

Staatliches Krisenmanagement im Bereich Lebensmittelsicherheit



Außerdem in diesem Heft:

Gesundheitsrisiko durch elektromagnetische Strahlung von Kompaktleuchtstofflampen?

Erprobung verschiedener Priorisierungsverfahren für Innenraumlufschadstoffe

Aktualisierte Impfpfempfehlung der STIKO gegen Influenza



Aktionsprogramm
Umwelt und Gesundheit
(APUG)

UMID

Ausgabe 3 • 2010

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

Impressum

UMID. Umwelt und Mensch – Informationsdienst, Nr. 3/2010

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

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

Druck: Umweltbundesamt

Redaktion:	Dr. Suzan Fiack Bundesinstitut für Risikobewertung Thielallee 88-92 14195 Berlin E-Mail: pressestelle[at]bfr.bund.de	Dr. med. Ute Wolf Robert Koch-Institut General-Pape-Straße 62-66 12101 Berlin E-Mail: u.wolf[at]rki.de
	Dipl.-Ing. Dipl.-Soz. Helmut Jahraus Bundesamt für Strahlenschutz Ingolstädter Landstraße 1 85764 Oberschleißheim (Neuherberg) E-Mail: hjahraus[at]bfs.de	Dr. phil. Dipl.-Ing. Hedi Schreiber Umweltbundesamt Corrensplatz 1 14195 Berlin E-Mail: hedi.schreiber[at]uba.de

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

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

E-Mail für UMID: [umid\[at\]uba.de](mailto:umid[at]uba.de)

UMID im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/umid/index.htm>

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

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

Der Druck erfolgt auf Recyclingpapier mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“.

Titelfoto: © Kaarsten / fotolia.de

UMID erscheint jährlich in 3 bis 4 Ausgaben im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG) und kann kostenfrei abonniert werden. Er dient der Information von Behörden und Institutionen, die im Bereich Umwelt und Gesundheit arbeiten, außerdem auf dem Gebiet der Umweltmedizin tätigen Fachkräften sowie interessierten Bürgerinnen und Bürgern.

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

INHALTSVERZEICHNIS

CONTENTS

Beiträge / Articles

Staatliches Krisenmanagement im Bereich Lebensmittelsicherheit.....5 Governmental crisis management for food safety <i>Susann Stehfest, Klaus J. Henning</i>	5
Erprobung verschiedener Priorisierungsverfahren für Innenraumluftschadstoffe.....11 Prooftesting of different prioritization procedures for indoor air pollutants <i>Lilli Löwenau, Wolfgang Heger</i>	11
Kinderkrebs nach Röntgendiagnostik im Kindesalter.....19 Childhood cancer after diagnostic X-Ray exposures <i>Gaël P. Hammer, Michael C. Seidenbusch, Karl Schneider, Dieter F. Regulla, Hajo Zeeb, Claudia Spix, Maria Blettner</i>	19
Stellt die elektromagnetische Strahlung von Kompaktleuchtstofflampen ein Gesundheitsrisiko dar?.....25 Does electromagnetic radiation from compact fluorescent lamps pose a health risk? <i>Manfred Steinmetz, Dirk Geschwentner</i>	25
Urlaubszeit ade – und damit auch Entwarnung vor giftigen Strandartikeln? Deutsche Initiative gegen PAK in Verbraucherprodukten.....32 Farewell to holiday season – and to toxic beach articles? German initiative aims at restricting PAH in consumer products <i>Marc Pritzsche, Enken Hassold, Johanna Wurbs</i>	32
Rückblick: Epidemiologie und Infektionsschutz im zeitlichen Verlauf der Influenzapandemie (H1N1) 200935 Chronology of the epidemiology and public health strategy during the influenza pandemic (H1N1) 2009 in Germany	35
Mitteilung der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut zur aktualisierten Impfeempfehlung gegen Influenza.....41 Information from the German Standing Committee on Vaccination on updated recommendations for influenza vaccination	41

Publikationen / Publications

20 Jahre nach dem Fall der Mauer: Wie hat sich die Gesundheit in Deutschland entwickelt?.....47 20 years after the Fall of the Berlin Wall: how has health developed in Germany?	47
--	----

Staatliches Krisenmanagement im Bereich Lebensmittelsicherheit

Governmental crisis management for food safety

Susann Stehfest, Klaus J. Henning

Abstract: *The food industry has been exposed to crises more than any other sector in the last ten years. At the same time, the framework requirements for delivering safe food have been changing in a globalised world. For this reason, crisis management for food safety poses an important but challenging task. Nonetheless, global, European, as well as German federal and regional actors have increasingly made efforts to provide safe food for consumers especially in the last ten years. Whereas global institutions focus on their role as advisers and coordinators, the European Community endeavours to manage crises concerning food safety by harmonising policy and procedures. The German federal and regional authorities have enforced crisis management for food safety primarily through structural changes as well as precautionary measures. These governmental efforts will certainly not prevent food crises, yet good crisis management can curb a crisis and its consequences.*

Einleitung

BSE in Rindfleisch, Melamin in Milchpulver, Dioxin in Hühnereiern: In den letzten Jahren sorgen Lebensmittelskandale immer wieder für Schlagzeilen. Krisen im Bereich Lebensmittelsicherheit zu vermeiden, ist ein Anspruch, der nicht immer erfüllt werden kann. Die Globalisierung der Lebensmittelmärkte, ein verändertes Konsumverhalten, bessere Analyse- und Diagnosemethoden sowie eine zunehmende Vernetzung durch Massenmedien stellen die neuen Rahmenbedingungen. Lebensmittelunternehmen und -behörden stehen unter der kritischen Beobachtung der Öffentlichkeit. Gleichzeitig oder gerade deswegen wurden besonders in den letzten zehn Jahren enorme Anstrengungen auf globaler, europäischer, Bundes- und Landesebene unternommen, um Verbraucherinnen und Verbrauchern heute so sichere Lebensmittel wie nie zuvor für anbieten zu können.

Dimensionen einer Lebensmittelkrise

Kaum ein Industriezweig ist so sensibel und anfällig für Krisen wie der Lebensmittelsektor. Dieser Umstand beruht auf mehreren Ursachen: Lebensmittel sind elementar, ein Kontakt mit ihnen ist unvermeidbar und tangiert direkt Gesundheit und Leben. Zudem entfernen sich Verbraucher besonders der westlichen Welt zunehmend vom Prozess der Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Diese Distanz führt zu einem Verlust von Wissen

beim Verbraucher und erweitert die Möglichkeit der Irreführung. Diffuse Ängste, Skepsis und Misstrauen sind die Folge.

Was ist eine Krise? Der Begriff leitet sich vom griechischen Wort "krisis" ab und bedeutet "Entscheidung". Im Sinne der Lebensmittelsicherheit handelt es sich um eine Krise, wenn von einem Lebensmittel oder Futtermittel ein ernstes unmittelbares oder mittelbares Risiko für die menschliche Gesundheit ausgeht, das nicht durch bereits vorhandene Vorkehrungen verhütet, beseitigt oder auf ein akzeptables Maß gesenkt werden kann (vgl. VO (EG) Nr. 178/2002, Artikel 55). "Zur Krise kommt es dann, wenn die Auseinandersetzung mit einem Risiko eskaliert." (BMELV 2007, S. 31) Angesichts vergangener Lebensmittelkrisen, wie des "Gammelfleisch-Skandals", ist zu ergänzen, dass nicht nur Risiken für die menschliche Gesundheit, sondern auch Risiken, die durch Irreführung die Freiheit des Verbrauchers beeinträchtigen, zu einer Krise führen können.

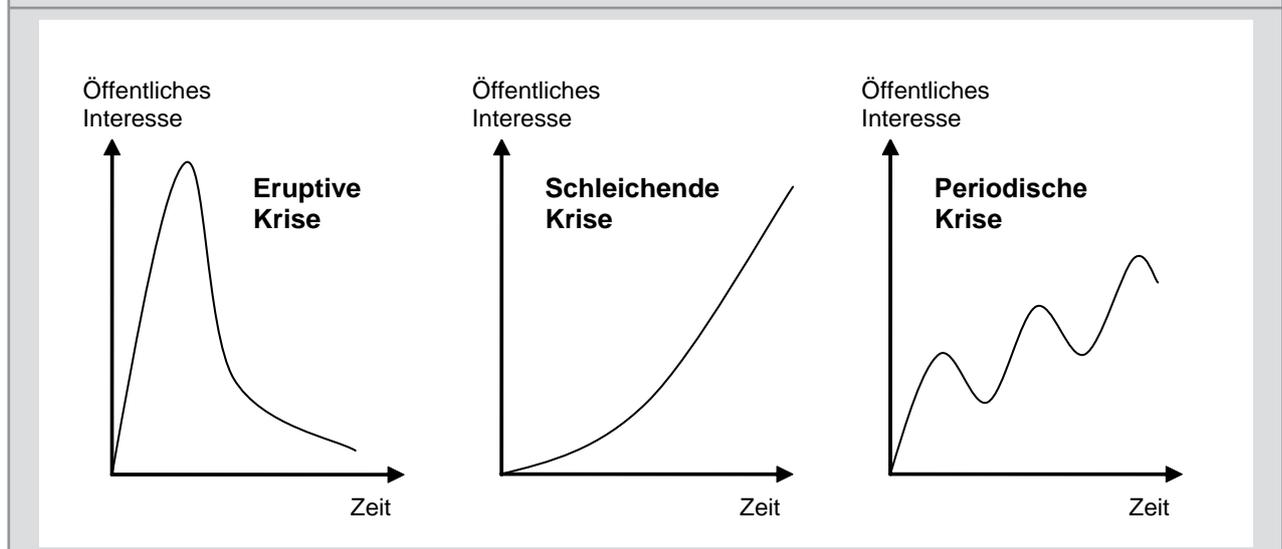
Auslöser für Lebensmittelkrisen sind in den Augen des Verbrauchers primär vorsätzlich oder versehentlich in den Herstellungs- bzw. Verarbeitungsprozess eingebrachte Verunreinigungen. Nicht selten hat sich zwar an der tatsächlichen Gefahrenlage nichts geändert, jedoch das Wissen darüber. Neue Erkenntnisse, wie beispielsweise die schwedischer Wissenschaftler bezüglich Acrylamid im Jahre

2002, ordnen Gefahren für die Lebensmittelsicherheit unerwartet neu ein und können so eine Lebensmittelkrise auslösen. Ob ein Risiko sich zu einer handfesten Krise entwickelt, hängt zudem stark von der öffentlichen Wahrnehmung ab. Wissenschaftler schätzen Risiken in Bezug auf Lebensmittelsicherheit zum Teil anders ein als dies Verbraucher tun. Diese Diskrepanz in der Risikowahrnehmung und -priorisierung wird mitunter durch das Bild, welches die Medien zeichnen, zusätzlich verstärkt (Epp 2008).

Das Interesse und der Druck der Öffentlichkeit können zudem den Verlauf einer Krise beeinflussen. Eine Krise, die beispielsweise durch eine Verunrei-

nigung von Lebensmitteln ausgelöst wurde, verliert in der Regel nach einem großen Medieninteresse schnell wieder an Brisanz. Eine schleichende Krise dagegen kündigt sich über einen längeren Zeitraum durch zunächst kleinere Anzeichen an. Hier besteht die größte Möglichkeit, durch gutes Krisenmanagement und eine offene und interdisziplinäre Herangehensweise einen positiven Einfluss auf den Verlauf der Krise zu nehmen. Erfolgt das Krisenmanagement nur symptomatisch, entwickelt sich eine periodische Krise, in der das öffentliche Interesse zwar zwischenzeitlich abnimmt, der Handlungsdruck jedoch im Verlauf der Zeit stärker wird (**Abbildung 1**).

Abbildung 1: Krisenverläufe aus Sicht des öffentlichen Interesses (Quelle: Töpfer 1999, S. 275).



Die Aufgabe des Krisenmanagements

Unter Krisenmanagement ist der systematische Umgang mit Krisen zu verstehen. Es umfasst damit alle konzeptionellen und organisatorischen Anstrengungen zur Prävention, Vorbereitung und Bewältigung von Krisenfällen.

Krisenprävention zielt darauf ab, Risiken frühzeitig zu identifizieren und bezüglich ihrer Bedeutung, Dringlichkeit und Beeinflussbarkeit zu priorisieren. Eine daran anschließende Detailanalyse und Strategie vermag es unter Umständen, Krisen frühzeitig zu vermeiden bzw. positiv zu beeinflussen (Röttger 2001).

Um für den Krisenfall vorbereitet zu sein, implementieren Institutionen Krisenmanagementinstru-

mente, wie zum Beispiel Krisenstäbe und Darksites, definieren Zuständigkeiten und Abläufe für die akute Krisenbewältigung und üben diese in regelmäßigen Abständen. Schwachstellen können so rechtzeitig erkannt und behoben sowie Handlungsunsicherheiten reduziert werden.

Für die konkrete Krisenbewältigung ist eine professionelle Krisenkommunikation unverzichtbar. Sie umfasst eine interne Kommunikation, die für alle Beteiligten einen einheitlichen Informationsstand gewährleistet, ebenso wie eine externe Kommunikation, mit der Anspruchsgruppen, Medien und Verbraucher verständlich, schnell und wahrheitsgemäß informiert werden sollen.

Krisenmanagement auf globaler Ebene

Auf globaler Ebene existiert keine Institution, die sich primär mit Krisenmanagement im Bereich Lebensmittelsicherheit beschäftigt. Größere Lebensmittelrisiken, die in einem Land dieser Erde entdeckt werden, sind jedoch selten nur von nationalem Interesse, sondern betreffen in der Regel andere Länder in ähnlicher Weise. Angesichts einer Globalisierung von Lebensmittelproduktion und -handel und der damit verbundenen Wahrscheinlichkeit, dass Gefahren nicht an Ländergrenzen haltmachen, ist dem globalen Krisenmanagement daher eine große Bedeutung beizumessen. Da das Krisenmanagement globaler Institutionen wie der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der UN-Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) und der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) jedoch keinen verbindlichen Charakter haben kann, liegt ihr Hauptaugenmerk auf der Kommunikationsebene. Ein Beispiel hierfür sind globale Bemühungen, den Informationsaustausch zur Prävention von Lebensmittelkrisen zu verbessern. Die WHO etablierte gemeinsam mit der FAO im Jahr 2004 das Informationsnetzwerk INFOSAN (vgl. WHO 2010). INFOSAN ist ein globales Netz von 177 nationalen Behörden für Lebensmittelsicherheit, in dem Informationen über ein Risiko von internationaler Bedeutung im Zusammenhang mit der Lebensmittelsicherheit verbreitet werden können.

Beispiel INFOSAN

2008 wurde bekannt, dass in China Milchprodukten Melamin zugesetzt worden war. Das Problem stellte sich als globale Herausforderung dar, so dass INFOSAN die Führungsrolle für den globalen Informationsaustausch übernahm. Das Netzwerk vereinte Informationen aus China, von US-amerikanischen Behörden und dem europäischen Schnellwarnsystem.

Ein weiteres Beispiel für die beratende Funktion globaler Institutionen sind die zahlreichen Leitfäden und Handbücher zum Thema Krisenkommunikation. Sie geben konkrete Hilfestellung und "Best Practice"-Anweisungen für die Phase der akuten Krisenbewältigung (exemplarisch siehe WHO 2008). Dass ein global player wie die WHO jedoch auch ohne bindenden Charakter allein mit dem Instrument der Information weitreichenden Einfluss besitzt, zeigen die Vorkommnisse rund um das H1N1-Virus im Jahr 2009 (siehe dazu den Beitrag

ab S. 35). Die Generaldirektorin der WHO, Margaret Chan, rief im Juni 2009 die Pandemie aus (WHO 2009) – ein Schritt, der nicht unumstritten war. Dieser Information wurde von Gesundheitsexperten in aller Welt große Bedeutung zugemessen. Die Folge waren zum Teil unverhältnismäßige Reaktionen bei Regierungen und Medien. Der Umstand, dass die Kriterien für das Ausrufen einer Pandemie nur zwei Monate zuvor von der WHO gelockert worden waren, wurde dabei in der öffentlichen Diskussion außer Acht gelassen.

Krisenmanagement auf europäischer Ebene

Im Jahr 2000 veröffentlichte die Europäische Kommission ein Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit. Angesichts der Herausforderungen eines gemeinsamen Binnenmarktes seit 1993 und folgenreicher Lebensmittelskandale wie der BSE-Krise sah sie die Notwendigkeit eines radikal neuen Konzeptes. Neben 80 Einzelmaßnahmen enthält das Weißbuch einen Plan für die Einrichtung einer Europäischen Lebensmittelbehörde (Kapitel III) für eine unabhängige wissenschaftliche Beratung. Das Risiko- und Krisenmanagement in der EU sollte jedoch weiterhin in der Hand der EU-Kommission liegen. Dieser Trennung von Risikobewertung und Risikomanagement liegt die Idee zugrunde, dass ein potenzielles Risiko unabhängig von politischen oder ökonomischen Interessen, allein aus wissenschaftlicher Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes bewertet werden soll – ein Trend, der auch auf der deutschen Bundesebene umgesetzt wurde.

Grundlage für das europäische Krisenmanagement im Bereich Lebensmittel und Futtermittel ist die Verordnung (EG) Nr. 178/2002 vom 28. Januar 2002. In der sogenannten Basis-Verordnung wird eine Harmonisierung und somit eine höhere Lebensmittelsicherheit über Ländergrenzen hinaus angestrebt. Wie im Weißbuch geplant, beinhaltet die Verordnung die Gründung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA). Die EFSA veröffentlicht wissenschaftliche Gutachten bestehender bzw. neu auftretender Risiken entlang der Lebensmittelkette auf Ersuchen der EU-Kommission bzw. aus eigener Initiative. Über 27 nationale Focal Points – in Deutschland ist dies das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) – ist die EFSA europaweit vernetzt. Seit 2009 verstärkt die EFSA ihre Bemühungen der Krisenvorbereitung: Nach der Erstellung des EFSA Emergency Manual

fanden im vergangenen Jahr zwei Krisenübungen statt, um die Praxistauglichkeit des Handbuches zu überprüfen.

Ebenfalls in der VO 178/2002 verankert ist die rechtliche Grundlage für ein europäisches Schnellwarnsystem (Artikel 50). Seit mehr als 30 Jahren steht dafür das Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) zur Verfügung (Europäische Kom-

Das europäische Schnellwarnsystem RASFF

Das europäische Schnellwarnsystem RASFF dient den Mitgliedstaaten, der Kommission und der EFSA zum raschen Informationsaustausch, sofern von einem Lebensmittel oder Futtermittel ein ernstes Risiko für die menschliche Gesundheit ausgeht. Stellen die für die Überwachung des Lebensmittelverkehrs zuständigen Behörden der Bundesländer eine ernste Gefahr fest, unterrichten sie das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), welches die Meldungen prüft und an die Europäische Kommission weiterleitet (Upstream-Verfahren). Die Europäische Kommission wiederum informiert unverzüglich die anderen Mitgliedstaaten, damit diese entsprechende Maßnahmen wie z.B. einen Produktrückruf einleiten können (Downstream-Verfahren). In den vergangenen zehn Jahren haben sich die Meldungen an das RASFF verzehnfacht (RASFF 2009, S. 28).

mission 2009). Die grundlegenden Regelungen zum Krisenmanagement der EU im Bereich der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit sind in Artikel 55 – 57 festgehalten und werden im Beschluss der Kommission 2004/478/EG genauer definiert. Mit dem Beschluss wurde der "allgemeine Plan für das Krisenmanagement im Bereich der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit" vorgelegt, in dem unter anderem festgehalten ist, welche Krisensituationen auftreten können, außerdem konkrete Verfahren zur Krisenbewältigung, Aufgaben des Krisenstabs sowie Kriterien für die Wahl der richtigen Kommunikationsstrategie.

Ergänzt wird die Basis-Verordnung durch die Verordnung (EG) Nr. 882/2004 ("Kontroll-Verordnung"). Darin werden die Mitgliedstaaten verpflichtet, operative Notfallpläne zu erstellen, in denen Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten ebenso wie Kanäle und Verfahren für den Informa-

tionsaustausch und konkrete Maßnahmen zur Krisenbewältigung festgelegt werden (Artikel 13).

Krisenmanagement auf Bundes- und Länderebene

Aufgrund des föderalen Systems in Deutschland werden diese Notfallpläne von den zuständigen obersten Landesbehörden erstellt und auf der behördeninternen Informationsaustauschplattform FIS-VL bereitgestellt.

FIS-VL

Das Fachinformationssystem Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (FIS-VL) ist eine internetgestützte Plattform (<http://www.fis-vl.de>), die den schnellen Informationsaustausch und die fachliche Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Verbraucherschutzes und der Lebensmittelsicherheit unterstützt. Für die Krisenvorbereitung sind hier die Notfallpläne der Länder und die Kontaktstellen der zuständigen Behörden hinterlegt. Für die Bewältigung einer konkreten Krise sollen alle Informationen zu Rückrufen, öffentlichen Warnungen und eingeleiteten Kontrollmaßnahmen von den betroffenen Ländern eingegeben werden.

Die amtliche Lebensmittel- und Futtermittelüberwachung in Deutschland fällt ebenfalls in den Zuständigkeitsbereich der Länder. Betriebskontrollen, Probennahme und Probenuntersuchung sowie das Ergreifen von Maßnahmen im Beanstandungsfall sind Aufgabe der 400 Veterinär- bzw. Lebensmittelüberwachungsämter auf der Ebene von Ländern und Gemeinden.

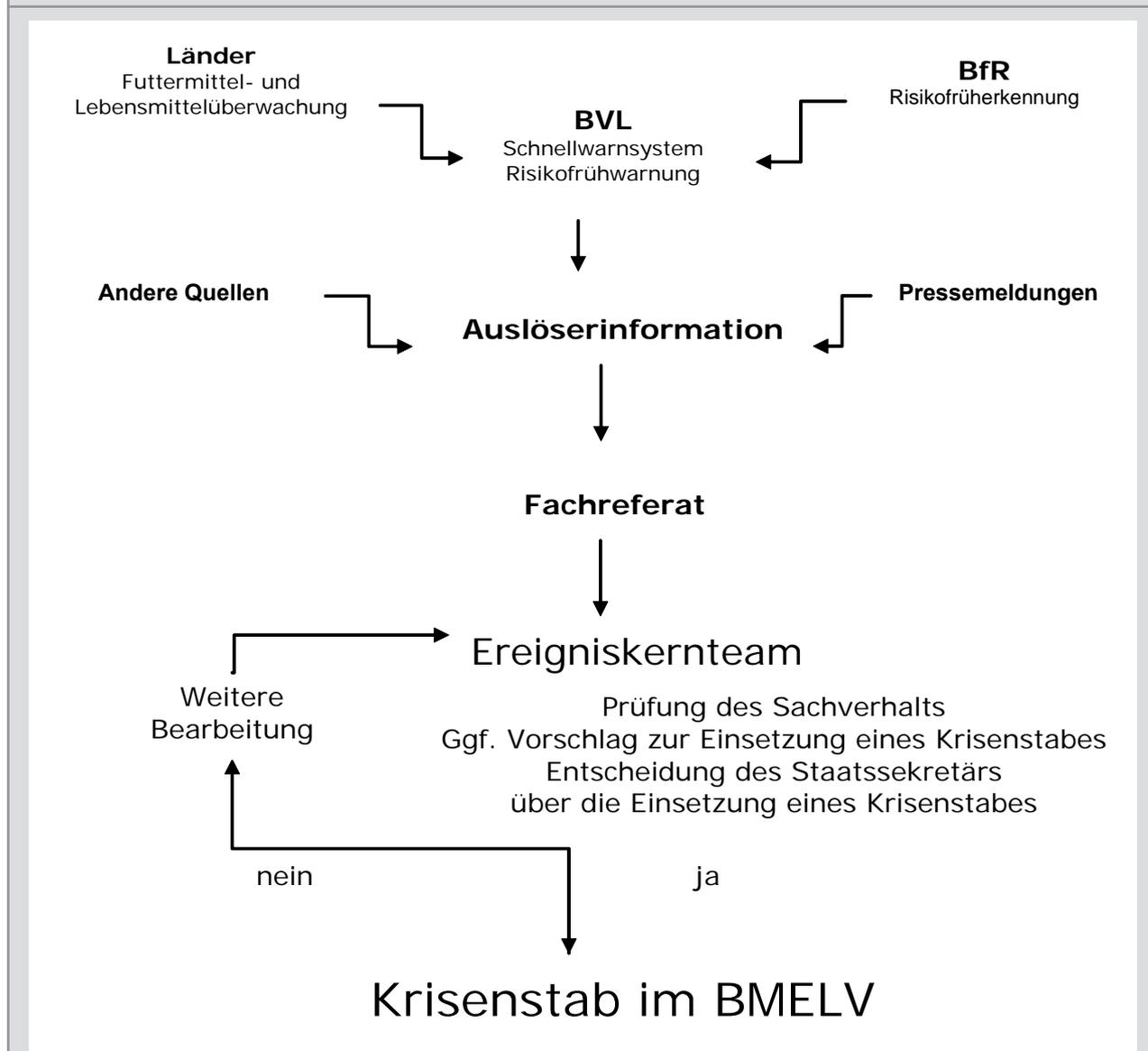
Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ist die politische Schaltzentrale für Lebensmittelsicherheit. Im Ministerium werden gesetzliche Vorschriften bzw. Maßnahmen erarbeitet, die der Lebensmittelsicherheit dienen. Es ist damit für das Risikomanagement zuständig, das heißt, für die Minimierung bzw. das Beseitigen von Risiken.

