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) betrieben. Es wurde 1983 ins Leben gerufen und bislang zu einem Großteil über

1 Aus Gründen der Vereinfachung steht die Bezeichnung „Pollen“ im gesamten Papier synonym für „Pollenkörner“. Zur korrekten begrifflichen Verwendung von „Pollen“ und „Pollenkorn“ siehe VDI (2019).

ehrenamtliche Arbeit und ohne öffentliche Gelder realisiert. Fortführung und Weiterentwicklung des Messnetzes sind auf diese Weise mittel- und langfristig jedoch nicht sicherzustellen. Darauf hat die Stiftung im September 2016 in einem Papier hingewiesen (PID 2016). Mit dem Ziel des Austauschs über Perspektiven für ein bundesweites Pollenmonitoring bildete sich daher im Sommer 2017 der fachübergreifende Arbeitskreis „Bundesweites Pollenmonitoring".

METHODEN

Im Juni und Juli 2017 hatte das Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung", 23 Einrichtungen und Institutionen zur Mitarbeit in einem fachübergreifenden Arbeitskreis „Bundesweites Pollenmonitoring" eingeladen. Die Auswahl der Einrichtungen und Institutionen war in Zusammenarbeit mit externen Fachleuten erfolgt, Kriterien waren veröffentlichte Arbeiten zum Thema Pollenmonitoring und/oder öffentlich bekanntes beziehungsweise angenommenes Interesse am Thema Pollenmonitoring. Sechzehn Einrichtungen und Institutionen nahmen die Einladung an (Details siehe INFOBOX 1). Alle im Arbeitskreis mitarbeitenden Einrichtungen und Institutionen waren gleichberechtigt vertreten. Das Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, übernahm über seine Mitarbeit hinaus die Funktion einer Geschäftsstelle.

Zwischen November 2017 und Juni 2018 kam der Arbeitskreis zu insgesamt drei Gesprächstagen zusammen, um sich über Perspektiven für ein bundesweites Pollenmonitoring auszutauschen. Die jeweiligen Themenschwerpunkte der Gesprächstage sind in TABELLE 1 zusammengefasst.

INFOBOX 1
Im fachübergreifenden Arbeitskreis „Bundesweites Pollenmonitoring" vertretene Einrichtungen und Institutionen in alphabetischer Reihenfolge. Der Arbeitskreis formierte sich im Sommer 2017 und beendet seine Arbeit mit der Veröffentlichung des Positionspapiers.

- Ärzteverband Deutscher Allergologen e.V. (AeDA)
- Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), AP 2 Arbeits- und Umweltmedizin/ Epidemiologie
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), Ausschuss Luftqualität / Wirkungsfragen / Verkehr (LWV)
- Deutsche Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie (DGAKI)
- Deutscher Allergie- und Asthmabund e.V. (DAAB)
- Deutscher Wetterdienst (DWD), Referat Lufthygiene
- Freie Universität Berlin (FU Berlin), Institut für Meteorologie
- Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP)
- Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern (LAGuS M-V), Abteilung 3, Fachbereich Infektiologie
- Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG)
- Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Frauen und Familie Brandenburg (MASGF), Referat 43, Öffentlicher Gesundheitsdienst, Infektionsschutz, Umwelthygiene, Zivil-und Katastrophenschutz
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen), Klinik für Dermatologie und Allergologie
- Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID)
- Umweltbundesamt (UBA), Abteilung II 4, „Luft"
- Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung"
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI e.V.), VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss, Richtlinienausschuss NA 134-03-07-10 UA „Erfassen allergierelevanter luftgetragener Pollen"
- Zentrum Allergie und Umwelt (ZAUM), Technische Universität München und Helmholtz Zentrum München

	SCHWERPUNKTE
GESPRÄCHSTAG 1	• Darstellung und Diskussion der gesundheitlichen Bedeutung eines bundesweiten Pollenmessnetzes • Darstellung des Status quo des bundesweites Pollenmessnetzes • Diskussion und Definition von Minimal- und Idealanforderungen an ein bundesweites Pollenmessnetz einschließlich der damit verbundenen Kosten pro Jahr
GESPRÄCHSTAG 2	• Pollenmessnetze anderer europäischer Staaten: Finnland, Frankreich, Großbritannien, Österreich, Schweiz • Vernetzungen zum Thema Pollenmonitoring auf europäischer Ebene
GESPRÄCHSTAG 3	• Darstellung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und Verwaltungsstrukturen in Deutschland (Bund- und Länderverantwortlichkeiten) • Erarbeitung von Möglichkeiten eines verlässlichen bundesweiten Pollenmessnetzes • Pro- und Contra-Workshop

TABELLE 1
Themenschwerpunkte der drei Gesprächstage des fachübergreifenden Arbeitskreises „Bundesweites Pollenmonitoring". Die Gesprächstage fanden zwischen November 2017 und Juni 2018 statt.

Für Gesprächstag 2 hatte der Arbeitskreis internationale Gäste eingeladen:

- Uwe Berger, Medizinische Universität Wien, Forschungsgruppe Aerobiologie und Polleninformation, Österreich,
- Yolanda Clewlow, Met Office, Großbritannien,
- Bernard Clot, MeteoSchweiz, Schweiz,
- Mikhail Sofiev, Finnisches Meteorologisches Institut, Finnland und
- Michel Thibaudon, Französisches Aerobiologisches Netzwerk, Frankreich.

Für Gesprächstag 3 wurden nationale Gäste eingeladen:

- Ute Dauert, Umweltbundesamt, Fachgebiet II 4.2, „Beurteilung der Luftqualität",
- Jörg Rechenberg, Umweltbundesamt, Fachgebiet II 2.1, „Übergreifende Angelegenheiten Wasser und Boden" und
- Marc Röckinghausen, Fachhochschule für öffentliche Verwaltung Nordrhein-Westfalen.

Für jeden der drei Gesprächstage wurde ein für den internen Gebrauch bestimmtes und mit allen Mitgliedern des Arbeitskreises abgestimmtes Protokoll erstellt. Die Protokolle der Gesprächstage bildeten anschließend die Grundlage für die Erstellung dieses Positionspapiers, mit dem der Arbeitskreis seine Arbeit abschließt.

Für eine erste Vorstellung der Position des Arbeitskreises in der 21. Sitzung der Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG) vom 25.09.2018 bis 27.09.2018 in Kiel hatte der Arbeitskreis wesentliche Inhalte der Gesprächstage vorab in einem Kurzpapier zusammengefasst. Es kann beim Arbeitskreis angefordert werden.

ERGEBNISSE

POLLENDATEN – FÜR WEN UND WOZU?

GESUNDHEITLICHE RELEVANZ VON POLLEN

Pollen sind luftgetragene Partikel biologischer Herkunft (VDI 2019). Allergene Pollen sind der Hauptauslöser der Atemwegserkrankungen allergische Rhinitis (Synonyme: Heuschnupfen, Heufieber, Pollinosis) und allergisches Asthma (Bergmann et al. 2016; Trautmann, Kleine-Tebbe 2013). Zu den Pollen-assoziierten allergischen Erkrankungen gehört darüber hinaus das sogenannte Orale-Allergie-Syndrom (OAS, Synonyme: Pollen-assoziierte Nahrungsmittelallergie, Nahrungsmittel-Pollen-Syndrom) (Trautmann, Kleine-Tebbe 2013).

In Deutschland erkranken derzeit[2] 15 Prozent der Erwachsenen und 11 Prozent der Kinder mindestens einmal in ihrem Leben an einer allergischen Rhinitis (sogenannte Lebenszeitprävalenz) – das entspricht etwa 11 Millionen betroffener Menschen – und 9 Prozent der Erwachsenen beziehungsweise 5 Prozent der Kinder an Asthma (Bergmann et al. 2016; Langen et al. 2013; Schlaud et al. 2007). Bei Nahrungsmittelallergien, von denen bei Erwachsenen ein Großteil auf Sensibilisierungen gegen Pollenallergene beruht (siehe OAS), liegt die Lebenszeitprävalenz für Erwachsene derzeit bei 5 Prozent (Langen et al. 2013; Treudler, Simon 2017).

Noch höher als die Zahl der Erkrankten liegt die Zahl der gegen Pollenallergene sensibilisierten Menschen: So sind in Deutschland derzeit 18 Prozent der Erwachsenen gegen Gräserpollen und 17 Prozent gegen Birkenpollen sensibilisiert (Haftenberger et al. 2013).

Eine Zunahme der Exposition gegenüber allergenen Pollen führt zu einer Zunahme der Sensibilisierungen, einer Zunahme der Erkrankungen und einer Zunahme der Beschwerden (Jäger 2000; Lake et al. 2017; Durham et al. 2014; Gassner et al. 2013; Tosi et al. 2011).

KOSTEN POLLEN-ASSOZIIERTER ALLERGISCHER ERKRANKUNGEN

Pollen-assoziierte allergische Erkrankungen verursachen dem Gesundheitssystem und der Gesellschaft jährliche Kosten im mehrstelligen Millionen- bis Milliardenbereich (Zuberbier et al. 2014; Schramm et al. 2003; LGL 2015). Für saisonale allergische Rhinitis wurden die Kosten pro Patient und Jahr für Deutschland auf 1.543 Euro beziffert, für allergisches Asthma auf 9.286 Euro (Berechnungen für den Zeitraum 1999/2000, nur Erwachsene) (Schramm et al. 2003). Für Bayern liegen Berechnungen des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) für das Jahr 2013 vor (LGL 2015): Danach verursachten Pollenallergien dem Gesundheitssystem und der Gesellschaft in diesem Jahr Kosten in Höhe von 609 Millionen Euro. Etwa die Hälfte davon ließ sich direkten Krankheitskosten zuordnen, wie zum Beispiel Kosten für Medikamente und Krankenhausaufenthalte, die andere Hälfte indirekten Krankheitskosten zum Beispiel durch Arbeitsunfähigkeit oder verminderte Arbeitsleistung.

GESUNDHEITLICHER NUTZEN VON POLLENDATEN

Allergiebedingte Krankheitskosten würden sich durch bessere Versorgungsstrukturen deutlich senken lassen (Zuberbier et al. 2014). Im Falle Pollen-assoziierter allergischer Erkrankungen schließt dies nach Meinung von Experten die freie Verfügbarkeit repräsentativer (Echtzeit-)Pollendaten und Pollenflugvorhersagen ein (Oberpriller et al. 2017).

Pollendaten sind wesentlicher Bestandteil der gesundheitlichen Vorsorge:

- Sie gehen in die Pollenflugvorhersage ein (Tertiärprävention: Anpassung von Verhalten und Medikamenteneinnahme) (Trautmann, Kleine-Tebbe 2013).
- Sie stellen ein diagnostisches Hilfsmittel für Ärztinnen und Ärzte dar (Sekundärprävention: Diagnose einer Pollenallergie, Management der spezifischen Immuntherapie, Kontrolle der Wirksamkeit der spezifischen Immuntherapie) (Trautmann, Kleine-Tebbe 2013).
- Sie zeigen das Auftreten neuer Pollen an (Primärprävention: ggf. Verhinderung der Pollenausbreitung und damit der allergischen Sensibilisierung) (Taramarcaz et al. 2005).

Die Messung allergener Pollen ermöglicht darüber hinaus das Erkennen von Veränderungen im Pollenspektrum, wie sie zum Beispiel im Rahmen des Klimawandels oder veränderter Flächennutzungen zu erwarten sind (Ziska et al. 2011; Höflich 2014). Das Wissen um Veränderungen im Pollenspektrum ist Voraussetzung für Anpassungen in

2 Zeitraum der Datenerhebung: Erwachsene 2008–2011, Kinder 2003–2006, Details siehe Langen et al. (2013) und Schlaud et al. (2007).

der gesundheitlichen Vorsorge (z. B. Entwicklung neuer Diagnostika und Therapeutika).

NUTZEN VON POLLENDATEN: WEITERE ANWENDUNGSBEREICHE

Über den gesundheitlichen Nutzen hinaus finden Pollendaten in verschiedenen anderen Bereichen Anwendung, so zum Beispiel in der Landwirtschaft, der Klimatologie und der Biodiversitätsforschung.

Zusammenfassend profitieren vier Gesellschaftsgruppen beziehungsweise -bereiche auf sich gegenseitig bedingende Art und Weise von Pollendaten: Patientinnen und Patienten, Ärztinnen und Ärzte, Wissenschaft und Forschung sowie Gesundheitssystem und Volkswirtschaft (ABBILDUNG 1).

METHODEN ZUR ERHEBUNG VON POLLENDATEN

Zur Messung von Pollen in der Außenluft stehen bis dato im Wesentlichen zwei Methodenprinzipien zur Verfügung, passive und aktive volumetrische.

Passive Methoden beruhen auf der Sedimentation von Pollen. Sedimentierende Pollen werden auf beschichteten Flächen gesammelt und anschließend durch Pollenanalysten mikroskopisch untersucht und

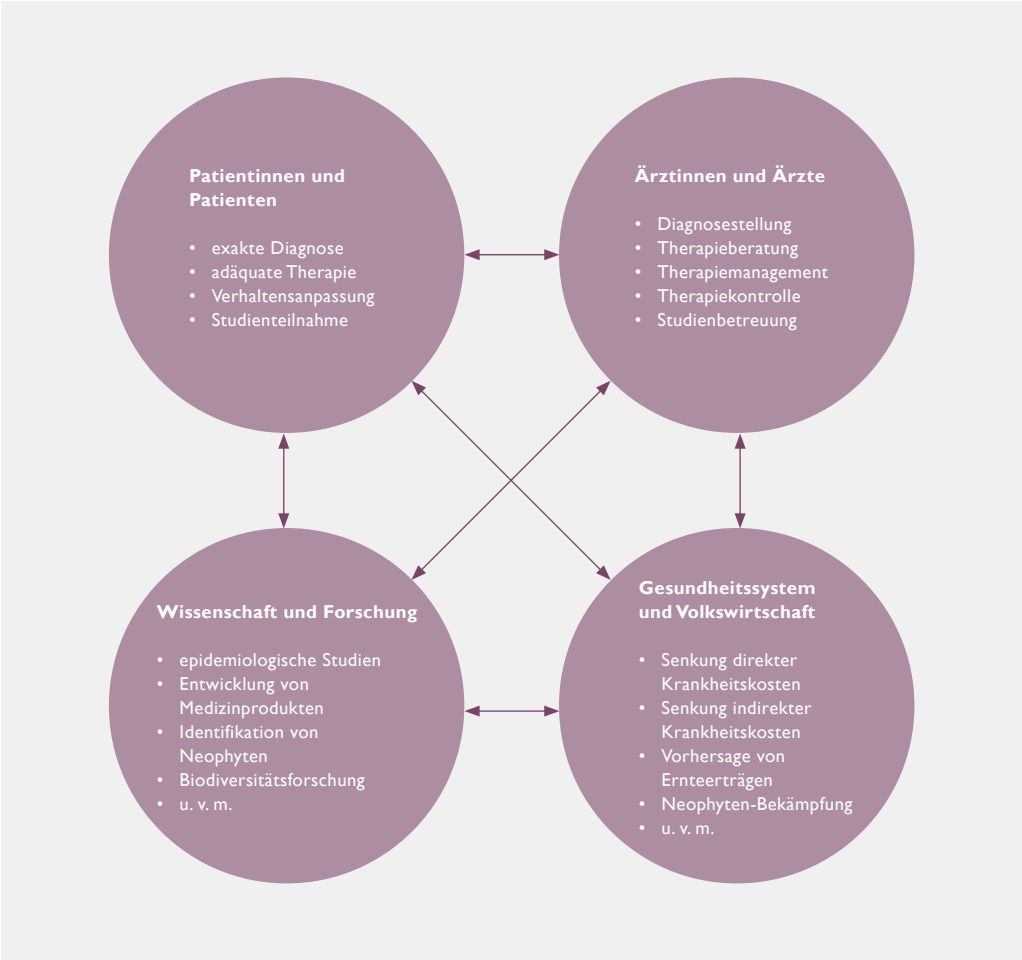


ABBILDUNG 1
Gesellschaftsgruppen beziehungsweise -bereiche, die von Pollendaten profitieren.

Die Gruppen beziehungsweise Bereiche bedingen sich gegenseitig. So profitieren Patienten von optimalen Arbeitsbedingungen für die Ärzte, und durch adäquate Therapien und Verhaltensanpassungen lassen sich direkte und indirekte Krankheitskosten senken.

ausgezählt. Geräte, die auf der Basis dieser Methodik arbeiten, werden als Passivsammler bezeichnet, ein gängiger Vertreter ist zum Beispiel die Durham-Falle (Durham 1946). Passivsammler sind preiswert in der Herstellung und leicht handhabbar. Diesen Vorteilen stehen folgende Nachteile gegenüber: (a) Bias zu schwereren Pollen, (b) geringe Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Geräte-Vertretern, (c) keine volumenbezogenen Messungen und (d) keine Echtzeit-Messungen. Aufgrund der Vorteile wurden und werden Passivsammler weltweit vor allem in Studien eingesetzt (Werchan et al. 2017). In Pollenmessnetzen zur routinemäßigen Erfassung der Hintergrundbelastung finden sie aufgrund der erwähnten Nachteile kaum Verwendung (Buters et al. 2018).

Aktive volumetrische Methoden beruhen auf dem aktiven Ansaugen eines definierten Luftvolumens und der Impaktion, das heißt der Abscheidung, von Pollen aus dem Ansaugvolumen. Aufgrund ihrer aktuellen Relevanz werden im Folgenden volumetrische Geräte nach dem Hirst-Prinzip und volumetrische Geräte mit automatischer Pollenanalyse detaillierter vorgestellt.

