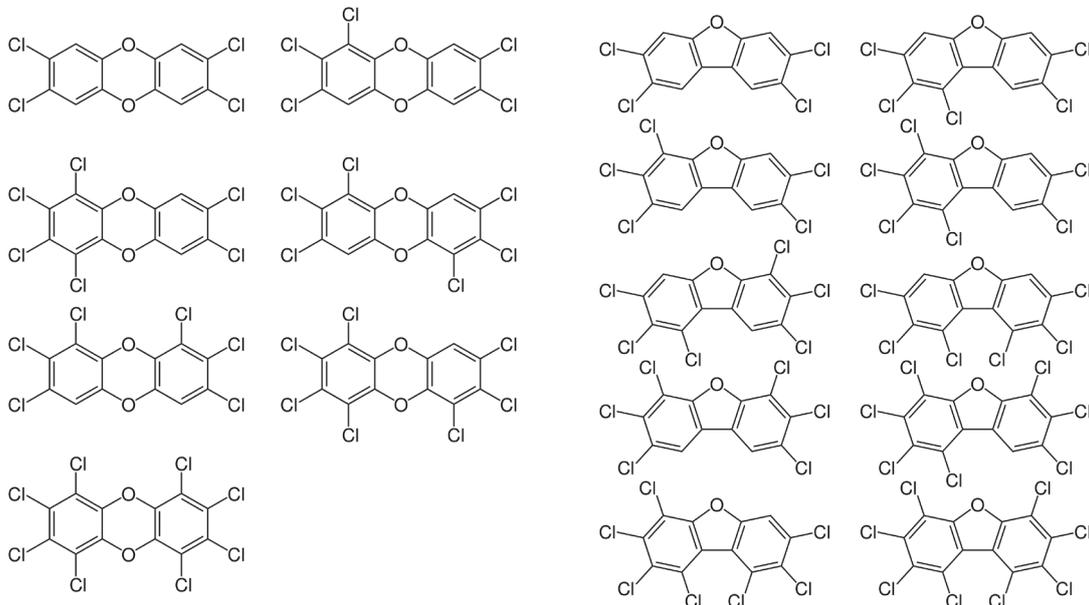


## Schwerpunktthema Dioxine



### Außerdem in diesem Heft:

**25 JAHRE TSCHERNOBYL:** Gesundheitliche Folgen und heutige Kontamination von Lebensmitteln

**TAG GEGEN LÄRM:** Quantifizierung des Einflusses von Lärm auf Lebensqualität und Gesundheit

"Zielgerade" beim RKI-Gesundheitssurvey DEGS



Aktionsprogramm  
Umwelt und Gesundheit  
(APUG)

# UMID

Ausgabe 1 • 2011

**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. 1/2011**

**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

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

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

Titelbild: Darstellung der toxischen Dioxin- und Furanverbindungen: 7 polychlorierte Dibenzo-p-dioxine, 10 polychlorierte Dibenzofurane – wikipedia, public domain.

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

## SCHWERPUNKTTHEMA: DIOXINE

|   |    |
|---|----|
| Dioxine und dioxinähnliche PCB – Ein Umweltproblem von gestern?.....5<br>Dioxins and dioxin like PCB – an environmental problem of yesterday?<br><i>Marianne Rappolder, Christa Schröter-Kermani</i>        | 5  |
| Dioxin und kein Ende – Der Boden als Senke und Quelle von Schadstoffen.....12<br>Dioxins – no end in sight Soil as a sink and source of pollutants<br><i>Bernd M. Bussian, Evelyn Giese, Simone Schmidt</i> | 12 |
| Sichere Futtermittel = Sichere Lebensmittel – Auch nach dem<br>aktuellen Dioxinfall?.....18<br>Safety feed = Safety food – even after the current dioxin event?<br><i>Markus Spolders</i>                   | 18 |

## AKTUELL

### 25 JAHRE TSCHERNOBYL

|  |    |
|--|----|
| Gesundheitliche Folgen und heutige Kontamination<br>von Lebensmitteln.....23<br>25 Years After Chernobyl – Health Consequences and Today's Contamination of Foodstuffs<br><i>Bernd Grosche, Martin Steiner</i> | 23 |
|--|----|

### TAG GEGEN LÄRM AM 27. APRIL 2011

|   |    |
|---|----|
| Quantifizierung des Einflusses von Lärm auf<br>Lebensqualität und Gesundheit.....28<br>Quantifying the impact of noise on wellbeing and health<br><i>Wolfgang Babisch</i> | 28 |
|---|----|

## Beiträge / Articles

|   |    |
|---|----|
| Der Wert von Labels: Zur Bedeutung von Grund- und Zusatznutzen<br>im Verbraucherschutz.....37<br>Value of labels: The importance of basic value and added value for consumer protection<br><i>Dieter M. Schlesinger</i>   | 37 |
| Verbesserte Resistenzüberwachung von Salmonellen und Kommensalen durch<br>die AVV Zoonosen Lebensmittelkette und die Bekämpfungsprogramme für<br>Salmonellen beim Geflügel.....42<br>Improved Monitoring of Antimicrobial Resistance in Salmonella and Commensal Bacteria<br>by a National Regulation and EU-wide Salmonella Control Programs in Poultry<br><i>Annemarie Käsbohrer, Bernd-Alois Tenhagen, Kirsten Heckenbach, Katja Alt,<br/>Beatriz Guerra, Bernd Appel, Andreas Schroeter</i> | 42 |

"Zielgerade" beim RKI-Gesundheitssurvey DEGS.....49  
RKI's DEGS Health Survey is approaching the "home straight"

Babyschwimmen und Desinfektionsnebenprodukte in Schwimmbädern.....52  
*Baby swimming and disinfection by-products in swimming pools*

## **Publikationen / Publications**

Bildungsmaterialien "Umwelt und Gesundheit" für die Sekundarstufe erhalten  
neues Kapitel "Klimawandel und Gesundheit".....53  
*Judith Meierrose*