Im Jahr 2002 wurden als Folge der BSE-Krise der gesundheitliche Verbraucherschutz in Deutschland auf Bundesebene neu geordnet und zwei neue Behörden geschaffen: das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Damit

wurde die Trennung von Risikomanagement (Aufgabe des BVL) und Risikobewertung (Aufgabe des BfR) vollzogen. Das BVL stellt die nationale Kontaktstelle für das europäische Schnellwarnsystem RASFF und richtet im Krisenfall ein Lagezentrum ein, das den Krisenstab logistisch unterstützen soll.

Das BfR ist zuständig für die Einschätzung und Bewertung von Gesundheitsrisiken durch Lebensmittel, Futtermittel und Bedarfsgegenstände. Jedes Jahr erarbeitet das BfR weit über 2.000 Stellungnahmen, wovon die wesentlichen auf der Internetseite <http://www.bfr.bund.de> veröffentlicht werden. Sie dienen

Abbildung 2: Schematischer Ablaufplan der Krisenorganisation und -bewältigung (Quelle: BMELV 2007).



Bundesinstitut für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL): gibt Frühwarnungen an das Fachreferat des BMELV weiter und richtet im Krisenfall Lagezentrum ein.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): bewertet Risiken situationsbezogen und bezüglich der geplanten Maßnahmen zur Minimierung des Risikos.

Fachreferat des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV): filtert und prüft Informationen.

Ereigniskernteam (EKT) im BMELV: wird von der Abteilungsleitung einberufen, um die Situation zu bewerten.

Staatssekretär: entscheidet über das Einsetzen eines Krisenstabes.

Krisenstab: setzt sich aus Staatssekretär, EKT, BVL und Pressestelle zusammen, um die Krise zu bewältigen; weitere Beteiligte (z.B. Länder, BfR) können nach Bedarf einbezogen werden.

den Behörden als wissenschaftliche Grundlage für ihre Entscheidungen in gesetzlich vorgeschriebenen Verfahren, z.B. im Pflanzenschutzrecht, und Ministerien zur Politikberatung in Lebensmittelanlagen.

Im Jahr 2007 erstellte das Ministerium einen "Leitfaden zum Krisenmanagement Lebensmittelsicherheit", in dem festgelegt ist, welche Aufgaben Länder, BMELV, BVL und BfR im Krisenfall übernehmen (**Abbildung 2**).

Eine erste Bund-Länder-Krisenübung von BMELV, BVL, BfR und drei Bundesländern im Jahr 2008 diente dazu, die Vorgaben des Leitfadens zu evaluieren. Eine nächste bundesweite Krisenübung im Bereich Lebensmittelsicherheit wird im Rahmen der LÜKEX-Reihe im Jahr 2013 stattfinden: Szenario ist hierbei ein bioterroristischer Angriff auf die Lebensmittelkette.

LÜKEX

LÜKEX steht für Länder übergreifende Krisenmanagement-Übung/EXercise. Seit 2004 fanden vier strategische Stabsrahmenübungen für den Krisenstab der Bundesregierung sowie die Krisenstäbe der Landesregierungen statt, bei denen bis zu 3.000 Beteiligte eingebunden waren.

Literatur

Beschluss 2004/478/EG der Kommission vom 29. April 2004 zur Erstellung eines allgemeinen Plans für das Krisenmanagement im Bereich der Lebens- und Futtermittelsicherheit.

Epp A (2008): Vortrag "Unterschätzt oder überreguliert? Zur Wahrnehmung von Verbraucherrisiken", 1. BfR-Symposium Risikokommunikation, 04.12.2008, BfR, Berlin. URL: http://www.bfr.bund.de/cm/232/unterschaetzt_oder_ueberreguliert.pdf. Abrufdatum: 26.07.10.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007): Leitfaden zum Krisenmanagement Lebensmittelsicherheit.

Europäische Kommission (2009): Internetseite "Rapid Alert System for Food and Feed". URL: http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm. Abrufdatum: 26.07.10.

RASFF (2009): The Rapid Alert System for Food and Feed of the European Union – COM (2009)25 final of 28/1/2009. URL: http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/docs/rasff30_booklet_en.pdf. Abrufdatum: 26.07.10.

Röttger (2001): Röttger U (Hrsg.): Issues Management. Theoretische Konzepte und praktische Umsetzung. Eine Bestandsaufnahme. Westdeutscher Verlag, Wiesbaden 2001.

Töpfer A (1999): Plötzliche Unternehmenskrisen – Gefahr oder Chance? Luchterhand Verlag: Neuwied und Kriftel.

Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit.

Verordnung (EG) Nr. 882/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über amtliche Kontrollen zur Überprüfung der Einhaltung des Lebensmittel- und Futtermittelrechts sowie der Bestimmungen über Tiergesundheit und Tierschutz.

Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit der Europäischen Kommission vom 12. Januar 2000; http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/pub/pub06_de.pdf. Abrufdatum: 04.10.10.

WHO (2008): World Health Organization Outbreak Communication Planning Guide. 2008 Edition, URL: http://www.searo.who.int/LinkFiles/CDS_WHO_Outbreak_Comm_Planning_Guide.pdf. Abrufdatum: 26.07.10.

WHO (2009): Transcript of statement by Margaret Chan, Director-General of the World Health Organization. 11 June 2009, URL: http://www.who.int/mediacentre/influenzaAH1N1_presstranscript_20090611.pdf. Abrufdatum: 26.07.10.

WHO (2010): The International Food Safety Authorities Network (INFOSAN), Stand: 14.01.2010, URL: http://www.who.int/foodsafety/fs_management/infosan/en/. Abrufdatum: 26.07.10.

Kontakt

Susann Stehfest
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
Fachgruppe Clearing, EFSA-Kontaktstelle, Kommissionen
Abteilung Risikokommunikation
E-Mail: [Susann.Stehfest\[at\]bfr.bund.de](mailto:Susann.Stehfest[at]bfr.bund.de)

[BfR]

Erprobung verschiedener Priorisierungsverfahren für Innenraumlufschadstoffe

Prooftesting of different prioritization procedures for indoor air pollutants

Lilli Löwenau, Wolfgang Heger

Abstract: *To make a proper ranking for the evaluation of pollutants in the indoor air, different methods have been tested. The aim of the prioritization procedure is to take into account both the adverse effect and the concentration of pollutants in the indoor air. The 95th percentile was chosen as a measure of occurrence in the indoor air, and the MAK value served vicariously as a measure for the toxic effect. These values turned out to be particularly suitable as initial data for the procedure. The MAK-value of each listed substance was additionally transformed into its contribution to the toxicity given in percent. The quotient of MAK value (presented in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) divided by the 95th percentile of the air concentration was multiplied by the percentage points of the MAK value. With this simple ranking method a priority for the further processing is assigned to every individual substance from a listing. The smaller this calculated value is, the more urgent is the evaluation of the chemical. This method yields a balanced result at differently composite substance listings and is superior to all other tested procedures.*

Einleitung

Die Innenraumluft enthält oft mehr Chemikalien als die Außenluft. Aus zahlreichen Quellen wie zum Beispiel Bauprodukten und Ausstattungsgegenständen (dazu zählen Teppiche, Möbel, Wandfarben) können Chemikalien in die Luft geschlossener Räume gelangen und ihre Qualität vermindern. Auch menschliche Aktivitäten wie Tabak rauchen, Kerzen abbrennen oder die Verwendung von Raumsprays verschlechtern die Qualität der Luft in Wohnräumen. Untersuchungen der Innenraumluft zeigen, dass sich das Substanzspektrum der flüchtigen Schadstoffe über die Jahre hinweg verändert hat (Ostendorp et al. 2009). Mit jedem Auftauchen neuer Chemikalien in der Innenraumluft stellt sich deshalb die Frage, ob sich daraus Auswirkungen auf die Gesundheit der Raumnutzer ergeben können.

Neue Chemikalien werden anfänglich meist nur in geringer Konzentration angetroffen. Geringe Konzentrationen lösen in der Regel keine schädlichen Wirkungen aus. Erst wenn eine gewisse Schwellenkonzentration überschritten ist, setzt die toxische Wirkung einer Chemikalie ein. Diese Wirkungsschwelle ist abhängig von der einzelnen Substanz und der aufgenommenen Dosis. Im Fall von luftgetragenen Schadstoffen ist ihre Konzentration in der Atemluft wirkungsbestimmend. Mit zunehmender Produktionsmenge und Verbreitung der Chemikalien werden sie häufiger und in höheren Konzentrationen in der Luft angetroffen. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass auch die toxi-

sche Wirkungsschwelle erreicht werden kann. Aus diesem Grund stellt sich bei jeder Chemikalie die Frage, welcher Stoff im Vergleich zu anderen am wahrscheinlichsten den noch sicheren Konzentrationsbereich übersteigen und sich dem Wirkungsbereich nähern wird.

So hat zum Beispiel der Gehalt an Limonen in der Innenraumluft in den letzten Jahren zugenommen. Dieser Stoff wird vielen Putz- und Reinigungsmitteln als Duftstoff zugesetzt und auch direkt in Duft- und Raumsprays verwendet. Diese Sprays werden von Verbraucherinnen und Verbrauchern als "Luftverbesserung" empfunden, belasten aber die Innenraumluft mit dieser Chemikalie.

Das Auftreten neuer Schadstoffe in der Innenraumluft hat zur Folge, dass die Liste der zu beurteilenden Innenraumschadstoffe ständig aktualisiert und mit den neu nachgewiesenen Chemikalien ergänzt werden muss. Dies führt auch dazu, dass regelmäßig nach einer Erweiterung der Liste die Dringlichkeit der zu bearbeitenden Stoffe neu festzulegen ist – besonders wenn eine hohe Giftigkeit des Stoffes oder hohe Innenraumkonzentrationen auf eine Gefährdung hinweisen. Diese Chemikalien sind dann vordringlich toxikologisch zu bewerten und gegebenenfalls bestimmte Anwendungen einzuschränken.

Für das Festlegen der Reihenfolge, welche Stoffe am dringlichsten zu bearbeiten sind, gibt es kein ge-

regeltes Verfahren. So werden u. a. die Häufigkeit des Nachweises in der Innenraumluft, das Auftreten hoher Konzentrationen oder auch die hohe Giftigkeit eines Stoffes dafür verwendet, eine Reihenfolge für die Bearbeitung bei der toxikologischen Bewertung festzulegen.

Punktuelle Anfragen bei Behörden sind nicht geeignet, auf die Verbreitung und Schwere des Problems mit einem Innenraumschadstoff zu schließen. Gleichzeitig ist es auch nicht sinnvoll, eine Substanz nur aufgrund einer starken toxischen Wirkung in der Prioritätenliste nach vorn zu stellen, wenn sie nur selten oder nur in toxikologisch unbedeutenden Konzentrationen in Innenräumen gemessen wird. Auch sollte der Platz, den eine Substanz in der Prioritätenliste einnimmt, nicht nur von der Häufigkeit, mit der diese in Innenräumen gemessen wird, abhängen.

Ein einheitliches und sinnvolles Verfahren, die Reihenfolge der zu bearbeitenden Innenraumschadstoffe festzulegen, wäre vorteilhaft. Das Verfahren sollte gewährleisten, dass bestimmte Stoffe sowohl aufgrund wiederkehrend hoher Messwerte in der Innenraumluft als auch nachweisbarer starker toxischer Wirkungen als prioritär eingestuft und vordringlich bearbeitet werden. Welche Aspekte wie stark gewichtet werden und in welchem Maße sie damit in die Bewertung eingehen sollen, ist Gegenstand dieser Untersuchung.

Vorüberlegungen und Recherchen

Ausgangspunkt unserer Überlegungen zum Priorisierungsverfahren war, dass sowohl die Exposition als auch die toxische Wirkung eines Stoffes berücksichtigt werden sollen. Aus dieser Entscheidung ergeben sich weitere Fragen:

- Welcher statistisch abgeleitete Wert aus Schadstoffmessungen in der Luft ist als Surrogat für die Exposition geeignet?
- Soll der subjektiv stark variierende Aspekt der Geruchsschwelle Einfluss auf die Reihung erhalten?
- Welcher toxikologische Wert eignet sich zum Vergleich der Wirkungen sehr unterschiedlicher Schadstoffe?

In der Vergangenheit wurden bereits verschiedene Konzepte zur Priorisierung entwickelt, darunter zum Beispiel das der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), bei dem danach beurteilt wurde, inwieweit die in der Raumluft gemessenen Konzentrationen eines Stoffes den "Auffälligkeitswert" überschreiten, der von der AGÖF als das statistisch abgeleitete 90. Perzentil seiner Messwerte in der Luft definiert wird.

Darüber hinaus existiert ein Konzept von Kalberlah (2006), das den NIK-Wert (Niedrigste Interessierende Konzentration, NIK) mit 0,01 multipliziert und dann durch den Auffälligkeitswert teilt. Als Auffälligkeitswert wird das von der AGÖF veröffentlichte 90. Perzentil der gemessenen Schadstoffkonzentration in der Innenraumluft verwendet. Dabei werden Stoffe als prioritär bezeichnet, für die sich ein Quotient kleiner als 1 ergibt.

In einem von Heinzow (2007) vorgeschlagenen Verfahren wird der Quotient aus NIK-Wert und Auffälligkeitswert der AGÖF gebildet, wobei bei nichtvorhandenem NIK-Wert stattdessen der MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatzkonzentration, MAK) geteilt durch 100 verwendet wird. Je niedriger der Quotient aus NIK-Wert und Auffälligkeitswert, desto weiter oben steht der Stoff in der Prioritätenliste.

Recherchen und Voruntersuchungen

Für die Priorisierung der Stoffe wurden zunächst verschiedene Bewertungsgrößen in Betracht gezogen. Dabei wurden sowohl Daten über die toxikologischen Wirkungen eines Stoffes als auch Angaben zu seiner Konzentration in der Innenraumluft aufgenommen. Zur Charakterisierung der Exposition wurden das 50. und 95. Perzentil aus Innenraumluftmessungen betrachtet. Wenn keine 95. Perzentilwerte vorhanden waren, wurde stattdessen das 90. Perzentil (Auffälligkeitswert) der AGÖF (2008) verwendet. Die Konzentrationsangaben für die Schadstoffe in der Innenraumluft stammen aus dem Kinder-Umweltsurvey (Umweltbundesamt 2008), der AGÖF sowie aus einem veröffentlichten Forschungsprojekt von Hofmann und Pliening (2008).

Zur Vorbereitung dieser Arbeit sind weitere Ansätze geprüft worden. Als Ausgangsdaten zur Beurteilung der toxischen Wirkungen wurden u.a. die RD50-Werte, Störfalleitwerte nach dem AEGL-Verfahren (Acute Exposure Guideline Le-

vel, AEGL), TEEL-Werte (Temporary Emergency Exposure Limits, TEEL) sowie NOAEL-Werte (No Observed Adverse Effect Level, NOAEL) nach längerfristiger Exposition geprüft. Die Störfallleitwerte (AEGL und TEEL) werden für Gefahrstoffe von anderen Institutionen für jeweils drei Wirkungskategorien (Schweregrade) ermittelt. Obwohl für die akute Exposition gedacht, erschienen sie zunächst als Ausgangsgröße für eine Priorisierung geeignet. Diese genannten Ausgangswerte erwiesen sich allerdings bald als nicht geeignet und schieden frühzeitig aus dem Verfahren aus.

Repräsentativ für die toxikologischen Wirkungen wurden unter anderem MAK-Werte, NIK-Werte, LOAEL (Low Observed Adverse Effect Level, LOAEL) und NOAEL in die Tabelle der Stoffdaten aufgenommen. Die MAK-Werte stammen überwiegend aus Listen, die dem Umweltbundesamt intern vorliegen. Waren diese für einen bestimmten Stoff dort nicht verfügbar, wurden sie den Sicherheitsdatenblättern des Institute for Health and Consumer Protection (IHCP) auf der Internetseite <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/> entnommen. Fanden sich zu einem Stoff mehrere unterschiedliche Angaben, wurde stets der niedrigste MAK-Wert in die Tabelle übernommen.

NIK-Werte sind die niedrigsten (toxikologisch) interessierenden Konzentrationen für Schadstoffe, die aus Baustoffen in die Innenraumluft gelangen. Sie dienen als Bewertungsgrundlage für die Empfehlung bzw. Zulassung von Bauprodukten. Sie sind nicht als zulässige Höchstwerte für die Emission und Immission von Schadstoffen gedacht. Bei der Ableitung von NIK-Werten orientiert sich der Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) nach Vorschlag einer internationalen Expertengruppe an den AGW-Werten (Arbeitsplatzgrenzwert, AGW) bzw. MAK-Werten. Zum Schutz empfindlicher Personen sowie zur Berücksichtigung einer Dauerexposition sind in den NIK-Werten zusätzlich Sicherheitsfaktoren enthalten. Die NIK-Werte wurden aus der aktuellen im Internet verfügbaren Veröffentlichung des AgBB (2008) entnommen.

Als Endpunkte von längerfristigen toxikologischen Untersuchungen werden in der Regel NOAEL und LOAEL genannt. Chronische Inhalationsstudien liegen für die meisten Chemikalien nicht vor. Für die Stoffvergleiche wurden deshalb die jeweils niedrigsten Werte aus langfristigen Studien mit

oralen Aufnahme ausgewählt. Die NOAEL- und LOAEL-Werte wurden aus europäischen und amerikanischen Stoffmonographien ermittelt. Für die meisten Stoffe waren diese Werte verfügbar.

Die Suche nach Angaben über die Geruchsschwellen der Stoffe erbrachte keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Für manche Stoffe waren keine entsprechenden Daten zu erhalten. Bei anderen Chemikalien waren widersprüchliche oder stark variierende Angaben vorhanden. Es stellte sich heraus, dass die Geruchsschwellen für die Stoffe mit sehr unterschiedlichen Verfahren ermittelt worden und deshalb nur sehr begrenzt vergleichbar sind. Aus diesem Grund wurde die Geruchsschwelle nicht weiter für die Prioritätensetzung verwendet.

In die Prioritätenfestlegung sollen nicht nur Wirkungsparameter wie MAK, NIK oder LOAEL der Stoffe einfließen, sondern auch die Exposition. Die erste Überlegung war, den Quotienten aus LOAEL und dem 50. Perzentil von Innenraumluftmessungen zu bilden. Dadurch wäre die durchschnittliche Belastung, die die Bevölkerung durch diesen Stoff erfährt, berücksichtigt.

Als Testlauf wurde mit den NIK-Werten ebenso wie mit den LOAEL- und den MAK-Werten und dem 50. Perzentil der Luftkonzentrationen verfahren. Es stellte sich hier aber als nachteilig heraus, dass auf diese Weise auffällig erhöhte Konzentrationen, wie sie bei manchen Stoffen in der Innenraumluft gemessen werden, ungenügend berücksichtigt werden. Gerade für die Substanzen, die immer wieder "auffällig" sind, soll jedoch möglichst bald eine toxikologische Bewertung erarbeitet werden. Das 50. Perzentil der Konzentrationen in der Innenraumluft eignet sich deshalb nicht besonders gut für die Prioritätensetzung. Bei den weiteren Untersuchungen wird deshalb das 95. Perzentil oder ersatzweise der Auffälligkeitwert der AGÖF verwendet.

Ergebnisse

Verwendung von NOAEL- und LOAEL-Werten

Für die meisten Stoffe sind NOAEL-Werte vorhanden, jedoch sind die den Werten zugrunde liegenden experimentellen Studien für die Stoffe selten vergleichbar; sie stammen z.B. teils aus chronischen, teils aus subakuten Studien mit erheblich variierenden Expositionsdauern, unterschiedlichen Versuchstieren, unterschiedlichen Aufnahmewegen

und beruhen auf schwer miteinander vergleichbaren Wirkungsendpunkten. Die Prioritätensetzung mit NOAEL-Werten wurde deshalb nicht weiter fortgesetzt.

Bei den LOAEL-Werten zeigen sich ähnliche Probleme in etwas abgeschwächter Form wie bei den NOAEL-Werten, jedoch sind die LOAEL-Werte etwas besser miteinander vergleichbar. So liegen hier zumindest für alle Stoffe Langzeitstudien vor. Dadurch können Daten für chronische Wirkungen und – falls diese nicht vorhanden sind – zumindest für subchronische Wirkungen verwendet werden. Eine Ausnahme ist das Benzothiazol, bei dem auf einen mündlich mitgeteilten Arbeitsplatzgrenzwert ausgewichen werden musste.

Für jeden der Stoffe wurde der Quotient aus LOAEL und 95. Perzentil gebildet. Da eine Luftkonzentration wie die des 95. Perzentils nicht direkt mit einer Dosisangabe (LOAEL) verrechnet werden kann, werden die LOAEL-Angaben von einer Dosis [mg/kg Körpergewicht/d] in eine Luftkonzentration (in mg/m³) umgerechnet, die zur gleichen täglichen Schadstoffdosis führt. Bei der Umrechnung wird eine Resorptionsrate von 100% und für den Menschen ein täglich aufgenommenes Luftvolumen von 21 m³ angenommen. Die sich aus den Berechnungen ergebende Reihung ist in **Tabelle 1** dargestellt.

Der LOAEL bildet die systemische Toxizität des Stoffes ab. Er bezeichnet die niedrigste untersuchte Konzentration, bei der eine statistisch signifikante Wirkung festgestellt worden ist. Aufgrund dieser einschränkenden Randbedingungen erweist sich der LOAEL als Ausgangspunkt für eine Bewertung dem NOAEL überlegen. Allerdings hat sich bei den Richtwerten herausgestellt, dass häufig eine Reizwirkung maßgebend für die Festlegung des Ausgangspunktes zur Ableitung von Richtwerten ist. Der LOAEL aus den üblichen längerfristigen Toxizitätsuntersuchungen bildet jedoch die Reizwirkung in der Tiefe des Atemtraktes nicht ab.

Ein weiterer wesentlicher Nachteil bei diesem Priorisierungsverfahren auf der Grundlage des LOAEL sind neben der begrenzten Verfügbarkeit langfristiger Untersuchungen die unterschiedlichen Wirkungsendpunkte. So kann beispielsweise abhängig von Stoff und Untersuchungsmethode der LOAEL auf der Gewichtsentwicklung, einer spezifischen Gewebeeränderung oder der Reproduktionsrate basieren. Der Vergleich der Wirkungen wird unter diesen Umständen fragwürdig.

Verwendung der NIK-Werte

Neben den LOAEL-Werten wurden auch die Eignung der NIK-Werte für die Priorisierung betrach-

Tabelle 1: Prioritätsberechnung auf der Basis von LOAEL und dem 95. Perzentil der Innenraumluftkonzentrationen. Die höchste Dringlichkeit ist mit Rang 1 ausgedrückt.