Bei volumetrischen Geräten nach dem Hirst-Prinzip, sogenannten Hirst-Typ-Fallen, wird ein definierter Luftstrom (10 l/min, entspricht in etwa dem Atemminutenvolumen eines erwachsenen Menschen) über eine Fangtrommel auf eine haftende Folie geführt. Die beiden seit vielen Jahren kommerziell erhältlichen Vertreter dieses Geräte-Typs sind die sogenannte Burkard- und die Lanzoni-Falle, jeweils benannt nach den Namen der Herstellerfirmen (Burkard Scientific Ltd. 2018; LANZONI srl 2018; Burkard Manufacturing Co. Ltd. 2018). Nach der manuellen Präparation der Folie erfolgt die lichtmikroskopische Analyse der Foliensegmente durch Pollenanalysten. Die fachgerechte Pollenmessung mit Hirst-Typ-Fallen ist in der Richtlinie VDI 4252 Blatt 4 sowie in Kürze in dem auf europäischer Ebene erarbeiteten Standard DIN EN 16868 festgeschrieben (VDI 2019; VDI/KRdL 2017). Der Zeitaufwand für die Präparation einer Folie beträgt circa 45 bis 60 Minuten, der Zeitaufwand für die Auszählung von 7 Pollenarten pro Tag circa 20 bis 30 Minuten. Damit sind die Pollendaten eines Tages frühestens am Vormittag des Folgetages verfügbar. Theoretisch wäre ein mehrmaliges Präparieren und Auswerten pro Tag möglich, aus Zeit- und Kostengründen ist dieses Herangehen aber kaum praktizierbar.

Volumetrische Geräte mit automatischer Pollenanalyse, sogenannte Pollenvollautomaten, sind seit einigen Jahren kommerziell erhältlich. Sie lassen sich nach der Analyse-Methodik unterscheiden in Geräte mit Echtzeit-Lasermessung und Geräte, die mit Bilderkennungssoftware arbeiten (Buters 2017). Pollenvollautomaten bieten gegenüber den volumetrischen Geräten nach dem Hirst-Prinzip vor allem den Vorteil der Echtzeit-Messung von Pollen (Wegfall der zeitaufwendigen manuellen Präparation und Analyse), bisherige Nachteile sind die fehlende Standardisierung und Analysefehler (Größenordnung vergleichbar mit dem von Hirst-Typ-Fallen) (Weber 2017; Oteros et al. 2015). In Deutschland sind derzeit vor allem zwei Geräte in den Fokus des Interesses gerückt, der Pollenvollautomat BAA 500, der mit Bilderkennungssoftware arbeitet (Helmut Hund GmbH 2018), und der Pollenvollautomat Rapid-E, dessen Messprinzip auf Echtzeit-Lasermessung beruht (Plair SA 2018). Der BAA 500 kommt im Elektronischen Polleninformationsnetzwerk Bayern (ePIN) zum Einsatz, der Rapid-E wird derzeit vom Deutschen Wetterdienst (DWD) getestet (Details siehe unten).

Um dem Problem der fehlenden Standardisierung von Pollenvollautomaten und damit der fehlenden Vergleichbarkeit von Automatendaten frühzeitig begegnen zu können, hat sich im Jahr 2017 innerhalb von EUMETNET, einem europäischen Interessen- und Dachverband, dem gegenwärtig 26 nationale Wetterwarndienste angehören, das Programm „AutoPollen“ formiert (Clot 2018), in dem auch der DWD, das LGL und das Zentrum Allergie und Umwelt (ZAUM), Technische Universität München und Helmholtz Zentrum München, mitarbeiten.

Hinsichtlich der Methodenstandardisierung fehlt für Pollenmessungen unabhängig von der verwendeten Methodik bisher ein sogenannter „Goldstandard", das heißt die Möglichkeit des Mitführens von Luftproben definierter Pollenkonzentration. Dadurch lassen sich Geräte derzeit nur gegeneinander, nicht aber gegen Standardproben vergleichen. Möglicherweise werden Allergenexpositionskammern dieses Problem lösen können (Pfaar et al. 2017).

STATUS QUO DES BUNDESWEITEN POLLENMESSNETZES

POLLENMESSUNGEN DURCH DIE STIFTUNG DEUTSCHER POLLENINFORMATIONSDIENST

Die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) wurde 1983 auf Initiative von Viktor Ruppert (Ärzteverband Deutscher Allergologen e.V.) gegründet, Stifterin war die Fisons Arzneimittel GmbH, heute Sanofi Aventis. Sitz der Geschäftsstelle ist seit 2009 Berlin. Entsprechend der Satzung ist die Stiftung „zur Förderung der Gesundheit durch Einrichtung eines bundesweit tätigen und für jedermann erreichbaren Polleninformationsdienstes" verpflichtet (PID 2018a).

Einer der Hauptschwerpunkte der Stiftung liegt seit ihrer Gründung in der bundesweiten Messung von Pollen in der Außenluft. Das durch die Stiftung aufgebaute Messnetz dient der Erfassung der sogenannten Hintergrundbelastung, in die sowohl der regionale als auch der überregionale (Stichwort Ferntransport) Pollenflug eingehen. Das Messnetz besteht derzeit aus über 30 Messstationen, die in unterschiedlicher Dichte über das Bundesgebiet verteilt sind und ganzjährig (sogenannte Referenzstationen) beziehungsweise saisonal die Pollenbelastung in der Außenluft messen (PID 2018b). Die Stationen sind überwiegend an medizinischen Einrichtungen beziehungsweise Kliniken angesiedelt. Die Standortwahl richtet sich nach dem Ziel der möglichst repräsentativen Erfassung des Pollenfluges für eine gegebene Region und dem Vorhandensein qualitativ geeigneter Analysten, die vertragsgemäß für die Stiftung arbeiten.

Die Pollen folgender Pflanzen werden derzeit standardmäßig gemessen: Hasel, Erle, Birke, Esche, Gräser, Roggen, Beifuß und Ambrosia (DWD 2018a). Optional werden über 30 weitere Pollenarten erfasst.

Die Messungen erfolgen mittels Burkard-Fallen (Hirst-Typ-Fallen, siehe oben) nach der Richtlinie VDI 4252 Blatt 4 (VDI 2019). Durch die mit der Falle verbundenen manuellen Arbeitsschritte werden die Daten der Standardpollen mit einer zeitlichen Verzögerung von ein bis vier Tagen an den DWD zur Einarbeitung in die Pollenflugvorhersage weitergegeben (Details siehe unten). Außerdem werden die Daten ins Europäische Aeroallergennetzwerk eingespeist (EAN 2018) und in Programme, deren Ziel die Korrelation von Pollenlast und Beschwerden ist (Stichworte Pollentagebuch [PID 2018c], Pollen App 4.0 [PID 2018c], Allergie-App „Husteblume" [TKK 2018]). Darüber hinaus bilden die Daten die Grundlage für den Pollenflugkalender (aktuell 4.0) (Werchan et al. 2018a) und die Wochenpollenvorhersage der Stiftung (PID 2018d), und sie werden für wissenschaftliche Zwecke zum Verkauf angeboten (PID 2018e).

Weitere Arbeitsschwerpunkte der Stiftung umfassen die Aus- und Fortbildung von Pollenanalysten, die Ausrichtung von Pollensymposien sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene, die Beantwortung von Fragen aus Medizin und Öffentlichkeit, die Unterstützung von Adaptierungen an den Klimawandel und die Bearbeitung wissenschaftlicher Projekte wie zum Beispiel die Untersuchung der räumlichen Verteilung und Assoziation von Pollenkonzentration und Pollen-induzierten Beschwerden innerhalb einer Großstadt (Werchan B et al. 2018b) und die Entwicklung von Techniken zur Messung der individuellen Pollenbelastung (Werchan M et al. 2018c).

Für ihre Arbeiten steht der Stiftung ein jährliches Haushaltseinkommen von etwa 100.000 Euro zur Verfügung. Eine öffentliche Finanzierung erfolgt nicht.

POLLENFLUGVORHERSAGE DURCH DEN DEUTSCHEN WETTERDIENST

Der DWD, eine Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), gibt gemäß seinem gesetzlichen Auftrag auf der Grundlage von (a) Wetterdaten, (b) phänologischen Daten, (c) Pollendaten der PID-Stiftung und weiterer Betreiber von Messstationen und (d) modellbasierten Pollenprognosen (Stichworte COSMO-ART, ICON-ART [DWD 2018b]) die Pollenflugvorhersage für Deutschland heraus (Pollenflug-Gefahrenindex) (DWD 2018a). Die Vorhersage steht der Bevölkerung über eine Webseite, einen Newsletter und per App kostenfrei zur Verfügung. Die Webseite gehört zu den am meisten abgerufenen Internetseiten des DWD (April 2016: 1,3 Millionen Abrufe). Neben der Pollenflugvorhersage bietet der DWD eine semiquantitative Pollenflugstatistik an (DWD 2018c).

POLLENMESSNETZE ANDERER EUROPÄISCHER STAATEN

Die Pollenmessnetze Finnlands, Frankreichs, Großbritanniens, Österreichs und der Schweiz weisen untereinander und im Vergleich mit Deutschland sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede auf. Unterschiede finden sich zum Beispiel in der Finanzierung und der Verwaltung, der Anzahl der Messstellen, der Datenaufarbeitung und der Datenausgabe.

Die Schweiz ist das einzige der sechs oben genannten Staaten mit einem öffentlich finanzierten und öffentlich verwalteten Messnetz. Es ist beim Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie der Schweiz, MeteoSchweiz, angesiedelt. In den anderen Staaten finden sich unterschiedliche Finanzierungs- und Verwaltungsstrukturen, ihnen gemeinsam ist jedoch die deutliche Unterfinanzierung der Messnetze. Frankreich ist das einzige der sechs Länder mit einer gesetzlichen Verpflichtung zur Messung luftgetragener biologischer Partikel, allerdings ohne Festlegung eines damit verbundenen Finanzbudgets.

Die Messstationen aller sechs Staaten arbeiten derzeit routinemäßig mit Hirst-Typ-Fallen (zur Austestung von Pollenvollautomaten in der Schweiz siehe unten). Vergleichbar mit Deutschland erfolgt die Probenaufbereitung und Auszählung der Pollen in Großbritannien und Österreich dezentral in jeder Messstation, während Finnland, Frankreich und die Schweiz zentral aufarbeiten und auszählen lassen. Als Gründe für die zentrale Aufarbeitung wurden die damit verbundene Kostenreduktion beziehungsweise eine bessere Vergleichbarkeit der Daten genannt.

Vergleichbar mit Deutschland gehen die Daten in Finnland, Großbritannien und der Schweiz in eine numerische beziehungsweise semiquantitative Pollenflugvorhersage ein. Im Gegensatz dazu geben Frankreich und Österreich ein sogenanntes Allergierisiko aus. In Frankreich gehen in die Berechnung des „Allergierisikos aufgrund von Pollenexposition“ neben Pollendaten, phänologischen Daten und Wetterdaten klinische Daten praktizierender Ärztinnen und Ärzte ein (French aerobiology network 2018). In Österreich werden für die Ausgabe des Allergierisikos neben Pollen- und Wetterdaten „chemische Wetterdaten wie Luftverschmutzungs- beziehungsweise Luftqualitätsparameter (Ozon, Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Feinstaub) berücksichtigt“ (Medizinische Universität Wien 2018).

Parallel zu seinem Routinemessnetz mit Hirst-Typ-Fallen wird die Schweiz in den kommenden vier Jahren (2019–2022) den landesweiten Einsatz von Pollenvollautomaten testen. Der Einsatzphase gingen Testungen verschiedener Automaten-Typen und eine Studie zu den sozioökonomischen Vorteilen von Echtzeit-Pollendaten voraus (Oberpriller et al. 2017).

GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN IN DEUTSCHLAND

Wären Pollen Luftverunreinigungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG), müssten sie vergleichbar zu Luftverunreinigungen wie Feinstaub oder

Stickstoffdioxid verpflichtend routinemäßig gemessen werden.

Zweck des BImSchG ist es, unter anderem Menschen „vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen." (BImSchG, § 1, Abs. 1) (BImSchG 2017). Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG sind unter anderem Luftverunreinigungen. Diese sind definiert als „Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch ..., Aerosole, ...", wobei der Begriff „Aerosole" Bioaerosole einschließt (BImSchG, § 3, Abs. 4) (BImSchG 2017). Pollen sind Bioaerosole, allerdings ist der überwiegende Anteil der Pollenemissionen natürlichen Ursprungs und nicht anthropogen bedingt. Damit fallen Pollen eher nicht in den Geltungsbereich des Bundes-Immissionsschutzgesetzes mit der Folge, dass in Deutschland derzeit keine gesetzliche Verpflichtung zur Messung von Pollen besteht.

Eine gesetzliche Grundlage für die (verpflichtende) Messung von Pollen ist aber nicht zwingend erforderlich. Zum einen können sowohl der Bund als auch die Länder durch Rechtsverordnungen festlegen, dass über die im Bundes-Immissionsschutzgesetz beziehungsweise die in der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung geregelten Stoffe hinaus weitere Stoffe in der Umgebungsluft gemessen werden müssen (Festlegung einer sogenannten Messverpflichtung). Zum anderen dürfen sowohl der Bund als auch die Länder auch ohne Rechtsverordnung messen (keine Sperrwirkung durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz).

MÖGLICHKEITEN EINES VERLÄSSLICHEN BUNDESWEITEN POLLENMESSNETZES

ZUKUNFTSVORSTELLUNGEN DER STIFTUNG DEUTSCHER POLLENINFORMATIONSDIENST

Ihre zukünftigen Aufgaben sieht die Stiftung Deutscher Pollenformationsdienst (a) im Messen von Pollen, (b) im eHealth-Bereich, (c) in der Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen und (d) in der Öffentlichkeitsarbeit.

Das bestehende Pollenmessnetz zur Erfassung der Hintergrundbelastung sollte zukünftig aus mindestens 30 manuellen Pollenfallen ergänzt durch 5 bis 7 Pollenvollautomaten bestehen (Hybrid-Messnetz), die die Hintergrundbelastung für alle Regionen Deutschlands abbilden. Die Pollendaten sollten in Vorhersagemodelle (Stichwort SILAM [Finnisches Meteorologisches Institut 2014]) eingespeist werden. Ergänzend zur Messung der Hintergrundbelastung sollten Techniken zur Messung der individuellen Pollenbelastung weiterentwickelt werden (Werchan et al. 2018c).

Im eHealth-Bereich werden die Schwerpunkte auf der Zusammenführung von Pollendaten mit Symptomdaten, soziodemographischen Daten, Daten zur Luftqualität und Evidenz-basierten individuellen Therapiehinweisen (Stichworte Pollen App 5.0, Pollen App 6.0), in der Förderung der Patienten-Selbsthilfe durch eHealth-unterstützte Patientenaktivierung (siehe evidenzbasierte Ergebnisse für die Allergie-App „Husteblume" [IMBI 2017]) und in der Einbindung von Google-Daten in die Vorhersage Pollen-assoziierter Beschwerden und deren Therapie (Karatzas et al. 2018) liegen.

Zur Wahrnehmung dieser Aufgaben benötigt die Stiftung finanzielle Unterstützung über ihren aktuellen Haushalt hinaus. Insbesondere der Arbeitsbereich Pollenmessnetz kann mit den derzeitigen Mitteln weder adäquat fortgeführt noch weiterentwickelt werden. Dies beinhaltet zum einen die angemessene Bezahlung der Analysetätigkeit an den Messstellen und zum anderen die Erweiterung des bestehenden Messnetzes um eine entsprechende Anzahl an Pollenvollautomaten.

IDEEN DES DWD ZU EINEM BUNDESWEITEN AUTOMATENMESSNETZ

Pollendaten sind eine der vier Säulen, auf denen die Pollenflugvorhersage des DWD aufgebaut ist (siehe oben). Vor dem Hintergrund der systembedingten geringen zeitlichen Auflösung und zeitlichen Verzögerung

der Bereitstellung von Pollendaten unter Verwendung von Hirst-Typ-Fallen beteiligt sich der DWD seit Jahren an der Eignungsprüfung von Pollenvollautomaten. Aktuell erprobt er an seinem Standort Freiburg den Pollenvollautomaten Rapid-E (siehe oben). Sollte sich das Gerät hinsichtlich bestimmter Qualitätskriterien wie Reproduzierbarkeit, Präzision und Sensitivität als geeignet für die routinemäßige Messung von Pollen erweisen, plant der DWD das Aufstellen von Rapid-E-Geräten an weiteren DWD-Standorten. Aktuelle Überlegungen priorisieren Hintergrund-Messstellen im urbanen Raum, um eine möglichst große Anzahl Betroffener mit Pollenfluginformationen und -vorhersagen zu erreichen.

MODELLCHARAKTER VON EPIN

Das Elektronische Polleninformationsnetzwerk Bayern wird derzeit in Bayern im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege (StMGP) durch das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit in Kooperation mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) und mit Unterstützung durch das Zentrum Allergie und Umwelt, Technische Universität und Helmholtz Zentrum München, aufgebaut (LGL 2018; STMGP 2018). Die Besonderheiten von ePIN sind:

- weltweit erstmalig flächendeckender Einsatz von Pollenvollautomaten (BAA 500) für die Bereitstellung von Echtzeit-Pollendaten (8 Pollenvollautomaten, ergänzt durch 4 manuelle Pollenfallen) (LGL 2018),
- systematische Ermittlung der notwendigen Anzahl und Lokalisation der Messstellen (Weber 2017; STMGP 2018),
- öffentliche Finanzierung und öffentliche Verantwortlichkeit (LGL 2018) und damit
- kostenfreie Verfügbarkeit der Pollendaten entsprechend dem Umweltinformationsgesetz (UIG 2017).

Die Ziele von ePIN liegen (a) in der Verbesserung der Pollenflugvorhersagen des DWD und anderer meteorologischer Anbieter (keine eigenen Vorhersagen) durch Echtzeit-Pollendaten von systematisch ausgewählten, repräsentativen Messstandorten, und (b) in der Förderung des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns im Bereich Allergologie, Aerobiologie und Klimatologie.