## **Internet**

Fliegenklatsche statt Chemie – Das Biozid-Portal des Umweltbundesamtes informiert  
über Alternativen zum Biozid-Einsatz.....55  
Fly-swat instead of chemistry – The web-portal of the German Federal Environment Agency provides  
information on alternatives for use of biocides  
*Barbara Jahn, Stefanie Wieck, Katja Michaelis, Malte Kock, Gunnar Minx*

# Dioxine und dioxinähnliche PCB – Ein Umweltproblem von gestern?

## Dioxins and dioxin like PCB – an environmental problem of yesterday?

*Marianne Rappolder, Christa Schröter-Kermani*

**Abstract:** *Dioxins are persistent organic pollutants and some of them are very toxic. From time to time dioxin scandals scare consumers and media. But what is the every day exposure to dioxins like? Dioxins have never been industrially produced. They are undesired by-products of combustion processes under certain conditions and dioxins are also formed in all chemical production processes which apply chlorine. Many technical and policy measures took place in order to reduce the dioxin contamination. In particular the emissions of incineration processes were limited and the production of certain chemicals was banned. These resulted in a significant reduction of dioxins in parts of the environment and in humans. Nevertheless, soil and sediments are a sink for dioxins and fishes in some rivers are still highly contaminated. Also, the daily intake of humans are on average as high as the tolerable daily intake. Therefore, more efforts are needed to reduce the exposure of dioxins.*

### Einleitung

Immer wieder werden Dioxinskandale aufgedeckt, die auf hohes Medieninteresse treffen und Verbraucherinnen und Verbraucher verunsichern. Futtermittelverunreinigungen oder Verfahrensweisen bei der Herstellung von Futter- und Lebensmitteln sind die Ursachen für diese Skandale. Aber wie steht es abgesehen davon um Dioxine und die allgemeine Dioxinbelastung?

Dioxine sind toxisch, schwer abbaubar, verbreiten sich weiträumig und reichern sich in Organismen und Ökosystemen an. Sie gehören zu den Schadstoffen, die 2001 im Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe (persistent organic pollutants, POPs) als unerwünschte Nebenprodukte geächtet wurden. In Deutschland wurden die Entstehung von Dioxinen und ihr Eintrag in die Umwelt durch regulatorische Maßnahmen, wie strenge Emissionsbeschränkungen für Verbrennungsanlagen und Verbote in der Chemikalienproduktion, bekämpft. Obwohl Dioxine nie in großem Maßstab produziert wurden, sondern immer nur als Verunreinigung in die Umwelt gelangten und seit Jahrzehnten Reduzierungsmaßnahmen erfolgten, stellen sie immer noch ein Problem dar.

### Dioxine und dioxinähnliche PCB

Dioxine sind eine Gruppe von Chemikalien, die alle einen ähnlichen chemischen Aufbau haben. Im Allgemeinen werden sowohl die polychlorierten Dibenzo-p-Dioxine (PCDD) als auch die po-

lychlorierten Dibenzofurane (PCDF) als Dioxine (PCDD/F) zusammengefasst, so auch im folgenden Beitrag. Insgesamt beinhaltet diese Gruppe 210 Einzelverbindungen. Sie liegen immer als Gemische dieser Einzelverbindungen (Kongenere) mit unterschiedlicher Zusammensetzung vor. Besonders toxisch ist das 2,3,7,8 Tetrachlor-Dibenzo-p-Dioxin (2,3,7,8TCDD). Es wurde unter der Bezeichnung "Seveso-Gift" bekannt, nachdem es im Juli 1976 bei einem folgenreichen Chemieunfall im italienischen Seveso in großen Mengen in die Umwelt gelangte. Für die toxikologische Beurteilung der Dioxine sind alle 2,3,7,8 chlorierten Dioxine und Furane relevant, die zusätzlich auch weitere Chloratome besitzen können. Diese 17 Verbindungen (7 Dioxine, 10 Furane) werden für die Bewertung der Toxizität herangezogen. Auch andere Chemikalien zeigen die gleiche toxische Wirkung. Dies trifft auf 12 der 209 polychlorierten Biphenyle (PCB) zu. Sie werden als dioxinähnliche PCB (dl-PCB) bezeichnet und bei der Bewertung der Toxizität häufig mit einbezogen.

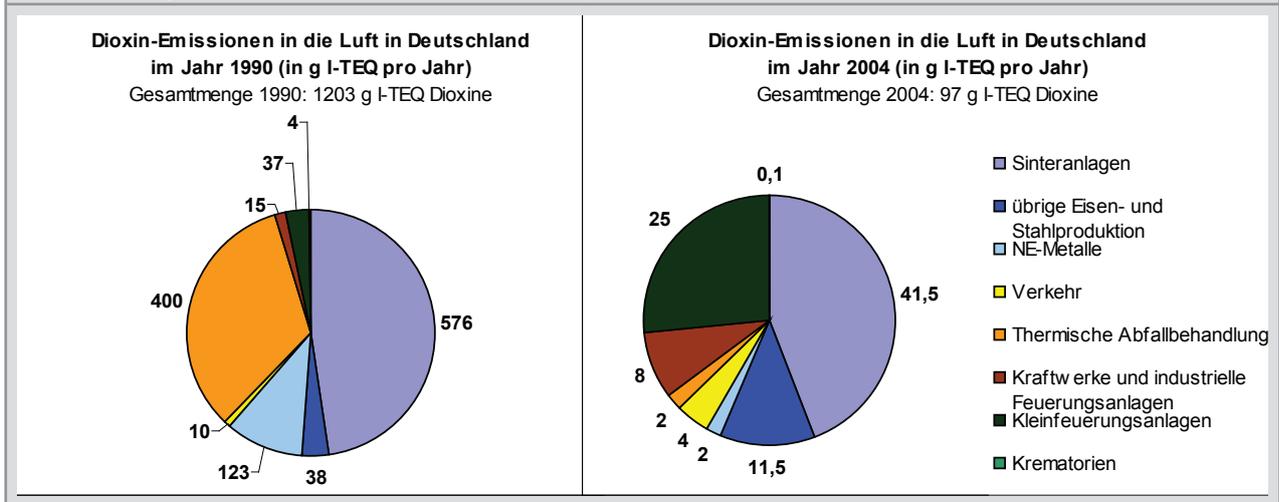
### Das TEF-Konzept zur Bewertung der Toxizität