Stoffe	LOAEL [mg/kg KG/d]	LOAEL [mg/m ³]	P95 [µg/m ³]	Priorität LOAEL/P95:1000	Rang
Limonen	30	100	103,0	0,9	1
Essigsäure	210	700	150,0	4,7	2
Aceton	900	3.000	293,8	10,2	3
höhere aromat. KW C8-C15 ¹	281	937	57,6	16,3	4
n-Hexan	73	243	11,0	22,1	5
kurzkettige Aldehyde C2-C3 ²	400	1.333	50,3	26,5	6
Kresole	50	167	2,5	66,7	7
Dioxan	101	337	5,0	67,3	8
Furfural	90	300	2,8	107,1	9
Hexansäure	500	1.667	14,0	119,0	10
Phenol	120	400	3,0	133,3	11
Benzaldehyd	400	1.333	6,6	202,0	12
Benzothiazol	135	450	1,0	450,0	13
Benzylalkohol	750	2.500	4,2	595,2	14
Butanonoxim	906	3.020	3,6	838,9	15

¹ Der LOAEL von Toluol (C7) wurde stellvertretend eingesetzt.

² Der LOAEL von Acetaldehyd wurde stellvertretend eingesetzt.

tet. Die NIK-Werte sind in derselben Maßeinheit wie die 95. Perzentile angegeben. Aus diesem Grunde kann direkt der Quotient aus NIK-Wert und P95 ohne das Einfügen weiterer Faktoren oder Umrechnungen gebildet werden. Das Ergebnis der Berechnungen ist in **Tabelle 2** dargestellt.

Eine Schwäche des NIK-Wert basierten Verfahrens beruht darauf, dass NIK-Werte vorrangig für Emissionen aus Baustoffen abgeleitet werden. Es ist deshalb zu erwarten, dass für Stoffe in der Innenraumluft, die aus anderen Quellen stammen, keine NIK-Werte abgeleitet werden. Bereits bei der kurzen Stoffliste zeigt sich, dass für zwei Chemikalien keine NIK-Werte vorhanden sind. Als Ersatz wurden Arbeitsplatzgrenzwerte oder MAK-Werte herangezogen, die mit dem Faktor 0,001 multipliziert wurden.

Die Quotienten aus NIK-Wert geteilt durch das 95. Perzentil ergeben eine Rangliste, bei der einige Substanzen mit einer hohen Toxizität im Mittelfeld der Rangliste wieder zu finden waren. Grund ist, dass niedrige P95-Werte auch toxisch sehr wirksame Substanzen nicht prioritär werden lassen. Dieser bestimmende Einfluss der Expositionskonzentration auf die Prioritätenfolge ist vom Grundsatz her zu begrüßen. Allerdings rückt die toxische Wirkung bei

diesem Verfahren so in den Hintergrund, dass nach einem Weg gesucht wird, bei dem die Wirkung etwas stärker gewichtet wird.

Das Verfahren ist grundsätzlich gut geeignet, Prioritäten für die Bearbeitung von Stoffen festzulegen. Die Schwäche der Methode mit den NIK-Werten liegt in ihrer Verfügbarkeit für eine relativ geringe Anzahl von Chemikalien sowie in der nicht ganz einheitlichen Ableitung der Werte.

Verwendung der MAK-Werte (UBA-Verfahren)

Die von der Senatskommission zur Prüfung Gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft festgelegten MAK-Werte beschreiben, wie hoch die Konzentration eines bestimmten Stoffes in den Arbeitsräumen unter normalen Arbeitsbedingungen sein darf. Ein Vorteil der MAK-Werte liegt in dem einheitlichen Ableitungsverfahren, dadurch werden die Werte für unterschiedliche Stoffe gut vergleichbar. Allerdings wurden in jüngster Zeit MAK-Werte für zahlreiche Stoffe aus formalen Gründen zurückgezogen. Für das Priorisierungsverfahren wurden sie dessen ungeachtet benutzt. Sofern für einen Stoff kein MAK-Wert verfügbar war, wurde stattdessen als

Stoff	NIK [µg/m³]	P95 [µg/m³]	Priorität NIK / P95	Rang
kurzkettige Aldehyde C2-C3 ¹	40	50,3	0,8	1
Essigsäure	500	150,0	3,3	2
Phenol	10	3,0	3,3	2
Benzothiazol ²	5	1,0	5,0	4
Butanonoxim	20	3,6	5,6	5
n-Hexan	72	11,0	6,6	6
Furfural	20	2,8	7,1	7
Kresole ³	22	2,5	8,8	8
Benzaldehyd	90	6,6	13,6	9
Limonen	1.500	103,0	14,6	10
Dioxan	73	5,0	14,6	11
Aceton	6.000	293,8	20,4	12
Hexansäure	300	14,0	21,4	13
höhere aromat. KW C8-C15 ⁴	1.900	57,6	33,0	14
Benzylalkohol	440	4,2	104,8	15

¹ Der NIK-Wert von Acetaldehyd wurde stellvertretend eingesetzt.
² Anstelle des nicht vorhandenen NIK-Wertes wurde ein provisorischer Arbeitsplatzgrenzwert x 0,001 eingesetzt.
³ Anstelle der nicht vorhandenen NIK-Werte wurde ein MAK-Wert multipliziert mit 0,001 verwendet.
⁴ Der NIK-Wert von Toluol (C7) wurde stellvertretend eingesetzt.

Ersatz der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) verwendet. Wenn auch dieser Wert nicht vorhanden war, wurde auf den TLV-Wert (Threshold Limit Value, TLV) ausgewichen. Der TLV-Wert wird von der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) erarbeitet und entspricht im Stellenwert etwa unseren MAK-Werten.

Wenn für einen bestimmten Stoff ein sehr niedriger MAK-Wert festgelegt wurde, deutet dies auf eine entsprechend hohe potenzielle Gesundheitsgefährdung durch diesen Stoff hin. Auffallend niedrige MAK-Werte, d. h. eine hohe Toxizität der Stoffe, sollten wegen ihres höheren Gefährdungspotenzials bei der Priorisierung zu einer Verschiebung des Stoffes in der Rangfolge in Richtung einer höheren Priorität führen.

Für jeden Stoff wurde sein MAK-Wert [mg/m^3] mit 1.000 multipliziert und durch das 95. Perzentil der Schadstoffkonzentration in Luft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] geteilt. Je kleiner der Zahlenwert dieses Quotienten desto höher ist die Priorität dieses Stoffes für die anstehende Bewertung.

Die sich aus den Quotienten ergebende Prioritätenliste spiegelt die möglichen Risiken von Luftschadstoffen deutlich besser wider als die LOAEL- oder die NIK-basierten Werte. Substanzen mit auffällig niedrigem MAK-Wert (z. B. Butanonoxim) oder erhöhter Luftkonzentration (z. B. Essigsäure oder kurzkettige Aldehyde) finden sich auf den vorderen Plätzen. Es fällt aber auf, dass einzelne Stoffe mit hoher Toxizität (niedrigem MAK-Wert), die gleichzeitig auch eine niedrige Exposition aufweisen, unverhältnismäßig weit nach hinten in der Rangfolge gestellt werden. So führten die Innenraumluftkonzentrationen dazu, dass einzelne Stoffe mit relativ niedrigen MAK-Werten mit ihrer Priorität in das Mittelfeld absinken (z. B. Benzothiazol, Phenol, Kresole). Darüber hinaus erweist es sich als nachteilig, dass sich die relativen Toxizitäten der einzelnen Stoffe in der zu bewertenden Gruppe nur eingeschränkt widerspiegeln. Im Zweifelsfall sollte aber das Vorhandensein eines niedrigen MAK-Wertes bei der Beurteilung anteilig schwerer wiegen als die Exposition.

Um den Einfluss des MAK-Wertes auf die Prioritätensetzung zu verstärken, wurde die Toxizität der einzelnen Stoffe innerhalb der zu bewertenden Gruppe höher gewichtet. Zu diesem Zweck wurden für den MAK-Wert die Prozentpunkte berechnet,

mit denen jeder einzelne Stoff zu der Gesamtsumme der MAK-Werte beiträgt. Der Quotient (aus MAK-Wert x 1.000 geteilt durch das 95. Perzentil) wird nun mit den zugehörigen Prozentpunkten multipliziert. Dadurch wird die relative Toxizität eines Stoffes innerhalb der zu beurteilenden Stoffgruppe stärker gewichtet.

Die Formel für diese Berechnung der Priorität lautet:

$$P = \frac{\text{MAK} [\text{mg}/\text{m}^3] \times 1.000}{\text{P95} [\mu\text{g}/\text{m}^3]} \times \text{MAK} \%$$

Gleichzeitig beeinflusst die statistische Verteilung der Innenraumluft-Konzentrationen bei diesem Vorgehen die Reihung weniger ausgeprägt. Aus den so erhaltenen Zahlenwerten wird die endgültige Rangfolge ermittelt. Dem niedrigsten Zahlenwert dieser Rechnung ist die höchste Priorität zuzuordnen, er erhält infolgedessen den Rang 1.

Das Priorisierungsverfahren wurde nach einer Ergänzung der Liste mit acht weiteren Substanzen überprüft. Bei Anwendung dieses Verfahrens auf die erweiterte Stoffliste rücken Dibutylphtalat und Diethylphtalat auf die Plätze vier und fünf der Liste vor, was ihrem sehr niedrigen MAK-Wert zuzuschreiben ist (**Tabelle 3**). Monoethylenglykol dagegen verschiebt die bisherige Reihung weniger stark. Dies liegt daran, dass das 95. Perzentil der Innenraumluft-Konzentration des Stoffes vergleichsweise gering ist, so dass deshalb eher selten mit höheren Konzentrationen in der Innenraumluft gerechnet werden muss. Daraus ergibt sich für diesen Stoff eine Priorität im Mittelfeld der zu bewertenden Stoffgruppe.

Die nochmalige Ergänzung der Tabelle um weitere fünf Stoffe (Cyclohexan, 1-Butanol, Methyl-ethylketon, Ethylacetat und Butylacetat) zeigt wie erwartet keine Veränderung im vorderen Drittel der Prioritätenliste. Vielmehr ordnen sich diese Stoffe gemäß ihrer relativ geringen Toxizität und damit ihres vergleichsweise hohen MAK-Wertes auf den hinteren Plätzen der Rangliste ein. Jede Erweiterung der Stoffgruppe ergibt ein ausgewogenes Bild der Rangfolge, ohne die biologische Wirksamkeit oder die Expositionskonzentration übermäßig zu betonen.

Tabelle 3: Ergebnis der Prioritätsberechnung auf Basis der MAK- (bzw. TLV-) und P95-Werte. Umsetzung in eine Reihenfolge entsprechend der Dringlichkeit für eine weitere Stoffbewertung. Die höchste Dringlichkeit ist mit Rang 1 ausgedrückt.

Stoff	MAK [mg/m ³]	P95 [µg/m ³]	MAK-% Faktor	Priorität	Rang
Essigsäure	25	150,0	0,43	72	1
Butanonoxim	4	3,6	0,07	77	2
kurzkettige Aldehyde C2-C3 ¹	20	50,3	0,34	138	3
Dibutylphthalat	5	3,0	0,09	145	4
Diethylphthalat	5	3,0	0,09	145	4
Benzaldehyd	8,8	6,6	0,15	204	6
Dimethylphthalat	5	2,0	0,09	217	7
Phenol	7,8	3,0	0,14	352	8
Furfural	7,9	2,8	0,14	387	9
Benzothiazol	5	1,0	0,09	434	10
Monoethylenglykol	26	10,0	0,45	1.173	11
Limonen	110	103,0	1,91	2.039	12
Hexansäure	49	14,0	0,85	2.977	13
höhere aromat. KW C8-C15 ²	100	57,6	1,74	3.014	14
Kresole	22	2,5	0,38	3.361	15
Benzylalkohol	44	4,2	0,76	8.002	16
2-Ethyl-1-hexanol	110	11,4	1,91	18.426	17
Dioxan	73	5,0	1,27	18.502	18
Cyclohexanon	80	4,0	1,39	27.775	19
Methylisobutylketon	83	2,6	1,44	45.996	20
n-Hexan	180	11,0	3,13	51.132	21
Aceton	1.200	293,8	20,83	85.085	22
1-Butanol	310	17,6	5,38	94.787	23
Butylacetat	480	30,7	8,33	130.282	24
Cyclohexan	700	39,1	12,15	217.550	25
Ethylacetat	1.500	70,8	26,04	551.682	26
Methylethylketon	600	9,2	10,42	679.289	27

¹ Stellvertretend wurde ein Wert für Acetaldehyd eingesetzt.

² Stellvertretend wurde der MAK-Wert für Toluol (C7) eingesetzt.

Die Versuche mit den unterschiedlichen Priorisierungsverfahren lassen den Rückschluss zu, dass es mit dem Quotienten aus MAK-Wert x 1.000 / 95. Perzentil gelungen ist, in einem vernünftigen Maße die Exposition sowie die toxische Wirkung eines Stoffes in die Beurteilung einfließen zu lassen. Mit der zusätzlichen Multiplikation des Quotienten mit den Prozentpunkten des MAK-Wertes aus der zu bewertenden Stoffliste wird verhindert, dass sich verhältnismäßig gering toxische Stoffe nur aufgrund häufig erhöhter Messwerte in der Innenraumluft bei der Priorisierung überproportional "nach vorn drängen". Gleichzeitig wird die Verteilung der Toxizitäten der zu beurteilenden Stoffgruppe berücksichtigt. Mit der Einführung dieses Faktors, der die relative Toxizität eines Stoffes innerhalb der

zu betrachtenden Stoffgruppe repräsentiert, beeinflusst auch die spezifische Zusammenstellung der Stoffgruppe die Rangfolge der einzelnen Stoffe.

Bei Anwendung des dargestellten Verfahrens wiegt ein auffällig niedriger MAK-Wert bei der Bewertung schwerer als die erhöhten Innenraumluftkonzentrationen, ohne diese jedoch völlig unberücksichtigt zu lassen. Die stärkere Gewichtung der toxischen Wirkung in der Berechnungsformel macht die Reihung weniger abhängig von der statistischen Verteilung der gemessenen Innenraumluftkonzentrationen des Einzelstoffes. Bei höheren Messwerten in der Innenraumluft wird der Einfluss der Expositionsponente auf die Prioritätenfolge bestimmend.

Das vorgeschlagene Verfahren setzt voraus, dass die MAK-Werte sowie die Konzentrationsverteilung der zu beurteilenden Stoffe in der Innenraumluft bekannt sind. Wenn das vorgeschlagene Verfahren auf Stofflisten angewandt werden soll, für die noch keine statistischen Verteilungen der gemessenen Innenraumluftkonzentrationen vorliegen, sollte zukünftig eine physikalisch-chemische Größe als Stellvertreter für eine potenzielle Raumluftkonzentration in die Priorisierungsformel aufgenommen werden. In erster Linie könnten hierfür der Dampfdruck des Stoffes oder die Henry-Konstante in Frage kommen.

Zusammenfassung

Um eine sachgerechte Rangfolge für die Bearbeitung von Schadstoffen in der Innenraumluft zu erstellen, sind unterschiedliche Verfahren erprobt worden. Das Ziel ist, sowohl die schädliche Wirkung als auch die Schadstoffkonzentration in der Innenraumluft in einem ausgewogenen Maße bei der Reihung zu berücksichtigen. Der MAK-Wert, stellvertretend für die toxische Wirkung, und das 95. Perzentil, repräsentativ für das Vorkommen in der Innenraumluft, erwiesen sich als Ausgangsdaten für das Verfahren besonders geeignet. Mit einem einfachen Rechenverfahren wird jedem Einzelstoff aus einer Liste von Stoffen eine Priorität für die weitere Bearbeitung zugeordnet. Der Quotient aus MAK-Wert \times 1.000 und dem 95. Perzentil der Luftkonzentration wird mit den Prozentpunkten des MAK-Wertes jedes Einzelstoffes bezogen auf die gesamte Stoffliste, multipliziert. Je niedriger der erhaltene Wert ist, desto vordringlicher ist eine Bewertung des Stoffes. Dieses Verfahren ergibt bei unterschiedlich zusammengesetzten Stofflisten jeweils ein ausgewogenes Ergebnis und ist allen anderen geprüften Vorgehensweisen überlegen.

Die gewonnenen Ergebnisse sind Bestandteil der weiteren internen Planungen und fließen in die Arbeit der Ad-hoc-AG „Innenraumrichtwerte“ ein.

Literaturverzeichnis

AgBB (2008): Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten (2008) Letzte Änderung: 27.02.2009. <http://www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/agbb.htm>.

AGÖF (2008): Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumluft, Fassung vom 10. Oktober 2008.

DFG (2009): Deutsche Forschungsgemeinschaft: Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe; Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten. VCH, Weinheim.

Heinzow, B (2007): Mündliche Mitteilung.

Hofmann H, Plieninger P (2008): Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft. WaBoLu-Hefte 05/08: 1 – 155.

Kalberlah F (2006): Innenraumluftbewertung. in: Qualitätsziele für die Innenraumluft – Innenraumstandards, AGÖF, Ed., Springe/ Eldagsen, AGÖF, 74 – 76.

Ostendorp G, Riemer D, Harmel K, Heinzow B (2009): Aktuelle Hintergrundwerte zur VOC-Belastung in Schulen und Kindergärten in Schleswig-Holstein. Umweltmed Forsch Prax 14(3): 135 – 152.

Umweltbundesamt (2008): Vergleichswerte für flüchtige organische Verbindungen (VOC und Aldehyde) in der Innenraumluft von Haushalten in Deutschland. Ergebnisse des repräsentativen Kinder-Umwelt-Surveys (KUS) des Umweltbundesamtes. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 51: 109 – 112.

Kontakt

Dr. Wolfgang Heger
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.2 "Toxikologie,
Gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung"
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [wolfgang.heger\[at\]uba.de](mailto:wolfgang.heger[at]uba.de)

[UBA]

Kinderkrebs nach Röntgendiagnostik im Kindesalter

Zusammenfassung des Artikels

"Inzidenz von Kinderkrebs nach Röntgendiagnostik im Patientenkollektiv der Jahre 1976 – 2003 einer Universitäts-Kinderklinik"

G.P. Hammer, M.C. Seidenbusch, K. Schneider, D.F. Regulla, H. Zeeb, C. Spix, M. Blettner. *RöFo* 182(5): 404–14, 2010

Childhood cancer after diagnostic X-Ray exposures: Summary of the publication "Cancer Incidence Rate after Diagnostic X-Ray Exposure in 1976–2003 among Patients of a University Children's Hospital", Hammer et al., *RöFo* 182(5): 404–14, 2010.

Gaël P. Hammer, Michael C. Seidenbusch, Karl Schneider, Dieter F. Regulla, Hajo Zeeb, Claudia Spix, Maria Blettner

Abstract: Purpose: The carcinogenic effect of ionising radiation is well known, but epidemiological data on the health effects of low-dose radiation in children remain scarce. Cancer incidence in a cohort of 92,957 children diagnosed with X-rays in the period 1976–2003 in a large university clinic was studied. **Materials and Methods:** Individual radiation doses were reconstructed using a newly developed algorithm, which takes into account all the recorded data for each examination. Incident cancer cases in the period 1980–2006 were identified via record linkage to the German Childhood Cancer Registry using pseudonym identifiers. **Results:** A total of 87 cancers occurred in the cohort between 1980 and 2006: 33 leukaemia, 13 lymphoma, 10 brain tumours, and 31 other tumours. The standardized incidence ratio (SIR) for all cancers was 0,99 (95% CI: 0,79–1,22). No dose-response relationship was observed for all cancers, nor for leukaemia and lymphoma or solid tumours. **Conclusion:** In this study collective with very low doses, no increase of cancer incidence risk in relation to diagnostic radiation was observed.

Einleitung

In Deutschland erkranken jährlich ca. 1.800 Kinder vor ihrem 15. Geburtstag an Krebs (Kaatsch et al. 2008). Über die Ursachen von Krebs im Kindesalter ist trotz einer großen Anzahl epidemiologischer Studien bisher nur wenig bekannt. Verschiedene Risikofaktoren stehen in der Diskussion, darunter genetische Faktoren, Umwelteinflüsse, Infektionen, nichtionisierende und ionisierende Strahlung (Stiller 2004).

Ionisierende Strahlung wird derzeit hauptsächlich als Risikofaktor für Leukämien, Tumore des Zentralnervensystems (ZNS) und embryonale Tumore angesehen. Im Bereich höherer Strahlendosen wird dies durch Daten der Atombombenopfer von Hiroshima und Nagasaki (Preston et al. 2008) sowie aus Studien zur Anwendung ionisierender Strahlung für benigne Erkrankungen (Ron et al. 1988; Sadetzki et al. 2006; Shore et al. 2002) und bei Krebspatienten belegt (Klein et al. 2003). Im Bereich niedriger Dosen, wie sie bei diagnostischen Röntgenuntersuchungen anfallen, ist über Gesundheitsrisiken ionisierender Strahlung bei Kindern wenig bekannt, da bisher wenige bzw. kleine Kollektive untersucht wurden (BEIR VII Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation 2006).

Erst im Jahre 1956 rückten die potentiellen Risiken ionisierender Strahlung bei Kindern durch die erste Publikation von Stewart und Kollegen über die röntgendiagnostisch bedingte Exposition von Kindern *in utero* (Stewart et al. 1956), dem späteren Oxford Survey of Childhood Cancers, in den Blick. In der Folge gewann der Strahlenschutz von Patienten an Bedeutung und die medizinische Praxis änderte sich nachhaltig (Doll et al. 1997; Walker 2000). Gesundheitsrisiken von postnatalen diagnostischen Röntgenexpositionen wurden dennoch bisher wenig untersucht. Besondere Probleme bei diesen Untersuchungen bereiten die zumeist auf der Erinnerung der Eltern beruhende Expositionserfassung sowie die retrospektive Dosisrekonstruktion (Schulze-Rath et al. 2008).

Etwa die Hälfte der Strahlenexposition der Gesamtbevölkerung stammt größtenteils aus natürlichen Quellen. Die andere Hälfte ist hauptsächlich auf medizinische Anwendungen zurückzuführen, wobei die Röntgendiagnostik (insbesondere Computertomographie) die größte Rolle spielt (Bundesamt für Strahlenschutz 2008). Daher sind genaue Kenntnisse über das Krebsrisiko durch diagnostische Expositionen wichtig.

In der hier vorgestellten Studie wurde das mögliche Krebsrisiko durch diagnostische Röntgenuntersuchungen in der Kindheit untersucht. Dies wurde durch Kooperation dreier Partner möglich: i) die Abteilung Radiologie des Dr. von Haunerschen Kinderspitals der Ludwig Maximilians-Universität München (DvHK) für die Patientendaten und die Rekonstruktion der Strahlendosen, ii) das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz für den epidemiologischen Teil und iii) das Deutsche Kinderkrebsregister (DKKR) zur Bestimmung der Krebsinzidenz (Hammer et al. 2009; Hammer et al. 2010).

Material und Methode

Für die Studie wurde das Patientenkollektiv der Abteilung Radiologie DvHK verwendet. Die Röntgenuntersuchungen dieser Patienten wurden bereits ab 1976, also wenige Jahre nach Inkrafttreten der ersten Röntgenverordnung (Bundesregierung 1973) in einer Datenbank festgehalten. Das ermöglichte jetzt die exakte alters-, geschlechts- und diagnosespezifische Beschreibung der Strahlenexposition durch diagnostische Maßnahmen bei Kindern.

Alle ca. 93.000 Kinder, die im Zeitraum 1976–2003 untersucht wurden, zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung noch nicht an Krebs erkrankt waren und zur Bevölkerung gehörten, die vom Deutschen Kinderkrebsregister erfasst wird, wurden in eine epidemiologische Kohortenstudie eingeschlossen. Darin wurde die Krebsinzidenz in Abhängigkeit der Strahlendosis untersucht.

Expositionserfassung

Für jede Untersuchung wurde die diagnostische Strahlendosis des Patienten anhand des in der Abteilung Radiologie des DvHK entwickelten PÄDOS-Algorithmus geschätzt. Der Algorithmus beruht auf dem Konversionsfaktoren-Konzept zur Ermittlung

von Organ- und Effektivdosen aus der Einfallsdosis. Diese wird aus den unmittelbar bei den Röntgenuntersuchungen gemessenen Dosisflächenprodukten und den am DvHK definierten Standard-Feldabmessungen rekonstruiert. Zur Dosisrekonstruktion sind die Kenntnis der Art der Röntgenuntersuchung sowie die einiger Röntgenexpositionsparameter notwendig, darunter die Untersuchungsart, die Art der Projektion, der Fokus-Bildempfänger-Abstand, die Feldabmessungen, die Röhrenspannung und die Gesamtfilterung. Wo einige dieser Parameter fehlten, vervollständigte der PÄDOS-Algorithmus sie kontextabhängig.