Aufgrund der Besonderheiten und Ziele von ePIN hat das Netzwerk Modellcharakter sowohl für das gesamte Bundesgebiet als auch über Deutschland hinaus.

DISKUSSION

KOSTEN UND DATENREPRÄSENTATIVITÄT

Argumente gegen ein bundesweites Pollenmonitoring beziehen sich unter anderem auf die Kostenfrage („Wer soll das bezahlen?“) und auf Zweifel an der Repräsentativität der Daten („stimmen nicht mit meinen Beschwerden überein“).

Der Arbeitskreis kommt zu dem Schluss, dass die Kosten, die durch Unterhalt und Weiterentwicklung des Messnetzes entstünden, wesentlich niedriger wären als die Kosten, die dem Gesundheitssystem und der Gesellschaft durch Pollen-assoziierte allergische Erkrankungen entstehen. Bereits eine geringe Senkung der Krankheitskosten durch ein weiterentwickeltes Pollenmessnetz würde nach Meinung von Experten zu einem positiven Kosten-Nutzen-Verhältnis führen (Oberpriller et al. 2017).

Mit Zweifeln an der Repräsentativität von Pollendaten haben sich Patienten zum Beispiel an den Deutschen Allergie- und Asthmabund gewandt. In epidemiologischen Studien lässt sich eine klare Assoziation von Pollenlast und Beschwerden zeigen (Lake et al. 2017; Durham et al. 2014; Gassner et al. 2013; Tosi et al. 2011). Dennoch kann es auf individueller Ebene zu Abweichungen kommen. Sie können zum einen mit der derzeitigen Unterpräsens von Messstellen in bestimmten Regionen Deutschlands zusammenhängen (siehe oben). Zum anderen

können zum Beispiel variierende Allergengehalte von Pollen zu Diskrepanzen dieser Art führen (Buters 2017; Buters 2015) oder auch lokalisierte Belastungsspitzen, die mit einem Hintergrundmessnetz nicht erfasst werden können (zur Entwicklung von Techniken zur Messung der individuellen Pollenbelastung siehe oben).

FALSCHE POLLENFLUGVORHERSAGE – NA UND?

Falsche Pollenflugvorhersagen sowohl in die eine als auch in die andere Richtung können gesundheitliche Konsequenzen nach sich ziehen: Die Vorhersage zu hoher Pollenmengen kann zu einer Überdosierung von Medikamenten führen (siehe Tertiärprävention) und damit zu - vermeidbaren - Nebenwirkungen. Die Vorhersage zu niedriger Pollenmengen kann gesundheitliche Beeinträchtigungen nach sich ziehen und zur Entwicklung eines sogenannten Etagenwechsels, dem Übergang von „nur“ Heuschnupfen zu allergischem Asthma, beitragen (Bastl et al. 2017).

WEITERENTWICKLUNG VON POLLENMESSNETZ UND POLLENFLUGVORHERSAGE: STANDORTOPTIMIERUNG, ECHTZEIT-MESSUNGEN, FREIE DATENVERFÜGBARKEIT

Wesentlich für ein bundesweites Hintergrundmessnetz sind Anzahl und Lokalisation der Standorte. Sie sollen für eine gegebene Region repräsentativ sein, nicht redundant messen und müssen bestimmte Bedingungen hinsichtlich Aufstellhöhe, Mindestabstand zu lokalen Pollenemittenten etc. erfüllen. Das Vorgehen zur Ermittlung der Anzahl benötigter Messstellen im Rahmen von ePIN und die Richtlinie VDI 4252 Blatt 4 geben hierzu Informationen (VDI 2019; Weber 2017; STMGP 2018).

Hinsichtlich der Messtechnik sieht der Arbeitskreis die Zukunft in einer Kombination von Pollenvollautomaten zur Optimierung der Pollenflugvorhersage und Hirst-Typ-Fallen zur Kontrolle und Optimierung der Pollenvollautomaten sowie zur Aufrechterhaltung der historischen Messreihen (Stichwort Klimawandel). Ein wichtiges Kriterium für die Festlegung auf einen Automaten-Typus ist die Fähigkeit zur Datenarchivierung für retrospektive Analysen (relevant für wissenschaftliche Fragestellungen).

Die kostenfreie Verfügbarkeit von Pollendaten, wie sie im Falle der Finanzierung der Messung mit öffentlichen Geldern gesetzlich vorgeschrieben ist (UIG 2017), sorgt für Datentransparenz und gleiche Wettbewerbsbedingungen hinsichtlich der Erstellung von Pollenflugvorhersagen und macht die Generierung beziehungsweise das Arbeiten mit sogenannten „Fake“-Daten überflüssig (Weber 2017).

WEITERE ZUKUNFTSASPEKTE

Weitere Stichworte hinsichtlich der Weiterentwicklung des Pollenmessnetzes und der Pollenflugvorhersagen sind derzeit zum Beispiel

- Ausbau/Optimierung von Symptomvorhersage und Ausgabe individueller Therapieempfehlungen (Stichwort Schwellenwertbestimmung; siehe oben; weitere Programme siehe zum Beispiel PASYFO = Personal Allergy Symptom Forecasting System [ECMWF 2018]),
- Allergenmonitoring, das heißt das Messen des Allergengehaltes von Pollen beziehungsweise des Allergenhaltes der Luft (Pfaar et al. 2017; Buters et al. 2015),
- Monitoring/Bewertung der Wechselwirkungen zwischen Allergenen und Luftverunreinigungen (Medizinische Universität Wien 2018),
- personalisierte Pollenmessungen(Werchan et al. 2018c),
- „Citizen Science“, das heißt die Einbindung von Laien in die wissenschaftliche Arbeit (z. B. Identifikation von Neophyten, Phänologie) (WiD, Museum für Naturkunde 2018),
- Nutzung von Satellitendaten (Stichwort Copernicus [EC 2018]).

FAZIT

Aufgrund der Bedeutung allergener Pollen für die menschliche Gesundheit und der Bedeutung allergischer Erkrankungen für das Gesundheitssystem spricht sich der Arbeitskreis dafür aus, das bundesweite Pollenmonitoring in den Katalog staatlicher Aufgaben aufzunehmen, die der grundlegenden Versorgung der Bevölkerung mit wesentlichen Gütern und Dienstleistungen dienen (öffentliche Daseinsvorsorge).

Der Arbeitskreis leitet diese Empfehlung aus dem hohen Anteil der Bevölkerung ab, der von allergenen Pollen direkt betroffen ist. Die Aufnahme des bundesweiten Pollenmonitorings in den Katalog staatlicher Aufgaben garantiert die nachhaltige Bereitstellung von transparenten und frei verfügbaren Pollendaten sowie die nachhaltige Weiterentwicklung des Messnetzes.

Der Arbeitskreis kommt zu dem Schluss, dass die Kosten, die dem Staat durch Unterhalt und Weiterentwicklung des Messnetzes entstünden, wesentlich niedriger wären als die Kosten, die dem Gesundheitssystem und der Gesellschaft durch Pollen-assoziierte allergische Erkrankungen entstehen. Bereits eine geringe Senkung der Krankheitskosten durch ein weiterentwickeltes Pollenmessnetz würde zu einem positiven Kosten-Nutzen-Verhältnis führen.

Hinsichtlich möglicher Zuständigkeiten im Rahmen der öffentlichen Daseinsvorsorge wurden im Arbeitskreis mehrere Lösungsansätze diskutiert. Dazu gehörte die Möglichkeit, eine Bundeseinrichtung wie zum Beispiel den DWD mit der Fortführung und Weiterentwicklung des bundesweiten Pollenmessnetzes zu beauftragen. Eine andere Möglichkeit wäre, die Aufgabe an die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst oder andere Einrichtungen zu übertragen. Unabhängig von der zukünftigen Zuständigkeit bleibt die Kooperation von messtechnischen, klinischen und wissenschaftlichen Einrichtungen für den Gesundheitsbereich von grundsätzlicher Bedeutung.

DANKSAGUNG

Unser herzlicher Dank gilt den Gästen der Gesprächstage, ohne deren Hilfe die fachgerechte Diskussion bestimmter Themenschwerpunkte unmöglich gewesen wäre: Uwe Berger (Medizinische Universität Wien, Forschungsgruppe Aerobiologie und Polleninformation, Österreich), Yolanda Clewlow (Met Office, Großbritannien), Bernard Clot (MeteoSchweiz, Schweiz), Ute Dauert (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 4.2, „Beurteilung der Luftqualität“, Deutschland), Marc Röckinghausen (Fachhochschule für öffentliche Verwaltung Nordrhein-Westfalen, Deutschland), Jörg Rechenberg (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 2.1, „Übergreifende Angelegenheiten Wasser und Boden“), Mikhail Sofiev (Finnisches Meteorologisches Institut, Finnland) und Michel Thibaudon (Französisches Aerobiologisches Netzwerk, Frankreich). Herzlichen Dank auch an Lorraine Kaiser (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“) für ihre tatkräftige Unterstützung bei Fragen zu Deutsch-Englisch-Übersetzungen.

AUTORENTEAM

des fachübergreifenden Arbeitskreises „Bundesweites Pollenmonitoring“. Auflistung in alphabetischer Reihenfolge. Angaben in Klammern: Einrichtung(en), die die Autorin/der Autor im Arbeitskreis vertreten hat.

- Regine Baeker (Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Frauen und Familie des Landes Brandenburg, Referat 43, Öffentlicher Gesundheitsdienst, Infektionsschutz, Umwelthygiene, Zivil- und Katastrophenschutz)
- Prof. Dr. Karl-Christian Bergmann (Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst; Deutsche Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie)

- Prof. Dr. Jeroen Buters (Zentrum Allergie und Umwelt, Technische Universität München und Helmholtz Zentrum München; Deutsche Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie)
- Thomas Dümmel (Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie)
- Dr. Christina Endler (Deutscher Wetterdienst, Referat Lufthygiene)
- Prof. Dr. Thomas Fuchs (Ärzteverband Deutscher Allergologen e.V.)
- Dr. Stefan Gilge (Deutscher Wetterdienst, Referat Lufthygiene)
- Kai Gloyna (Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern, Abteilung 3, Fachbereich Infektiologie)
- Ruth Heesen (Verein Deutscher Ingenieure, VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss)
- Prof. Dr. Caroline Herr (Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin)
- Dr. Martin Hicke (Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz)
- Dr. Conny Höflich (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“)
- Prof. Dr. Ludger Klimek (Ärzteverband Deutscher Allergologen e.V.)
- Susanne Kutzora (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, AP 2 Arbeits- und Umweltmedizin/Epidemiologie)
- Dr. Marcel Langner (Umweltbundesamt, Abteilung II 4, „Luft“; Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz, Ausschuss Luftqualität / Wirkungsfragen / Verkehr)
- Dr. Hans-Guido Mücke (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“)
- Gudrun Petzold (Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz)
- Dr. Silvia Pleschka (Deutscher Allergie- und Asthmabund e.V.)
- Dr. Stefani Röseler (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Klinik für Dermatologie und Allergologie)
- Anja Schwalfenberg (Deutscher Allergie- und Asthmabund e.V.)
- Sven Simon (Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz)
- Dr. Wolfgang Straff (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“)
- Alisa Weber (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, AP 2 Arbeits- und Umweltmedizin/Epidemiologie; Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin)
- Barbora Werchan (Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst)
- Matthias Werchan (Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst)

LITERATURVERZEICHNIS

Bastl K, Berger M, Bergmann KC et al. (2017): The medical and scientific responsibility of pollen information services. Wien Klin Wochenschr 129 (1–2): 70–74. DOI: 10.1007/s00508-016-1097-3.

Bergmann KC, Heinrich J, Niemann H (2016): Current status of allergy prevalence in Germany: Position paper of the Environmental Medicine Commission of the Robert Koch Institute. Allergo J Int 25: 6–10. DOI: 10.1007/s40629-016-0092-6.

BImSchG – Bundesimmissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl I S. 2771) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/inhalts_bersicht.html (Zugriff am: 15.10.2018).

Burkard Manufacturing Co. Limited (2018): http://burkard.co.uk/ (Zugriff am: 12.11.2018).

Burkard Scientific Ltd (2018): Burkard 7 Day Recording Volumetric Spore Sampler. http://www.burkardscientific.co.uk/agronomics/hirst_spore_sampler.html (Zugriff am: 15.10.2018).

Buters JTM, Antunes C, Galveias A et al. (2018): Pollen and spore monitoring in the world. Clin Transl Allergy 8: 9. DOI: 10.1186/s13601-018-0197-8.

Buters J (2017): Pollen und Pollenwarndienste. In: Wichmann HE, Fromme H (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin. ecomed-Storck GmbH, Landsberg am Lech. 59. Erg. Lfg. 11/17.

Buters J, Prank M, Sofiev M et al. (2015): Variation of the group 5 grass pollen allergen content of airborne pollen in relation to geographic location and time in season. J Allergy Clin Immunol 136 (1): 87–95.e6. DOI: 10.1016/j.jaci.2015.01.049.

Clot B (2018): New EUMETNET AutoPollen Programme. International Aerobiology Newsletter 83: 3.

Durham OC (1946): The volumetric incidence of atmospheric allergens. IV. A proposed standard method of gravity sampling, counting, and volumetric interpolation of results. Journal of Allergy 17 (2): 79–86. DOI: 10.1016/0021-8707(46)90025-1.

Durham SR, Nelson HS, Nolte H et al. (2014): Magnitude of efficacy measurements in grass allergy immunotherapy trials is highly dependent on pollen exposure. Allergy 69 (5): 617–623. DOI: 10.1111/all.12373.

DWD – Deutscher Wetterdienst (2018a): Pollenflug-Gefahrenindex. https://www.dwd.de/DE/leistungen/gefahrenindizespollen/gefahrenindexpollen.html (Zugriff am: 21.08.2018).

DWD – Deutscher Wetterdienst (2018b): https://www.dwd.de/DE/forschung/wettervorhersage/num_modellierung/03_umweltvorhersage/icon_art_cosmo_art.html (Zugriff am: 12.11.2018).

DWD – Deutscher Wetterdienst (2018c): Pollenflugstatistik. https://www.dwd.de/DE/leistungen/pollen/pollenstatistik.html?nn=16102 (Zugriff am: 15.10.2018).

ECMWF – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (2018): PASYFO - Personal Allergy Symptom Forecasting System. http://pasyfo.lt/en/ (Zugriff am: 16.10.2018).

EAN – European Aeroallergen Network (2018): Willkommen zur Ean Datenbank. https://ean.polleninfo.eu/Ean/ (Zugriff am: 15.10.2018).

EC – European Commission (2018): Copernicus. http://copernicus.eu/ (Zugriff am: 16.10.2018).

Finnisches Meteorologisches Institut (2014): http://silam.fmi.fi/ (Zugriff am: 12.11.2018).

French aerobiology network (2018): Risks by pollen. http://www.pollens.fr/en/risks/risks-by-pollen.php (Zugriff am: 15.10.2018).

Gassner M, Gehrig R, Schmid-Grendelmeier P (2013): Hay fever as a Christmas gift. N Engl J Med 368: 393–394. DOI: 10.1056/NEJMc1214426.

Haftenberger M, Laußmann D, Ellert U et al. (2013): Prevalence of sensitisation to aeraoallergens and food allergens. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). Bundesgesundheitsbl 56 (5–6): 687–697. DOI: 10.1007/s00103-012-1658-1.

Helmut Hund GmbH (2018): Pollenmonitor. https://www.hund.de/de/instrumente/pollenmonitore.html (Zugriff am: 15.10.2018).

Höflich C (2014): Klimawandel und Pollen-assoziierte Allergien der Atemwege. UMID 01: 5–10.

IMBI – Institut für Medizinische Biometrie und Statistik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (2017): Nutzungsverhalten und Wirksamkeit der Smartphone Applikation „Husteblume“ der Techniker Krankenkasse. Evaluationsstudie der Universität Freiburg. Abschlussbericht.

Jäger S (2000): Ragweed (Ambrosia) sensitisation rates correlate with the amount of inhaled airborne pollen. A 14-year study in Vienna, Austria. Aerobiologia 16 (1): 149–153. DOI: 10.1023/A:1007603321556.

Karatzas K, Papamanolis L, Katsifarakis N et al. (2018): Google Trends reflect allergic rhinitis symptoms related to birch and grass pollen seasons. Aerobiologia 34 (4): 437–444. DOI: 10.1007/s10453-018-9536-4.

Lake IR, Jones NR, Agnew M et al. (2017): Climate Change and Future Pollen Allergy in Europe. Environ Health Perspect 125 (3): 385–391. DOI: 10.1289/EHP173.

Langen U, Schmitz R, Steppuhn H (2013): Prevalence of allergic diseases in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). Bundesgesundheitsbl 56 (5–6): 698–706. DOI: 10.1007/s00103-012-1652-7.

LANZONI srl (2018): VPPS® Volumetric Pollen and Particle Sampler. https://www.lanzoni.it/campionatore-pollini (Zugriff am: 15.10.2018).

LGL – Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2018): Elektronisches Polleninformationsnetzwerk Bayern (ePIN). https://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/biologische_umweltfaktoren/bioaerosole/epin.htm (Zugriff am: 21.08.2018).

LGL – Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2015): Abschätzung der Krankheitskosten der Pollenallergien für Bayern pro Jahr.

Medizinische Universität Wien (2018): Allergierisiko. https://www.pollenwarndienst.at/aktuelle-belastung/allergierisiko.html (Zugriff am: 15.10.2018).

Oberpriller Q, Vettori A, Iten R (2017): Nutzen Real-Time Pollendaten. INFRAS.

Oteros J., Pusch G., Weichenmeier I et al. (2015): Automatic and Online Pollen Monitoring. Int Arch Allergy Immunol 167: 158–166.

PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018a): Stiftung – und ihre Aufgaben. http://www.pollenstiftung.de/stiftung/geschichte/ (Zugriff am: 16.10.2018).

PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018b): Pollenmessstationen in Deutschland. http://www.pollenstiftung.de/pollenvorhersage/pollenmessstationen-in-deutschland/ (Zugriff am: 21.08.2018).

PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018c): Pollentagebuch/Pollen-App. http://www.pollenstiftung.de/pollentagebuchpollen-app/. (Zugriff am: 15.10.2018).

PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018d): Wochenpollenvorhersage. (Beispiel) http://www.pollenstiftung.de/aktuelles-einzelansicht/wochenpollenvorhersage-michelle-26092018/76e1391c7d1f-7f35315470e21bdfef89/ (Zugriff am: 05.11.2018).

PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018e): Kosten Pollenflugdaten. http://www.pollenstiftung.de/pollenvorhersage/pollenflugdaten/ (Zugriff am 15.10.2018).

PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2016): Dringender Appell - Pollenfallen vor dem Aus. http://www.pollenstiftung.de/aktuelles-einzelansicht/dringender-appell-pollenfallen-vor-dem-aus/9f632a97b8f-2898056638cc6bfd549db/ (Zugriff am: 21.08.2018).

Pfaar O, Calderon MA, Andrews CP et al. (2017): Allergen exposure chambers: harmonizing current concepts and projecting the needs for the future - an EAACI Position Paper. Allergy 72: 1035–1042.

Plair SA (2018): Real-Time Airborne Particle Identifier. http://www.plair.ch/Technology.html (Zugriff am: 15.10.2018).

Schlaud M, Atzpodien K, Thierfelder W (2007): Allergic diseases. Results from the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). Bundesgesundheitsbl 50 (5–6): 701–710. DOI: 10.1007/s00103-007-0231-9.

Schramm B, Ehlken B, Smala A et al. (2003): Cost of illness of atopic asthma and seasonal allergic rhinitis in Germany: 1-yr retrospective study. Eur Respir J 21 (1): 116–122. DOI: 10.1183/09031936.03.00019502.

STMGP – Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (2018): Abschlussbericht ePIN-HEALTH: Studie zum Aufbau eines elektronischen Polleninformationsnetzwerkes in Bayern (ePIN-HEALTH). Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege.

Taramarcaz P, Lambelet B, Clot B et al. (2005): Ragweed (Ambrosia) progression and its health risks: will Switzerland resist this invasion? Swiss Med Wkly 135 (37–38): 538–548.

TKK – Techniker Krankenkasse (2018): Husteblume - die Allergie-App der Techniker. https://www.tk.de/techniker/gesund-leben/digitale-gesundheit/apps/husteblume-allergie-app-2025388 (Zugriff am: 15.10.2018).

Tosi A, Wuthrich B, Bonini M et al. (2011): Time lag between Ambrosia sensitisation and Ambrosia allergy: a 20-year study (1989-2008) in Legnano, northern Italy. Swiss Med Wkly 141: w13253. DOI: 10.4414/smw.2011.13253.

Trautmann A, Kleine-Tebbe J (2013): Allergologie in Klinik und Praxis: Allergene, Diagnostik, Therapie. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart.

Treudler R, Simon JC (2017): Pollen-related food allergy: an update. Allergo J Int 26 (Suppl 23): 273–282. DOI: 10.1007/s40629-017-0022-2.

UIG – Umweltinformationsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Oktober 2014 (BGBl. I S. 1643), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 17 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/uig_2005/ (Zugriff am: 16.10.2018).

VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2019): Richtlinie VDI 4252 Blatt 4. www.vdi.de/4252. (Zugriff am: 07.10.2020).

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) - Normenausschuss (2017): DIN EN 16868. https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/krdl/entwuerfe/wdc-beuth:din21:277928625. (Zugriff am: 22.11.2018).

Weber A (2017): Workshop „Pollenmonitoring – Current Development“. Umwelt - Hygiene - Arbeitsmed 22 (1): 35–44.

Werchan M, Werchan B, Bergmann KC (2018a): German pollen calendar 4.0 – update based on 2011–2016 pollen data. Allergo J Int 27 (3): 69–71. DOI: 10.1007/s40629-018-0055-1.

Werchan M, Sehlinger T, Goergen F et al. (2018b): The pollator: a personal pollen sampling device. Allergo J Int 27: 1–3.

Werchan B, Werchan M, Mücke HG et al. (2018): Spatial distribution of pollen-induced symptoms within a large metropolitan area—Berlin, Germany. Aerobiologia (Bologna) 34(4): 539–556. DOI: 10.1007/s10453-018-9529-3.

Werchan B, Werchan M, Mücke HG et al. (2017): Spatial distribution of allergenic pollen through a large metropolitan area. Environ. Monit. Assess. 189 (4): 169. DOI: 10.1007/s10661-017-5876-8.

WiD – Wissenschaft im Dialog gGmbH, Museum für Naturkunde (2018): Bürger schaffen Wissen. Die Citizen Science Plattform. https://www.buergerschaffenwissen.de/ (Zugriff am: 18.10.2018).

Ziska L, Knowlton K, Rogers C et al. (2011): Recent warming by latitude associated with increased length of ragweed pollen season in central North America. Proc Natl Acad Sci U S A 108 (10): 4248–4251. DOI: 10.1073/pnas.1014107108.

Zuberbier T, Lötvall JS, Simoens Set al. (2014): Economic burden of inadequate management of allergic diseases in the European Union: a GA2LEN review. Allergy 69 (10): 1275–1279. DOI: 10.1111/all.12470.

KONTAKT

Dr. Conny Höflich
Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: connyhoeflich[at]uba.de

[UBA]

Umweltmedizinische Versorgungssituation von Patientinnen und Patienten in Deutschland

Health care situation in environmental medicine in Germany

ZUSAMMENFASSUNG

Der Bedarf nach Aufklärung im Bereich der gesundheitlichen Auswirkungen von Umwelteinflüssen hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Insbesondere durch die nationale wie auch weltweite Forschung zu Umwelt- und Gesundheitsthemen konnte der Erkenntnisstand im Bereich Environmental Public Health deutlich verbessert werden. Jedoch ist eine flächendeckende Versorgung der Bevölkerung bei Auftreten von Gesundheitsbeschwerden, welche auf Umwelteinflüsse zurückgeführt werden in Deutschland nach wie vor nur unzureichend gewährleistet. Die Gründe hierfür sind vielfältig und liegen zum Teil in strukturellen wie auch finanziellen Herausforderungen. Der Artikel beschreibt die aktuelle Situation der Umweltmedizin in Deutschland und entwickelt auch Vorschläge für eine Verbesserung der Versorgungsstrukturen.

Dieser Text stellt eine aktualisierte Kurzversion der im Februar 2020 im Bundesgesundheitsblatt (63:242–250) erschienenen ausführlichen Stellungnahme der Kommission Umweltmedizin und Environmental Public Health dar.

ABSTRACT

In recent years, the demand for information on the health effects of environmental factors has increased. National and international research on topics of environmental hygiene and medicine contributed to better insights on Environment and Health issues in the area of public health. Nevertheless, in Germany nationwide healthcare is not sufficiently guaranteed when environmental factors are postulated as the cause of health effects in individuals. The reasons for this are manifold and lie partly in structural as well as financial challenges. This article describes the current situation of environmental medicine in Germany and suggests measures for improving the health care situation in this particular area of medicine.

EINLEITUNG

Menschen können durch verschiedene Umweltimmissionen (z. B. Geruch, Lärm, Luftschadstoffe, Mikroorganismen) belästigt und gesundheitlich beeinträchtigt werden. Ob es sich dabei um eine objektivierbare Belastung handelt, kann durch eine umweltmedizinische Bewertung der Exposition erfolgen. Belastungen entstehen durch physikalisch-chemische und mikrobielle Umwelt- oder Schadfaktoren sowie durch Defizite, wie zum Beispiel unzureichende, gestörte Nachtruhe oder eingeschränkte Bewegungsmöglichkeiten. Sie können sich kurz-, mittel- oder langfristig auswirken; die Wirkungen können reversibel oder irreversibel sein. Arbeitsschwerpunkte der Umweltmedizin betreffen die:

- Expositionsermittlung,
- umweltbezogene Wirkungsermittlung und Diagnostik,
- Abschätzung umweltbedingter Gesundheitsrisiken,
- vergleichende Risikoanalyse und -bewertung sowie die Risikokommunikation,
- Ableitung von Präventionsstrategien,
- Betreuung, Beratung und Begutachtung,
- regulatorische und administrative Aufgaben sowie

© puckno_ns / Adobe stock.

- Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für eine gesundheitsförderliche Gestaltung der Umwelt (modifiziert nach Eis 1996).

Umweltmedizin nutzt die Methoden verschiedener Arbeitsrichtungen, wie Epidemiologie, Monitoring und Toxikologie, ist auch ein Bestandteil der allgemeinen und psychosozialen klinischen Medizin und steht darüber hinaus in enger Beziehung zu natur-, sozial- und umweltwissenschaftlichen Arbeitsrichtungen (Eis 1996).

Die notwendigerweise interdisziplinäre Ausrichtung der umweltmedizinischen Versorgung für Patientinnen und Patienten mit umweltbezogenen und umweltbedingten Fragestellungen stellt die in Deutschland vorhandenen Versorgungskonzepte vor große Herausforderungen.

Viele der in der Umweltmedizin eingesetzten diagnostischen und therapeutischen Verfahren sind nicht Bestandteil des Leistungskatalogs der gesetzlichen Krankenkassen und werden auch von den privaten Krankenkassen häufig nicht oder nur durch eine Pauschale finanziert. Eine wesentliche Grundlage und Voraussetzung hierfür wäre eine vollständige und gewissenhafte Dokumentation der erbrachten umweltmedizinischen Leistung, ein qualitativ strukturiertes Vorgehen bei der umweltmedizinischen Patientenversorgung sowie eine Evaluation der Effektivität der erbrachten Leistungen.

STATUS QUO UMWELTMEDIZINISCHER VERSORGUNG

Eine flächendeckende umweltmedizinische Versorgung konnte bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt nach wie vor nicht realisiert wer-

den (Schnakenberg et al. 2018). Die aktuelle Weiterbildungsproblematik mit dem Wegfall der Zusatzbezeichnung Umweltmedizin 2003 und vor allem Finanzierungsprobleme haben zu einem Rückgang der Anzahl qualifizierter, fundiert ausgebildeter Umweltmedizinerinnen und Umweltmediziner sowohl im niedergelassenen Bereich als auch an den Universitätskliniken geführt. Aufkommendem Beratungs- und Betreuungsbedarf kann daher nicht ausreichend von fachkundig ärztlicher Seite entsprochen werden. Auch die Gesundheitsämter können diesen Bedarf nicht auffangen, zumal der öffentliche Gesundheitsdienst primär einen bevölkerungs- und keinen primär individualmedizinischen Auftrag in der umweltmedizinischen Versorgung hat (Wiesmüller, Hornberg 2014). Erschwerend kommt hinzu, dass ein Rückgang der Fachärztinnen und Fachärzte für Hygiene und Umweltmedizin zu verzeichnen ist, da bundesweit Lehrstühle für Hygiene und Umweltmedizin nach Emeritierung der Lehrstuhlinhaber und Lehrstuhlinhaberinnen nicht weitergeführt werden. Bereits 2002 hat das Umweltbundesamt (UBA) eine Pressemitteilung mit der Schlagzeile veröffentlicht: „Hygiene und Umweltmedizin – vom Aussterben bedroht? Forschungs- und Ausbildungskapazitäten für Hygiene- und Umweltmedizin gehen zurück“ (UBA 2002). So ist beispielsweise die Umweltmedizinische Ambulanz (UMA) Aachen die einzige universitäre Umweltambulanz in NRW. Umweltmedizinische Leistungen sind zurzeit in erster Linie nur als sogenannte IGeL-Leistungen (individuelle Gesundheitsleistungen) auf eigene Kosten der Patientinnen und Patienten zu erhalten und werden kaum durch die Krankenkassen finanziert. Dadurch können Patientinnen und Patienten mit umweltbezogenen beziehungsweise -bedingten Gesundheitsstörungen immer schwieriger umweltmedizinisch versorgt werden, sodass von einer Unterversorgung auszugehen ist. All dies führt dazu, dass sich viele Patientinnen und Patienten alternativen Diagnose- und Behandlungsmethoden zuwenden, deren Wirksamkeit und Unschädlichkeit oft nicht belegt ist (Fehlversorgung) und mit ihren besonderen Kosten die Solidargemeinschaft deutlich belasten, falls diese dennoch von Krankenkassen finanziert werden (Hornberg et al. 2005).

Unabhängig von der Entwicklung der individuellen umweltmedizinischen Patientenversorgung ist die Umwelt als potenzielle Ursache gesundheitlicher Effekte bis hin zu manifesten Erkrankungen nicht nur verstärkt in das Bewusstsein und die Besorgnis vor umweltassoziierten Gesundheitsrisiken der Bevölkerung gerückt, sondern hat auch politisches Handeln und Gesetzgebung beeinflusst. Hierbei ist es nach wie vor eine Herausforderung, sowohl mögliche gesundheitliche Einflüsse von Umweltfaktoren für den Einzelnen als auch für Bevölkerungsgruppen wissenschaftlich basiert zu bewerten sowie den Betroffenen und Entscheidungsträgern zu kommunizieren. Solche Einflüsse ergeben sich zum Beispiel aus:

- globalen klimatischen Veränderungen wie extremen Hitzeperioden und anderen extremen Wetterlagen,
- Belastungen durch Lärm und Luftschadstoffe in urbanen Ballungsräumen,
- dem Bau von Windkraftanlagen und den Mobilfunk-Netzausbau,
- der langfristigen chemischen Belastung und Feuchte-/Schimmelschäden in Innenräumen,
- neuen Stoffgruppen wie Nanomaterialien,
- kurz- und langfristigen Störfällen in Betrieben mit nachfolgender regionaler Belastung.

BEDARF AN UMWELTMEDIZINISCHER VERSORGUNG

Es gibt keine systematischen Untersuchungen zur umweltmedizinischen Versorgungssituation beziehungsweise zum eigentlichen Bedarf an umweltmedizinischen Leistungen.

Eine von Frantz et al. im Jahr 2004 durchgeführte Untersuchung zur Versorgung von

Patientinnen und Patienten mit umweltassoziierten Gesundheitsstörungen in universitären umweltmedizinischen Einrichtungen zeigte, dass Informationsdefizite und mangelnde Bekanntheit des Angebots den Zugang zu umweltmedizinischer Versorgung häufig erschweren. Des Weiteren wurde sowohl für die betroffenen Patientinnen und Patienten als auch für Fachleute in Kliniken, bei Krankenkassen, Gesundheitsämtern etc. die Schwierigkeit benannt, eine entsprechend zuständige Ansprechpartnerin beziehungsweise einen Ansprechpartner für umweltmedizinische Belange zu finden (Frantz et al. 2005, 2006).

Aus den bisherigen Erkenntnissen kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass der Bedarf für die umweltmedizinische Versorgung an einer umweltmedizinischen Ambulanz (UMA) / Umweltmedizinischen Beratungsstelle (UMEB) bei durchschnittlich 50 Erstsprechstunden im Jahr pro Einrichtung liegt. Zusätzlich sind, abhängig vom jeweiligen Fall, häufig mehrere Folgekontakte zu berücksichtigen. Den konkreten Sprechstundenterminen gehen durchschnittlich etwa 100 Erstkontakte, die in der Regel telefonisch stattfinden, voraus. Dies belegen Daten aus der UMA Aachen von 2012 (Bank 2013). Hierbei muss aber unbedingt berücksichtigt werden, dass diese Zahlen nicht alleine die reale Anzahl der Patientenkontakte widerspiegeln, sondern auch durch die enge personelle Ausstattung der Einrichtungen mit bedingt sind.

Für den Bedarf an umweltmedizinischer Expertise im Bereich der präventiven bevölkerungsbezogenen Umweltmedizin liegen keine Daten vor.

FINANZIERUNG UMWELTMEDIZINISCHER LEISTUNGEN

Bei niedrigen Fallzahlen und sehr hohem Aufwand pro umweltmedizinischem Einzelfall, vor allem verursacht durch den aufwändigen Beratungsbedarf und hohe Kosten für Messungen von Schadstoffen, sind umweltmedizinische Ambulanzen an Hochschulen finanziell nicht rentabel und stehen zunehmend bezüglich ihres Erhalts in der Diskussion. Für sie spricht jedoch, dass nur dort eine Bündelung der Expertise der unterschiedlichen Fachdisziplinen gewährleistet ist.

Bei niedergelassenen Ärzten können sowohl Kassen- als auch Privatpatientinnen und -patienten – unter anderem gemäß des Wirtschaftlichkeitsgebots der Kassenrichtlinien – umweltmedizinische Leistungen und/oder Expositionsuntersuchungen meist nur noch über eigene private Zahlungen erhalten. Erfahrungen aus dem Praxisalltag zeigen, dass paradoxerweise von einigen gesetzlichen Krankenkassen nicht-ärztliche Tätigkeiten wie zum Beispiel Begehungen und Schadstoffmessungen in der Innenraumluft initiiert werden, ohne dass dabei die Einbindung ärztlicher Expertise beziehungsweise der ärztlich erhobenen spezifischen Krankengeschichte erfolgt. Ein großer Teil solcher Kosten wird jedoch nach wie vor von den ratsuchenden, symptomatischen Patientinnen und Patienten selbst getragen.