Für die Bewertung der Toxizität wurde das Toxizitätsäquivalentfaktoren-Konzept (TEF-Konzept) entwickelt. Es basiert darauf, dass die verschiedenen PCDD, PCDF und die dioxinähnlichen PCB die gleichen toxischen Wirkungsmechanismen haben und sich nur in der Stärke ihrer Wirkung unterscheiden. Diese unterschiedliche Wirkungsstärke wird

Abbildung 1: Dioxin-Emissionen in die Luft in Deutschland, Vergleich der Jahre 1990 und 2004.

Abnahme von 1203 g I-TEQ Dioxine im Jahr 1990 auf 97 g I-TEQ Dioxine im Jahr 2004.

Quelle: Hintergrundinformationen Umweltbundesamt <http://www.umweltdaten.de/chemikalien/dioxine.pdf>.



mit einem Faktor, dem Toxizitätsäquivalenzfaktor (TEF), berücksichtigt. Dabei bewertet man die relative Giftwirkung der einzelnen Verbindungen im Vergleich zum hochgiftigen 2,3,7,8 TCDD, das den Faktor 1 hat. Die toxische Wirkung wird durch die Multiplikation der Konzentration der Einzelverbindungen mit dem zugehörigen Faktor als sogenanntes Toxizitätsäquivalent (TEQ) errechnet und die Ergebnisse addiert. Dabei werden TEQ-Werte für PCDD/F und für dl-PCB sowie für die Summe der beiden Stoffgruppen ermittelt. Der TEQ-Wert stellt somit das Äquivalent der toxischen Wirkung einer vergleichbaren Menge des 2,3,7,8 TCDD dar.

### Entstehung von Dioxinen und Hauptquellen für die Dioxinbelastung

Dioxine entstehen unerwünscht bei allen Verbrennungsprozessen in Anwesenheit von Chlor und organischem Kohlenstoff unter bestimmten Bedingungen, zum Beispiel bei bestimmten Temperaturen. Sie bilden sich bei etwa 300 °C und höher und werden bei 900 °C und höher zerstört. Dies findet beispielsweise auch bei Waldbränden und Vulkanausbrüchen statt. Man fand PCDD (keine Furane) auch in etwa 200 Millionen Jahre alten Kaolinitböden. Im technischen Maßstab wurden Dioxine nie produziert.

### Emissionen – Eintragspfad Luft

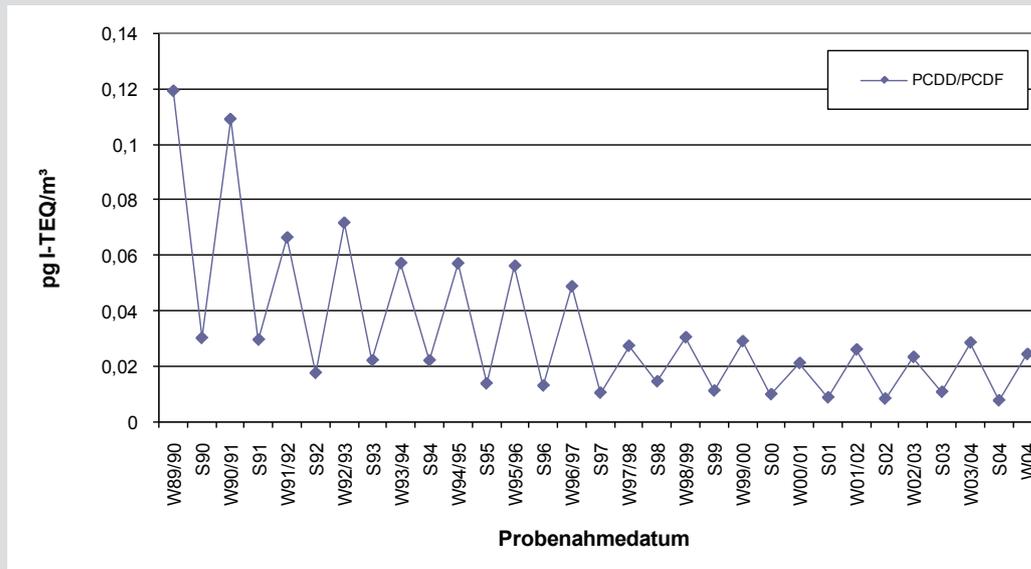
Eine der wichtigsten Quellen für den Eintrag von Dioxinen in die Luft waren bis in die 1990er Jahre Verbrennungsanlagen. Dank anspruchsvoller Grenzwerte und optimierter Filtertechniken konnte der Dioxinausstoß aus Abfallverbrennungsanlagen

drastisch gesenkt werden. Heute sind thermische Prozesse bei der Metallgewinnung und -verarbeitung sowie kleinere Quellen in den Vordergrund der Dioxinmissionen getreten (**Abbildung 1**). Zukünftig könnte der vermehrte Einsatz von Holz als Heizmaterial in Kleinf Feuerungsanlagen, zum Beispiel in den beliebten Kaminöfen, wieder zu einem Anstieg der Dioxinmissionen führen. Eine weitere nicht zu unterschätzende Quelle ist die unerlaubte Verbrennung von behandeltem oder lackiertem Holz und von anderen illegalen Abfällen im Ofen oder im Garten. Dabei können lokal hohe Dioxinmengen über die Luft auf den Boden gelangen und dort viele Jahrzehnte erhalten bleiben.