Mit dem PÄDOS-Algorithmus konnten Strahlendosen von 96% aller Röntgenuntersuchungen berechnet werden. In den anderen Fällen waren die Aufzeichnungen nicht ausreichend. Für die epidemiologische Studie wurden fehlende Dosiswerte durch die mediane Strahlendosis von gleichaltrigen Patienten aus demselben Untersuchungsjahr eingesetzt. In dieser Studie wurde die kumulative effektive Dosis (in μSv) verwendet und für Leukämien und Lymphome die Dosis für das rote Knochenmark (in μSv).

Einige Patienten (3,7%) wurden angiografisch oder computertomografisch (CT) untersucht. Diese – im Allgemeinen wesentlich höheren Dosen als bei konventionellem Röntgen – wurden zwar dokumentiert, aber wegen des ungleich höheren Aufwands nicht rekonstruiert. Patienten mit solchen Untersuchungen wurden in den Auswertungen gesondert berücksichtigt. Strahlendosen aus CT-Untersuchungen werden in einem jetzt anlaufenden Projekt rekonstruiert.

Krebsinzidenz

Die Krebsinzidenz in der Kohorte im Zeitraum 1980–2006 wurde ermittelt, indem die Kohortendaten mit dem Datenbestand des DKKR abgeglichen wurden. Das DKKR registriert seit 1980 alle inzidenten Krebsfälle bei in Deutschland wohnhaften Kindern im Alter von 0 bis unter 15 Jahren. Die geschätzte Vollzähligkeit des deutschen Kinderkrebsregisters liegt seit 1986 bei über 95% und entspricht somit den internationalen Anforderungen. Zur Wahrung des Datenschutzes stellten das DvHK und das DKKR ihre Daten nicht im Klartext, sondern in pseudonymisierter Form dem IMBEI für den Abgleich zur Verfügung. Das Ergebnis des Ab-

gleichs wurde intensiv geprüft, um keinen Krebsfall zu übersehen.

Besondere Patientengruppen

Neben den oben erwähnten "höher exponierten" Patienten wurden weitere Teilkollektive gesondert betrachtet, die sich aufgrund ihrer Indikationsstellung oder radiologischen Diagnose *a priori* von den anderen unterscheiden: i) Frühgeborene, die unmittelbar nach der Geburt häufig geröntgt wurden, um die Entwicklung der Lunge zu überwachen, ii) Patienten, die wegen eines Syndroms bzw. einer Erkrankung, die mit einem erhöhten Krebsrisiko einhergeht, untersucht wurden, und iii) Patienten mit einem erhöhtem Mortalitätsrisiko. Die Definition dieser Patientengruppen war im Vorhinein festgelegt worden und in Form von Listen mit ICD-10-Codes (International Classification of Diseases Version 10) festgehalten worden. Für die Studie wurden alle Indikationsstellungen und radiologischen Diagnosen in einem ersten Schritt von geschultem Personal nach ICD-10 verschlüsselt.

Das 1998 eingeführte radiologische Informationssystem (RIS) zeichnet die Angaben zur Indikationsstellung und Diagnose nicht mehr als eigenständige Felder auf. Diese hätten manuell aus den im RIS enthaltenen Arztbriefen ausgelesen werden können. Damit war eine mit den früheren Jahren konsistente Einteilung der Patienten nicht mehr möglich. Patienten, die nur im RIS dokumentiert waren, wurden als "reine RIS-Patienten" gekennzeichnet.

Zusammenfassend wurden die folgenden Kennzeichnungen vorgenommen, die sich nicht gegenseitig ausschließen: 1) Patienten mit erhöhtem Sterberisiko, 2) Syndrome mit erhöhtem Krebsrisiko, 3) Frühgeborene, 4) Höherexponierte und 5) reine RIS-Patienten.

Statistische Auswertung

Zur Quantifizierung der Risiken wurden zwei Arten von Auswertungen vorgenommen: i) ein externer Vergleich mit der Krebsinzidenz der deutschen Wohnbevölkerung (im Alter von 0 bis unter 15 Jahren) mittels der Standardisierten Inzidenz-Ratio (SIR); ii) interne Vergleiche mittels des Relativen Risikos für die Inzidenz (IRR). Für alle Schätzer wird ein 95 %-Konfidenzintervall (KI) angegeben.

Die Auswertungen wurden nur für die größten Gruppen von Krebsentitäten im Kindesalter durchgeführt: Krebs insgesamt, Leukämien insgesamt, lymphatische Leukämien, akute myeloische Leukämie, Tumore des Zentralnervensystems (ZNS), Lymphome und alle anderen Tumore.

In den epidemiologischen Auswertungen wurde die kumulative effektive Strahlendosis (in μSv) verwendet. Bei Leukämien wurde die Dosis im roten Knochenmark verwendet. Die kumulative effektive Dosis wurde als zeitabhängiges, kategorielles Expositionsmaß verwendet. Zur Berechnung von IRR mittels Poisson-Regression wurden wegen der kleinen Fallzahlen gröbere Kategorien gebildet. Das DKKR lieferte die zur Berechnung erwarteter inzidenter Krebsfälle nötigen Inzidenzraten.

Ergebnisse

Kohorte

In die epidemiologische Studie wurden nach der Datenbereinigung 92.957 Patienten eingeschlossen: 50.005 Jungen, 41.432 Mädchen und 1.520 Kinder unbekanntes Geschlechts (**Tabelle 1**). Etwa ein Viertel aller Patienten ($n=21.319$) waren "reine RIS-Patienten". Unter den anderen 71.638 Patienten waren 14.174 Patienten mit erhöhtem Sterberisiko, 398 mit erhöhtem Krebsrisiko, 279 Frühgeborene und 3.428 "höher exponiert". Zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung waren 20.546 Patienten unter einem Jahr alt, 9.096 waren ein Jahr alt. Die durchschnittliche Beobachtungszeit lag bei 7,8 Jahren.

Exposition

Die meisten Patienten ($n=54.605$, 58,7%) wurden lediglich einmal untersucht. Weitere 17.818 (19,1%) Patienten wurden zweimal, 7.515 (8,1%) dreimal und 13.019 (14,0%) viermal oder öfter untersucht. Ein einzelner Patient mit Ösophagusatresie hatte insgesamt 120 Röntgenuntersuchungen, davon 99 in den ersten zwei Lebensjahren.

Im Median betrug die effektive Dosis pro Untersuchung 1976 noch $18\mu\text{Sv}$ (Interquartilsabstand [IQR]: $8-66\mu\text{Sv}$). Durch die Einführung empfindlicherer Foliensysteme sowie eine stärkere Gesamtfilterung sank sie auf $3\mu\text{Sv}$ (IQR: $0-8\mu\text{Sv}$) im Jahr 2003. Die mediane effektive Dosis hat einen starken Altersgradienten: Sie betrug $25\mu\text{Sv}$ (IQR: $10-$

90 µSv) bei unter Einjährigen und <1 µSv bei 12- bis 14-Jährigen.

Im Median betrug die individuelle kumulative effektive Dosis 7 µSv (IQR: 0–48 µSv). Sie unterschied sich zwischen Jungen und Mädchen nicht.

Insgesamt hatten 1.984 Patienten kumulative Dosen über 1 mSv, 77 Dosen über 10 mSv und 7 Dosen über 100 mSv. Diese Expositionen stammen aus wenigen Untersuchungen mit vergleichsweise sehr hohen Dosen. Darunter waren zwei Krebsfälle mit 1,04 und 3,13 mSv.

Tabelle 1: Charakteristika der Kohorte und standardisierte Inzidenz-Ratio (SIR).			
	Alle Patienten	Inzidente Krebsfälle	SIR (95% Konfidenzintervall)
Alle Patienten	92.957	87	0,99 (0,79 – 1,22)
Jungen	50.005	52	0,99 (0,74 – 1,29)
Mädchen	41.432	35	1,00 (0,69 – 1,38)
Krebs insgesamt	92.957	87	0,99 (0,79 – 1,22)
Leukämie	–	33	1,08 (0,74 – 1,52)
lymphatische Leukämie	–	24	0,98 (0,63 – 1,45)
akute myeloische Leukämie	–	5	1,16 (0,38 – 2,70)
Andere Leukämien	–	4	2,41 (0,66 – 6,18)
Lymphome	–	13	0,97 (0,52 – 1,66)
ZNS-Tumore	–	10	0,52 (0,25 – 0,95)
Andere Tumore	–	31	1,25 (0,85 – 1,77)
Höher exponierte ¹	3.428	4	1,09 (0,30 – 2,78)
Andere Patienten		83	0,98 (0,78 – 1,22)
"reine RIS-Patienten"	21.319	17	1,09 (0,63 – 1,74)
Andere Patienten		70	0,97 (0,75 – 1,22)
Patienten mit "erhöhtem Sterberisiko" ^{1,2}	14.174	18	1,10 (0,65 – 1,74)
Andere Patienten		52	0,93 (0,69 – 1,22)
Patienten mit "erhöhtem Krebsrisiko" ^{1,2}	398	0	–
Frühgeborene ^{1,2}	279	0	–
Anzahl Untersuchungen pro Patient:			
1	54.605	53	0,97 (0,73 – 1,27)
2	17.818	14	0,91 (0,50 – 1,52)
3+	20.534	20	1,10 (0,67 – 1,70)
Effektive Dosis [µSv]			
<1	26.727	16	0,72 (0,41 – 1,17)
1-	12.939	10	0,92 (0,44 – 1,69)
5-	10.018	14	1,31 (0,72 – 2,19)
10-	11.988	12	0,91 (0,47 – 1,59)
25-	7.473	11	1,35 (0,67 – 2,41)
50-	6.703	6	0,84 (0,31 – 1,84)
100-	6.992	8	1,08 (0,47 – 2,13)
250-	3.933	5	1,27 (0,41 – 2,96)
500+	4.824	5	1,12 (0,36 – 2,62)
Trendtest (p-Wert)			0,32
Ø Beobachtungszeit (Jahre)	7,8	3,7	
Kumulative effektive Dosis (in µSv)			
Median (Interquartilsabstand)	7,0 (1,0 – 48,0)	22,5 (6,0 – 111,0)	
Mittelwert ± Standardabweichung	134,7 ± 2083,2	116,4 ± 353,2	

¹ Siehe Methodenteil für eine genaue Definition.

² Diese Kennzeichnung konnte bei "reinen RIS-Patienten" nicht vorgenommen werden.

Fälle

Im Zeitraum 1980–2006 wurden insgesamt 87 Krebsfälle im DKKR identifiziert: 33 Leukämien, 13 Lymphome, 10 Tumore des Zentralnervensystems und 31 andere Tumore. Darunter waren weder Frühgeborene, noch Patienten mit "erhöhtem Krebsrisiko".

Externer Vergleich

Zwischen Jungen und Mädchen wurden keine Unterschiede in der Krebsinzidenz festgestellt. Es wurden keine signifikant erhöhten SIR für Krebs insgesamt (SIR=0,99, 95% KI: 0,79–1,22) oder einzelne Krebsentitäten beobachtet (**Tabelle 1**). Weder unter den Patienten mit *a priori* bekanntem erhöhten Sterberisiko, noch bei höher exponierten Patienten oder den reinen RIS-Patienten fanden sich erhöhte SIR. Eine Dosis-Wirkungs-Beziehung steigender SIR mit höheren Dosiskategorien wurde nicht beobachtet. Das gleiche gilt für das größere Expositionsmaß "Anzahl Untersuchungen".

Interner Vergleich

Diese Auswertungen wurden unter Ausschluss der 3.428 "höher exponierten", unter denen nur vier Krebsfälle beobachtet wurden, durchgeführt. Auch hier wurde weder für Krebs insgesamt, noch für solide Tumore oder Leukämien und Lymphome ein Trend der Krebsinzidenz mit steigender kumulativer Strahlendosis beobachtet.

Diskussion

Das Risiko für die Inzidenz von Krebs im Kindesalter nach vorangegangener diagnostischer Röntgenexposition wurde in dieser Studie erstmals in einer großen Kohorte untersucht. Es wurde keine erhöhte Krebsinzidenz an soliden Tumoren oder Leukämie beobachtet und auch kein Trend einer steigenden Inzidenz mit höheren Strahlendosen.

Eine Hauptstärke dieser Studie ist das einmalige Patientenkollektiv und zwar sowohl aufgrund seiner Größe als auch aufgrund der bereits sehr früh angelegten, guten und standardisierten Dokumentation. Das ermöglichte eine Dosisrekonstruktion in einer Qualität, die sonst selten erreicht wird. Auch die Möglichkeit des Follow-up in einem nationalen Krebsregister mit hoher Vollzähligkeit ist nicht überall selbstverständlich.

Die Power dieser Studie war ausreichend, um eine SIR von 1,4 für Krebs insgesamt bzw. 1,8 für Leukämie nachzuweisen, falls sie vorgelegen hätte. Um niedrigere SIR nachweisen zu können, wären höhere erwartete Fallzahlen nötig gewesen. Zumindest lässt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit ausschließen, dass strahlenassoziierte Risiken oberhalb dieser Werte vorliegen.

Die hier untersuchten Patienten waren sehr niedrigen Strahlendosen exponiert, was unter anderem auf die nachhaltige Optimierung der Röntgenuntersuchungs- und Gerätetechnik zurückzuführen ist. Das Ergebnis dieser Studie legt nahe, dass eine Exposition in der Größenordnung, wie sie die hier beobachteten Patienten erhalten haben, das Krebsrisiko im Kindesalter nicht in hohem Maß erhöht. Computertomografisch oder angiografisch untersuchte Patienten, deren Strahlendosen nicht rekonstruiert worden sind, konnten noch nicht adäquat berücksichtigt werden.

Die Computertomographie (CT) gewinnt in der Diagnostik sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern zunehmend an Bedeutung. Höhere Dosen sind somit auch für jüngere Patienten zu erwarten (Regulla et al. 2005), deren Strahlenexposition dadurch die Größenordnung derjenigen der 1950er Jahre erreichen könnte (Bithell et al. 1988). Bis heute gibt es nur modellbasierte Hochrechnungen für das Krebsrisiko durch CT-Untersuchungen in der Kindheit, und keine direkte epidemiologische Evidenz (Brenner et al. 2007). Daher ist die weitere Aufarbeitung der Dosimetrie am DvHK und die Erweiterung der bestehenden Kohorte wichtig, um einen Beitrag zur Beantwortung dieser Frage zu leisten. Diese Arbeiten haben im Rahmen einer international angelegten Studie zu CT im Kindesalter vor kurzem begonnen.

Literatur

BEIR VII Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. Health Risks from exposure to low levels of ionizing radiation BEIR VII-Phase 2. Washington, D.C.: The National Academies Press; 2006.

Bithell et al. (1988): Bithell JF, Stiller CA. A new calculation of the carcinogenic risk of obstetric X-raying. *Stat Med* 1988 Aug;7(8): 857–64.

Brenner et al. (2007): Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography - an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* 2007 Nov 29;357(22): 2277–84.

Bundesamt für Strahlenschutz (2008): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung – Jahresbericht 2007. Bonn: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU); 2008 Dec.

Bundesregierung (1973): Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung - RöV). *Bundesgesetzblatt Teil I* 1973 Mar 1;1973(18):173–92.

Doll et al. (1997): Doll R, Wakeford R. Risk of childhood cancer from fetal irradiation. *Br J Radiol* 1997 Feb;70:130-9.

Hammer et al. (2010): Hammer GP, Seidenbusch MC, Schneider K, Regulla D, Zeeb H, Spix C, et al. Inzidenz von Kinderkrebs nach Röntgendiagnostik im Patientenkollektiv der Jahre 1976-2003 einer Universitäts-Kinderklinik. *Fortschr Röntgenstr* 2010 Mar 16;182(5):404–14.

Hammer et al. (2009): Hammer GP, Seidenbusch MC, Schneider K, Regulla DF, Zeeb H, Spix C, et al. A cohort study of childhood cancer incidence after postnatal diagnostic X-ray exposure. *Radiat Res* 2009 Apr;171(4):504–12.

Kaatsch et al. (2008): Kaatsch P, Spix C. Jahresbericht des Deutschen Kinderkrebsregisters 2006/07 (1980-2006). Mainz, Germany; 2008 Jan.

Klein et al. (2003): Klein G, Michaelis J, Spix C, Wibbing R, Eggers G, Ritter J, et al. Second malignant neoplasms after treatment of childhood cancer. *Eur J Cancer* 2003 Apr;39(6):808–17.

Preston et al. (2008): Preston DL, Cullings H, Suyama A, Funamoto S, Nishi N, Soda M, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors exposed in utero or as young children. *J Natl Cancer Inst* 2008 Mar 19;100(6):428–36.

Regulla et al. (2005): Regulla DF, Eder H. Patient exposure in medical X-ray imaging in Europe. *Radiat Prot Dosimetry* 2005;114(1-3):11–25.

Ron et al. (1988): Ron E, Modan B, Boice JDJ. Mortality after radiotherapy for ringworm of the scalp. *Am J Epidemiol* 1988 Apr;127(4):713–25.

Sadetzki et al. (2006): Sadetzki S, Chetrit A, Lubina A, Stovall M, Novikov I. Risk of thyroid cancer after childhood exposure to ionizing radiation for tinea capitis. *J Clin Endocrinol Metab* 2006 Dec;91(12):4798–804.

Schulze-Rath et al. (2008): Schulze-Rath R, Hammer GP, Blettner M, Zeeb H. Are pre- or postnatal diagnostic X-rays a risk factor for childhood cancer? A systematic review. *Radiat Environ Biophys* 2008;47(3):301–12.

Shore et al. (2002): Shore RE, Moseson M, Xue X, Tse Y, Harley N, Pasternack BS. Skin cancer after X-ray treatment for scalp ringworm. *Radiat Res* 2002 Apr;157(4):410–8.

Stewart et al. (1956): Stewart A, Webb J, Giles D, Hewitt D. Malignant disease in childhood and diagnostic radiation in utero. *Lancet* 1956;1(271):447.

Stiller CA (2004): Epidemiology and genetics of childhood cancer. *Oncogene* 2004 Aug 23;23(38):6429–44.

Walker JS (2000): Permissible Dose: History of Radiation Protection 20th Cen: A History of Radiation Protection in the Twentieth Century. Berkeley, California: University of California Press; 2000.

Kontakt

Dr. Gaël Hammer
Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI)
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität
Langenbeckstr. 1
55101 Mainz
E-Mail: gael.hammer[at]unimedizin-mainz.de

[BfS]

Stellt die elektromagnetische Strahlung von Kompaktleuchtstofflampen ein Gesundheitsrisiko dar?

Does electromagnetic radiation from compact fluorescent lamps pose a health risk?

Manfred Steinmetz, Dirk Geschwentner

Abstract: *From a radiation protection point of view, the use of compact fluorescent lamps for general lighting purposes in households is of no concern. Available studies demonstrate that the levels of emitted optical radiation and electric and magnetic fields comply with internationally recommended limit values. Several characteristics of compact fluorescent lamps, which are important for risk assessment, differ only slightly from those of incandescent lamps. When looking straight into a light source, the inherent blue light fraction of incandescent lamps can reach exposure limits in shorter periods of times than compact fluorescent lamps. In addition to the requirement to comply with the respective limit values, the reduction of any avoidable exposure is a proven measure in radiation protection. As a consequence lamps for domestic use should emit only low levels of electromagnetic radiation outside the visible range. Manufacturers are called upon to use the "Blue Angel", an easily recognizable eco-label for lamps which meets precautionary radiation protection criteria.*

Einleitung

Am 1. September 2010 ist die zweite Stufe der EU-Verordnung 244/2009 (Europäische Union 2009) zur umweltgerechten Gestaltung von Haushaltslampen in Kraft getreten. Die Verordnung definiert Mindestanforderungen an den Wirkungsgrad von Haushaltslampen und legt einen Zeitplan für die Umsetzung der Verordnung fest. Standardglühlampen erfüllen mit Lampenwirkungsgraden von 5 bis 15 lm/W die festgelegten Mindestanforderungen nicht und müssen daher schrittweise vom Markt genommen werden. Waren in der ersten Stufe vor allem die 100-Watt-Glühlampen betroffen, dürfen nun auch keine 75-Watt-Lampen mehr in Verkehr gebracht werden.

Energieeffizienter als Glühlampen sind z.B. Kompaktleuchtstofflampen (sogenannte Energiesparlampen). Bauartbedingt unterscheiden sich die optischen Strahlungsspektren der beiden Lampentypen. Auch bezüglich der Emissionen niederfrequenter elektromagnetischer Felder, die in der unmittelbaren Umgebung der Lampen gemessen werden können, bestehen Unterschiede. Eine mögliche gesundheitliche Gefahr durch das in Kompaktleuchtstofflampen verwendete Quecksilber wurde bereits in UMID 1/2010 diskutiert (Süring 2010). Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit Fragen zu möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen aufgrund der abweichenden Lampenspektren

und den zusätzlich emittierten elektromagnetischen Feldern.

Optische Strahlung

Emission

Kompaktleuchtstofflampen arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie die bereits seit langem verwendeten Leuchtstofflampen. Im Lampeninneren erzeugt elektrisch angeregtes Quecksilber UV-Strahlung. Der an der Glasinnenseite des Lampenrohres angebrachte Leuchtstoff setzt davon einen Großteil in sichtbare Fluoreszenzstrahlung (Licht) um. Der restliche Anteil der UV-Strahlung wird, sofern er nicht im Glas des Lampenrohres absorbiert wird, von der Lampe abgestrahlt. Auch Glühlampen emittieren in geringem Maß UV-Strahlung. Neben Licht (Emission im sichtbaren Wellenlängenbereich) geben sie aber vornehmlich auch Infrarotstrahlung (IR) ab. Im Vergleich zur Glühlampe ist der infrarote Anteil im Spektrum von Leuchtstofflampen gering. Bei vergleichbarer Lichtleistung nehmen Leuchtstofflampen infolge des besseren Wirkungsgrads deutlich weniger elektrische Leistung auf (**Tabelle 1**).

Lampen für allgemeine Beleuchtungszwecke sollen eine möglichst naturgetreue Farbwiedergabe ermöglichen. Tests haben gezeigt, dass hierfür nicht

Tabelle 1: Zusammensetzung der optischen Strahlung verschiedener Lichtquellen.

Lampentyp	Strahlungsleistung			
	Gesamt	UV	Licht	IR
100-Watt-Glühlampe	93 W	0,1 W	9 W	84 W
36-Watt-Leuchtstofflampe	23 W	0,2 W	8 W	15 W
400-Watt-Hg-Hochdrucklampe	303 W	9,0 W	59 W	235 W

unbedingt die kontinuierliche Spektralverteilung eines Planckschen Strahlers (z.B. Glühlampe, Sonne) erforderlich ist. Auf Basis der farbempfindlichen Rezeptoren im menschlichen Auge und der in der Natur vorkommenden Farben genügt es, Licht in ausgewählten Spektralbereichen bereitzustellen. Bei entsprechender technischer Ausführung können deshalb Leuchtstofflampen eine annähernd gleiche Farbwiedergabe ermöglichen wie Glühlampen.

Kompaktleuchtstofflampen können heute mit unterschiedlichen Farbtemperaturen hergestellt werden. Je nach Zusammensetzung des Leuchtstoffs erhält man warmweißes (2.700 K), neutral- bzw. kaltweißes (4.000 K) oder tageslichtweißes Licht (6.500K). Bei einem hohen Blauanteil wird das Licht als eher "kalt", bei hohem Grünanteil als eher "neutral" und erst bei hohem Rotanteil als eher "warm" empfunden. Die in **Abbildung 1** zum Vergleich gezeigte 100-W-Glühlampe liefert Licht mit einer Farbtemperatur von etwa 2800 K.

Abbildung 1: Lampen mit unterschiedlichen Farbtemperaturen.