Nicht abschätzbare Kosten werden auch durch das „doctor hopping“ verursacht mit zum Teil vielfach wiederholten gleichen Untersuchungen in einem engen zeitlichen Rahmen. Zusätzlich entstehen wie immer indirekte Kosten, zum Beispiel durch langdauernde Arbeitsunfähigkeitszeiten oder gar Berufsunfähigkeit. Unberücksichtigt bleiben die für Patientinnen und Patienten entstehenden Kosten für Sanierungs- und Karenzmaßnahmen, die gegebenenfalls auf der Basis einer nicht validen oder unvollständigen umweltmedizinischen Diagnostik aus Sorge um die eigene Gesundheit durchgeführt werden. Die Höhe intangibler Kosten, die durch eine Beeinträchtigung der Lebensqualität, Auswirkungen auf Kinder etc. verursacht werden, ist nicht abzuschätzen.

Aus ärztlicher Sicht sollte die Kostenübernahme für Patientinnen und Patienten mit manifesten Erkrankungen durch die gesetzlichen und privaten Krankenkassen gewährleistet sein und nicht als IGeL-Leistung zu Lasten der Betroffenen oder gar zu Lasten

der umweltmedizinischen Zentren verschoben werden. Nur bei adäquater Finanzierung umweltmedizinischer Leistungen ist eine qualitätsgesicherte effizientere Versorgung umweltmedizinischer Patientinnen und Patienten möglich. Die Verortung als Präventionsleistung wird den Anlässen einer umweltmedizinischen Beratung nicht gerecht, die in der Regel aufgrund manifester Erkrankungen entsteht und nicht aus präventivem, gesundheitsförderndem Anlass.

Außerdem ist es eine Voraussetzung für die Finanzierung, dass qualitätsgesicherte, evidenzbasierte und möglichst leitlinienkonforme Verfahren in der Umweltmedizin angewendet werden. Eine kontinuierliche Überprüfung der Evidenz, insbesondere neuerer umweltmedizinisch-diagnostischer Leistungen, ist hierbei zwingend erforderlich.

SITUATION FÜR PATIENTINNEN UND PATIENTEN IM UMWELTMEDIZINISCHEN BEREICH

Aus den vorliegenden Erfahrungen folgert die Kommission Umweltmedizin und Environmental Public Health, dass in Deutschland eine Unter- und Fehlversorgung im umweltmedizinischen Bereich vorliegt. Zudem hat sich die Nachfrage umweltmedizinischer Leistungen durch Patientinnen und Patienten im Vergleich zu den 1990er Jahren qualitativ und quantitativ verändert: Symptome, die noch vor zehn Jahren eine quantitativ größere Rolle spielten, wie zum Beispiel MCS-assoziierte Beschwerden (Eis et al. 2008), wurden tendenziell seltener; stattdessen nehmen zurzeit Beschwerden als mögliche Folge von Feuchte-/Schimmelbefall in Innenräumen oder durch andere Innenraumbelastungen sowie durch spezifische Umweltbelastungen im Außenbereich (z. B. Luftverschmutzung, Lärm) zu. Um eine dem Individualfall angepasste Diagnostik zu gewährleisten, ist häufig ein interdisziplinäres Vorgehen notwendig (Herr et al. 2008).

Aus der Betrachtung vieler Krankengeschichten entsteht der Eindruck, dass eine frühzeitige umweltmedizinische Versorgung maßgeblich dazu beitragen könnte, zielgerichtete Diagnostik in die Wege zu leiten, damit Leidenswege zu verkürzen und gegebenenfalls einer sekundären psychischen Belastung vorzubeugen.

Eine Studie (Weilnhammer et al. 2018) befragte unter anderem niedergelassene Ärztinnen und Ärzte mit der Zusatzbezeichnung Umweltmedizin in Baden-Württemberg, Bayern, Sachsen und Thüringen sowie umweltmedizinische Ambulanzen bundesweit zur aktuellen Versorgungssituation umweltmedizinischer Patientinnen und Patienten. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass zur Verbesserung der umweltmedizinischen Versorgung eine bessere Vernetzung der Akteure, strukturierte Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten im umweltmedizinischen Bereich sowie eine Umstrukturierung mit Fokus auf einer Stärkung der umweltmedizinischen Ambulanzen wünschenswert wären.

UMWELTMEDIZINISCHE VERSORGUNG AUS PATIENTENSICHT

Die Sicht der Patientinnen und Patienten zur umweltmedizinischen Versorgung deckt sich weitgehend mit der vorliegenden Stellungnahme. Dies zeigt ein Statement des gemeinnützigen Netzwerks für Umweltkranke e. V. (Otte 2018): Themen, welche unter anderem hier genannt werden, sind:

- die Anerkennung der „Klinischen Umweltmedizin“ in der (Muster-)Weiterbildungsordnung,
- die Einordnung in die Sozialversicherungssysteme mit adäquaten Abrechnungsmöglichkeiten,
- valide diagnostische und therapeutische Methoden,

- Studien sowie die Aufarbeitung des internationalen Wissensstandes zur Ätiologie und Pathogenese umweltbedingter und umweltbezogener Erkrankungen,
- Erforschung möglicher Wechselwirkungen von Noxen auf den menschlichen Organismus sowie
- eine klare Abgrenzung von psychischen und psychosomatischen Erkrankungen.

STELLENWERT VON UMWELTMEDIZIN IN DER AUS-, FORT- UND WEITERBILDUNG

Im Medizin-Studium wurde 2003 das Querschnittfach „Klinische Umweltmedizin" eingeführt (ÄApprO 2002). Ebenfalls 2003 fiel die Zusatzbezeichnung Umweltmedizin in der (Muster-)Weiterbildungsordnung der Bundesärztekammer weg.

In der aktuellen (Muster-)Weiterbildungsordnung von November 2018 finden sich in den Ausführungen zu verschiedenen Gebietsbezeichnungen und Zusatz-Weiterbildungen deutliche Hinweise auf einen umweltmedizinischen Bezug (Bundesärztekammer 2018). Es liegen keine systematischen Erkenntnisse dazu vor, ob und in welcher Weise diese Inhalte in der ärztlichen Weiterbildung der unterschiedlichen Gebiete vermittelt werden (können) und ob eine entsprechende umweltmedizinische Expertise bei den weiterbildenden Ärztinnen und Ärzten vorliegt. Einen Sonderstatus nimmt hier sicherlich der Facharzt/die Fachärztin für Hygiene und Umweltmedizin ein. Diese fachärztliche Ausbildung beinhaltet alle Aspekte, die im Rahmen des Erwerbs der Zusatz-Weiterbildung oder der curricularen Fortbildung Umweltmedizin vermittelt werden.

VON WEM KÖNNTE IN ZUKUNFT UMWELTMEDIZIN BETRIEBEN WERDEN?

Um eine umweltmedizinische ärztliche Betreuung valide zu gewährleisten, fehlt es an strukturierten Weiterbildungskonzepten, die fachübergreifend in der ärztlichen Aus-, Fort- und Weiterbildung integriert sein sollten. Hier stehen insbesondere die fachärztlichen Disziplinen Allgemeinmedizin, Arbeitsmedizin, Augenheilkunde, Dermatologie, Hals-Nasen-Ohrenheilkunde (HNO), Hygiene, Innere Medizin, Neurologie, Pädiatrie, Pneumologie, Psychiatrie, Psychosomatik, Reproduktionsmedizin im Vordergrund, außerdem die Zusatz-Weiterbildungen Allergologie und Betriebsmedizin. Zumindest in einem Teil dieser Fachdisziplinen sind bislang umweltmedizinische Aspekte in der gebietsbezogenen Weiterbildung noch nicht umfassend verortet. Dies wirft weiterhin die Frage nach den Vorteilen einer Zusatz-Weiterbildung „Klinische Umweltmedizin" auf, um die komplexe Thematik systematisch zu bündeln. Analog zur Frage nach Zusammenhängen einer Erkrankung zum Arbeitsplatz, wie es im Gebiet der Arbeitsmedizin im Vordergrund steht, sollte jeder Facharzt und jede Fachärztin der verschiedenen Disziplinen in die Lage versetzt werden, in seinen differentialdiagnostischen Überlegungen umweltmedizinische Einflüsse einzubeziehen, um diese gegebenenfalls in das Diagnostik- und Therapiekonzept zu integrieren.

An den Universitätskliniken sollte der Erhalt und die (Wieder-)Einrichtung der umweltmedizinischen Sprechstunden – sei es in Anbindung an Institute/Abteilungen der Hygiene und Umweltmedizin, sei es in Anbindung an Institute der Arbeitsmedizin (und Umweltmedizin) oder andere Fachgebiete – gefördert werden, da die Universitäten einen essentiellen Beitrag für den Erhalt der für die Umweltmedizin notwendigen Interdisziplinarität leisten. Um eine flächendeckende Versorgung zu gewährleisten, ist zudem eine ausreichende Repräsentanz umweltmedizinischer Expertise im niedergelassenen Bereich

notwendig (Schnakenberg et al. 2018). Auch eine Nutzung oder Erweiterung des Modells des/der Präventionsassistenten/-assistentin als speziell geschulte Personen der Medizinfachberufe (MFA) könnte als ergänzende beratende Anlaufstelle im Praxisumfeld eingesetzt werden.

Ein wichtiger Aspekt der Versorgungssituation ist eine Verbesserung der Transparenz hinsichtlich der umweltmedizinischen Versorgungsmöglichkeiten für die Patientinnen und Patienten, da es auf dem Gebiet der Umweltmedizin für diese immer schwieriger wird, zu erkennen, welche Angebote tatsächlich einer qualitätsgesicherten evidenzbasierten Umweltmedizin entsprechen. Des Weiteren ist für sie nicht klar ersichtlich, welche Angebote von Ärztinnen und Ärzten und welche von anderen nicht-ärztlichen Berufsgruppen, wie zum Beispiel Baubiologen und Ingenieuren, erbracht werden. Daher herrscht oftmals Unklarheit darüber, wie die erhobenen Untersuchungsergebnisse und Maßnahmenempfehlungen aus ärztlicher Sicht im Zusammenhang mit dem bestehenden Beschwerdebild einzuordnen sind.

Während von technischer Seite Fragen der Expositionserfassung eine zentrale Rolle spielen, die auch von nicht-ärztlichem Personal beantwortet werden können, stellt die Frage nach der Bedeutung für die individuelle Gesundheit sowohl medizinische Laien als auch nicht fachkundige Ärztinnen und Ärzte vor eine Herausforderung. Die Frage nach der umweltmedizinischen Diagnose ist oftmals komplex und nur im interdisziplinären Zusammenhang zu beantworten (Schnakenberg et al. 2018). Umwelteinflüsse auf die Gesundheit und umweltbezogene Erkrankungen können valide nur ärztlich, vor dem Hintergrund des individuellen Beschwerde- und Krankheitsbildes, bewertet und von anderen, gegebenenfalls auch psychosozialen Einflüssen abgegrenzt werden. Insgesamt sind somit Qualitätskriterien hinsichtlich diagnostischer Wege und validierter Therapieansätze erforderlich. Für häufige umweltassoziierte Erkrankungen ist die Erstellung qualitätsgesicherter Leitlinien zwingend erforderlich.

NOTWENDIGKEIT FÜR DIE SICHERSTELLUNG EINER ADÄQUATEN KLINISCH-UMWELTMEDIZINISCHEN VERSORGUNG

Für eine adäquate klinisch-umweltmedizinische Versorgung sind, angepasst an die neuen Weiterbildungsordnungen der Länder 2020, notwendig:

1. umfangreichere Stärkung der „Klinischen Umweltmedizin“ im Medizinstudium – Hier stehen insbesondere die fachärztlichen Disziplinen Allgemeinmedizin, Arbeitsmedizin, Augenheilkunde, Dermatologie, HNO, Hygiene, Innere Medizin, Neurologie, Pädiatrie, Pneumologie, Psychiatrie, Psychosomatik, Reproduktionsmedizin im Vordergrund, außerdem die Zusatz-Weiterbildung Allergologie und Zusatz-Weiterbildung Betriebsmedizin.
2. Zusatzbezeichnung „Klinische Umweltmedizin“ wieder einführen.
3. allgemein anerkannte qualitätsgesicherte evidenzbasierte diagnostische und therapeutische Methoden der Klinischen Umweltmedizin erarbeiten.
4. adäquate Abrechnungsmöglichkeiten klinisch umweltmedizinischer Leistungen schaffen.

AUSBLICK

Das Angebot im medizinisch-kurativen Bereich wird vor allem durch besonders engagierte niedergelassene Umweltmedizinerinnen und -mediziner und im Hochschulbereich durch sehr wenige umweltmedizinische Ambulanzen und (universitäre) umweltmedizinische Beratungsstellen aufrechterhalten. Um einen hohen Qualitätsstandard umweltmedizinischer Versorgung auch perspektivisch zu sichern, bedarf es der Konsolidierung bestehender Strukturen durch kostendeckende Leistungsvergütung sowie der Sicherung qualifizierter personeller Ressourcen. Dabei sollte speziell darauf geach-

tet werden, in allen Bereichen umweltmedizinischer Aktivitäten entsprechend den aktuellen wissenschaftlichen Standards zu arbeiten und Maßnahmen der Qualitätssicherung zu etablieren.

Damit die Angebotsvielfalt umweltmedizinischer Leistungen von allen Patientinnen und Patienten, aber auch von zuweisenden Ärztinnen und Ärzten genutzt werden kann, ist der Zugang zu diesbezüglichen Leistungen transparent zu kommunizieren. Vor diesem Hintergrund erscheint eine Bündelung des Zugangs zum Themenfeld Umweltmedizin durch ein internetgestütztes Informations- und Beratungsangebot hilfreich. Die dieses Angebot tragende Stelle könnte im Sinne einer Lotsenfunktion (als eine Möglichkeit) auch eine erste individuelle Beratung und/oder Weitervermittlung für themenspezifische Fragestellungen übernehmen.

Dieser Text wurde von den folgenden federführenden Kommissionsmitgliedern unter der Beteiligung der Geschäftstelle am RKI aktualisiert und gekürzt:

- Prof. Dr. med. C. Herr (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit);
- Univ.-Prof. Dr. med. A. Heutelbeck (Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsklinikum Jena (UKJ));
- Univ.- Prof. Dr. med. C. Hornberg (Universität Bielefeld, Medizinische Fakultät OWL/ Fakultät für Gesundheitswissenschaften),
- Univ.- Prof. Dr. med. D. Nowak (LMU, Klinikum der Universität München, Institut u. Poliklinik für Arbeits- und Umweltmedizin);
- Prof. Dr. med. G. A. Wiesmüller (Gesundheitsamt Köln);
- Dr.-Ing. Hildegard Niemann (RKI, für Geschäftstelle der Kommission am RKI)
- Dr. med. Wolfgang Straff (UBA, für Geschäftstelle der Kommission am RKI)

Informationen zu allen Kommissionsmitgliedern und ständigen Gästen finden sich unter der Originalveröffentlichung im Bundesgesundheitsblatt 02/2020 oder auf der Internetseite der Kommission: https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/UmweltKommission/Mitglieder/mitglieder_node.html.

LITERATUR

ÄApprO (2002): Approbationsordnung für Ärzte vom 27. Juni 2002. BGBl I S. 2405.

Bank C (2013): Persönliche Mitteilung.

Bundesärztekammer (2018): (Muster-)Weiterbildungsordnung 2018. Eigenverlag, Berlin; http://www.bundesaerztekammer.de/aerzte/aus-weiter-fortbildung/weiterbildung/muster-weiterbildungsordnung/.

Eis D (1996): Definition „Umweltmedizin". Umweltmed Forsch Prax 1: 65–70.

Eis D, Helm D, Mühlinghaus T et al. (2008): The German Multicentre Study on Multiple Chemical Sensitivity (MCS). Int J Hyg Environ Health 211: 658–681.

Frantz A, Hornberg C, Bornschein S et al. (2005): Untersuchung zur umweltmedizinischen Versorgungssituation von Patienten mit umweltassoziierten Gesundheitsstörungen universitärer umweltmedizinischer Einrichtungen. Umweltmed Forsch Prax 10: 346.

Frantz A, Wiesmüller GA, Niggemann H et al. (2006): Umweltmedizinische Versorgungssituation von Patienten universitärer umweltmedizinischer Einrichtungen. Umweltmed Forsch Prax 11: 213–214.

Herr C, Otterbach I, Nowak D, et al. (2008): Klinische Umweltmedizin. Clinical Environmental Medicine. Deutsches Ärzteblatt 105: 523-531.

Hornberg C, Malsch AKF, Pauli A et al. (2005): Situationsbericht Klinische Umweltmedizin, Beispiel Nordrhein-Westfalen (NRW). Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 40: 12–27.

Otte K (2018): Mitteilung der Vorsitzenden des Gemeinnützigen Netzwerks für Umweltkranke e.V.

Schnakenberg E, Müller KE, Bückendorf CH et al. (2018): Stellungnahme zur umweltmedizinischen Versorgungssituation in Deutschland; persönliche Mitteilung.

UBA – Umweltbundesamt (2002): Hygiene und Umweltmedizin – vom Aussterben bedroht? Pressemitteilung des UBA vom 20.02.2002. Umweltmedizinischer Informationsdienst 2: 3. https://www.umweltbundesamt. de/sites/default/files/medien/pdfs/umid0202.pdf (Zugriff am: 09.11.2017).

Weilnhammer V, Heinze S, Hendrowarsito L et al. (2018): Aktuelle Versorgungssituation umweltmedizinischer Patienten in ausgewählten Gebieten. Umwelt-Hygiene -Arbeitsmed 23(3): 175–181.

Wiesmüller GA, Hornberg C (2014): Ist umweltbezogener Gesundheitsschutz noch nachgefragt? Public Health Forum 22: 26–29.