### Verunreinigte Chemikalien

Auch bei allen chemischen Produktionsverfahren, in denen Chlor verwendet wird, werden Dioxine gebildet, die dann auch als Verunreinigung in den Produkten enthalten sein können. So weisen vor allem Chlorphenole hohe Verunreinigungen mit Dioxinen auf, zum Beispiel Pentachlorphenol (PCP) und polychlorierte Biphenyle (PCB). Über diese dioxinbelasteten Chemikalien und bestimmte Herbizide wurden in den 1980er Jahren in Deutschland jährlich Dioxine im Kilogramm Bereich in die Umwelt eingetragen (Basler 2009). Sowohl PCB als auch PCP sind seit 1989 in Deutschland verboten. Eine nicht fachgerechte Entsorgung von PCB, aber auch der Import von Erzeugnissen, die mit Dioxin verunreinigte Chemikalien enthalten, können jedoch auch heute noch zu einem Eintrag in die Umwelt und in die Nahrungskette führen.

**Abbildung 2: Dioxin-Immissionen in Deutschland 1990 bis 2004, jeweils Winter- und Sommerhalbjahr.**  
 Alle Werte unterhalb der Nachweisgrenze wurden in Höhe der Nachweisgrenze berücksichtigt.  
 Quelle: 5. Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgruppe Dioxine.



### Ursachen für die Belastung mit dioxinähnlichen PCB

Im Gegensatz zu Dioxinen wurden PCB in großen Mengen (weltweit insgesamt über eine Million Tonnen) vor allem zwischen 1930 und 1980 hergestellt und in geschlossenen Systemen, zum Beispiel Kondensatoren, Transformatoren, Hydraulikanlagen, aber auch in offenen Systemen, wie Lacken, Dichtungsmassen, Isoliermitteln und Kunststoffen, eingesetzt. Produziert und verwendet wurden unterschiedlich zusammengesetzte PCB-Gemische, die immer auch unterschiedlich hohe Anteile der dioxinähnlichen PCB enthielten. Trotz des Verbots von PCB sind bis heute die Emissionen aus früheren offenen Anwendungen und eine nicht fachgerechte Entsorgung ein großes Problem und stellen eine in ihrem Ausmaß schwer einzuschätzende Quelle von Belastungen mit dioxinähnlichen PCB und Dioxinen dar.

### Minderungsmaßnahmen

Zum Schutz von Mensch und Umwelt wurden seit den 1980er Jahren Maßnahmen getroffen, um den Eintrag in die Umwelt weitgehend zu reduzieren. Für Abfallverbrennungsanlagen gelten seit 1990 strenge Emissionsgrenzwerte, die inzwischen auch auf Krematorien und Großfeuerungsanlagen ausgedehnt wurden. In der Technischen Anleitung Luft sind Grenzwerte für das Abgas in Metallindustrieanlagen festgelegt. Für verbleites Benzin wurden 1992 Chlor- und Bromzusätze verboten. Wie

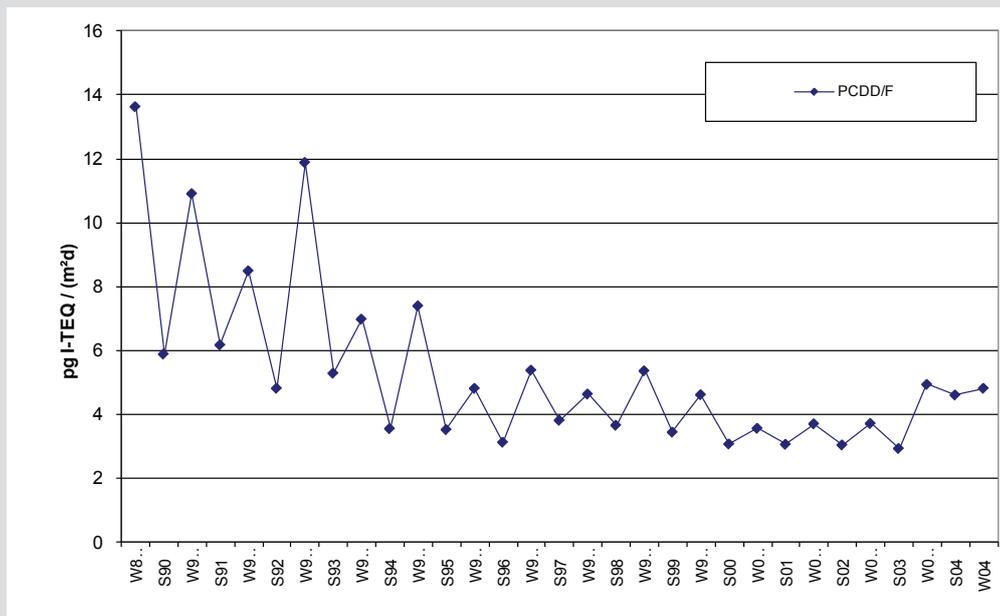
oben bereits kurz erwähnt, sind die Produktion, der Vertrieb und die Verwendung von Pentachlorphenol, polychlorierten Biphenylen, Terphenylen und Vinylchlorid seit 1989 verboten. In der Chemikalienverbotsverordnung sind Grenzwerte für Dioxine und Furane in Produkten, Erzeugnissen und Zubereitungen festgelegt.

In der Europäischen Union (EU) sind Höchstgehalte und Auslösewerte für Dioxine und dl-PCB in Futter- und Lebensmitteln festgesetzt. Dabei ist anzumerken, dass diese Höchstgehalte nicht toxikologisch abgeleitet sind, sondern sich an den Hintergrundbelastungen (95. bis 99. Perzentil) der Lebensmittel in der EU orientieren. Ziel ist es, Verbraucherinnen und Verbraucher vor übermäßig hoch mit Dioxinen und dl-PCB belasteten Lebensmitteln zu schützen.