Flimmern

Der von Kompaktleuchtstofflampen abgestrahlte Lichtstrom unterliegt Schwankungen mit einer Betriebsfrequenz im Kilohertzbereich (siehe unten) und der doppelten Frequenz der elektrischen Wechselstromversorgung (100 Hz). Die Schwankungen können mehr als 15 % der maximalen Lichtabgabe betragen (Khazova und O'Hagan 2008). Die Bezeichnung Flimmern trifft für diese Schwankungen eigentlich nicht zu, da sie bei diesen Frequenzen für das menschliche Auge üblicherweise nicht di-

rekt wahrnehmbar sind. Bei rotierenden Maschinen kann aber ein dadurch bedingter stroboskopartiger Effekt einen langsamen oder sogar stehenden Zustand der Maschine vortäuschen und auf diese Weise zu einer Gefährdung führen. Vergleichbares gilt für Glühlampen, die am Wechselstromnetz betrieben werden. Bisher liegt kein belastbarer Hinweis dafür vor, dass Leuchtstofflampen sogenannte "lichtsensitive", nicht hautbezogene Krankheiten oder Krankheitssymptome, wie z.B. Migräne, Epilepsie oder Autismus, auslösen bzw. verschlimmern (SCNIHR 2008).

Biologische Wirkungen optischer Strahlung

Die biologischen Wirkungen optischer Strahlung sind wellenlängenabhängig:

UV-Strahlung kann an der **Haut** eine akute entzündliche Hautrötung (Erythem) hervorrufen. Die dazu erforderliche Bestrahlung wird als minimale erythemwirksame Dosis (MED) bezeichnet. Sie ist hauttypabhängig und beträgt für den empfindlichen Hauttyp I etwa 200 J/m². UV-Strahlung kann zudem das Immunsystem und somit die Abwehr des Körpers gegen Infektionskrankheiten schwächen. Eine Schwächung kann schon unterhalb von 1 MED auftreten. Langfristig bewirkt eine erhöhte UV-Bestrahlung die vorzeitige Alterung der Haut. Dahinter verbirgt sich vornehmlich die Zerstörung der elastischen Fasern des Bindegewebes mit der Folge vermehrter Faltenbildung. Die mögliche Entstehung von Hautkrebs ist die schwerwiegendste chronische Folge einer Bestrahlung mit UV. Sie beruht auf einer DNA-Schädigung der Hautzellen. Neben dem malignen Melanom (schwarzer Hautkrebs) sind vor allem das Basalzellkarzinom und Plattenepithelkarzinom (Stachelzellkarzinom) zu nennen, die insgesamt allein in Deutschland mit ca. 140.000 Neuerkrankungen pro Jahr zu den häufigsten malignen Tumoren des Menschen zählen. Hautkrebs tritt in der Regel erst 20 bis 30 Jahre nach einer Bestrahlung auf.

Am **Auge** kann **UV-Strahlung** als akute Folge Hornhautentzündung (Photokeratitis, "Verblitzung") und Bindehautentzündung (Photokonjunktivitis) hervorrufen. Die Entzündung tritt sechs bis zwölf Stunden nach einer Exposition auf, ist sehr schmerzhaft und kann ca. ein bis zwei Tage anhalten. Als bedeutendste chronische Reaktion am Auge gilt die Linsentrübung (Grauer Star, Katarakt). Die Erkrankungen nehmen mit zunehmender Lebenszeitdosis zu. Ursachen dafür sind zum einen die zunehmende UV-Durchlässigkeit der Hornhaut und eine dadurch bedingte erhöhte Strahlenbelastung der Linse. Zum anderen gibt es keine Reparaturmöglichkeiten in den Linsenzellen nach vorausgegangenem Schädigungen.

Langwelliges UV-A und kurzwellige sichtbare Strahlung (Blaulicht) können die Netzhaut des Auges erreichen und photochemisch schädigen (sog. "blue light hazard"). Wellenlängen um 440 nm haben dabei die höchste Wirksamkeit. Die Schädigung ist auf den beleuchteten Teil der Netzhaut begrenzt. Ursache für diesen Prozess scheint die nur sehr langsame Ausbleichung des Rhodopsins zu sein, die eine signifikant verlängerte Blauabsorption mit nachfolgender irreversibler Schädigung der Sinneszellen bewirkt. Zudem unterdrückt Blaulicht die Bildung von Melatonin und kann die circadiane Rhythmik beeinflussen.

Infrarote und langwellige sichtbare Strahlung können thermische Schäden verursachen. Die derzeit auf dem Markt erhältlichen Kompaktleuchtstofflampen erreichen aber keine hinreichend hohen Bestrahlungsstärken, um solche Schäden hervorzurufen. Die Grenzwerte für thermische Netzhautschäden werden sicher eingehalten und deshalb im Folgenden nicht weiter berücksichtigt.

Gesundheitliche Bewertung

Für eine gesundheitliche Beurteilung der Strahlung von Kompaktleuchtstofflampen können die in der Richtlinie 2006/25/EG (Europäische Union 2006) über künstliche optische Strahlung definier-

ten Grenzwerte für die effektive UV-Bestrahlung (H_{eff}), die UV-A-Bestrahlung (H_{UVA}) und die effektive Strahlendichte (L_{B}) zugrunde gelegt werden (**Tabelle 2**). Zu beachten ist, dass die Richtlinie eine Mindestvorschrift zum Schutz von Arbeitnehmern darstellt. Für die Allgemeinbevölkerung sollten die Grenzwerte keinesfalls ausgeschöpft werden. Auch die EU Verordnung 244/2009 (Europäische Union 2009), die die Energieeffizienzanforderungen an Haushaltslampen einführt, und DIN EN 62471 geben Höchstwerte vor. Diese sind jedoch aus fachlicher Sicht des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) zu hoch angesetzt, unvollständig oder beziehen sich auf zu kurze Expositionszeiträume.

Bei Messungen an insgesamt 73 Kompaktleuchtstofflampen fanden Khazova und O'Hagan 2008 bei 4 Lampen auf 8 Stunden bezogene Bestrahlungswerte im Bereich des Grenzwerts von $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J/m}^2$. Der durchaus praxisnahe Messabstand betrug 20 cm. Betroffen waren allerdings nur Lampen ohne zusätzlichen Glas- oder Kunststoffkolben. Ein Vergleich mit der Sonne als natürliche UV-Quelle kann die Größenordnung des Grenzwerts verdeutlichen: In Süddeutschland kann sommerliche Sonnenstrahlung bereits nach ca. 3 Minuten eine Bestrahlung von 30 J/m^2 verursachen.

Vom BfS durchgeführte Messungen an Kompaktleuchtstofflampen ergaben Werte, die 0,4 bis 89% des Grenzwerts erreichten (**Abbildung 2**). Ähnlich stark variierte die Ausschöpfung des Grenzwerts für die ungewichtete UV-A-Strahlung. Die elektrische Nennleistung hat sich dabei als kein verlässlicher Indikator für die Höhe der Bestrahlungsstärke herausgestellt. Niedrige Werte wurden bei allen Lampen mit zusätzlichem Glas- oder Kunststoffkolben, aber auch bei einigen Lampen ohne zweite Hülle beobachtet. Dies deutet darauf hin, dass die verwendeten Glassorten die UV-Emission entscheidend beeinflussen können.

Die zum Vergleich untersuchten 100-W-Glühlampen zeigten, dass diese die Arbeitsschutzgrenzwerte für UV-Strahlung nach einer 8 Stunden andauern-

Tabelle 2: Relevante Arbeitsschutzgrenzwerte für inkohärente optische Strahlung nach Richtlinie 2006/25/EG.		
optische Strahlung	Wellenlänge (nm)	Expositionsgrenzwert
UV-A, -B, -C	180 – 400 nm	$H_{\text{eff}} = 30 \text{ J/m}^2$, Tageswert 8 Stunden
UV-A	315 – 400 nm	$H_{\text{UVA}} = 10.000 \text{ J/m}^2$, Tageswert 8 Stunden
Blaulicht	300 – 700 nm	$L_{\text{B}} = 100 \text{ W/m}^2 \text{ sr}$, bei $\alpha > 11 \text{ mrad}$, $t > 2,8 \text{ h}$
<small>α: Betrachtungswinkel, unter dem eine Quelle aufgrund ihrer Abmessungen vom Betrachtenden aus erfasst wird. sr: Raumwinkel Steradian.</small>		

den Exposition ebenfalls bis zu 48% (H_{UVA}) bzw. 19% (H_{eff}) ausschöpfen.

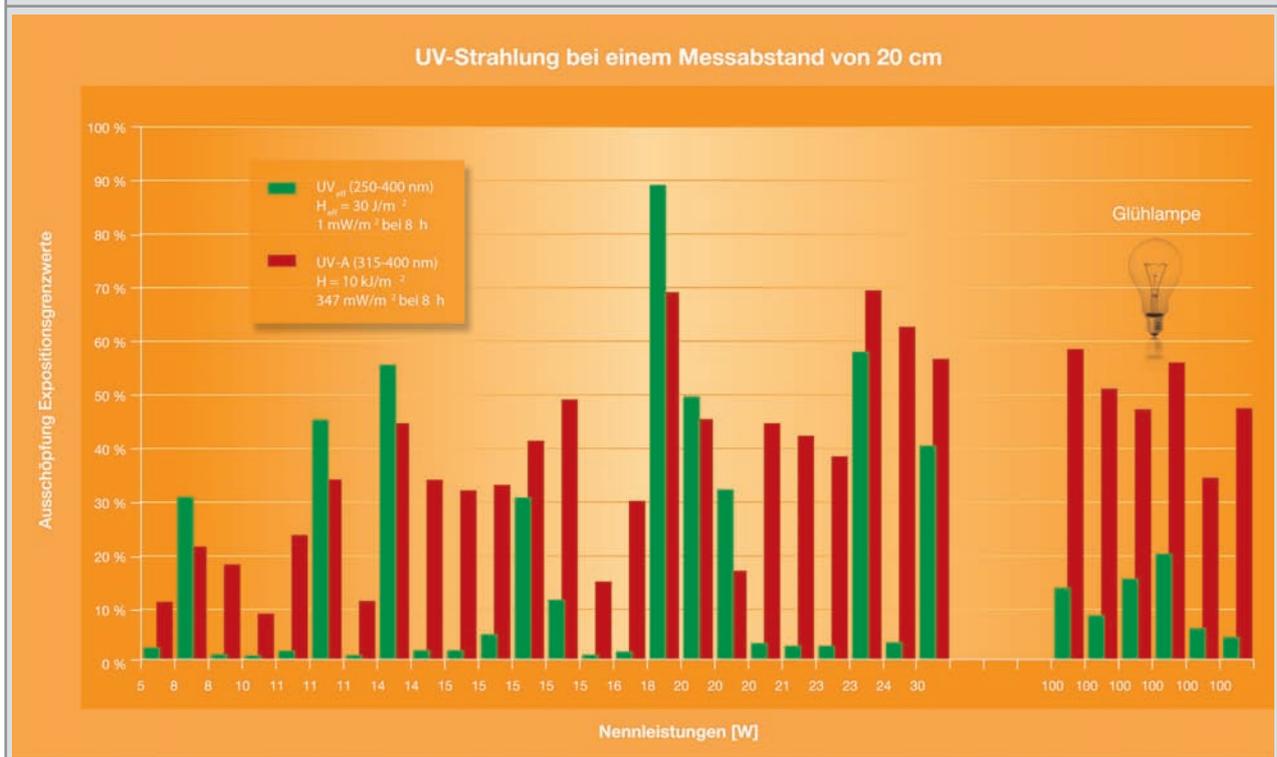
Für die gesundheitliche Bewertung einer photochemischen Schädigung der Netzhaut durch Blaulicht wird von einer Expositionsdauer eines 8-Stunden-Tages ausgegangen. Die vom BfS gemessenen Werte lagen mindestens um einen Faktor 3 unter dem Grenzwert. Im Vergleich dazu können klare Glühlampen und Halogenlampen eine deutlich höhere effektive Strahldichte aufweisen. Bei derartigen Lampen kann der Grenzwert bereits nach wenigen Minuten überschritten werden.

Bei der Risikobewertung bezüglich des Auges ist zu berücksichtigen, dass die oben angegebenen Werte jeweils Expositionssituationen zugrunde legen, in denen der Blick direkt auf die jeweilige Lichtquelle gerichtet ist. Da ein längerer Blick in intensive Lichtquellen aufgrund der Blendung meist vermieden wird, kann dies eine Überschätzung des Risikos bedeuten. Dennoch sollten gesundheitlich potenziell schädigende Anteile in der emittierten Strahlung so gering wie möglich gehalten werden. Dies trifft insbesondere für die UV-Strahlung zu.

Niederfrequente elektrische und magnetische Felder

Wie alle elektrisch betriebenen Produkte verursachen Lampen in ihrer Umgebung elektrische und magnetische Felder. Im Unterschied zur Glühlampe, bei deren Betrieb am Stromversorgungsnetz ausschließlich netzfrequente Felder auftreten, sind bei einer Kompaktleuchtstofflampe auch Komponenten in einem höheren Frequenzbereich zu berücksichtigen. Ursache hierfür ist das im Sockel der Lampe integrierte elektronische Vorschaltgerät, das nach dem Einschalten der Lampe die Betriebsspannung überwacht und den Lampenstrom begrenzt und steuert. Um eine hohe Lichtausbeute zu ermöglichen, arbeiten Vorschaltgeräte von Kompaktleuchtstofflampen mit Frequenzen von einigen zehn Kilohertz (kHz). Mit dem CE-Zeichen zeigen die Lampenhersteller oder Inverkehrbringer neben anderen Produkteigenschaften an, dass die emittierten Felder keine Funktionsbeeinträchtigungen anderer elektrischer Geräte verursachen (Elektromagnetische Verträglichkeit, EMV). Die diesbezüglichen in technischen Normen beschriebenen Prüfungen sind nicht geeignet, die Exposition von Personen zu bewerten. Hierfür steht auf Normungsebene ein standardisiertes Verfahren erst seit Dezember 2009 zur Verfügung (IEC 2009). Das Verfahren berück-

Abbildung 2: Ausschöpfung der Expositionsgrenzwerte für UV-Strahlung bezogen auf einen Messabstand von 20 cm und einer Expositionsdauer von 8 Stunden; links Kompaktleuchtstofflampen, rechts Glühlampen.



sichtigt die Bedingungen in der Umgebung von Beleuchtungseinrichtungen und kann auch auf die emittierten Felder von Kompaktleuchtstofflampen angewendet werden.

Biologische Wirkungen und empfohlene Höchstwerte

Unter der Voraussetzung entsprechend hoher Feldstärken können niederfrequente Felder Körperzellen elektrisch stimulieren. Gemäß einer Empfehlung des Europäischen Rates (Europäische Union 1999) zur Begrenzung der Exposition der allgemeinen Bevölkerung sind ab einer Frequenz von 100kHz zusätzlich thermische Wirkungen der im Körper induzierten Stromflüsse zu berücksichtigen. Die Betriebsfrequenzen von Kompaktleuchtstofflampen liegen üblicherweise unterhalb von 100kHz, so dass diesbezüglich nur Oberwellenteile zu bewerten sind.

Elektrische Reizwirkungen können ausgeschlossen werden, wenn der von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) vorgeschlagene und auf der Basis dieses Vorschlags vom Europäischen Rat empfohlene Höchstwert der im Körper hervorgerufenen Stromdichten nicht überschritten wird. Dabei wird der Frequenzabhängigkeit der Stimulationsschwellen von Nervenzellen mit einer frequenzabhängigen Festlegung des Basiswerts Rechnung getragen. Im Frequenzbereich des Netzstroms wird ein Höchstwert von 2 mA/m² empfohlen, während bei höheren Frequenzen proportional zur Frequenz steigende Werte zulässig sein können. Der jeweils empfohlene Höchstwert soll im Gewebe des zentralen Nervensystems nicht überschritten werden. In anderen Bereichen des Körpers können dagegen höhere Stromdichten auftreten (ICNIRP 1998). Die für die Bewertung zugrunde zu legenden Stromdichten sollen über einen Querschnitt von 1 cm² senkrecht zur Stromrichtung im Körper gemittelt werden.

Basierend auf dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand sind keine nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten, wenn die Höchstwerte eingehalten werden.

Expositionen und gesundheitliche Bewertung

In früheren Untersuchungen wurden in Ermangelung eines allgemein akzeptierten Standards unter-

schiedliche Verfahren zur Bestimmung der relevanten Größen eingesetzt. Die Resultate sind daher in der Regel nur bedingt miteinander vergleichbar.

Das BfS hat im Jahr 2008 zusammen mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) und der Fachhochschule Augsburg Messungen an 37 handelsüblichen Kompaktleuchtstofflampen durchgeführt (Eder et al. 2009). Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte vornehmlich anhand der von der ICNIRP entwickelten und von der EU empfohlenen, frequenzabhängigen Referenzwerte. Die Referenzwerte entsprechen den außerhalb des Körpers messbaren Feldstärken und können im Unterschied zu den Basiswerten, die im Körper definiert sind, vergleichsweise einfach bestimmt werden. Die Referenzwerte sind aus den Basiswerten so abgeleitet, dass bei Einhaltung der Referenzwerte von der Einhaltung des jeweiligen Basiswerts ausgegangen werden kann. Wird ein Referenzwert dagegen überschritten, ist dies nicht gleichbedeutend mit der Überschreitung des Basiswerts. In einem solchen Fall muss die Einhaltung des Basiswerts vielmehr direkt geprüft werden.

Für die Betriebsfrequenzen wurden in einem praxisnahen Abstand von höchstens 30 cm für das elektrische Feld Messwerte zwischen 1 und 59 V/m entsprechend maximal 68% des Referenzwertes ermittelt. Mit zunehmendem Abstand nehmen die Feldstärken sehr schnell ab. Bei einem vom Hersteller als "strahlungsarm" beworbenen Lampentyp traten im Vergleich zu anderen Lampen gleicher elektrischer Leistung um mehr als 90% geringere elektrische Feldstärken auf. Die magnetischen Feldstärken waren sowohl bei der jeweiligen Betriebs- als auch bei der Netzstromfrequenz gering und erreichten bei keiner Lampe mehr als 1% des jeweils gültigen Referenzwertes (**Abbildung 3**).

Elektrische Felder bei der Netzstromfrequenz 50 Hz wurden nur exemplarisch an einigen Lampen gemessen. Verglichen mit Werten, die bereits eine unter Spannung stehende Lampenfassung alleine verursacht, ergaben sich dabei nur geringfügig höhere Werte, die alle unter 2% des Referenzwertes (5 kV/m) lagen und sich nicht von den Werten für eine zum Vergleich herangezogene Glühlampe unterschieden.

Die Daten zeigen, dass in Abständen von höchstens 30 cm bei allen untersuchten Lampen von der Einhaltung der Basiswerte ausgegangen werden kann.

Abbildung 3: Ausschöpfung der Referenzwerte für das elektrische und magnetische Feld im Bereich der Betriebsfrequenz (einige zehn Kilohertz) von Kompaktleuchtstofflampen (KLL). Zum Vergleich wird die Ausschöpfung des Referenzwertes für das elektrische Feld einer Standardglühlampe bei 50 Hz gezeigt.



Zusätzliche Abschätzungen der im Körper induzierten Stromdichten auf Basis des in der erwähnten internationalen Norm vorgeschlagenen Verfahrens (IEC 2009) und zusätzlicher numerischer Simulationsrechnungen lassen auch bei geringeren Abständen keine Überschreitung erwarten. Gestützt wird diese Einschätzung durch kürzlich publizierte Daten (Jagadish et al. 2010). Diese geben – basierend auf einem neu entwickelten Messverfahren – bei einem Abstand von nur 2 cm für 11 untersuchte Kompaktleuchtstofflampen die im Körper hervorgerufenen Stromdichten mindestens einen Faktor 10 unter den empfohlenen Höchstwerten an.

Gesundheitlich relevante akute Wirkungen der niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder können somit ausgeschlossen werden. Über Langzeitwirkungen liegen in diesem Frequenzbereich allerdings nur wenige Daten vor.

Zusammenfassung und Empfehlungen

Glüh- und Kompaktleuchtstofflampen unterscheiden sich hinsichtlich mehrerer für den Strahlenschutz wichtiger Charakteristika nur graduell. Die von den untersuchten Kompaktleuchtstofflampen

emittierten niederfrequenten Felder weisen eine große Streubreite auf, führen aber auch in geringen Abständen nicht zu Expositionen jenseits der empfohlenen Höchstwerte. Diese Beurteilung beruht auf Daten aus begrenzten Stichproben und unterliegt den damit verbundenen Einschränkungen. Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind nicht zu erwarten, es bestehen aber nach wie vor Unsicherheiten bei der Bewertung lang anhaltender bzw. wiederholter Expositionen.

Die UV-Strahlung einiger untersuchter Kompaktleuchtstofflampen kann bei geringen Abständen und lang anhaltenden Expositionen die Größenordnung beruflicher Grenzwerte erreichen. Diese sollten für die Allgemeinbevölkerung allerdings deutlich unterschritten werden. Die Streubreite der Bestrahlungsstärken ist sehr groß und liegt in derselben Größenordnung wie sie auch bei Glühlampen auftritt. Die UV-A- und Blaulichtanteile von Glühlampen können bei einem direkten, länger andauernden Blick in die Lichtquelle den hierfür vorgesehenen Grenzwert sogar deutlich früher erreichen.

Lampen für den Hausgebrauch werden in nicht kontrollierten Umgebungen zusammen mit anderen Quellen elektromagnetischer Felder betrieben. Sie

sollten insgesamt nur geringe elektromagnetische Strahlung außerhalb des sichtbaren Wellenlängenbereichs emittieren. Diese vorsorgliche Forderung wird durch die folgenden Punkte unterstützt:

- UV-Strahlung ist karzinogen.
- Bereits schwache UV-Strahlung kann negative gesundheitliche Wirkungen auslösen. Im Unterschied zu akuten Wirkungen kann in Bezug auf mögliche Langzeitriskiken keine als sicher geltende untere Expositionsschwelle angegeben werden. Personen mit Vorerkrankungen oder Personen, die Medikamente einnehmen, könnten empfindlicher reagieren.
- Die gesundheitlichen Risiken elektromagnetischer Felder mit Frequenzen im Kilohertzbereich sind weniger gut untersucht, so dass die gesundheitliche Bewertung in diesem Frequenzbereich zusätzlichen Unsicherheiten unterliegt.

Wer seine persönliche Exposition minimieren möchte, kann für Beleuchtungssituationen, in denen nur ein geringer Abstand zur Leuchte besteht, Kompaktleuchtstofflampen mit einem zusätzlichen äußeren Glas- oder Kunststoffkolben nutzen. Derartige Lampen haben in den Untersuchungen vergleichsweise wenig UV-Strahlung emittiert, während Messungen an Lampentypen ohne Zusatzkolben im Einzelnen auch höhere Werte ergaben. Niederfrequente elektrische Felder können durch geerdete Lampenschirme oder durch Maßnahmen der Hersteller direkt an den Lampen reduziert werden. Hersteller können auch durch die Verwendung geeigneter Lampenrohre die UV-Abstrahlung reduzieren. Zur einfachen Orientierung der Verbraucher und Verbraucherinnen sollten Hersteller oder Inverkehrbringer solche Lampen, die auch dem vorsorglichen Strahlenschutz in besonderer Weise gerecht werden, entsprechend kennzeichnen. Hierfür steht mittlerweile das Umweltzeichen "Der blaue Engel" zur Verfügung, das eine für die Verbraucherinnen und Verbraucher einfach erkennbare und etablierte Kennzeichnung darstellt.

Literaturverzeichnis

Eder H et al. (2009): Elektrische und magnetische Felder von Kompaktleuchtstofflampen – Ermittlung und Bewertung, Strahlenschutzpraxis 3/2009: 59 – 67.

Europäische Union (1999): EMPFEHLUNG DES RATES vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz).

Europäische Union (2006): Richtlinie 2006/25/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 5. April 2006 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung).

Europäische Union (2009): VERORDNUNG (EG) Nr. 244/2009 DER KOMMISSION vom 18. März 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht.

ICNIRP (1998): Response to Questions and Comments on the Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics 75 (4): 438 – 439.

IEC (2009): IEC 62493:2009-12: Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields.