KONTAKT

Robert Koch-Institut - Geschäftsstelle der Kommission Umweltmedizin und Environmental Public Health
Dr.-Ing. H. Niemann
Robert Koch-Institut, Fachgebiet 24:
Gesundheitsberichterstattung
Postfach 65 02 61
13302 Berlin
E-Mail: Umweltmedizinkommission[at]rki.de

[RKI]

EU-COST (Cooperation in Science and Technology)-Netzwerke als Hilfestellung für länderübergreifende Forschung – das Beispiel des europäischen Burden of Disease-Netzwerks

EU-COST networks to support transnational research – the example of the European Burden of Disease network

DIETRICH PLASS[1], ELENA VON DER LIPPE[2], HENK HILDERINK[3], BRECHT DEVLEESSCHAUWER[4]

1 Umweltbundesamt, Berlin, Deutschland
2 Robert Koch-Institut, Berlin, Deutschland
3 National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, Niederlande
4 Sciensano, Brüssel, Belgien

ZUSAMMENFASSUNG

Die EU-basierten COST-Programme unterstützen themenspezifische wissenschaftliche Netzwerke mit finanziellen Ressourcen. Solche Programme bieten vor allem Ländern mit vergleichsweise niedrigem sozio-ökonomischen Status oder geringen wissenschaftlichen Kapazitäten eine verbesserte Möglichkeit an EU-weiten Netzwerken teilzunehmen. Das europäische Burden of Disease-Netzwerk nutzt das COST-Programm und ist mit 38 Ländern mittlerweile zu einer der größten COST-Actions herangewachsen. Das Thema Krankheitslast (engl. Burden of Disease; BoD) wird im Public Health-Sektor von immer mehr Ländern bei der Entscheidungsfindung aufgegriffen. Daher ist es das Ziel des Netzwerks, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Europa mit der Methode vertraut zu machen und auch zu einer Harmonisierung der Vorgehensweisen bei Studien zur Krankheitslast beizutragen. Die Arbeiten im Netzwerk sind in fünf komplementäre Arbeitsgruppen gegliedert.

ABSTRACT

The EU-based COST-Program supports topic-related scientific networks with financial resources. Such programs allow especially researches from countries with comparably low socio-economic status or low research capacities to participate in important network activities. The European Burden of Disease Network is part of the COST-Program and with 38 countries it is one of the biggest currently running COST-Actions. The interest for Burden of Disease (BoD) in Europe is growing at a high pace and more an more countries use BoD estimates in public health policy decision making processes. Thus, the aim of the network is to make researchers familiar with BoD and to harmonize currently used methods. The activities of the network are structured in five complementary working groups.

COST-NETZWERKE

Wissenschaftliche Forschung lebt von und entwickelt sich in einem ständigen länder- und fachübergreifenden Austausch von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Neben der unmittelbaren Zusammenarbeit in Forschungsprojekten sind das Bilden, Pflegen und Erhalten von Netzwerken essenzielle Faktoren in diesem Zusammenhang. In der Regel erfordert das „Netzwerken" ab einer gewissen Netzwerkgröße und einem gewissen Umfang der Aktivitäten erhebliche Ressourcen, die häufig von den beteiligten Personen entweder selbst aufgebracht oder von den entsprechenden Institutionen, in denen die Personen arbeiten, abgedeckt werden. Diese Ressourcen sind vor allem finanzieller Art und häufig Reisekosten, Kosten für Veranstaltungen, wie zum Beispiel Workshops oder die Unterstützung des institutionellen Austauschs von jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zur Förderung ihrer Kompetenzen.

© Orbon Alija / Gettyimages.

Eine finanzielle Unterstützung von Netzwerk-Initiativen kann über das EU-basierte COST-Programm (Cooperation in Science and Technology, COST) erfolgen. Dieses unterstützt zudem dadurch, dass weitere Ressourcen und Tools, die das Netzwerken vereinfachen, zur Verfügung gestellt werden. Entsprechend ist das oberste Ziel des COST-Programms, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Europa miteinander zu vernetzen (https://www.cost.eu/who-we-are/about-cost/). Zusätzlich bietet das COST-Programm aber auch Möglichkeiten zur Unterstützung bei der Vernetzung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern außerhalb der EU. Bei der Gestaltung der Netzwerke wird besonders darauf geachtet, dass Länder mit einem vergleichsweise niedrigen sozio-ökonomischen Status oder geringen wissenschaftlichen Kapazitäten von den Netzwerken profitieren, weil die Akteurinnen und Akteure aus diesen Ländern in der Regel aufgrund der eingeschränkteren finanziellen Spielräume seltener in bereits bestehenden Netzwerken vertreten sind. Seit 1971 wird das COST-Programm von der EU finanziert, und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können zu beliebigen wissenschaftlichen Themen einen Antrag auf die Gründung eines Netzwerks stellen. Die finanzielle Ausgestaltung richtet sich hierbei nach der Anzahl der teilnehmenden Länder.

DAS EUROPEAN BURDEN OF DISEASE-NETZWERK (COST-ACTION 18218)

Auch das europäische BoD-Netzwerk (https://www.burden-eu.net/) finanziert seine Aktivitäten zu einem großen Teil über das COST-Programm (COST-Action CA18218). Dieses Netzwerk, an dem sich Deutschland über das Robert Koch-Institut (RKI) und das Umweltbundesamt (UBA) in zentralen Rollen aktiv beteiligt, widmet sich dem Thema Krankheitslast und verbindet mittlerweile Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 38 Staaten miteinander (Devleesschauwer 2020).

BoD-Analysen werden international wie national zunehmend eingesetzt, um den Gesundheitszustand von Bevölkerungen umfassend und vergleichbar darzustellen (Murray, Lopez 2017). Neben der globalen Analyse, die in der Global Burden of Disease (GBD)-Studie regelmäßig vom Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) durchgeführt wird, findet die Methode zunehmend auch in nationalen Studien ihre Anwendung (Newton et al. 2015; NHS Health Scotland 2017; GBD 2017 DALYs and HALE Collaborators 2018). Auch in Deutschland wird derzeit in Zusammenarbeit zwischen dem RKI, dem UBA und dem Wissenschaftlichen Institut der AOK (WIdO) eine nationale BoD-Studie pilotiert (Rommel et al. 2018).

BoD-Studien zeichnen sich durch eine hohe Komplexität aus, denn für die Ableitung der zentralen Maßeinheit, der sogenannten Disability-Adjusted Life Years (DALYs), werden Daten aus unterschiedlichen Quellen miteinander verknüpft. Trotz der an vielen Stellen standardisierten Methoden müssen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weitreichende Entscheidungen über Modellparameter treffen, die entsprechende Fachexpertise voraussetzen.

BoD-Ergebnisse können aufgrund ihrer vorteilhaften Eigenschaften als zusätzliche Information bei politischen Entscheidungen eingesetzt werden, denn sie ermöglichen einen direkten Vergleich zwischen unterschiedlichen gesundheitlichen Einschränkungen, können für Trendanalysen eingesetzt werden und unterstützen dabei, Interventions- und Präventionspotentiale zu identifizieren (GBD 2017 DALYs and HALE Collaborators 2018). Daher werden BoD-Ergebnisse zunehmend von politischen Entscheidungsträgern angefragt, was erfordert, dass sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem Public Health-Bereich mit diesem Thema auseinandersetzen.

Die COST-Action „European Burden of Disease Network" („burden-eu") bietet eine zentrale Plattform für den Austausch zu diesem Thema. Der offizielle Beginn der Netzwerkarbeit wurde mit dem ersten Treffen der Netzwerkmitglieder, dem „Kickoffmeeting" am 28. Oktober 2018 in Brüssel, festgehalten. Die COST-Action hat eine Laufzeit von fünf Jahren und endet am 27. Oktober 2023.

Das allgemeine Ziel des Netzwerks ist es, eine technische Plattform für die Zusammenarbeit und Stärkung der Kompetenzen bei der Durchführung von BoD-Analysen in Europa und darüber hinaus zu etablieren. Zusätzlich wurden weitere strategische Ziele formuliert, die sich in wissenschaftliche Ziele und Ziele zur Förderung von Kompetenzen einteilen lassen (Devleesschauwer 2020):

WISSENSCHAFTLICHE ZIELE:

- Fachleute aus unterschiedlichen Bereichen, die sich mit dem Thema beschäftigen und derzeit nur eingeschränkt im europäischen Austausch stehen, sollen ihre Expertise in einem transnationalen Team vereinen.
- Die verfügbaren methodischen Ansätze zur Berechnung der Krankheitslast sollen verglichen und wenn möglich harmonisiert werden.
- Relevante Wissens- und Datenlücken sollen identifiziert und entsprechende internationale Studien konzipiert werden, um diese Lücken zu schließen.
- Das Netzwerk soll als Fürsprecher für die Nutzung des BoD-Ansatzes in Europa fungieren.

KOMPETENZFÖRDERNDE ZIELE:

- Zum Aufbau und zur Förderung der Kompetenz wird das Netzwerk insbesondere junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, unterrepräsentierte Geschlechter sowie Forschergruppen und Länder, deren Kapazitäten im BoD-Bereich vergleichsweise niedrig sind, besonders unterstützen.

- Der Austausch zwischen erfahrenen Expertinnen und Experten und aufstrebenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern soll im Fokus stehen.

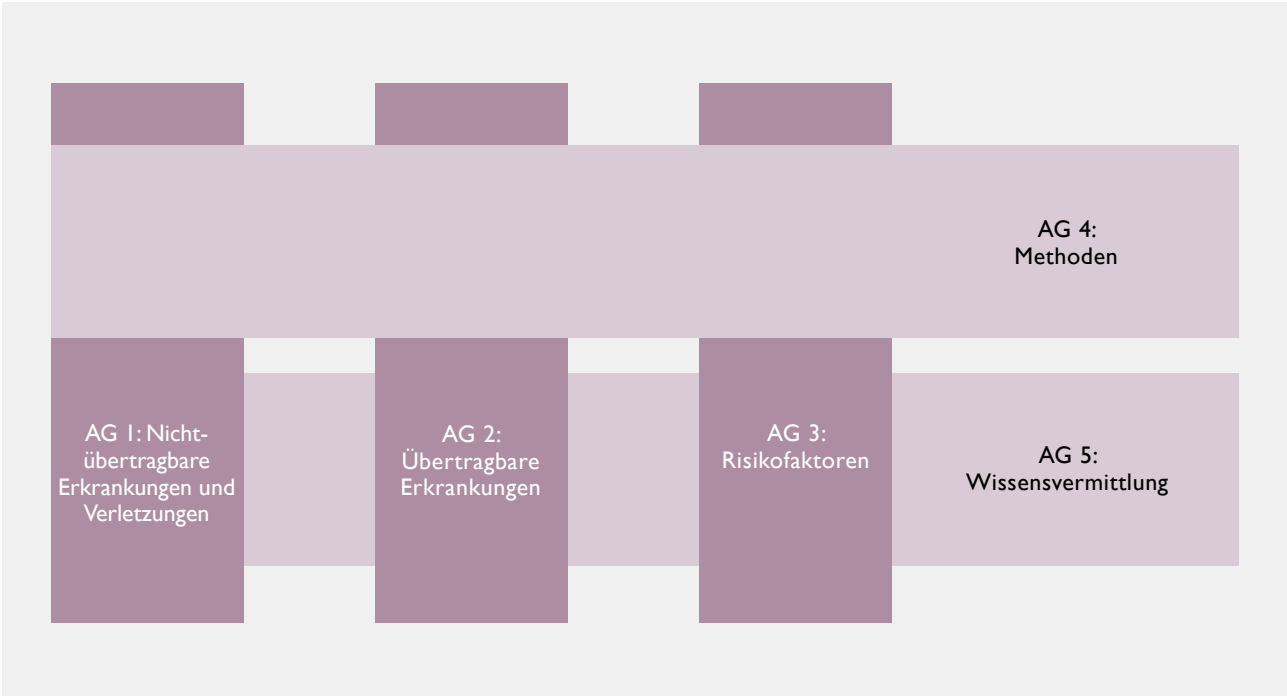
- Zusätzlich zum eigentlichen Einsatz der Methode soll nicht nur die Wissensvermittlung an Entscheidungsträgerinnen und -träger, sondern auch an interessierte Bevölkerungsgruppen, die als Multiplikatoren dienen können, im Vordergrund stehen.

Um diese Ziele erreichen zu können und die Arbeiten des Netzwerks strategisch entsprechend der besonderen Interessen der Teilnehmenden auszurichten, wurden fünf Arbeitsgruppen gebildet, die von jeweils zwei Netzwerkmitgliedern angeleitet werden. ABBILDUNG 1 zeigt die Struktur der Arbeitsgruppen, wobei drei vertikale Gruppen und zwei horizontal übergreifende Gruppen gebildet wurden.

Arbeitsgruppe 1 beschäftigt sich vor allem mit der Erfassung der Krankheitslast, die durch nicht-übertragbare, häufig chronisch verlaufende Erkrankungen (wie z. B. Krebserkrankungen, Herz-Kreislauferkrankungen etc.) sowie Unfälle und Verletzungen verursacht wird.

Im Gegenzug hat die Arbeitsgruppe 2 bei ihren Arbeiten die Infektionskrankheiten (wie z. B. Influenza, Hepatitis etc.) im Fokus. Neben den Erkrankungen spielen auch die Risikofaktoren bei der Entscheidung über Interventions- und Präventionsmaßnahmen eine entscheidende Rolle. Die Zuordnung (Attributierung) der Krankheitslast zu Risikofaktoren ermöglicht es zum Beispiel den Anteil der Krankheitslast von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu bestimmen, der auf Rauchen oder die Luftverschmutzung zurückgeführt werden kann.

ABBILDUNG 1
Struktur der Arbeitsgruppen in der COST-Action (CA18218).



Die relevanten Aspekte der notwendigen Methoden werden in der Arbeitsgruppe 3 aufgearbeitet.

Neben den drei vertikalen werden über die horizontalen Arbeitsgruppen übergreifende Themen aufgegriffen, die alle vertikalen Arbeitsgruppen betreffen. Die Arbeitsgruppe 4 fokussiert allgemeine methodische Fragestellungen und dient als Verbindungsglied der drei vertikalen Arbeitsgruppen, da generelle Methoden häufig eine Auswirkung auf alle Themenfelder haben. Die fünfte und letzte Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit dem sensiblen Thema „Wissenstransfer". Hierbei geht es vor allem darum Konzepte zu entwickeln, welche die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei der Kommunikation von BoD-Ergebnissen an die Entscheidungsträger und die breite Öffentlichkeit unterstützen sollen. Im Fokus soll hierbei stehen, wie die sensiblen Ergebnisse von BoD-Studien, die zum Beispiel verlorene Lebenszeit präsentieren, möglichst adäquat berichtet werden. Hierbei sollen vor allem unterschiedliche Konzepte aus der Risikokommunikation eingesetzt werden, um beispielsweise Empfehlungen für eine zielgruppenspezifische Kommunikationsstrategie zu erstellen.

Neben der Unterstützung der Arbeiten in den fünf Arbeitsgruppen bietet die COST-Action noch zwei weitere Tools, insbesondere für die Unterstützung von jüngeren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.

Zum einen können für Mitglieder aus sogenannten „Inclusiveness Target Countries", ITC-conference grants, vergeben werden, die es insbesondere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sozio-ökonomisch schlechter gestellter Länder ermöglichen sollen an Konferenzen teilzunehmen. Hierbei werden insbesondere Promovierende und Forschende unterstützt, die am Anfang ihrer Karriere stehen.

Zum anderen wird von der COST-Action auch der personelle Austausch von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern (engl. short term scientific mission; STSM) zwischen den an der COST-Action beteiligten Institutionen unterstützt. Dies ist eine hervorragende Möglichkeit zur Bildung neuer und zur Verbesserung und Erweiterung bestehender Netzwerke.

Neben den Netzwerk-spezifischen Aktivitäten wird es im Rahmen dieser COST-Action auch Fortbildungsveranstaltungen, sogenannte „training schools", für Teilnehmende mit unterschiedlichen Vorkenntnissen geben. In diesen training schools sollen Teilnehmende nicht nur über den Sinn und Zweck von BoD-Studien informiert werden, sondern darin geschult werden, selbstständig BoD-Analysen durchzuführen, die Ergebnisse korrekt zu interpretieren und diese in einer ansprechendenden Art und Weise sowie mit klaren Botschaften an die jeweiligen Adressaten zu kommunizieren.

FAZIT UND AUSBLICK

Im Rahmen dieses Netzwerks sind bereits einige Ergebnisse erzielt worden. Neben Vorträgen und kleineren Workshops auf internationalen Tagungen sowie Artikeln in Fachzeitschriften wurde im Februar 2020 ein Workshop veranstaltet, bei dem neben europäischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auch Kolleginnen und Kollegen außerhalb Europas ihre aktuellen Forschungsprojekte vorgestellt haben. Die Details zu den Ergebnissen sind alle öffentlich zugänglich und können auf der Webseite des Netzwerks abgerufen werden (www.burden-eu.net). Das Netzwerk wächst weiterhin stetig, und interessierte Länder können sich auch im weiteren Verlauf dieser COST-Action anschließen.

Netzwerke leben von dem persönlichen Kontakt der Menschen zueinander, und so ist nachvollziehbar, dass auch die COST-Action „European Burden of Disease Network" durch die Corona-Pandemie vor großen Herausforderungen steht. Die geplanten Treffen und Veranstaltungen werden derzeit und voraussichtlich auch in naher Zukunft über virtuelle Plattformen abgehalten. Umso bedeutender ist es, die Digitalisierung voranzutreiben und

den Menschen in Europa einen gerechten Zugang zu Informationen zu ermöglichen.

Die Corona-Pandemie wird auch neue Möglichkeiten eröffnen, so können beispielsweise Lern- und Fortbildungsmaterialen (z. B. als Videoaufzeichnungen etc.) online einer breiteren Zuhörerschaft zur Verfügung gestellt und somit eine größere Zielgruppe erreicht werden. Auch nach der Corona-Pandemie sollten solche Angebote aufrechterhalten und gefördert werden.