### Trends und aktuelle Belastung mit Dioxinen und dioxinähnlichen PCB

Der Erfolg von Verboten und Reduzierungsmaßnahmen zeigte sich in einer Verringerung des Eintrags über die Luft. Wie **Abbildung 2** verdeutlicht, sank die Dioxinkonzentration in der Luft von 1990 bis 1997 in den Winterhalbjahren auf ein Viertel. In den Sommerhalbjahren liegen die Immissionen generell niedriger als im Winter – auch bedingt durch geringere Heizaktivitäten. Die Deposition von Dioxinen ging von 1990 bis zum Winter 1995/96 um über 60 % zurück, danach ist kein eindeutiger Trend

**Abbildung 3: Deposition von PCDD/F in Deutschland 1990 bis 2004, jeweils Winter- und Sommerhalbjahr. Alle Werte unterhalb der Nachweisgrenze wurden in Höhe der Nachweisgrenze berücksichtigt.**  
**Quelle: 5. Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgruppe Dioxine.**



erkennbar (**Abbildung 3**). Für dl-PCB liegen keine Daten zu langfristigen Trends vor (UBA 2007).

Erkenntnisse über den Rückgang der Dioxinbelastung in der Luft können auch über Nadeltriebe als Indikatoren für die Luftbelastung gewonnen werden. Über Jahre gesammelte Fichtentriebe der Umweltprobenbank zeigen, dass sowohl die Belastung durch PCDD/F als auch durch dl-PCB vor allem in der ersten Hälfte der 1990er Jahre stark zurückgegangen ist, danach verlangsamte sich dieser Trend und stagnierte (**Abbildung 4**) (Rappolder et al. 2007).

Ein so deutlicher Rückgang ist allerdings nicht für alle Bereiche zu verzeichnen. In Böden und aquatischen Ökosystemen ist kein einheitlicher Trend erkennbar. Weit über 90 % der in die Umwelt eingetragenen Dioxine und dl-PCB finden sich in Böden und Sedimenten. Diese fungieren aber nicht nur als Schadstoffsенке, sondern auch als Quelle für den Eintrag in die Nahrungskette. Dioxine reichern sich in Lebewesen vor allem in Fettgewebe an und werden nur langsam abgebaut. Wie Untersuchungen der Umweltprobenbank zeigen, sind beispielsweise Fische abhängig von ihrem Fettgehalt und Alter nach wie vor teilweise hoch mit diesen Stoffen belastet (**Abbildung 5**). Die Schadstoffgehalte – insbesondere verursacht durch dioxinähnliche PCB – liegen

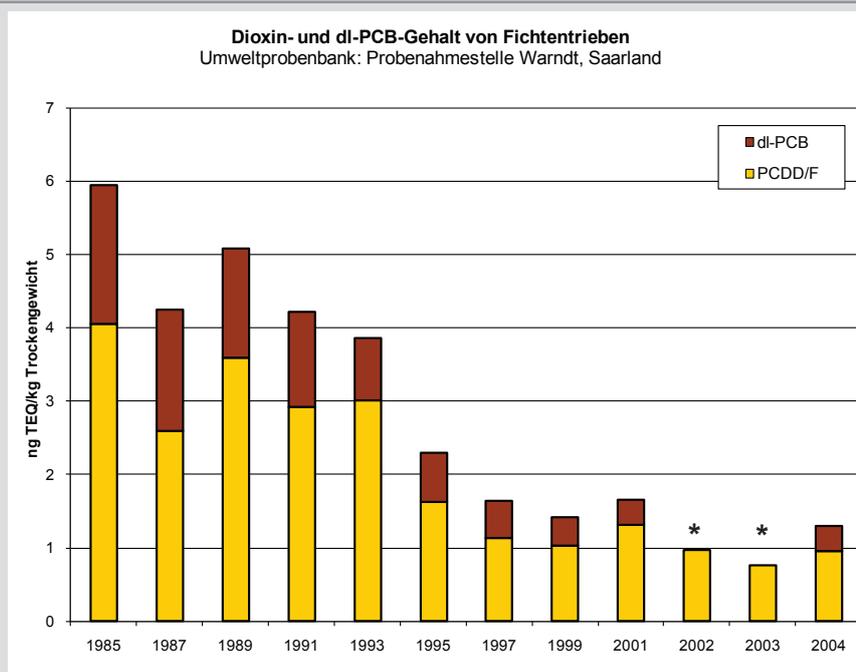
häufig über den in der EU geltenden Lebensmittel-Höchstgehalten für Fische. Daher werden in einigen Gegenden, zum Beispiel im Saarland, Angler vor dem Verzehr ihrer geangelten Fische gewarnt.

Auch bei Tieren, die im Freiland gehalten werden, können höhere Belastungen beobachtet werden. So wurden in Lebern von Wiederkäuern sehr hohe Werte an Dioxinen und dl-PCB gefunden. Vor allem Schafslebern sind sehr hoch belastet, auch wenn diese Schafe auf nicht belasteten Böden weiden. Um die Ursachen für diese hohen Belastungen zu finden, wurden mehrere Projekte im Umweltbundesamt initiiert, die zur Aufklärung beitragen sollen (siehe auch den Artikel "Dioxin und kein Ende – Der Boden als Senke und Quelle von Schadstoffen" in diesem Heft). In einem Projekt wurden auch die in der Umweltprobenbank über viele Jahre gesammelten Lebern von einjährigen Rehen auf Dioxine und dl-PCB untersucht. Diese Proben werden jährlich an neun verschiedenen Standorten in Deutschland genommen. Die Auswertung zeigt, dass alle Rehleberproben über dem EU-Höchstgehalt für Lebensmittel mit Dioxinen und dl-PCB belastet sind.

### **Belastung des Menschen**

Unabhängig von besonderen Belastungssituationen nimmt der Mensch täglich mit der Nahrung Dioxine und dl-PCB auf. Dabei sind Lebensmittel

Abbildung 4: Dioxin- und dl-PCB-Gehalt von Fichtentrieben, Probenahmestelle Warndt, Saarland.  
Quelle: Rappolder et al 2007.



\* dl-PCB nicht untersucht.