Jagdish N et al. (2010): Assessment of EM Exposure of Energy-Saving Bulbs & Possible Mitigation Strategies (Final Report), <http://www.itis.ethz.ch/downloads/ITIS-ESB-Final-Report-2010.pdf> (Abrufdatum: 31.08.2010).

Khazova M, O'Hagan J B (2008): Optical radiation emissions from compact fluorescent lamps, Radiation Protection Dosimetry (2008) 131 (4): 521 – 525.

SCENIHR (2008): Scientific Committee on Emerging and Newly-Identified Health Risks, Scientific opinion on light sensitivity, 23 September 2008.

Süring K (2010): Gesundheitliche Gefahr durch Quecksilber in Energiesparlampen? UMID 1/2010: 7 – 11.

Kontakt

Dirk Geschwentner
Bundesamt für Strahlenschutz
Arbeitsgruppe SG 1.2
Willy-Brandt-Straße 5
38226 Salzgitter
E-Mail: dgeschwentner[at]bfs.de

[BfS]

Urlaubszeit ade – und damit auch Entwarnung vor giftigen Strandartikeln? Deutsche Initiative gegen PAK in Verbraucherprodukten

Farewell to holiday season – and to toxic beach articles?
German initiative aims at restricting PAH in consumer products

Marc Pritzsche, Enken Hassold, Johanna Wurbs

Abstract: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) are regularly detected in consumer products, most often in articles such as flip-flops, handholds, or toys made of rubber or soft-PVC. PAH are by-products during the processing of petroleum and coal and comprise approx. 10.000 different compounds. Many PAH are highly toxic and may cause cancer. An initiative of German agencies aims at protecting consumers by banning PAH in these products. This summer a restriction procedure for PAH was proposed, aiming at an extremely quick proceeding, referring to article 68 (2) of the chemical legislation REACH. This restriction will apply for the use and marketing of products with a concentration exceeding the detection limit of 0.2 mg PAH per kilogram. Now, the European Commission has to decide. In the meanwhile, consumers are urged to pay attention to rubber and soft PVC products mainly in the low-budget section until less toxic alternatives are available.

Einleitung

Aus dem Sommerurlaub am Strand zurück, Reisetaschen und Koffer ausgepackt und Luftmatratze, Badelatschen und Buddeleimer schon wieder im Keller verstaut? Bei so manchem Strandspielzeug sollte man sich überlegen, ob man es wirklich noch einmal hervorholen will. Denn jedes Jahr vor der Urlaubssaison berichten Umwelt- und Verbraucherschützer über hohe Chemikalienbelastungen in Strandartikeln. Bei Produkten aus Gummi oder Weich-PVC, wie Badelatschen oder Luftmatratzen, werden dabei besonders oft sogenannte Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) nachgewiesen. Und diese sind giftig für Mensch und Umwelt.

Um Verbraucherinnen und Verbraucher besser schützen zu können, haben deutsche Behörden in diesem Jahr eine Initiative gestartet, um giftige PAK aus Verbraucherprodukten zu verbannen – nicht nur aus Strandartikeln, sondern aus allen belasteten Produkten – und das möglichst schnell.

Was sind PAK und wo kommen sie her?

Die Stoffgruppe der PAK ist sehr divers und umfasst etwa 10.000 verschiedene Verbindungen. Sie sind aus mehrgliedrigen Ringen von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen aufgebaut, die direkt miteinander verbunden sind. Einzelne PAKs können sich in ihrer Molekülgröße sehr unterscheiden, von sehr klein bis recht groß, was sich dann auch in ihren

chemischen Eigenschaften widerspiegelt. PAK lösen sich im Wasser schlecht, binden jedoch gut an Staub oder Bodenpartikel.

PAK fallen als Nebenprodukte bei der Verarbeitung von Erdölen oder Kohle an. Bei jedem unvollständigen Verbrennungsprozess von organischem Material, beispielsweise Holz, Kohle, Öl, Diesel oder auch Tabak, entstehen PAK. Je niedriger die Temperatur bei der Verbrennung ist, umso unvollständiger ist die Verbrennung und desto mehr PAK entstehen. Neben Erdöl und Kohle selbst können auch alle Produkte, die aus ihnen hergestellt worden sind, PAK enthalten, soweit sie nicht durch Verarbeitungsschritte wie Destillationen oder Raffinationen entfernt worden sind. Dementsprechend sind bestimmte schwere Raffinerieprodukte wie Wachse, Öle oder Teer PAK-haltig. In solchen Gemischen treten viele hundert Einzelverbindungen der Gruppe auf. Chemische Analysen müssen deswegen stellvertretend für eine Auswahl besonders bekannter und problematischer PAK durchgeführt werden, beispielsweise Benzo[a]pyren.

Wie wirken PAK?

PAK stehen seit Jahrzehnten wegen ihrer problematischen Eigenschaften im Fokus von Wissenschaft und Öffentlichkeit. Problematisch sind vor allem die PAK, die krebserregend wirken. Einer der für die Gesundheit gefährlichsten und zugleich auch bekanntesten Vertreter der PAK ist Benzo[a]pyren,

das besonders krebserregend ist. PAK können über die Lunge, den Mund oder die Haut in den Körper gelangen. Deshalb sind sie gerade in Gummi- und PVC-Artikeln, mit denen man direkt in Kontakt kommt, wie beispielsweise Luftmatratzen, Spielzeug oder Schuhen, die barfuß getragen werden, problematisch.

Funde von PAK in Verbraucherprodukten

Besonders Kunststoffprodukte sind häufig mit PAK belastet. Fast immer ist das die Folge der Verwendung von PAK-haltigen Weichmacherölen, die als Nebenprodukte der Kohle- bzw. Erdölverarbeitung anfallen. Sie werden verwendet, da sie Kunststoffe weich und biegsam machen und finden sich deshalb in Gummi oder Weich-PVC. Auch schwarze Kunststoffe können PAK enthalten, da diese oft mit unbehandeltem Ruß versetzt worden sind. Typische Anwendungsgebiete PAK-belasteter Materialien sind beispielsweise Handgriffe, Ummantelungen, Kabel oder Produkte aus Altreifengranulat. Aber auch Spielzeuge oder Schuhe sind oft belastet.

Tester werden leider immer wieder fündig, und zwar das ganze Jahr über: Seien es Karnevalsmasken (Öko-Test, Januar 2010), Kinderwagengriffe und -reifen (Stiftung Warentest, August 2009) oder die Griffe von Fahrradergometern (Stiftung Warentest, November 2008) – viele Produkte mit weichen Kunststoffen sind betroffen. Insbesondere in sehr preiswerten Produkten werden immer wieder starke PAK-Belastungen nachgewiesen. Dies beweisen beispielsweise Testkäufe von Luftmatratzen in Strandgeschäften am Mittelmeer (Öko-Test, Juli 2010). In der gleichen Ausgabe wurden erhöhte PAK-Werte in zahlreichen Freizeit-Sandalen gefunden. Schon 2008 fand das Umweltbundesamt (UBA) sehr hohe Schadstoffwerte in einer Badelatsche.

Deutsche Initiative zur Beschränkung von PAK

Die Behörden fordern schon länger zu handeln. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) äußerte beispielsweise schon 2007, PAK in verbrauchernahen Produkten so weit wie möglich zu minimieren (BfR 2009). Doch bislang sind sie in Verbraucherprodukten immer noch zulässig. Lediglich für Weichmacheröle, die in Autoreifen verwendet werden, gilt seit Anfang 2010 europaweit ein Grenzwert von 10 Milligramm PAK pro Kilo-

ogramm Weichmacheröl (Chemikalienverordnung REACH, VO (EG) Nr. 1907/2006), Anhang XVII, Nr. 50). Doch was für Autoreifen gilt, trifft auf die Reifen eines Kinderwagens oder eines Spielzeugautos noch lange nicht zu: Für diese Produkte gibt es derzeit keinen Grenzwert.

Eine deutsche Initiative will das möglichst schnell ändern: Das Bundesministerium für Umwelt (BMU) und das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) beauftragten die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und das Umweltbundesamt (UBA), für die PAK ein sogenanntes Beschränkungs-dossier nach der Europäischen Chemikalienverordnung REACH zu erarbeiten. Darin werden die Belastungen analysiert sowie das Risiko und die Alternativen zu PAK in Verbraucherprodukten bewertet. Konkret schlagen die Behörden eine EU-weite Beschränkung der Verwendung und Vermarktung von Produkten vor, die eine PAK-Konzentration größer der Nachweisgrenze von 0,2 Milligramm PAK pro Kilogramm aufweisen.

Anfang Juni legten die beiden Ministerien das Dossier der Europäischen Kommission vor und baten diese, die geforderte Beschränkung nach einem vereinfachten, beschleunigten Verfahren umzusetzen (nach Artikel 68 Absatz 2 der REACH-Verordnung). Dieses Verfahren ist für alle krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Stoffe, kurz CMR-Stoffe, möglich, die von Verbraucherinnen und Verbrauchern verwendet werden könnten.

Die Europäische Kommission muss nun entscheiden, ob sie den Vorschlag rasch in ein EU-weites Gesetz umsetzt. Dann hätten die EU-Bürger ein regelmäßig wiederkehrendes Chemikalienproblem weniger.

Was können Verbraucherinnen und Verbraucher tun?

Die stark belasteten Produkte lassen sich leider häufig nicht einfach durch Augenscheinnahme erkennen. Ein Anzeichen für eine Belastung mit PAK kann sein, dass Gummi- oder Weich-PVC-Produkte beim Kauf einen starken Geruch nach "Gummi" oder Öl haben. Ebenso können Produkte aus schwarzem Kunststoff unbehandelten Ruß enthalten, der besonders viele PAK enthält. Insbesondere

bei Produkten aus dem importierten Billigsegment werden immer wieder hohe Konzentrationen von Schadstoffen (nicht nur PAK) gefunden. Hier werden besonders gerne PAK-haltige Weichmacheröle eingesetzt, da diese eben besonders billig sind. Oftmals wären Weichmacheröle bei Verwendung anderer Kunststoffrezepturen gar nicht notwendig, so dass das PAK-Problem hier durchaus vermeidbar wäre. Doch PAK-freie Weichmacheröle sind teurer.

Verbraucherinnen und Verbraucher sollten auf das freiwillige GS-Zeichen achten. Dieses wird Produkten verliehen, die neben anderen Schadstoffen auch auf den PAK-Gehalt getestet wurden und einen bestimmten Grenzwert nicht überschreiten dürfen. Produkte mit dem Zeichen sind deswegen zu empfehlen. Bei schon gekauften Produkten, wie Fahrradhandgriffen, Reifen oder Plastikspielzeugen, die belastet sein könnten, ist ein Haut- und Mundkontakt möglichst zu vermeiden.

Generell können sich Verbraucherinnen und Verbraucher vor dem Kauf im Geschäft informieren. Denn die neue Chemikalien-Verordnung REACH erlegt Herstellern und Anbietern von diesen besonders besorgniserregenden Stoffen und Erzeugnissen eine Informationspflicht gegenüber dem Käufer auf. Das UBA strebt mit seiner Strategie an, möglichst viele dieser problematischen PAK als besonders besorgniserregend zu identifizieren. Somit wären PAK-haltige Produkte erkennbar und Alternativen könnten eher den Weg auf den Markt finden. Vorerst ist es jedoch empfehlenswert, beim Kauf auf schadstoffarme Produkte zu achten und problematisches Strandspielzeug beim nächsten Urlaub im Keller zu lassen.

Weitere Informationen zu besorgniserregenden Industriechemikalien und der Europäischen Chemikalienverordnung REACH stehen unter <http://www.reach-info.de> zur Verfügung. Berichte der Stiftung

Warentest über Nachweise von PAK in getesteten Produkten finden sich unter <http://www.test.de>.

Auch Öko-Test hat zahlreiche Produkte getestet und PAK gefunden: <http://www.oeko-test.de>.

Das Dossier zu dem Beschränkungsvorschlag der Deutschen Behörden für PAK in Produkten ist online unter <http://www.reach-clp-helpdesk.de/cae/servlet/contentblob/1116964/publicationFile/89570/PAK-Dossier-PAK.pdf> verfügbar.

Literatur

BfR (2009): PAK in verbrauchernahen Produkten müssen so weit wie möglich minimiert werden, BfR-Stellungnahme Nr. 025/2009, aktualisiert am 8. Juni 2009. (<http://www.bfr.bund.de>).

BfR (2010): Krebserzeugende polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in Verbraucherprodukten sollen EU-weit reguliert werden – Risikobewertung des BfR im Rahmen eines Beschränkungsvorschlages unter REACH, BfR-Stellungnahme Nr. 032/2010, vom 26. Juli 2010. (<http://www.bfr.bund.de>).

Kontakt

Dr. Marc Pritzsche
Umweltbundesamt
Fachgebiet IV 2.3 "Chemikalien"
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau
E-Mail: [marc.pritzsche\[at\]uba.de](mailto:marc.pritzsche[at]uba.de)

[UBA]

Rückblick: Epidemiologie und Infektionsschutz im zeitlichen Verlauf der Influenzapandemie (H1N1) 2009

Bericht der Abteilung 3 des Robert Koch-Instituts (RKI)

Chronology of the epidemiology and public health strategy during the influenza pandemic (H1N1) 2009 in Germany

Abstract: *On April 21, 2009, for the first time the isolation of a new variant of the influenza virus A(H1N1) taken from two patients in California was reported (CDC 2009). The newly isolated virus was a reassortant from four different "mother" strains: North American swine, Eurasian swine, avian and human influenza. Soon it became clear that this virus would cause the first pandemic of the 21st century. On March 22 and 23, 2010 the Robert Koch Institute had invited 85 participants to evaluate the experiences made during this pandemic. The report of this first evaluation was published in the Bundesgesundheitsblatt (Krause G, Gilsdorf A, Becker J et al. 2010). A second, complementing report published in the Epidemiologisches Bulletin 21/2010 had the goal to give an overview of the chronology of the epidemiology as well as the public health strategies chosen. In addition, it aimed to show which detail in regard to (international) epidemiological knowledge was known at the time (RKI 2010). This UMID publication reproduces the latter report in a shortened version.*

Am 21.04.2009 wurde erstmals über die Isolierung einer neuen Variante des Influenzavirus A (H1N1) von zwei Patienten in Kalifornien berichtet (CDC 2009). Bei dem isolierten Virus handelte es sich um eine Reassortante mit Bestandteilen aus vier verschiedenen Viren (nordamerikanische Schweineinfluenza, eurasische Schweineinfluenza, aviäre Influenza, humane Influenza). Bald wurde klar, dass dieses Virus die erste Pandemie des 21. Jahrhunderts verursachen würde.

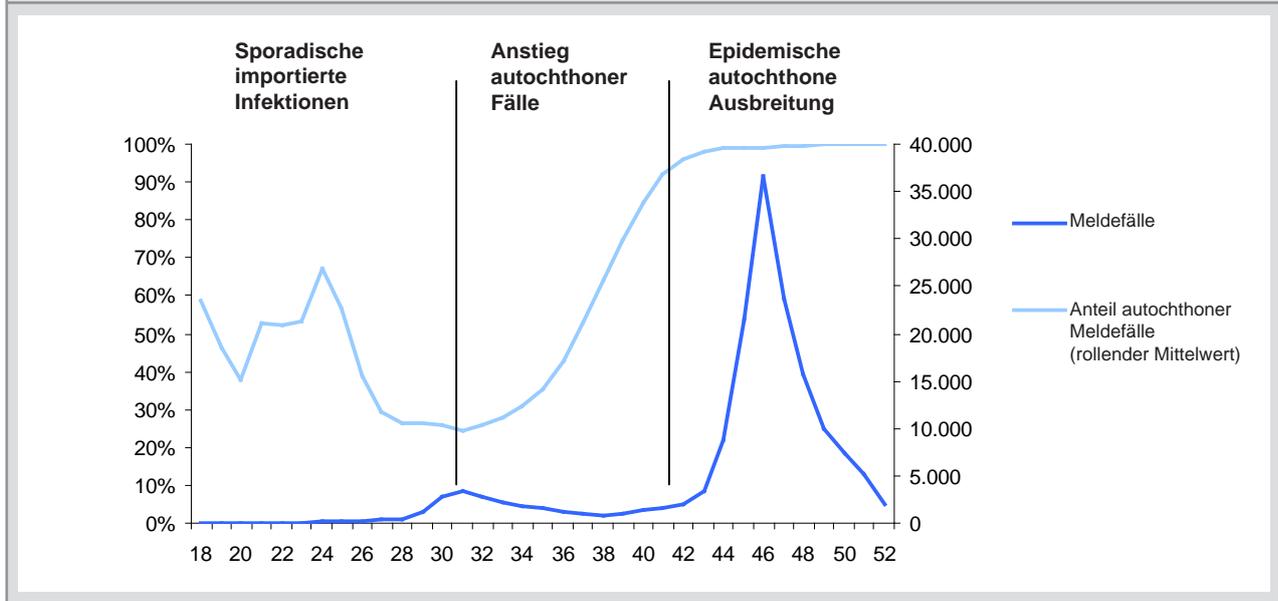
Der Bericht über einen ersten Austausch der im Rahmen der Pandemie gesammelten Erfahrungen, zu dem das RKI am 22. und 23.03.2010 85 Teilnehmer eingeladen hatte, wurde im Bundesgesundheitsblatt veröffentlicht (Krause G, Gilsdorf A, Becker J et al. 2010). Ergänzend dazu hat der im Epidemiologischen Bulletin 21/2010 mit dem oben genannten Titel publizierte Bericht das Ziel, sowohl einen Überblick über den **zeitlichen Verlauf der epidemiologischen Ereignisse** als auch über die jeweiligen **Infektionsschutzstrategien** zu skizzieren. Weiterhin soll verdeutlicht werden, **welche epidemiologischen Erkenntnisse** zu welchem Zeitpunkt **international** vorlagen und wie diese im Verhältnis zu der in Deutschland beobachteten Situation stehen (RKI 2010). In dem hier vorliegenden UMID-Beitrag erscheint dieser Bericht in gekürzter Form.

Zeitlicher Ablauf

Am Freitag, dem 24.04.2009 – der im Folgenden als Tag 0 definiert wird –, rief das RKI die 16 Seuchenreferenten der Bundesländer in einer Telefonkonferenz zusammen und aktivierte das Lagezentrum. Einen Tag darauf (25.04.2009 – Tag 1) deklarierte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) die Situation offiziell als ein "internationales Ereignis mit Bedrohung der öffentlichen Gesundheit" (public health emergency of international concern; PHEIC). Bis zum folgenden Sonntag (Tag 2) hatte das RKI in enger Abstimmung mit den Seuchenreferenten mehr als zehn notwendige Dokumente mit Empfehlungen zum Infektionsschutz und zur Surveillance sowie Informationen für Flugreisende in drei verschiedenen Sprachen im Internet bereitgestellt und über die Landesbehörden an die über 400 Gesundheitsämter verteilt. Innerhalb einer weiteren Woche hatte die WHO die Pandemiewarnstufen 4 (Tag 3) und 5 (Tag 5) ausgerufen. Am Tag 6 wurde die Influenzakommission zur Beratung des RKI im Pandemiefall (Pandemiekommission) erstmals zusammengerufen.

Der Verlauf der Pandemie bis zum Jahresende kann epidemiologisch grob in drei Zeiträume getrennt werden: A) sporadisches Auftreten überwiegend importierter Infektionen, B) Anstieg autochthoner (inländischer) Übertragungen bei noch begrenzten

Abbildung 1: Anzahl der gemeldeten Fälle an pandemischer Influenza (H1N1) 2009 und Anteil der autochthonen Fälle an allen gemeldeten Fällen pandemischer Influenza (H1N1) 2009.



Meldezahlen und C) autochthone epidemische Ausbreitung (**Abbildung 1**).

Entsprechend den mit diesen Zeiträumen einhergehenden Änderungen der Situation wurden der Umfang von Infektionsschutzmaßnahmen und der Surveillanceaufwand angepasst, so dass kurz vor Beginn der eigentlichen Erkrankungswelle im Oktober 2009 schließlich nur noch die Maßnahmen empfohlen wurden, welche üblicherweise auch für die saisonale Influenza gelten. Die Zielsetzungen der während der zu erwartenden Abschnitte zu verfolgenden Präventionsstrategien wurden bereits am 06.07.2009, also noch während des ersten Zeitraums, im *Epidemiologischen Bulletin* angekündigt und skizziert (RKI 2009).

Lagezentrum am RKI

Das Lagezentrum am RKI hatte die ersten etwa 250 Fallmeldungen aus Gründen des zusätzlichen Informationsbedarfes und wegen der oftmals zentral am NRZ (Nationales Referenzzentrum) zu organisierenden Befundbestätigung unabhängig vom üblichen elektronischen Meldeweg erfasst. Ab der 18. KW wurde versucht, die zusätzlichen Informationen über eine Freitexterfassung elektronisch zu übermitteln. Weitere wesentliche Tätigkeiten des RKI-Lagezentrums bestanden darin, die internationalen Daten auszuwerten, Landesbehörden und Gesundheitsämter zu beraten, Abstimmungsprozesse auf nationaler und internationaler Ebene zu

organisieren und die fachspezifischen Teams im RKI auf neue Situationen und Informationsbedürfnisse hinzuweisen. Das Lagezentrum war rund um die Uhr an allen 7 Tagen der Woche besetzt. Insgesamt wurden unzählige E-Mail-Anfragen und Telefonate beantwortet und über 1.000 Arbeitsaufträge koordiniert. Nach den ersten Monaten wurden die Arbeitszeiten und Besetzungen situationsangepasst reduziert.

Von Tag 3 an bis zur 19. KW hatte das RKI eine eigene **Telefon- und E-Mail-Hotline** betrieben, in der über 2.000 Anfragen bearbeitet wurden. Nach Etablierung entsprechender Strukturen von Seiten des BMG und der Landesbehörden wurden allgemeine Bürgeranfragen an diese Stellen weitergeleitet. Anfragen aus der Fachöffentlichkeit und insbesondere aus dem Öffentlichen Gesundheitsdienst (ÖGD) wurden weiterhin vom RKI beantwortet.

In der 18. KW (Tag 7) hatte das RKI ein erstes **Feld-Team** nach Mallersdorf (Bayern) entsandt, um das örtliche Gesundheitsamt bei der infektiionshygienischen Einschätzung zu unterstützen und auch aufbauend auf ein bereits genehmigtes und erprobtes Studienprotokoll eine prospektive Erfassung entscheidender epidemiologischer Parameter vorzunehmen. Bis zur 31. KW folgten 15 weitere Vor-Ort-Einsätze in 12 Städten mit einer durchschnittlichen Dauer von 4,6 Tagen, bei der insgesamt 119 Teilnehmer (36 Indexpatienten und 83 Haushaltskontakte) intensiv prospektiv begleitet

wurden. Erkenntnisse aus den Vor-Ort-Studien und den fallbezogenen Meldedaten flossen unmittelbar in die Beratung politischer Entscheidungsträger ein, dienten der Anpassung von Empfehlungen und wurden national und international publiziert (RKI 2009; RKI 2010; Suess T, Buchholz U, Dupke S et al. 2010; Gilsdorf A, Poggensee G 2009).

In den ersten zwei Monaten waren 94 Personen im Lagezentrum des RKI mit insgesamt 560 Personentagen tätig. Die 15 Vor-Ort-Einsätze mit Teams aus zwei bis vier Epidemiologen dauerten jeweils zwei bis acht Tage und nahmen insgesamt 127 Personentage in Anspruch. Hierzu wurden Personalressourcen aus allen Organisationseinheiten zusammengezogen. Eine generelle Urlaubssperre wurde aufgrund der zu erwartenden Dauer der Beanspruchung nicht vorgenommen, wohl aber wurden die Dauer der Urlaubsepisoden verkürzt und Vertretungsregelungen besser abgesichert. Im Rahmen von bezahlten Überstunden bei bestehendem Personal wurden €441.404 zusätzlich ausgegeben, hinzu kamen €360.415 für Labor und andere Sachmittel und €370.819 für die Anstellung zusätzlichen Personals (Werkverträge, studentische Hilfskräfte etc.).

Diese Mittel wurden aus dem RKI-Haushalt auf Kosten anderer Projekte getragen. Ebenso wurde durch die Umwidmungen von Personalressourcen eine Reihe von Drittmittelanträgen sowie anderer Dienstleitungen und Projekte nicht realisiert, deren ökonomischer Gegenwert nicht bezifferbar ist.