LITERATUR

Devleesschauwer B (2020): European burden of disease network: strengthening the collaboration. European Journal of Public Health. 30 (1): 2–3. DOI: 10.1093/eurpub/ckz225.

GBD 2017 DALYs and HALE Collaborators (2018): Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet. 392 (10159): 1859–1922. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32335-3.

Murray CJL, Lopez AD (2017): Measuring global health: motivation and evolution of the Global Burden of Disease Study. The Lancet. 390 (10100): 1460–1464. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32367-X.

Newton JN Briggs AD, Murray CJ et al. (2015): Changes in health in England, with analysis by English regions and areas of deprivation, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet. 386 (10010): 2257–2274. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00195-6.

NHS Health Scotland (2017): The Scottish Burden of Disease Study, 2015. Overview report.

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

KONTAKT

Dr. Dietrich Plaß
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.6 „Expositionsschätzung, gesundheitsbezogene Indikatoren“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: dietrich.plass[at]uba.de

[UBA]

Was ist der One Health-Ansatz und wie ist er umzusetzen?

What is the One Health approach, and how to implement it?

ULRIKE DOYLE,
PATRICK SCHRÖDER,
JENS SCHÖNFELD,
KATHI WESTPHAL-SETTELE

ZUSAMMENFASSUNG

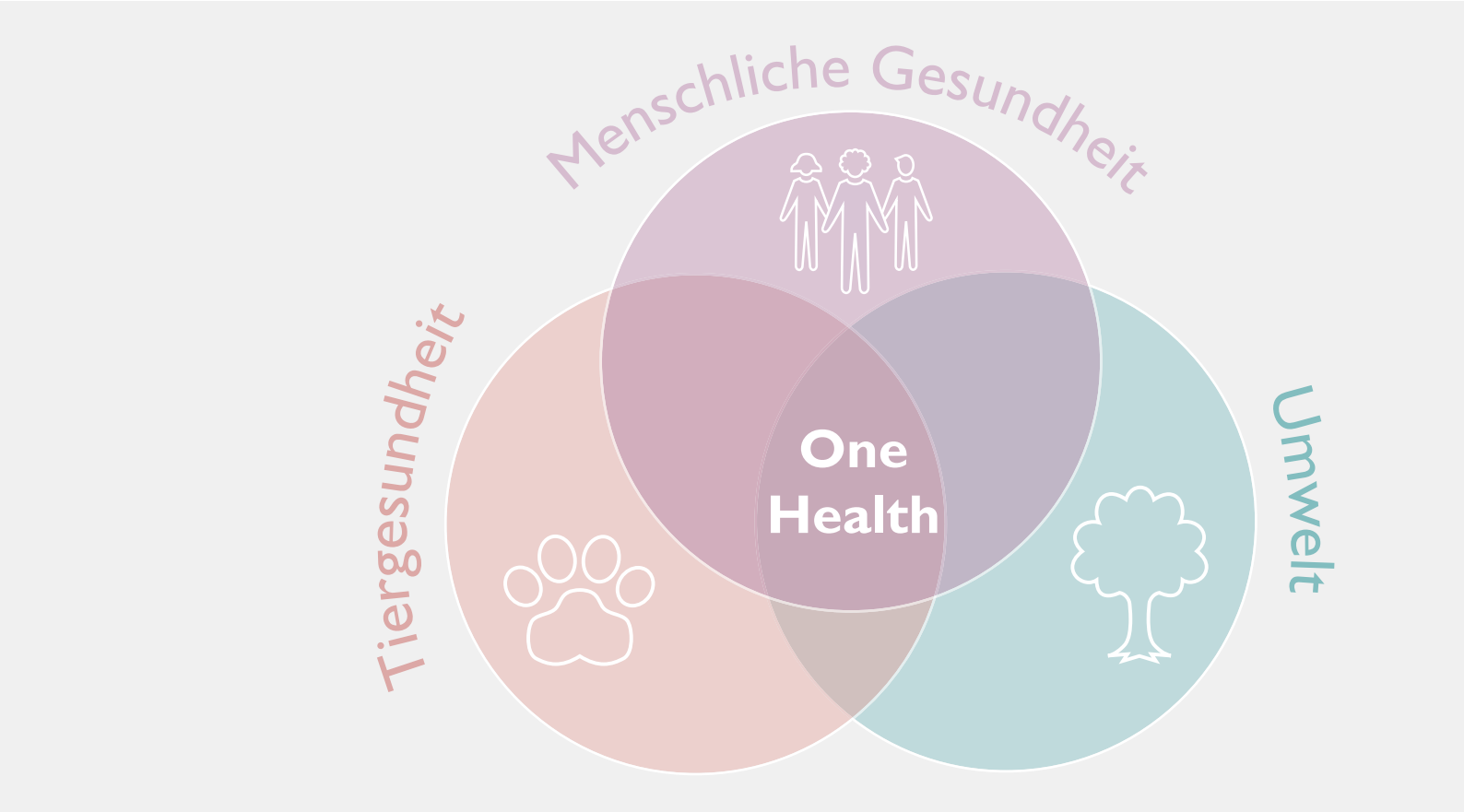
Im letzten Jahrzehnt wurde eine interdisziplinäre, holistische Herangehensweise entwickelt, die auf lokaler, regionaler, nationaler und globaler Ebene arbeitet, um die menschliche Gesundheit ganzheitlich unter Einbeziehung der Tiergesundheit und einer gesunden Umwelt zu schützen: der One Health-Ansatz. Die aktuelle Corona-Pandemie hat dieses Thema verstärkt in den Fokus gerückt. Ziel dieses Ansatzes ist es, „optimale Ergebnisse für Gesundheit und Wohlbefinden zu erzielen unter Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen Menschen, Tieren, Pflanzen und ihrer gemeinsamen Umwelt“ (One Health Commission 2020). Hierbei wird auch die Integration von Themen der biologischen Vielfalt immer entscheidender. Eine Erweiterung des One Health-Ansatzes durch Verknüpfung mit Kenntnissen über den Zustand der Natur und der Umweltqualität gewinnt in Wissenschaft, Politik und Gesellschaft an Bedeutung. Eine künftig noch stärkere Kooperation mit den Politikfeldern Ökologie, Klima- und Umweltschutz ist wünschenswert.

ABSTRACT

Over the past decade, an interdisciplinary, holistic approach has been developed, working on local, regional, national and global level to protect human health considering animal health and environmental health: The One Health approach. Under the current Corona pandemic, the One Health approach became a focal point of interest. To reach the goal of “optimal health and well-being outcomes recognizing the interconnections between people, animals, plants and their shared environment” (One Health Commission, 2020) an improved integration of biodiversity becomes more crucial. Linking the One Health approach closer with knowledge about the state of nature and quality of the environment is gaining importance in science, politics and society. A closer cooperation with the policy fields of ecology, climate and environmental protection is desirable.

URSPRUNG DES ONE HEALTH-ANSATZES UND VERWANDTE INITIATIVEN

Neue Infektionskrankheiten werden häufig durch Übertragung von pathogenen Erregern zwischen verschiedenen Arten hervorgerufen, in Bezug auf die menschliche Gesundheit insbesondere zwischen Wirbeltierarten. Krankheiten oder Infektionen, die auf natürliche Weise zwischen Menschen und anderen Wirbeltieren übertragen werden können, bezeichnet man als Zoonosen. Sie können durch Viren, Bakterien, Pilze, Protozoen und andere Parasiten verursacht werden. Die aktuelle Corona-Pandemie fokussiert die Aufmerksamkeit erneut darauf, dass mehr als zwei Drittel der *bekannten* Infektionskrankheiten des Menschen ursprünglich von Tieren stammen (Bachmann et al. 2020) und



Quelle: UBA.

dass die Mehrheit der im letzten Jahrzehnt *neu* aufgetretenen Infektionskrankheiten von Wildtieren oder aus der Nutztierhaltung auf den Menschen übertragen wurden.

Seit 1970 wurde durchschnittlich alle acht Monate eine neue Infektionskrankheit des Menschen entdeckt (ebenda) und sie treten in den letzten Jahrzehnten vermehrt auf (ABBILDUNG 1). Die Bekämpfung von Zoonosen ist aufwendig und oft nur global möglich.

Die zunehmende Resistenz pathogener Bakterien gegenüber Antibiotika stellt eine weitere Bedrohung der menschlichen und tierischen Gesundheit sowie (des Artengefüges) der Umwelt dar. Dies ist zu einem erheblichen Maße auf den übermäßigen Einsatz dieser Wirkstoffe in der Human- und Tiermedizin zurückzuführen. In einigen Ländern außerhalb der EU, wie beispielsweise in Indien, tragen auch Produktionsabwässer aus der Antibiotikaproduktion beziehungsweise aus der pharmazeutischen Industrie zu dem Resistenzproblem bei (Larsson 2014). ABBILDUNG 1 zeigt, dass die Zeitspannen zwischen der ersten Verfügbarkeit von neuen Antibiotika und dem Zeitpunkt der erstmalig aufgetretenen Resistenz bei Bakterien tendenziell immer kürzer werden.

Bereits im Jahr 2004 beschrieb die Wildlife Conservation Society (WCS) in den USA im letzten Abschnitt der von ihr verfassten „Manhattan Principles“ die Notwendigkeit eines multidisziplinären Ansatzes zur Bekämpfung von Gesundheitsgefahren. Die WCS vertritt hierin klar die Position, dass einzelne Disziplinen oder Sektoren der Gesellschaft nicht über genügend Wissen und Ressourcen verfügen, um das Entstehen oder Wiederauftreten von Krankheiten in der heutigen globalisierten Welt zu verhindern. Ebenso können der Verlust und die Vernichtung von Lebensräumen nicht von einzelnen

Nationen aufgehalten oder umgekehrt werden. Vielmehr ist es nötig, dass Behörden, Einzelpersonen, Fachgebiete und Sektoren zusammenarbeiten, um durch Innovationen und ihr spezifisches Fachwissen die vielen ernsthaften Herausforderungen für die Gesundheit von Menschen, Haus- und Wildtieren und für die Integrität von Ökosystemen zu bewältigen. In der gegenwärtigen Ära „Eine Welt, eine Gesundheit" (englisch: "One World, One Health") müssen anpassungsfähige, zukunftsorientierte und multidisziplinäre Lösungen für die anstehenden Probleme gefunden werden (WCS 2004).

Genau hier setzen der One Health-Ansatz und die im Grundgedanken verwandten Initiativen – EcoHealth und Planetary Health – an und nutzen die erweiterten Kompetenzen einer fachübergreifenden Zusammenarbeit. Die Ansätze werden durch leicht unterschiedliche Kernideen getragen, doch ist allen systemisches Denken und Partizipation unterschiedlicher Wissensgebiete bei den Modellierungen sowie die systematische Zusammenarbeit von wissenschaftlichen Expertinnen und Experten zu eigen (Lerner, Berg 2017). Die Entwicklung dieser verschiedenen Ansätze wird im Folgenden dargestellt.

Die Grundlagen des **One Health-Ansatzes** liegen in der Zusammenarbeit von Human- und Veterinärmedizin (ursprünglich „One Medicine"). Die Food and Agriculture Organization (FAO), die World Organization for Animal Health (OIE) und die World Health Organization (WHO) gaben 2010 ein Konzeptpapier zu einem notwendigen Ansatz der Zusammenarbeit heraus (FAO et al. 2010). Weltweit haben daraufhin vor allem Veterinär- und Humanmedizinerinnen und -mediziner den One Health-Ansatz unterstützt, um Lebensmittelsicherheit, Antibiotikaresistenz und die Kontrolle von Zoonosen zu adressieren.

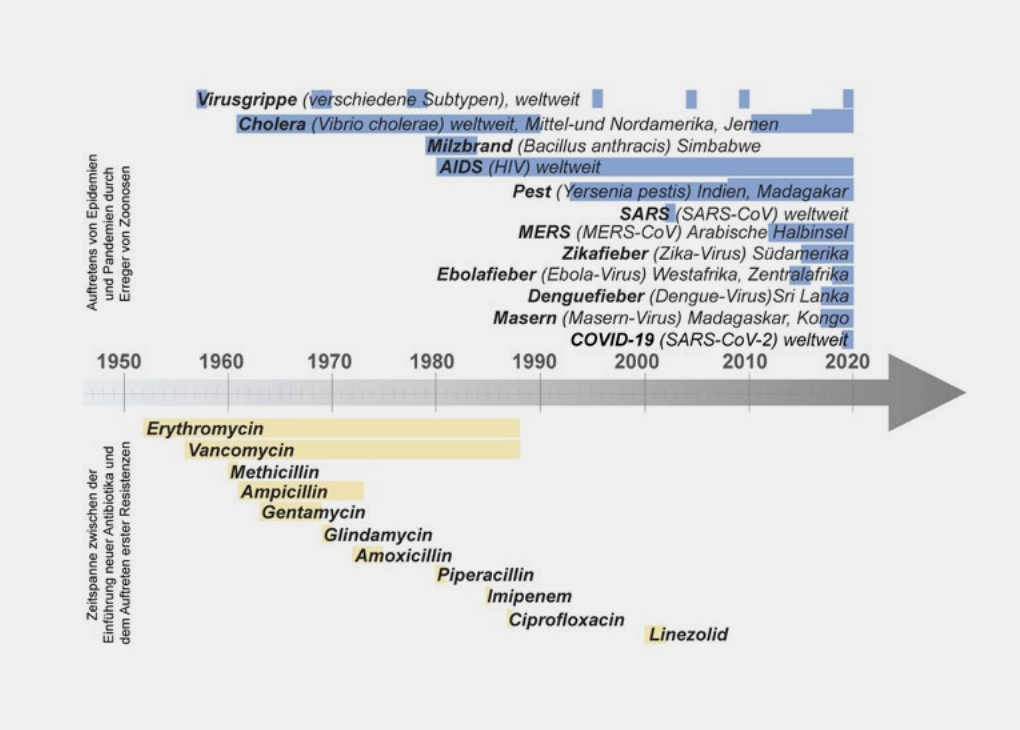


ABBILDUNG 1
Zoonosen und Antibiotikaresistenzen seit 1950 – Gesundheitsgefahren für Mensch, Tier und Umwelt.

Oben: Auftreten von Epidemien und Pandemien durch Erreger von Zoonosen, Erreger jeweils in Klammern, wie z. B. COVID-19; zeitliches Auftreten gekennzeichnet durch blaue Balken. Modifiziert nach gideononline.com.
Unten: Zeitspanne zwischen der Einführung neuer Antibiotika und dem Auftreten erster Resistenzen für ausgewählte Wirkstoffe; Zeitspanne gekennzeichnet durch gelbe Balken. Modifiziert nach Guilfoile und Alcamo (2007).

Die WHO definiert „One Health" als einen Ansatz zur Gestaltung und Umsetzung von Programmen, Politiken, Rechtsvorschriften und Forschung, bei dem mehrere Sektoren zusammenarbeiten, um bessere Ergebnisse im Bereich der öffentlichen Gesundheit zu erzielen. Besonders relevant ist der One Health-Ansatz für die Bekämpfung von Zoonosen und Antibiotikaresistenzen sowie für die Lebensmittelsicherheit (WHO 2017).

Romanelli et al. (2014) betrachten zusätzlich die Integration von Biodiversität in die strategische Agenda des One Health-Ansatzes als notwendig für einen „integrativen, multidisziplinären und systemischen Ansatz für die Gesundheit von Menschen, Nutztieren und Wildtieren im Ökosystemkontext". Keune et al. (2017) schlagen ihrerseits vor, den Ansatz um die Aspekte Biodiversität, Ökologie, Klimawandel, Agrarsysteme und Sozialwissenschaften zu erweitern.

Verschiedene Institutionen sind in die Ausarbeitung und Umsetzung des One Health-Ansatzes involviert. Dieser wird von der One Health Commission (https://www.onehealthcommission.org/) und dem One Health Global Network (http://www.onehealthglobal.net/) vertreten und unterstützt. Die internationale One Health Coalition (https://onehealthplatform.com/home) organisiert die Kooperationen zwischen der One Health Platform und bestehenden internationalen Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen. Das Journal „One Health" wird von der International Federation for Tropical Medicine (http://www.iftm-hp.org/) herausgegeben.

Der **EcoHealth-Ansatz** erweitert den One Health-Ansatz um den Begriff der Nachhaltigkeit und zwar für die menschliche und die Tiergesundheit auf der Grundlage gesunder Ökosysteme (Waltner-Toews 2009). Die dazu gehörende Forschung bezieht die gegenseitige Abhängigkeit von menschlicher Gesundheit, der Gesundheit von Ökosystemen, „disease ecology" sowie Ökosystem-Dynamiken und deren Bezug zum menschlichen Wohlbefinden in verschiedenen Kulturen und Gesellschaften mit ein (Parkes 2011). Das Journal „EcoHealth" ist das offizielle Journal der EcoHealth Alliance (https://www.ecohealthalliance.org/).

Das Konzept **Planetary Health** basiert auf der Tatsache, dass durch die nicht nachhaltige Nutzung der Naturressourcen zwar die menschliche Zivilisation aufgeblüht ist, aber die daraus resultierende jetzige Degradation der natürlichen Ressourcen ein erhebliches Gesundheitsrisiko in der Zukunft verursacht (The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health 2015). Im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt wurde das Konzept der Ökosystemleistungen – das heißt der Beiträge der Natur für die Menschen – als Managementkonzept entwickelt (IPBES 2018). Unter Ökosystemleistungen fallen zum Beispiel für die menschliche Gesundheit das Vorhandensein von Rohstoffen für die Herstellung von Arzneimitteln und Lebensmitteln sowie die Möglichkeit einer abwechslungsreichen Ernährung und die Unterstützung geistiger und körperlicher Gesundheit durch Naturkontakte. Der Klimawandel, der Verlust der biologischen Vielfalt, die Fragmentierung der Lebensräume und der Verlust naturnaher Umwelt gefährden diese Ökosystemleistungen (The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health 2015). Die Lancet Journals veröffentlichen zum Thema Planetary Health (https://www.thelancet.com/commissions/planetary-health).