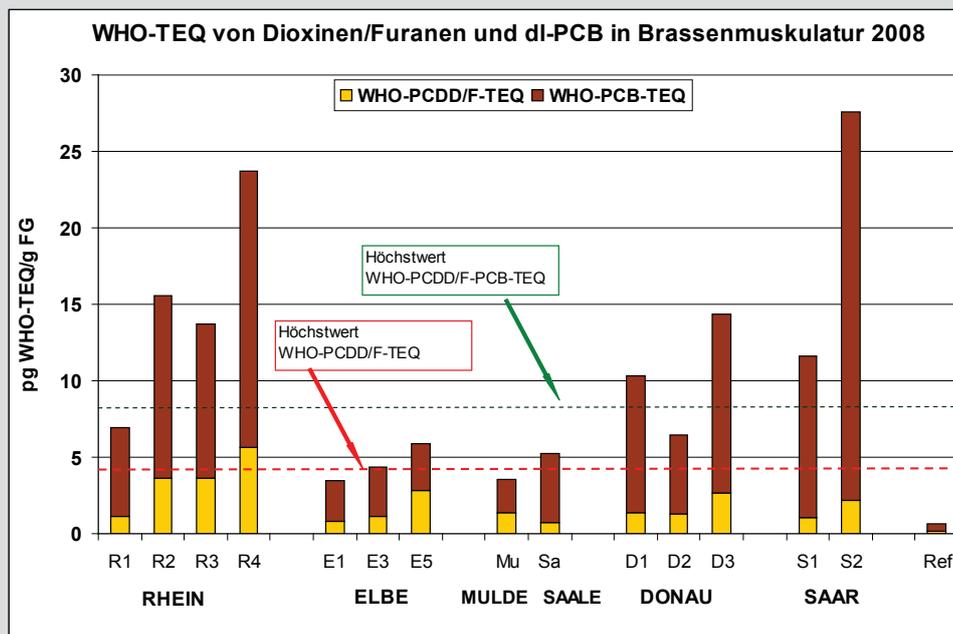
mit über 90% die Hauptquelle. Der größte Teil der Aufnahme erfolgt in Form von tierischen Fetten wie Milch, Fleisch, Fisch oder Eiern. Entscheidend für die toxische Wirkung ist jedoch nicht die tägliche Aufnahme, sondern die Anreicherung im Fettgewebe und in der Leber und die dabei entstehende Belastung im menschlichen Körper. Die Halbwertszeit des besonders giftigen Dioxins 2,3,7,8 TCDD beträgt beim Menschen im Fettgewebe etwa sieben Jahre. Das am langsamsten abbaubare 2,3,4,7,8 Pentachlordibenzofuran ist nach etwa 20 Jahren erst zur Hälfte eliminiert.

In Deutschland beträgt die durchschnittliche tägliche Aufnahme von Dioxinen und dl-PCB nach neueren vorläufigen Schätzungen bei Erwachsenen etwa 1,8 bis 2,4 pg TEQ pro kg Körpergewicht (Summe PCDD/F, dl-PCB) (BfR 2010). Die tolerierbare tägliche Aufnahme gibt an, wie hoch die tägliche Aufnahme lebenslang sein kann, ohne dass es vermutlich zu schädlichen Auswirkungen kommt. Die WHO hat als tägliche tolerierbare Aufnahme eine Spanne von 1 bis 4 pg TEQ pro Kilogramm Körpergewicht ermittelt, betont aber, dass aus Vorsorgegründen ein Wert unter 1 pg TEQ pro Kilogramm Körpergewicht und Tag angestrebt werden soll. Die EU hat einen tolerierbaren Wert von 14 pg TEQ pro Kilogramm Körpergewicht und Woche abgeleitet,

was einer täglichen Aufnahme von 2 pg TEQ pro Kilogramm Körpergewicht entspricht. Dies bedeutet, dass ein Großteil der erwachsenen Bevölkerung die von der EU vorgegebene tolerierbare Tagesdosis (TDI) schon durch die normalerweise vorhandene Kontamination der Lebensmittel überschreitet. Das zeigt, dass unabhängig von immer wieder auftretenden Dioxin- oder PCB-Skandalen die Belastung des Menschen mit Dioxinen und PCB nach wie vor zu hoch ist.

Über die Plazenta und die Muttermilch werden die Schadstoffe an die nächste Generation weitergegeben. Kinder sind gerade in der intensiven Entwicklungsphase im Mutterleib oder als Säuglinge hohen Belastungen ausgesetzt. Gestillte Kinder haben noch nach zehn Jahren höhere Gehalte an persistenten Stoffen im Körper als nicht gestillte. Es soll hier jedoch keinesfalls vom Stillen abgeraten werden, da die bekannten positiven Auswirkungen des Stillens überwiegen. Ziel muss es vielmehr sein, die Dioxinbelastungen der Mütter und damit der Bevölkerung zu reduzieren. Dies kann wiederum nur erreicht werden, wenn der Eintrag in die Umwelt und der Übergang aus der Umwelt in die Nahrungskette sowie die Kontamination der Futter- und Lebensmittel minimiert werden.

Abbildung 5: WHO-TEQ von Dioxinen/Furanen und dl-PCB in Brassenmuskulatur 2008. Die angegebenen Höchstwerte beziehen sich auf die von der EU erstellten Lebensmittel-Höchstwerte für Fische (berechnet mit WHO-TEFs von 1998). Quelle: Umweltprobenbank, www.umweltprobenbank.de.



Ref = Referenzstandort Belauer See.

### Weitere Maßnahmen zur Senkung der Belastung

Dioxine und PCB sind in der Umwelt verteilt, und es ist wegen der geringen Abbaubarkeit nicht zu erwarten, dass die Umweltbelastung kurzfristig verringert werden kann. Daher müssen Maßnahmen ergriffen werden, die zusätzliche Einträge in die Umwelt verhindern und eine Remobilisierung und weitere Verteilung in der Umwelt vermeiden.