Rückblickende Bewertung der Influenzapandemie (H1N1) 2009

Im Rückblick zeigt sich, dass Deutschland auch im Vergleich zu anderen Ländern der Nordhalbkugel bzw. Europas und insbesondere im Vergleich zu früheren Pandemien insgesamt einen günstigen Verlauf der Influenzapandemie erlebte. Die Krankheitslast im ambulanten Bereich war mit einer mittelschweren saisonalen Influenzawelle vergleichbar, Beginn und Höhepunkt der Ausbreitung fanden jedoch zu einem deutlich früheren Zeitpunkt im Jahr statt. Schwere und tödliche Erkrankungen waren zwar seltener als bei der saisonalen Influenza, betrafen dafür aber in besonderem Maße deutlich jüngere Altersgruppen.

Tabelle 1: Letalität pandemischer Influenza (H1N1) 2009, Publikationen 2009.

Publikationsdatum	Land	Letalität	Methode	Referenz
11.05.09	Mexico	0,09 % (0,07–0,4)	Zahl bestätigter Todesfälle, Modellierung der Infizierten	Fraser et al. ¹
20.08.09	weltweit	0,6 % (0,1–5,1)	Zahl gemeldeter Todesfälle/gemeldete Fälle	Vaillant et al. ²
27.08.09	Neuseeland	0,005 %	Schätzung von ILI (7,5%), 16 Fälle mit Haupttodesursache Neue Influenza	Baker et al. ³
22.10.09	Peru	1,7 %	Zahl laborbestätigter Fälle/bestätigte Todesfälle	Gomez et al. ⁴
10.12.09	UK	0,026 % (0,01–7)	Schätzung von H1-positiven ILI, gemeldete Todesfälle mit Neuer Influenza	Donaldson et al. ⁵
12.12.09	USA	0,01–0,07 %	Schätzung symptomatisch Erkrankter, Modellierung mit 6 % Todesfällen/Hospitalisierte	Reed et al. ⁶
08.12.09	USA	0,05 % (0,03–0,1) 0,007 % (0,005–0,009)	Schätzung der Todesfälle/symptomatischer Fälle; Telefonsurvey: bestätigte Todesfälle/Erkrankungsrate	Presanis et al. ⁷

¹ Fraser C, Donnelly CA, Cauchemez S, et al.: Pandemic potential of a strain of influenza A (H1N1): early findings. Science 2009; 324(5934): 1557–1561.

² Vaillant L, La Ruche G, Tarantola A, Barboza P: Epidemiology of fatal cases associated with pandemic H1N1 influenza 2009. Euro Surveill 2009; 14(33).

³ Baker MG, Wilson N, Huang QS, et al.: Pandemic influenza A(H1N1)v in New Zealand: the experience from April to August 2009. Euro Surveill 2009; 14(34).

⁴ Gomez J, Munayco C, Arrasco J, et al.: Pandemic influenza in a southern hemisphere setting: the experience in Peru from May to September, 2009. Euro Surveill 2009; 14(42).

⁵ Donaldson LJ, Rutter PD, Ellis BM, et al.: Mortality from pandemic A/H1N1 2009 influenza in England: public health surveillance study. BMJ 2009; 339: b5213.

⁶ Reed C, Angulo FJ, Swerdlow DL, et al.: Estimates of the prevalence of pandemic (H1N1) 2009, United States, April–July 2009. Emerg Infect Dis 2009; 15(12): 2004–2007.

⁷ Presanis AM, De Angelis D, Hagy A, et al.: The severity of pandemic H1N1 influenza in the United States, from April to July 2009: a Bayesian analysis. PLoS Med Dec 2009; 6(12): e1000207.

Tabelle 2: Gesamtmortalität pandemischer Influenza (H1N1) 2009 pro 100.000 Einwohner im internationalen Vergleich, Publikationen 2010.

Publikationsdatum	Land	Mortalität	Methode	Referenz
KW 10/2010	Deutschland	0,3	laborbestätigt	AGI-Wochenbericht ¹
KW 8/2010	Frankreich	0,5	laborbestätigt	ECDC-Weekly Influenza Surveillance Overview ²
KW 8/2010	Spanien	0,6	laborbestätigt	ECDC-Weekly Influenza Surveillance Overview ²
KW 8/2010	UK	0,7	laborbestätigt	ECDC-Weekly Influenza Surveillance Overview ²
KW 9/2010	USA	0,7	labor./syndr.	CDC-Weekly Influenza Surveillance Report ³
KW 9/2010	Australien	0,9	labor./syndr.	Australian Influenza Surveillance Report ⁴
KW 9/2010	Kanada	1,3	Sentinel KH	PHAC-Weekly Influenza Report ⁵

¹ AGI: AGI-Wochenbericht 10/2010. 2010.

² ECDC: Weekly Influenza Surveillance Overview 08/2010. 2010.

³ CDC: Weekly Influenza Surveillance Report 09/2010. 2010.

⁴ Australian Influenza Surveillance Report 09/2010. 2010; [http://www.healthemergency.gov.au/internet/healthemergency/publishing.nsf/Content/EB136394E79CA5E2CA2576A50010783A/\\$File/ozflu-no9-2010.pdf](http://www.healthemergency.gov.au/internet/healthemergency/publishing.nsf/Content/EB136394E79CA5E2CA2576A50010783A/$File/ozflu-no9-2010.pdf).

⁵ PHAC: Weekly Influenza Report 09/2010. 2010.

Es stellt sich somit die Frage, ob nicht bereits im Juni oder Juli 2009 auf einen großen Teil der empfohlenen Maßnahmen und Aktivitäten hätte verzichtet werden können. Die Situation war jedoch zu den Zeitpunkten der jeweiligen Beratungen und Entscheidungen nicht so offenkundig, wie dies rückwirkend erscheinen mag. Die **Tabellen 1 und 2** stellen die zu verschiedenen Zeitpunkten verfügbaren Quellen für bestimmte Schlüsseigenschaften des Pandemievirus dar.

Die Aufstellungen verdeutlichen, dass viele Angaben zu epidemiologischen Kenngrößen zum Teil bis in den Herbst hinein noch deutliche Schwankungen aufwiesen, wenngleich bereits früh vieles darauf hinwies, dass ältere Personen weniger, Erwachsene unter 60 Jahren aber häufiger schwer erkrankten als das von der saisonalen Influenza bekannt war. Dies wiederum war und ist durchaus kompatibel mit Erfahrungen früherer großer Pandemien. Weiterhin wurde früh deutlich, dass schwere Krankheitsverläufe mit bestimmten Vorerkrankungen assoziiert waren. Allein mit diesen Schlüsselerkenntnissen jedoch war das Gefahrenpotenzial dieser Pandemie nicht verlässlich einzugrenzen.

Der Ansatz, die Surveillance- und Infektionsschutzmaßnahmen sofort nach Bekanntwerden der Situation zu intensivieren und erst mit zunehmender Datenlage zu lockern, erscheint daher auch im Nachhinein richtig und alternativlos. Warum sich in Deutschland ebenso wie in anderen Ländern Europas im Sommer 2009 noch keine erste autochthone, d.h. auf inländischen Übertragungen fußende, Wel-

le aufgebaut hatte, wie dies in England und Spanien der Fall war, wird gegenwärtig untersucht. Vermutlich sind hierbei verschiedene Faktoren zusammengekommen. Inwieweit die Strategie der Eindämmung dazu beigetragen hat, den Aufbau der Welle zu verzögern, wird sich letztlich nicht beweisen lassen, wenngleich Modellierungen des RKI gezeigt haben, dass dies grundsätzlich möglich ist (An der Heiden M, Buchholz U, Krause G et al. 2009; RKI 2009). Für diese These könnte ebenfalls sprechen, dass der ÖGD die entsprechenden Maßnahmen größtenteils sehr engagiert umgesetzt und teilweise auch weiter fortgesetzt hat, als die entsprechenden Empfehlungen bereits wieder zurückgenommen worden waren.

Die Tatsache, dass ein recht hoher Anteil der durch pandemische Influenza (H1N1) 2009 bedingten Todesfälle erst mehrere Wochen nach der Infektion auftraten, kann ein Indiz für die erfolgreiche Behandlung zahlreicher schwerer Krankheitsverläufe durch eine sehr gute medizinische Versorgung in Deutschland sein. Dies hat möglicherweise einen Beitrag dazu geleistet, dass im Verhältnis zur Bevölkerungszahl in Deutschland weniger Todesfälle in Verbindung mit der pandemischen Influenza (H1N1) 2009 bekannt wurden als in anderen europäischen Ländern. Große Unterschiede in den Erfassungssystemen der verschiedenen Länder erlauben diesbezüglich jedoch keine verlässliche Interpretation.

Vor diesem Hintergrund wird man kaum abschließend beurteilen können, inwiefern empfohlene

Maßnahmen rechtzeitig wieder aufgehoben wurden (Deeskalation) und ob die Flexibilität in Umfang und Intensität dieser Maßnahmen regional ausreichend kommuniziert und umgesetzt wurde.

Sowohl in den vielen Absprachen zwischen RKI und den 16 Seuchenreferenten als auch bei den Beratungen mit der Pandemiekommission und verschiedenen Fachgesellschaften spielten diese Aspekte eine große Rolle: Einerseits bestand die Gefahr, zu große Unterschiede zwischen den örtlichen Maßnahmen könnten Verwirrung und Unsicherheit bei den ausführenden Berufsgruppen und der Bevölkerung erzeugen. Andererseits waren die epidemiologische Lage und die Kapazitäten des ÖGD in verschiedenen Landesteilen zu verschiedenen Zeitpunkten recht unterschiedlich. Auch die entsprechenden Bewertungen von Seiten der Entscheidungsträger ebenso wie von Seiten der beratenden Vertreter aus dem ÖGD, den Fachgesellschaften und anderer Experten waren durchaus vielfältig. Das Bestreben, diesbezügliche Empfehlungen möglichst im Einvernehmen mit betroffenen Gruppen zu erstellen, mag tendenziell eher dazu beigetragen haben, dass deeskalierende Strategieanpassungen verzögert wurden.

Surveillance

Im Bereich der **Surveillance** wäre es hilfreich gewesen, ein **einheitliches, flexibel anpassbares, elektronisches Erfassungsnetzwerk im ÖGD** verfügbar zu haben, das zahlreiche personalintensive Arbeitsschritte bei den zur Meldung verpflichteten Ärzten und Laboren, den Gesundheitsämtern, aber auch den Landesstellen und dem RKI durch Nutzung moderner Informationstechnik vereinfacht und reduziert hätte. Die in der Fertigstellung befindliche neue Version von SurvNet wird einige dieser Aspekte berücksichtigen. Insgesamt aber empfiehlt das RKI eine grundlegendere strukturelle Verbesserung des Informationsflusses in diesem Bereich, gegebenenfalls auch mittels entsprechender Anpassungen des Infektionsschutzgesetzes.

Das Pandemische Influenza Krankenhaus Surveillance System (**PIKS**) als **Sentinel zur Erfassung intensivpflichtiger Fälle** wurde etwas zu spät und mit zu geringer Beteiligung etabliert, um sein volles Potenzial entfalten zu können. Das RKI hat deswegen begonnen, aufbauend auf den gemachten Erfahrungen **Konzepte für ein dauerhaftes Senti-**

nel-System zur Erfassung ambulant erworbener intensivpflichtiger Infektionen zu entwickeln.

Weiterhin hat sich aus Sicht des RKI der Mangel einer zeitnahen **Mortalitätssurveillance** bemerkbar gemacht.

Alle drei Aspekte haben vor allem eine zeitnahe und standardisierte Bewertung der Schwere der Erkrankungsverläufe und der Auslastung der Versorgungsstrukturen erschwert.

Wenngleich hier noch Optimierungsbedarf besteht, wurde in diesem Zusammenhang auch sehr deutlich, wie flexibel und engagiert der ÖGD versucht hat, das enorme Informationsbedürfnis von Seiten der Öffentlichkeit, der Politik und der Wissenschaft im Rahmen der epidemiologischen Surveillance zu bedienen: Die Meldepflicht hat nicht nur die Aufgabe, im individuellen Erkrankungsfall oder bei Ausbrüchen Schutzmaßnahmen einzuleiten, sondern dient darüber hinaus auch epidemiologischen Analysen, die für ganz konkrete Festlegungen bezüglich der Infektionsschutzkonzepte, der Impfeempfehlungen sowie ihrer zeitnahen Evaluation und Anpassung benötigt werden. In dieser Pandemie wurde hierfür besonders intensiv auf Zusatzinformationen im Rahmen der Einzelfallübermittlung zurückgegriffen, weil andere Quellen nicht rechtzeitig verfügbar oder methodisch ungeeignet waren. Beispiele sind die Assoziation schwerer Verläufe mit Vorerkrankungen, das Verhältnis importierter zu autochthonen Infektionen oder die klinische Wirksamkeit des Impfstoffes.

Danksagung

Auch an dieser Stelle möchte das RKI nochmals den Kolleginnen und Kollegen in den niedergelassenen Praxen, den Krankenhäusern, den Gesundheitsämtern und Landesbehörden danken, dass sie durch die aktive Beteiligung an der Surveillance die notwendige Evidenz für die Empfehlungen des RKI beigetragen haben. Das RKI möchte auch den Kolleginnen und Kollegen in den Landesgesundheitsbehörden, den Fachgesellschaften und der Pandemiekommission für die intensive und vertrauensvolle Unterstützung in diesem Prozess danken.

Literatur

An der Heiden M, Buchholz U, Krause G, Kirchner G, Claus H, Haas WH: Breaking the waves: model-

ling the potential impact of public health measures to defer the epidemic peak of novel influenza A/H1N1. PLoS One 2009; 4(12): e8356.

Gilsdorf A, Poggensee G: Influenza A(H1N1)v in Germany: the first 10,000 cases. Euro Surveill 2009; 14(34).

Krause G, Gilsdorf A, Becker J, Bradt K, Dreweck C, Gärtner B, Löwer J, Marcic A, Nicoll A, Pott E, Schaade L, Schoeller A, Stollorz V, Träger C, Razum O: Erster Erfahrungsaustausch zur H1N1-Pandemie in Deutschland 2009/2010. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsschutz – Gesundheitsforsch 2010; 53: 510–519.

RKI: Möglicher Verlauf einer Epidemie durch das Neue Influenzavirus A/H1N1 in Deutschland und Auswirkungen präventiver Maßnahmen des Öffentlichen Gesundheitsdienstes. Epid Bull 2009; 22: 219–223.

RKI: Modifikationsmöglichkeiten der Strategie zur Bekämpfung/Eindämmung der Neuen Influenza A/H1N1 in Deutschland in Abhängigkeit von der Entwicklung der Ausbreitung und der Schwere der Erkrankungen. Epid Bull 2009; 27: 259–262.

RKI: Studie des Robert Koch-Instituts: Zur Dynamik der Virusausscheidung bei Neuer Influenza A/H1N1 in Haushalten – erste Ergebnisse. Epid Bull 2009; 42: 430–431.

RKI: Studie des Robert Koch-Instituts: Zur Dynamik der Virusausscheidung bei Neuer Influenza – weitere Ergebnisse der RKI-Haushaltsstudie. Epid Bull 2010; 6: 49–55.

RKI: Rückblick: Epidemiologie und Infektionsschutz im zeitlichen Verlauf der Influenzapandemie (H1N1) 2009. Epid Bull 2010; 21: 191-197.

Suess T, Buchholz U, Dupke S et al.: Shedding and Transmission of Novel Influenza Virus A/H1N1 Infection in Households – Germany, 2009. Am J Epidemiol 2010; 171(11): 1157–1164.

Swine influenza A (H1N1) infection in two children – Southern California, March–April 2009. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. Apr 24 2009; 58(15): 400–402.

Kontakt

PD Dr. G. Krause
Robert Koch-Institut
Abteilung für Infektionsepidemiologie
DGZ-Ring 1 D
13086 Berlin

[RKI]

Mitteilung der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut zur aktualisierten Impfpfempfehlung gegen Influenza

Information from the German Standing Committee on Vaccination on updated recommendations for influenza vaccination

Abstract: *The German Standing Committee on Vaccination (STIKO) has updated its recommendations for vaccination against seasonal influenza, which now includes pregnant women. The recommendation is based on a literature review, which indicates that influenza in pregnancy is associated with an increased risk of developing pneumonia, being hospitalized or dying, especially in the 2nd and 3rd trimester. Influenza vaccination appears as effective in pregnancy as in non-pregnant women. No evidence for vaccine-associated adverse effects on pregnancy or foetal outcome was found. Chronic neurological diseases have been included in the exemplary list of chronic conditions that constitute an indication for influenza vaccination. Especially in children neurological and neuro-muscular disorders are associated with an increased risk of severe illness or death due to influenza. STIKO's special 'Recommendation for Vaccination against New Influenza A(H1N1)', issued in 2009, has been withdrawn until further notice.*

Die Ständige Impfkommission hat auf ihrer 67. Sitzung am 18. und 19. Mai 2010 und auf ihrer 68. Sitzung am 6. Juli 2010 nach Abstimmung mit den Bundesländern und unter Berücksichtigung der Stellungnahmen des Gemeinsamen Bundesausschusses und weiterer betroffener Fachkreise Änderungen bzw. Erweiterungen der Impfpfehlungen beschlossen und im Epidemiologischen Bulletin 30/2010 veröffentlicht. Im Epidemiologischen Bulletin 31/2010 folgten die umfangreichen Begründungen dieser Beschlüsse zu den Impfpfehlungen gegen Influenza, Cholera und Tollwut, in Ausgabe 32/2010 zu Masern, Röteln und Meningokokken.

In dem hier vorliegenden UMID-Beitrag werden in gekürzter Form die geänderten Impfpfehlungen zur Impfung gegen die saisonale Influenza aus dem Epidemiologischen Bulletin 31/2010 dargestellt.

Änderung der Empfehlungen zur Impfung gegen Influenza

Die Ständige Impfkommission (STIKO) hat auf ihrer 68. Sitzung am 6. Juli 2010 die Aktualisierung der Empfehlung zur Impfung gegen die saisonale Influenza beschlossen. Gleichzeitig hat die STIKO ihre gesonderte "Empfehlung zur Impfung gegen die Neue Influenza A (H1N1)" bis auf Weiteres zurückgezogen.

Aktualisierte Empfehlung

Zusätzlich zu den bisherigen Indikations- und Berufsgruppen empfiehlt die STIKO die Impfung aller Schwangeren gegen saisonale Influenza. Gesunde Schwangere sollen die Impfung vorzugsweise ab dem 2. Trimenon erhalten. Für Schwangere mit erhöhter gesundheitlicher Gefährdung infolge eines Grundleidens wird die Impfung ab dem 1. Trimenon empfohlen. Zudem wurde als weiteres Beispiel für Krankheiten, die mit einer erhöhten gesundheitlichen Gefährdung durch Influenza einhergehen, die Gruppe der chronischen neurologischen Krankheiten neu aufgenommen.

Impfziel

Ziel der Empfehlung ist es, die Anzahl schwerer Krankheitsverläufe und Todesfälle durch Influenza – einschließlich der Influenza A (H1N1) 2009 – in allen Altersgruppen zu senken.

Begründung

Präambel

Die zurückliegende Influenzasaison 2009/2010 war geprägt durch ein neues Influenza-A-(H1N1)-Virus, das erstmals im April 2009 auf dem amerikanischen Kontinent nachgewiesen wurde. In der Folge breitete es sich rasch global aus, so dass im Juni 2009 von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) die Pandemiestufe 6 ausgerufen wurde. Die verschiedenen verwendeten Bezeichnungen,

wie z.B. "Schweinegrippe", "Neue Influenza A (H1N1)", "pandemische Influenza (H1N1) 2009" sollten jetzt sinnvollerweise ersetzt werden durch eine Bezeichnung, welche die Antigenformel und das Jahr des ersten Auftretens enthält: "Influenza A (H1N1) 2009". Analog wird der neue Virustyp als "Influenza-A-Virus (H1N1)v-2009" – abgekürzt "A-(H1N1)v-2009-Virus" – bezeichnet.

Aus epidemiologischer Sicht war die Situation im Frühsommer 2009 dadurch charakterisiert, dass aufgrund der ersten verfügbaren Daten von einer hohen Infektiosität des neuen Virus bei gleichzeitig praktisch nicht vorhandener schützender Immunität in der menschlichen Bevölkerung auszugehen war, was die Einstufung als pandemisches Influenzavirus begründete. Zusätzlich gab es anfangs Berichte, die darauf hindeuteten, dass es häufiger als bei bekannten saisonalen Influenzaviren zu schweren bzw. tödlichen Krankheitsverläufen kommt. Zu diesem Zeitpunkt konnten die für die Influenzasaison 2009/2010 hergestellten Impfstoffe nicht mehr an den neuen Virustyp angepasst werden. Andererseits erschien es aufgrund der bereits mehrere Jahre laufenden intensiven Vorbereitung auf eine mögliche Pandemie realistisch, rechtzeitig zur Saison 2009/2010 einen monovalenten Impfstoff gegen das A-(H1N1)v-2009-Virus zu produzieren.

Infolge dieser bisher einmaligen Situation beschloss die STIKO, die sich bereits ab April 2009 intensiv mit dem neuen Erreger befasst hatte, eine spezielle "Empfehlung zur Impfung gegen die Neue Influenza A (H1N1)" (Epid. Bull. 41/2009, aktualisiert: 50/2009). Auf der Basis verfügbarer Daten und unter der begründeten Annahme, dass im Rahmen einer Pandemie jeder von einer Impfung profitieren könnte und dass es bei beschränkter Produktionskapazität des Impfstoffs vorübergehend zu einer eingeschränkten Verfügbarkeit desselben kommen könnte, wurde die Impfung für die gesamte Bevölkerung empfohlen, allerdings mit einer zeitlichen Reihenfolge und Abstufung verschiedener Indikationsgruppen. Die beiden ersten vorrangig zu impfenden Gruppen (Beschäftigte im Gesundheitsdienst und chronisch Kranke ab einem Alter von 6 Monaten) sind auch Indikationsgruppen der Empfehlung zur Impfung gegen die saisonale Influenza.

Letztlich verlief die Influenza-A-(H1N1)-2009-Pandemie in Deutschland – wie auch in anderen Ländern – weniger schwerwiegend als befürchtet, und zwar sowohl im Hinblick auf die Fallzahlen

als auch auf den Schweregrad der Erkrankungsverläufe. Dennoch kam es in Deutschland zu einer erheblichen Krankheitslast. Bis zum 20. April 2010 wurden dem Robert Koch-Institut (RKI) insgesamt 226.137 laborbestätigte Infektionen mit dem A-(H1N1)v-2009-Virus gemeldet, darunter 253 Todesfälle. Von 237 Verstorbenen mit auswertbaren Angaben hatten 203 (86%) einen Risikofaktor (d.h. Vorliegen eines chronischen Grundleidens oder einer Schwangerschaft) und damit eine höhere Wahrscheinlichkeit für einen schweren Krankheitsverlauf (Daten des RKI). Es ist davon auszugehen, dass sich insgesamt eine weitaus größere Zahl von Menschen infiziert hat, die vom Meldesystem nicht erfasst wurden, z.B. weil bei asymptomatischer Infektion oder mild verlaufender Krankheit kein Arztbesuch erfolgte oder keine spezifische Diagnostik durchgeführt wurde. Nach Modellberechnungen des RKI ist anzunehmen, dass im Frühjahr 2010 nunmehr insgesamt 26–44% der Bevölkerung schützende Antikörper gegen das A-(H1N1)v-2009-Virus aufweisen, entweder nach abgelaufener Infektion, aufgrund vorbestehender Kreuzimmunität (vorwiegend über 60-Jährige) oder nach Impfung. Eine Beschreibung des Berechnungsmodells findet sich in Literaturstelle 1 (ECDC 2010).