Im September 2015 haben die Staats- und Regierungschefs der Vereinten Nationen das Dokument „Transformation unserer Welt: die 2030-Agenda für nachhaltige Entwicklung" verabschiedet (UN 2015). Deren eng miteinander verknüpfte 17 Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, SDGs) bilden mit einem integrativen Indikatorenset die Zielerreichung der Transformation ab. Die SDGs integrieren auch Gesundheit, Umwelt- und Klimaschutz sowie Nachhaltigkeit in ihren Ansatz (Doyle et al. 2020). Das Gesundheitskonzept geht dabei über den Aspekt der übertragbaren Krankheiten hinaus (vgl. Aerts et al. 2018).

WEITERE ÖKOLOGISIERUNG DES ONE HEALTH-ANSATZES

Der klassische One Health-Ansatz wird in der Praxis von Fachleuten der Veterinär- und Humanmedizin mit Arbeiten zu Infektionskrankheiten dominiert, obwohl der One Health-Ansatz genau wie der EcoHealth-Ansatz davon ausgeht, dass die Gesundheit auch von der Umwelt mitbestimmt wird (Harrison et al. 2019; Parkes 2011). Die in beiden Ansätzen berücksichtigte Beteiligung der Umwelt an der Gesundheit von Mensch und Tier sollte in der Praxis deutlich stärker herausgearbeitet werden (Zinsstag 2012). Da knapper werdende natürliche Lebensräume die dort lebenden Wildtierpopulationen in die Nähe des Menschen drängen und dadurch die Übertragung von Krankheiten auf den Menschen und Haustiere wahrscheinlicher wird, ist der Schutz von intakten Ökosystemen wichtig, um die Entstehung von Zoonosen einzuschränken (Dobson et al. 2020).

Die WHO und das Sekretariat des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (SCBD) gaben 2015 zum Zusammenhang zwischen dem Zustand der Biodiversität und der menschlichen Gesundheit einen umfassenden Bericht heraus (WHO, SCBD 2015). Hierin wurde dargestellt, dass insbesondere die Sozial- und Naturwissenschaften wichtige Beiträge gleichermaßen zur Politik und Erforschung der biologischen Vielfalt und zur Gesundheit liefern. Der Bericht geht von der umfassenden Definition für Gesundheit der WHO aus: „Gesundheit ist ein Zustand vollkommenen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht allein das Fehlen von Krankheit und Gebrechen." In diesem Zusammenhang wird auch die Gesundheit von Menschen und Tieren in einer „gesunden" Umwelt innerhalb planetarer Grenzen im Sinne des Planetary Health-Ansatzes gesehen.

Im Jahr 2016 fand ein „European One Health/Ecohealth Workshop" statt, um in Europa Netzwerke für die Zusammenarbeit an diesen beiden und verwandten Ansätzen aufzubauen (Keune et al. 2017). In Bezug auf die Integration der beiden Konzepte wurde eine breitere Auslegung gefordert, die neben dem Zusammenhang von menschlicher und Tiergesundheit eine stärkere und systematischere Integration von Pflanzengesundheit, Nahrungssicherheit, Gestaltung von Agrarsystemen und ländlicher Entwicklung, Bodengesundheit, menschlichem Wohlergehen sowie sozialen und kulturellen Einflüssen und den Klimawandel berücksichtigen soll (ebenda).

Queenan et al. (2017) schlagen vor, die internationalen Nachhaltigkeitsziele (SDGs) mit ihrem integrativen Gesundheitsansatz (vgl. Doyle et al. 2020) als Leitlinie für eine zukünftige „One Health Agenda 2030" zu verwenden und einen entsprechenden Forschungsrahmen auszuarbeiten. Die Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) richtete ein Online-Dossier zu dem Zusammenhang zwischen Biodiversitätsverlust und Epidemien ein (https://www.de-ipbes.de/de/Online-Dossier-der-Deutschen-IPBES-Koordinierungsstelle-zu-Biodiversitat-und-Pandemien-2053.html). Insgesamt zeigt sich in der Diskussion die Tendenz hin zu einer stärkeren Einbindung der Wissenschaftsbereiche Biodiversität und Ökologie in den One Health-Ansatz.

UMSETZUNG DES ONE HEALTH-ANSATZES IN DEUTSCHLAND, EU- UND WELTWEIT

ANTIBIOTIKARESISTENZEN

Auf europäischer Ebene wurde 2017 die Idee des One Health-Ansatzes der WHO in Form des „EU One Health Action Plan against Antimicrobial Resistance" aufgegriffen, um die zunehmenden Gesundheitsgefahren durch Antibiotikaresistenzen bei pathogenen Bakterien zu bekämpfen (EC 2017). Das übergeordnete Ziel des Aktionsplans ist die Erhaltung wirksamer Behandlungsoptionen zur Therapie von Infektionskrankheiten.

Dies soll unter anderem durch verschiedene Maßnahmen zur Reduktion der Verbreitung existierender Resistenzen und durch Förderung der Erforschung neuer antimikrobieller Wirkstoffe erreicht werden.

Auch auf nationaler Ebene wird die Bekämpfung der Antibiotikakrise nach dem Grundgedanken des interdisziplinären One Health-Ansatzes gestaltet. In Deutschland verfolgt die „Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie" (DART 2020) seit 2015 das Hauptziel, die Entstehung und Verbreitung von Antibiotikaresistenzen durch sektorübergreifende Zusammenarbeit aufzuhalten (BMG et al. 2015). In Österreich und der Schweiz beispielsweise existieren seit 2013 mit dem „Nationalen Aktionsplan zur Antibiotikaresistenz" beziehungsweise seit 2015 mit der „Strategie zur Bekämpfung von Antibiotikaresistenzen" sehr ähnliche Aktionspläne, die ebenfalls dem One Health-Ansatz folgen.

ZOONOSEN

In Bezug auf den Schutz der Gesundheit vor Zoonosen besteht in Deutschland seit 2006 zwischen den Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF), für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) sowie für Gesundheit (BMG) eine gemeinsame Forschungsvereinbarung zu Zoonosen, die im Januar 2016 erneuert wurde und dem sich das Bundesministerium für Verteidigung anschloss (BMBF 2016). Ziel ist es, über das BMBF ein interdisziplinäres Netzwerk aufzubauen, wofür 40 Millionen Euro zur Verfügung gestellt wurden. Kern der Forschungsvereinbarung ist auch hier der One Health-Ansatz. Ein wesentlicher Akteur ist in Deutschland die Nationale Forschungsplattform für Zoonosen (https://www.zoonosen.net/). Die WHO hat im Jahr 2010 einen Leitfaden zur Bekämpfung von Zoonosen vorgestellt (FAO et al. 2010).

PRÄVENTION KÜNFTIGER PANDEMIEN

In Wildtieren existieren viele potenzielle Zoonoseerreger. Gefährlich für den Menschen werden sie, wenn eine Infektion räumlich und mechanistisch möglich ist. Der weltweit räumlich immer enger werdende Kontakt zwischen Menschen und Wildtieren – verursacht durch Verkleinerung ihrer Lebensräume infolge von Abholzung, durch weltweiten Handel und durch Reisen – erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung von Zoonosen auf den Menschen. Insofern kann die finanzielle Förderung von Naturschutzgebieten (ausreichende Größe und Qualität der Gebiete) und die Verhinderung von Abholzungen sowie die Regulierung des Handels mit Fleisch von Wildtieren (Buschfleisch) präventiv für die Gesundheit wirken (Bachmann et al. 2020). Gleichzeitig können so auch die für den Klimaschutz wichtigen CO_2-Speicher bewahrt oder sogar vergrößert werden (Dobson et al. 2020).

Neue Forschungen zeigen, dass der Vorläufer des Corona-Virus, das COVID-19 auslöst, wahrscheinlich schon seit 40 Jahren in Fledermäusen existierte und eine unentdeckte Infektionsgefahr für den Menschen darstellte (Boni et al. 2020). Ein umfassendes präventives Monitoring verdächtiger Wildtierarten könnte also frühzeitige Sicherheitsmaßnahmen veranlassen und Epidemien verhindern oder örtlich isolieren. Genauso sinnvoll erscheinen entsprechende Tests entlang der Handelsketten von Buschfleisch (Bachmann et al. 2020).

Über die gesundheitlichen Risiken hinaus haben Epidemien und Pandemien sozioökonomische Konsequenzen (Smith et al. 2019). Die Weltbank schätzte die wirtschaftlichen Verluste für sechs Ausbrüche von gefährlichen Zoonosen zwischen 1997 und 2009 auf 80 Milliarden US-Dollar, was im Durchschnitt jährlichen Kosten von 6,7 Milliarden US-Dollar entspricht (World Bank 2012). Hätten sich diese Ausbrüche zu Pandemien entwickelt, wäre mit deutlich höheren Kosten zu rechnen gewesen. Die in den kommenden Jahren weltweit notwendige Transformation hin zu mehr Nachhaltigkeit (UN 2015), um insbesondere den Klimawandel und den Verlust der biologischen Vielfalt abzuschwächen, muss zentral immer die menschliche Gesundheit im Auge behalten. Für Deutschland erscheint es daher

unbedingt notwendig, nicht nur „zur Stärkung des One Health-Gedankens [...] auch Umweltaspekte in die Förderung [einzuschließen]“ (BMBF 2016), sondern auch konkret das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) mit in das Netzwerk einzubinden. Umwelt- und Klimaschutz sollten stärker im One Health-Ansatz mitgedacht und integriert werden, da diese wichtige Aspekte für eine Prävention von vielen Zoonosen darstellen, während Human- und Veterinärmedizin zum Beispiel in prominenten Fällen wie COVID-19 erst bei einem Ausbruch in Aktion treten.

Besonders im Bereich der öffentlichen Gesundheit kann ökologisches Denken und Handeln dazu beitragen, die Voraussetzungen für eine sichere Gesundheit erfolgreich zu gewährleisten (Lang, Rayner 2012). Weltweit hängt Gesundheit von einer gelungenen Koexistenz von Natur und Gesellschaft ab (Aerts et al. 2018).

FAZIT

Der One Health-Ansatz stellt ein wertvolles Konzept dar, um sich wechselseitig unterstützende Politik- und Forschungsstrategien sowie Interventionen im Nexus Gesundheit – von Menschen, Viehbestand und Wildtieren – und Biodiversität zu entwickeln. Er geht über den Gesundheitsansatz im engeren Sinne hinaus und wirkt systemisch.

Es wäre wünschenswert, zukünftig verstärkt ökologisches Wissen in den One Health-Ansatz zu integrieren. Ein ökologisch geprägter One Health-Ansatz würde

- durch präventive Naturschutzmaßnahmen die Wahrscheinlichkeiten für die Übertragung von Zoonosen auf den Menschen verringern (Flandroy et al. 2018),
- durch präventives Monitoring in der Natur und innerhalb von Handelsketten die Wahrscheinlichkeit von Epidemien und Pandemien verringern,
- die entstehenden sozioökonomischen Kosten von Epidemien und Pandemien reduzieren (Dobson et al. 2020),
- die Synergien und die Kohärenz zwischen den politischen Programmen für Gesundheit, Naturschutz und Klimazielen identifizieren und umsetzen (UNEP, ILRI 2020).

Ein stärker ökologisch geprägter One Health-Ansatz kann darüber hinaus entscheidend sein für das Erreichen vieler Ziele der „2030-Agenda für Nachhaltige Entwicklung“ der Vereinten Nationen (17 Sustainable Development Goals) und somit diese Agenda erheblich stärken.

LITERATUR

Aerts R, Honnay O, Van Nieuwenhuyse A (2018): Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. British Medical Bulletin 127: 5–22. DOI: 10.1093/bmb/ldy021.

Bachmann ME, Nielsen MR, Cohen H et al. (2020): Saving rodents, losing primates—Why we need tailored bushmeat management strategies. People and Nature 00: 1-14. DOI: 10.1002/pan3.10119.

Boni MF, Lemey P, Jiang X et al. (2020). Evolutionary origins of the SARS-CoV-2 sarbecovirus lineage responsible for the COVID-19 pandemic. Nature Microbiology. Online ahead of print. DOI: 10.1038/s41564-020-0771-4.

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016): Neue Forschungsvereinbarung zu Zoonosen. https://bmbf.bmbfcluster.de/files/Forschungsvereinbarung_Zoonosen.pdf (Zugriff am: 26.08.2020).

BMG, BMEL, BMBF – Bundesministerium für Gesundheit, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015): Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie. DART 2020 - Antibiotika-Resistenzen bekämpfen zum Wohl von Mensch und Tier. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/D/DART_2020/BMG_DART_2020_Bericht_dt.pdf (Zugriff am: 26.08.2020).

Dobson AP, Pimm SL, Hannah L et al. (2020): Ecology and economics for pandemic prevention. Science 369(6502): 379–81. DOI: 10.1126/science.abc3189.

Doyle U, Kabel C, Schuster C et al. (2020): Gesundheitsbezogene Indikatoren der Sustainable Development Goals (SDGs) und ihre Umsetzung für Deutschland im Bereich Umwelt / Health Indicators of the Sustainable Development Goals (SDGs) and their Implementation for Germany – Considering Environmental Aspects. UMID 01: 17–31.

EC – European Commission (2017): A European One Health Action Plan against Antimicrobial Resistance (AMR). Publications Office of the EU. Luxemburg.

FAO, OIE, WHO – Food and Agriculture Organization, World Organization for Animal Health, World Health Organization (2010): Sharing responsibilities and coordinating global activities to address health risks at the animal-human-ecosystems interfaces. A Tripartite Concept Note. http://www.fao.org/3/ak736e/ak736e00.pdf (Zugriff am: 26.08.2020).

Flandroy L, Poutahidis T, Berg G et al. (2018): The impact of human activities and lifestyles on the interlinked microbiota and health of humans and of ecosystems. Science of The Total Environment 627: 1018–38. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.288.

Guilfoile P, Alcamo IE (2007): Antibiotic-resistant Bacteria. Chelsea House. New York.

Harrison S, Kivuti-Bitok L, Macmillan A et al. (2019): EcoHealth and One Health: A theory-focused review in response to calls for convergence. Environ Int 132: 105058. DOI: 10.1016/j.envint.2019.105058.

IPBES – Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger des Regionalen Assessments zur biologischen Vielfalt und Ökosystemleistungen in Europa und Zentralasien der Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES-Sekretariat. Bonn.

Keune H, Flandroy L, Thys S et al. (2017): The need for European OneHealth/EcoHealth networks. Arch Public Health 75: 64. DOI: 10.1186/s13690-017-0232-6.

Lang T, Rayner G (2012): Ecological public health: the 21st century's big idea? An essay by Tim Lang and Geof Rayner. British Medical Journal 345:e5466. DOI: 10.1136/bmj.e5466.

Lerner H, Berg C (2017): A Comparison of Three Holistic Approaches to Health: One Health, EcoHealth, and Planetary Health. Frontiers in Veterinary Science 4(163). DOI: 10.3389/fvets.2017.00163.

One Health Commission (2020): Definitions of One Health. https://www.onehealthcommission.org/en/why_one_health/what_is_one_health/ (Zugriff am: 26.08.2020).

Parkes MW (2011): Diversity, Emergence, Resilience: Guides for A New Generation of Ecohealth Research and Practice. EcoHealth 8: 137-9. DOI: 10.1007/s10393-011-0732-8.

Queenan K, Garnier J, Nielsen LR et al. (2017): Roadmap to a One Health agenda 2030. CAB Reviews 12(014).

Romanelli C, Cooper HD, de Souza Dias BF (2014): The integration of biodiversity into One Health. Rev Sci Tech 33: 487–96. DOI: 10.20506/rst.33.2.2291.

Smith K, Machalaba CC, Seifman R et al. (2019): Infectious disease and economics: The case for considering multi-sectoral impacts. One Health 7: 100080. DOI: 10.1016/j.onehlt.2018.100080.

The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health (2015): Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. Lancet 386: 1973–2028. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60901-1.

UN – United Nations (2015): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. Resolution der Generalversammlung, verabschiedet am 25. September 2015. Deutsche Übersetzung vom 11.02.2016.

UNEP, ILRI – United Nations Environment Programme, International Livestock Research Institute (2020): Preventing the Next Pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission. https://www.unenvironment.org/resources/report/preventing-future-zoonotic-disease-outbreaks-protecting-environment-animals-and (Zugriff am: 26.08.2020).

Waltner-Toews D (2009): Eco-Health: a primer for veterinarians. The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne 50: 519–21.

WCS – Wildlife Conservation Society (2004): Manhattan Principles. Bronx, New York, USA. http://www.oneworld-onehealth.org/sept2004/owoh_sept04.html (Zugriff am: 22.09.2020).

WHO – World Health Organization (2017): One Health. Internetseite. https://www.who.int/news-room/q-a-detail/one-health (Zugriff am: 22.09.2020).

WHO, SCBD – World Health Organization, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2015): Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review.

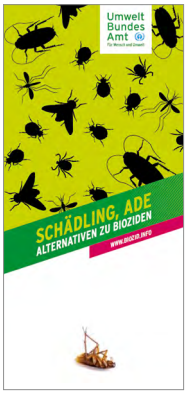
World Bank (2012): People, Pathogens and Our Planet: The Economics of One Health. Washington. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11892 (Zugriff am: 26.08.2020).

Zinsstag J (2012): Convergence of EcoHealth and One Health. EcoHealth 9: 371–3. DOI: 10.1007/s10393-013-0812-z.

KONTAKT

Dr. Ulrike Doyle
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.6 „Expositionsschätzung, gesundheitsbezogene Indikatoren"
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: ulrike.doyle[at]uba.de

[UBA]



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