### Identifizierung von Quellen und Verbraucheraufklärung

Die großen bekannten Emissionsquellen sind erfasst und der Ausstoß an Dioxinen geregelt. Für eine weitere Reduzierung der Emissionen müssen jedoch bisher noch nicht bekannte oder in ihrem Ausmaß noch nicht richtig quantifizierte Quellen identifiziert werden, zum Beispiel die energetische Nutzung von Holz und Biomasse. Dazu gehört auch die schwierig zu quantifizierende illegale Verbrennung von Altholz, lackiertem oder behandeltem Holz und anderer Abfälle in Öfen und Gartenfeuern. Eine intensive Aufklärung der Bevölkerung über richtiges Heizen (UBA 2010) und zu den Folgen von illegalem Abfallverbrennen kann hier auch zu einer Reduzierung beitragen.

### Senkung der Umwelt- und Lebensmittelkontamination

Der Transfer aus der Umwelt in Futter- und Lebensmittel muss so weit wie möglich reduziert werden, beispielsweise durch die Vermeidung der Weidhaltung auf belasteten Böden und die Optimierung von Erntetechniken zur Minimierung des Anteils von Bodenpartikeln im Erntegut. Auch während der Produktion von Futter- und Lebensmitteln muss eine Kontamination verhindert werden. Kontaminierte Lebensmittel und Futtermittel müssen schnell entdeckt und aus dem Verkehr gezogen werden.

Die Erfahrung zeigt, dass persistente Stoffe in der Umwelt langfristig große Probleme schaffen. Daher muss der Eintrag persistenter Stoffe in die Umwelt generell verhindert werden, auch wenn ihr toxikologisches Potential noch nicht bekannt ist.

### Weitere Informationen

Weitere Erläuterungen sind in den Hintergrundinformationen des Umweltbundesamtes (UBA) zu Dioxinen zu finden: <http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/dioxine.htm>.

Das UBA betreibt in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und dem

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) die Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder. Sie ist unter folgendem Link erreichbar: <http://www.pop-dioxindb.de/>.

Informationen und Daten der Umweltprobenbank bietet die Internetseite: <http://www.umweltprobenbank.de/de>.

### Literaturverzeichnis

Basler A (2009): Evaluierung des Forschungsbedarfs zur Ursachenaufklärung der Kontamination bestimmter Lebensmittel mit Dioxinen und PCB. UFOPLAN FKZ 370963224. <http://www.pop-dioxindb.de/dokumente/Endbericht-16-10-09.pdf> (Abrufdatum: 21.02.2011).

BfR (2010): Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel (Cadmium, Blei, Quecksilber, Dioxine und PCB). Bundesinstitut für Risikobewertung 2010. [http://www.bfr.bund.de/cm/238/aufnahme\\_von\\_umweltkontaminanten\\_ueber\\_lebensmittel.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/238/aufnahme_von_umweltkontaminanten_ueber_lebensmittel.pdf) (Abrufdatum: 21.02.2011).

Rappolder M, Schröter-Kermani C, Schädel S, Waller U, Körner W (2007): Temporal trends and spatial distribution of PCDD, PCDF and PCB in pine and spruce shoots. *Chemosphere* 67, 1887-96.

UBA (2007): Dioxine – Daten aus Deutschland. 5. Bericht der Bund/Länder Arbeitsgruppe Dioxine. Umweltbundesamt 2007. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3328.pdf> (Abrufdatum: 21.02.2011).

UBA (2010): Heizen mit Holz – Ein Ratgeber zum richtigen und sauberen Heizen. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3151.pdf> (Abrufdatum: 21.02.2011).

### Kontakt

Marianne Rappolder MPH  
Fachgebiet II 1.1 Übergreifende Angelegenheiten  
Umwelt und Gesundheit  
Umweltbundesamt  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin  
E-Mail: [marianne.rappolder\[at\]uba.de](mailto:marianne.rappolder[at]uba.de)

[UBA]

# Dioxin und kein Ende – Der Boden als Senke und Quelle von Schadstoffen

## Dioxins – no end in sight Soil as a sink and source of pollutants

Bernd M. Bussian, Evelyn Giese, Simone Schmidt

**Abstract:** *The dioxin issue has recently become an emerging topic in environmental policy and health related consumer protection. Due to their extreme persistency dioxins can be found in all environmental compartments. Monitoring studies prove that a background concentration of dioxins in soils of less than 1 ng WHO-TEQ/kg d.m. is ubiquitous. However, in specific animal products the dioxin burden is higher than the levels given in food and feed regulations. Although dioxins are known to be very persistent and bioaccumulative substances a conclusive approach to predict contaminations in food in relation to the content found in soil does not exist. This paper will provide an overview about the state-of-the-art knowledge of the dioxin pollution in soils and will illuminate its relevance for the production of food and feed.*

### Einleitung

Bodenbelastungen sind eine wesentliche Ursache für mögliche Belastungen von Nahrungs- und Futtermitteln sowie in der Folge davon auch Ursache für die immer noch währende Belastung des Menschen mit Dioxinen und dioxinähnlichen PCB (nähere Informationen zur Stoffgruppe siehe Beitrag "Dioxine und dioxinähnliche PCB" in diesem Heft). Der folgende Artikel gibt einen aktuellen Überblick der umweltrelevanten Ursachen und der Relevanz der Dioxin- und dl-PCB-Belastungen in Böden.

### Transfer in der Umwelt

Belastungen der Umwelt mit Dioxinen und PCB sind in geringem Maße natürlichen (zum Beispiel Vulkanausbrüche) und überwiegend anthropogenen (vor allem Verbrennungsprozesse sowie Produktionsprozesse) Ursprungs. Da die Stoffgruppe der PCB inzwischen einem weltweiten Produktions- und Anwendungsverbot unterliegt, stammen dl-PCB-Belastungen überwiegend aus früheren technischen Anwendungen. Durch ihre Freisetzung aus alten Quellen, so zum Beispiel bei unsachgemäßer Entsorgung von Industrieabfällen wie im Fall ENVIO (dortmund.de 2011), können sie jedoch auch heute noch in die Umwelt eingetragen oder in ihr neu verteilt werden.