Die Saison 2009/2010 wurde durch das A-(H1N1)v-2009-Virus dominiert. Bei mehr als 99% aller am Nationalen Referenzzentrum (NRZ) bis zum 16. April 2010 charakterisierten Influenzaviren handelte es sich um das A-(H1N1)v-2009-Virus. Seitens internationaler Organisationen, wie dem European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) und der WHO, wird erwartet, dass das A-(H1N1)v-2009-Virus in der kommenden Saison 2010/2011 erneut zirkulieren und wahrscheinlich auch dominieren wird, allerdings kann eine Zirkulation anderer Influenzaviren nicht ausgeschlossen werden (ECDC 2010). Auf Empfehlung der WHO enthält der trivalente saisonale Influenza-Impfstoff für 2010/2011 daher das A-(H1N1)v-2009-Virus in Kombination mit einem A-(H3N2)- und einem Influenza-B-Virus (WHO 2010).

Aus den oben erwähnten epidemiologischen Gründen und wegen des nun zur Verfügung stehenden saisonalen Impfstoffs mit A-(H1N1)v-2009-Komponente zieht die STIKO die gesonderte "Empfehlung zur Impfung gegen die Neue Influenza A (H1N1)" (veröffentlicht im Epidemiologischen Bulletin 41/2009, aktualisiert in Ausgabe 50/2009) bis auf Weiteres zurück.

Die vorliegende aktualisierte Impfpfempfehlung wurde auf den STIKO-Sitzungen vom 17./18.02.2010, 18./19.05.2010 und 06.07.2010 ausführlich diskutiert und verabschiedet. In Übereinstimmung mit einer Empfehlung des ECDC (Nokleby H, Nicoll A 2010) sah es die STIKO als sinnvoll an, die bisherige Empfehlung entsprechend der aktualisierten Datenlage zur saisonalen Influenza und der während der Influenza-A-(H1N1)-2009-Pandemie gewonnenen Erfahrungen auf Schwangere auszuweiten. Alle Frauen, die während der Influenzasaison schwanger sind, sollten eine Impfung gegen saisonale Influenza erhalten. Da es sich bei den in Deutschland zugelassenen Influenza-Impfstoffen um Totimpfstoffe handelt, ist eine Impfung grundsätzlich in jedem Stadium der Schwangerschaft unbedenklich. Für gesunde Schwangere empfiehlt die STIKO die Impfung dennoch erst ab dem 2. Trimenon, vor allem um zu verhindern, dass die im 1. Trimenon häufiger auftretenden Spontanaborte mit der Impfung fälschlicherweise in Verbindung gebracht werden und so im Einzelfall für die Betroffenen zu einer besonderen psychischen Belastung werden. Frauen, bei denen auch aufgrund einer chronischen Grundkrankheit eine Indikation zur Influenza-Impfung besteht, sollten unabhängig davon geimpft werden, ob sie schwanger sind bzw. in welchem Schwangerschaftsstadium sie sich befinden. Zudem wurde in die Liste der Beispiele von Grundkrankheiten, die im Rahmen einer Influenza-Infektion zu einer erhöhten gesundheitlichen Gefährdung führen können, neurologische Grundkrankheiten aufgenommen, die insbesondere im Kindesalter mit einer erhöhten Influenza-Letalität assoziiert sind.

In die Aktualisierung der STIKO-Empfehlung sind die Erfahrungen aus dem pandemischen Geschehen 2009/2010 eingeflossen, wo sich – im Einklang mit Daten zur saisonalen Influenza – zusätzlich zu den bereits aufgeführten Indikationsgruppen auch für Schwangere und für Personen mit neurologischer Grundkrankheit ein erhöhtes Risiko für schwere und tödliche Krankheitsverläufe gezeigt hat. Es soll in diesem Rahmen darauf hingewiesen werden, dass in Deutschland bei Kindern mit tödlichem Influenza-A-(H1N1)-2009-Krankheitsverlauf in 85 % der Fälle Grundleiden vorlagen und diese somit ebenfalls in eine der von der STIKO genannten Indikationsgruppen für die saisonale Influenza-Impfung fallen.

Eine Besonderheit des während der letzten Saison überwiegend verabreichten monovalenten A-

(H1N1)v-2009-Virus-Impfstoffs war, dass diesem ein Wirkverstärker (sog. Adjuvanz) beigefügt war. Dies erfolgte aus zwei Gründen: Erstens wird für einen adjuvantierten Impfstoff weniger Antigen benötigt als für einen nichtadjuvantierten, was bei begrenzten Produktionskapazitäten die Verfügbarkeit einer höheren Zahl von Impfstoffdosen ermöglichte. Zweitens wird durch die Adjuvantierung eine stärkere Immunantwort induziert, wodurch man sich eine bessere und rascher eintretende Immunität und einen gewissen Schutz auch gegen eventuell auftretende Driftvarianten (Varianten mit veränderter Antigen-Struktur) des A-(H1N1)v-2009-Virus versprach. Die millionenfache Anwendung des Impfstoffs zeigte, dass es aufgrund der (erwünschten) verstärkten Aktivierung des Immunsystems zwar öfter zu lokalen Reaktionen und milden Allgemeinsymptomen kam, in Bezug auf vereinzelte gravierende unerwünschte Wirkungen sich aber kein Unterschied zu Impfstoffen ohne Wirkverstärker zeigte (PEI 2010).

Die STIKO weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass sie die Entwicklung und Evaluierung neuer Impfstoffe, die zu einem besseren Schutz vor einer Influenza-Erkrankung führen, für absolut notwendig hält. Dies ist insbesondere für Personengruppen bedeutsam, die häufiger nicht ausreichend hohe Antikörpertiter nach Influenza-Impfung ausbilden, wie ältere Menschen oder Personen mit angeborenem oder erworbenem Immundefekt bzw. unter immunsuppressiver Therapie. Inwieweit diese Personengruppen von einer zweiten Impfung oder einer Impfung mit anderen Impfstofftypen bezüglich klinischer Effektivität profitieren, kann mangels ausreichender Daten aktuell nicht beurteilt werden. In mehreren Studien zeigte sich nach Impfung mit adjuvantierten Impfstoffen im Vergleich zu nicht adjuvantierten Impfstoffen eine deutlich bessere Antikörper-Antwort (Immunogenität) mit teilweiser Kreuzreaktivität gegen Driftvarianten des Impfvirustyps. Es fehlen jedoch eindeutige Belege, dass adjuvantierte Impfstoffe auch zu einem besseren Schutz vor klinischer Erkrankung (Effektivität) führen (Durando P, Icardi G, Ansaldo F 2010). Die STIKO wird die Datenlage hierzu auch in Zukunft genau verfolgen und ggf. in eine Aktualisierung der Empfehlung einfließen lassen.

Methodik

Die Erarbeitung der Datengrundlage für die Aktualisierung der Influenza-Impfpfempfehlung der

STIKO erfolgte durch Mitarbeiter der STIKO-Geschäftsstelle sowie der Abteilung für Infektionsepidemiologie am RKI. Berücksichtigt für die Analyse wurden deutschlandbezogene Daten, die im Rahmen der Meldepflicht von Influenza nach Infektionsschutzgesetz (IfSG) am RKI zusammengeführt und ausgewertet wurden, Daten der Arbeitsgemeinschaft Influenza (AGI) sowie Daten aus nationalen und internationalen Veröffentlichungen (Datenstand: 20.04.2010). Es wurden Literaturrecherchen in den Datenbanken der Cochrane Library, Embase und Medline anhand verschiedener Suchstrategien in DIMDI und PubMed durchgeführt sowie per Handsuche weitere Artikel identifiziert. Gesucht wurde nach den folgenden Schlüsselwörtern: influenza, grippe, flu, pregnan*, schwanger*, gestation*, vaccin*, immunitation, impf*.

Zusammenfassende Beurteilung für die Impfung von Schwangeren

Sowohl bei Influenza A (H1N1) 2009 als auch saisonaler Influenza ist der Nutzen der Impfung – insbesondere für Schwangere im 2. und 3. Trimenon – gut belegt (u.a. Tamma PD, Ault KA, del RC et al. 2009; Steinhoff MC, Omer SB, Roy E et al. 2010). Schwangere wurden in diversen Erhebungen nicht nur häufiger aufgrund einer Influenzavirus-Infektion hospitalisiert als Nicht-Schwangere. Es zeigte sich auch, dass Schwangerschaft mit einem erhöhten Risiko assoziiert ist, eine influenzabedingte Pneumonie zu entwickeln, intensivmedizinische Behandlung zu benötigen oder zu versterben (u.a. Skowronski DM, De SG 2009; Jamieson DJ, Honlein MA, Rasmussen SA et al 2009, s. auch **Tabelle 1 und 2**).

Darüber hinaus wurde keine Evidenz für die Annahme gefunden, dass die Effektivität des Impfstoffes bei Schwangeren niedriger sei als bei Nichtschwangeren. Die saisonale Effektivität wird vornehmlich von der Übereinstimmung der im Impfstoff enthaltenen Virusstämme mit den zirkulierenden Wildviren abhängen. Auf der Risikoseite gibt es keine Hinweise, dass eine Impfung von Schwangeren mit einem trivalenten Influenza-Spaltimpfstoff einen Einfluss auf die Häufigkeit von Kaiserschnitten, Frühgeburten oder auf den Gesundheitszustand der Kinder hat (u.a. Munoz FM, Greisinger AJ, Wehmanen OA et al. 2005). Nach aktueller Datenlage überwiegt der Nutzen einer Influenza-Impfung von Schwangeren somit das Risiko von unerwünschten Wirkungen.

Neben dem individuellen Schutz spielt bei der Impfung von Schwangeren die Überlegung eine Rolle, das Neugeborene gegen Influenza zu schützen. Bei unter 1-Jährigen treten besonders häufig schwere Verläufe einer Influenzavirus-Infektion auf. Häufige Influenza-bedingte Komplikationen bei Säuglingen sind Mittelohrentzündungen oder Pneumonien (Laundy M, jayi-Obe E, Hawrami K et al. 2003). Zudem gilt die Influenza auch bei Kindern als Wegbereiter für sekundäre bakterielle Infektionen, wie Pneumokokken- oder Meningokokkeninfektionen (O'Brien MA, Uyeki TM, Shay DK et al.; Iskander M, Booy R, Lambert S). Influenzaimpfstoffe sind erst ab einem Lebensalter von sechs Monaten zugelassen. Der Schutz des Neugeborenen kann aber durch eine sogenannte Kokonstrategie, also die Impfung der Kontaktpersonen des Säuglings insbesondere im Haushalt, erzielt werden. Ein weiterer Effekt der Influenzaimpfung Schwangerer ist die

Tabelle 1: Hospitalisierungen bei Frauen (17–49 Jahre) mit laborbestätigter A-(H1N1)v-2009-Virusinfektion (auf Basis von IfSG-Melddaten; Datenstand 23.03.2010).

	Meldungen laborbestätigter A-(H1N1)v-2009-Virusinfektionen	davon hospitalisiert (Anteil)
Schwangere	496	134 (27%)
Nichtschwangere	32.804	1.312 (4%)
Gesamt	33.300	1.446 (4,3%)

Tabelle 2: Pneumonien bei Frauen (17–49 Jahre) mit laborbestätigter A-(H1N1)v-2009-Infektion (auf Basis von IfSG-Melddaten; Datenstand 23.03.2010).

	Meldungen laborbestätigter A-(H1N1)v-2009-Virusinfektionen	davon mit Pneumonie (Anteil)
Schwangere	451	12 (2,66%)
Nichtschwangere	23.706	213 (0,90%)
Gesamt	24.157	225 (0,93%)

Induktion einer Leihimmunität beim Neugeborenen. Mehrere Studien haben gezeigt, dass Neugeborene durch transplazentar von der Mutter übertragene Antikörper gegen eine Influenzainfektion geschützt werden können. Die Leihimmunität wird sowohl nach einer natürlichen Influenzainfektion als auch nach der Impfung der Mutter gegen Influenza induziert (Black SB, Shinefield HR, France EK et al. 2004; Puck JM, Glezen WP, Frank AL et al. 1980; Reuman PD, Ayoub EM, Small PA 1987).

Neurologische Grundkrankheiten als Risiko für schwere Influenza-Krankheitsverläufe

Zu den Personen mit erhöhtem Risiko für einen schweren Verlauf und einer erhöhten Mortalität durch die Infektion mit saisonaler Influenza gehören Menschen mit einer chronischen neurologischen Grundkrankheit. Diese Personengruppe war auch durch eine Infektion mit dem A-(H1N1)-v-2009-Virus besonders gefährdet. Es wurden hohe Hospitalisierungsraten, oft mit intensivpflichtigem Verlauf und/oder letalem Ausgang beobachtet. Während der Influenzapandemie 2009/2010 zeigte sich in Analogie zur saisonalen Influenza, dass Personen mit neurologischen bzw. neuromuskulären Erkrankungen häufiger schwer erkrankten und auch häufiger verstarben (Jain S, Kamimoto L, Bramley AM et al. 2009; CDC 2010; Louie JK, Acosta M, Winter K et al. 2009). Entsprechend dem Krankheitsverlauf von neuromuskulären Erkrankungen fallen nach einer Definition des Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP) des CDC überwiegend Kinder in diese Hochrisikogruppe (Fiore AE, Shay DK, Haber P et al. 2007). Auch für die saisonale Influenza wurde bei Kindern mit neurologischen bzw. neuromuskulären Erkrankungen vermehrt über schwere Influenza-Verläufe mit Todesfolge berichtet (Keren R, Zaoutis TE, Bridges CB, et al. 2005; Finelli L, Fiore A, Dhara R et al. 2008).

In einer Publikation wurden die bis Ende August in den USA gemeldeten pädiatrischen mit der Influenza A (H1N1) 2009 assoziierten Todesfälle zusammengefasst (CDC 2009). Bis zu diesem Zeitpunkt waren 36 Todesfälle bei Kindern unter 18 Jahren beobachtet worden, davon waren 19% jünger als 5 Jahre. Höher als bei saisonaler Influenza war in dieser Population der Anteil an Kindern mit Grundkrankheiten: Insgesamt wiesen 67% der Verstorbe-

nen eine Grundkrankheit auf, wobei neurologische Grundkrankheiten überwogen (61%).

Literatur

Black SB, Shinefield HR, France EK, Fireman BH, Platt ST, Shay D: Effectiveness of influenza vaccine during pregnancy in preventing hospitalizations and outpatient visits for respiratory illness in pregnant women and their infants. *Am J Perinatol* 2004; 21(6): 333 – 339.

Durando P, Icardi G, Ansaldi F: MF59-adjuvanted vaccine: a safe and useful tool to enhance and broaden protection against seasonal influenza viruses in subjects at risk. *Expert Opin Biol Ther* 2010; 10(4): 639 – 651.

ECDC: ECDC Forward Look Risk Assessment: Likely scenarios for influenza in 2010 and the 2010/2011 influenza season in Europe and the consequent work priorities. 2010. http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/H1N1/Documents/1003_RA_forward_look_influenza.pdf.

Finelli L, Fiore A, Dhara R, et al.: Influenza-associated pediatric mortality in the United States: increase of *Staphylococcus aureus* coinfection. *Pediatrics* 2008; 122(4): 805 – 811.

Fiore AE, Shay DK, Haber P, et al.: Prevention and control of influenza. Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP), 2007. *MMWR Recomm Rep* 2007 Jul 13; 56 (RR-6): 1 – 54.

Iskander M, Booy R, Lambert S: The burden of influenza in children. *Curr Opin Infect Dis* 2007; 20(3): 259 – 263.

Jain S, Kamimoto L, Bramley AM, et al.: Hospitalized patients with 2009 H1N1 influenza in the United States, April – June 2009. *N Engl J Med* 2009; 361(20): 1935 – 1944.

Jamieson DJ, Honein MA, Rasmussen SA, et al.: H1N1 2009 influenza virus infection during pregnancy in the USA. *Lancet* 2009; 374(9688): 451 – 458.

Keren R, Zaoutis TE, Bridges CB, et al.: Neurological and neuromuscular disease as a risk factor for respiratory failure in children hospitalized with influenza infection. *JAMA* 2005; 294(17): 2188 – 2194.

Laundy M, Jayi-Obe E, Hawrami K, Aitken C, Breuer J, Booy R: Influenza A community-acquired pneumonia in East London infants and young children. *Pediatr Infect Dis J* 2003; 22(10 Suppl): 223 – 227.

Louie JK, Acosta M, Winter K, et al.: Factors associated with death or hospitalization due to pandemic 2009 influenza A(H1N1) infection in California. *JAMA* 2009; 302(17): 1896 – 1902.

Munoz FM, Greisinger AJ, Wehmanen OA, et al.: Safety of influenza vaccination during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2005; 192(4): 1098 – 1106.

Nokleby H, Nicoll A: Risk groups and other target groups – preliminary ECDC guidance for developing influenza vaccination recommendations for the season 2010–11. *Euro Surveill* 2010; 15(12).

O'Brien MA, Uyeki TM, Shay DK, et al.: Incidence of outpatient visits and hospitalizations related to influenza in infants and young children. *Pediatrics* 2004; 113(3 Pt 1): 585 – 593.

Patients hospitalized with 2009 pandemic influenza A (H1N1) – New York City, May 2009. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2010; 58(51): 1436 – 1440 .

PEI: Information zu Verdachtsfallberichten von Nebenwirkungen und Impfkomplicationen nach Anwendung der in Deutschland zugelassenen Schweinegrippe (H1N1)-Impfstoffe. 2010. http://www.pei.de/cln_101/nn_1737254/DE/infos/fachkreise/impf-fach/schweineinfluenza/bewertung-uaw-meldungen/verdachtsfallbericht-7-nebenwirkungen.html?__nnn=true

Puck JM, Glezen WP, Frank AL, Six HR: Protection of infants from infection with influenza A virus by transplacentally acquired antibody. *J Infect Dis* 1980; 142(6): 844 – 849.

Reuman PD, Ayoub EM, Small PA: Effect of passive maternal antibody on influenza illness in children: a prospective study of influenza A in mother-infant pairs. *Pediatr Infect Dis J* 1987; 6(4): 398 – 403.

RKI: Mitteilung der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut: Impfung gegen die Neue Influenza A (H1N1). *Epid. Bull* 2009; 41: 403 – 424.

RKI: Mitteilung der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut: Impfung gegen die Neue Influenza A (H1N1). Erneute Bewertung der Daten am 24.11.2009. *Epid. Bull* 2009; 50: 513 – 519.

RKI: Mitteilung der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut: Änderung der Empfehlung zur Impfung gegen Masern, Röteln und Meningokokken. *Epid. Bull* 2010; 32: 315 – 330.

Skowronski DM, De SG: Is routine influenza immunization warranted in early pregnancy? *Vaccine* 2009; 27(35): 4754 – 4770.

Steinhoff MC, Omer SB, Roy E, et al.: Influenza immunization in pregnancy--antibody responses in mothers and infants. *N Engl J Med* 2010; 362(17): 1644 – 1646.

Surveillance for pediatric deaths associated with 2009 pandemic influenza A (H1N1) virus infection – United States, April – August 2009. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2009; 58(34): 941 – 947.

Tamma PD, Ault KA, del RC, Steinhoff MC, Halsey NA, Omer SB: Safety of influenza vaccination during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2009; 201(6): 547 – 552.

WHO: Recommended viruses for influenza vaccines for use in the 2010–2011 northern hemisphere influenza season. 2010. http://www.who.int/csr/disease/influenza/201002_Recommendation.pdf.

Kontakt

Dr. med. Dorothea Matysiak-Klose, MPH
Geschäftsstelle der Ständigen Impfkommission am
Robert Koch-Institut (STIKO)
Robert Koch-Institut
Abteilung für Infektionsepidemiologie
DGZ-Ring 1
13086 Berlin
E-Mail: STIKO-Sekretariat[at]rki.de

[RKI]

20 Jahre nach dem Fall der Mauer: Wie hat sich die Gesundheit in Deutschland entwickelt?

20 years after the Fall of the Berlin Wall: how has health developed in Germany?

Abstract: *This report reviews 20 years of "health history" in the Federal Republic of Germany. It examines similarities and differences between western and eastern Germany since reunification on the basis of available health data. In the early 1990s, considerable differences could still be observed in the health situation of the populations in east and west. In the meantime, however, a broad convergence has taken place between the two – indeed, in some fields the figures are virtually identical. The regional differences that remain usually have social causes: people are least likely to enjoy good health in areas where living conditions are worst, e.g. in regions with high levels of poverty and unemployment.*

Der vorliegende Bericht, der im November 2009 vom Robert Koch-Institut (RKI) herausgegeben wurde, gibt einen Einblick in 20 Jahre "Gesundheitsgeschichte" der Bundesrepublik Deutschland. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung am RKI haben verfügbare Informationen über gesundheitlich relevante Entwicklungen in Ost- und Westdeutschland seit 1989 zusammengetragen und bewertet. Ost- und Westdeutschland unterschieden sich direkt nach der Wiedervereinigung in vielen Bereichen der Gesundheit, zum Beispiel bei der Mortalität und damit verbunden der Lebenserwartung, bei der Morbidität (häufigste chronische Krankheiten), bei zahlreichen Gesundheitsrisiken und bei der Qualität der gesundheitlichen Versorgung. Gesundheit existiert nicht unabhängig von sozialen und ökonomischen Rahmenbedingungen und diese haben sich seit 1989 grundlegend verändert. Nach 20 Jahren gemeinsamer Entwicklung haben sich die Unterschiede in den meisten Bereichen deutlich verringert oder sogar angeglichen. Nur selten erfolgte die Angleichung auf einem schlechteren Niveau als dem Ausgangsniveau in den neuen Bundesländern, etwa beim Auftreten von Allergien und dem Anteil der Raucherinnen. Neben diesem positiven Fazit zeigen die Analysen allerdings nach wie vor starke regionale Unterschiede in der Verteilung von Gesundheitschancen in Deutschland. Diese lassen sich heute kaum mehr an den Landesteilen "Ost" oder "West" festmachen, sondern betreffen einzelne Bundesländer und kleinere räumliche Einheiten. Unterschiede in der Gesundheit und im Gesundheitsverhalten ergeben sich oftmals aus einer ungleichen Verteilung von Bildung, Arbeitslosigkeit, Einkommen und Privatvermögen in den Bundesländern, Städten oder Gemeinden. Die Ära der "Ost-West-Berichte" findet mit diesem umfassenden Beitrag wahrscheinlich ihren Abschluss in der Gesundheitsberichterstattung. Über regionale Dis-



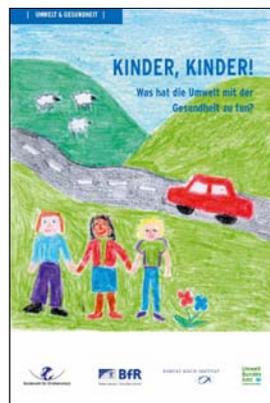
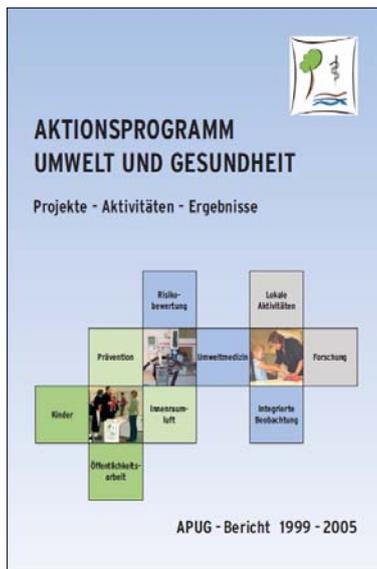
paritäten in der Gesundheit und deren oftmals sozial bedingte Ursachen werden wir sicher auch in Zukunft berichten.

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Robert Koch-Instituts kostenlos abgegeben (Bezugsquelle: E-Mail: [gbe\[at\]rki.de](mailto:gbe[at]rki.de)). Sie kann auch von den Internet-Seiten unter www.rki.de/Gesundheitsberichterstattung/GBE-Publikationen kostenlos heruntergeladen werden.

Kontakt

Dr. Thomas Lampert
Robert Koch-Institut
Abteilung für Epidemiologie und
Gesundheitsberichterstattung
General-Pape-Str. 62-66
12101 Berlin
E-Mail: [T.Lampert\[at\]rki.de](mailto:T.Lampert[at]rki.de)

[RKI]



Diese Publikationen sind - auch in größerer Stückzahl - kostenlos zu beziehen über:

Umweltbundesamt
 Fachgebiet II 1.1
 Geschäftsstelle „Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit“ (APUG)
 Corrensplatz 1
 14195 Berlin
 Internet: www.apug.de
 E-Mail: apug@uba.de