Im Folgenden werden die Transferpfade in den Böden, in Nahrungs- und Futterpflanzen sowie Tiere näher beschrieben. Einen Überblick über die Trans-

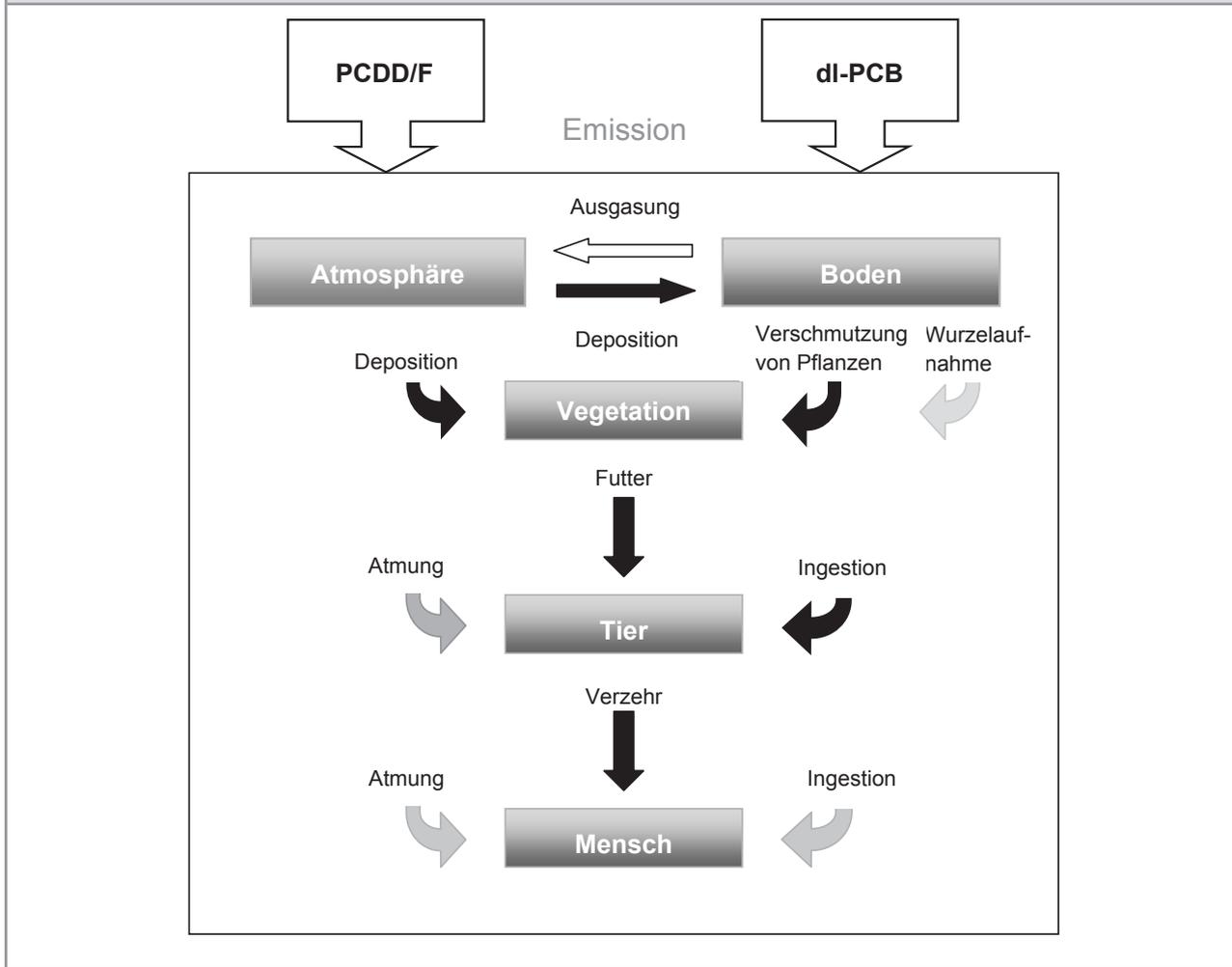
fer- und Expositionswege von Dioxinen in der Umwelt bis hin zum Menschen gibt **Abbildung 1**.

### Boden

Durch Deposition der über die Atmosphäre verbreiteten Emissionen gelangen Dioxine und PCB in Böden und Gewässer. Außerdem werden Böden durch die Ausbringung von Klärschlamm, Bioabfall oder Kompost, durch Überflutung bei Hochwasser-Ereignissen und die Verfrachtung von belasteten Gewässer-Sedimenten mit diesen Stoffen belastet. Da der Abbau von Dioxinen und PCB nur sehr langsam erfolgt, kommt es letztlich zu Anreicherungen in Böden. Die Verlagerung von Dioxinen und PCB in tiefere Bodenschichten und ihre Auswaschung ins Grundwasser kann aufgrund der Wasserunlöslichkeit der Stoffe und der starken Bindung an organische Substanzen wie Humus vernachlässigt werden, sodass folglich die höchsten Gehalte für Dioxine und PCB in den oberen 15–20 cm des Bodens auftreten.

**Abbildung 2** zeigt die Verbreitung von Dioxinen in verschiedenen Böden. Kenntnisse über diese allgemein verbreiteten Gehalte von Dioxinen und PCB in Böden sind eine wesentliche fachliche Grundlage für den Bodenschutz, und zwar sowohl für die Beschreibung des Bodenzustands wie auch als Grundlage für die Bodenschutzgesetzgebung und die Ableitung von Beurteilungskriterien. Allgemein verbreitete Gehalte von Schadstoffen in Böden infolge diffuser Einträge kennzeichnen die Hinter-

Abbildung 1: Transfer Umwelt – Mensch von PCDD/F und dl-PCB. Farbschattierung von hell nach dunkel – zunehmende Relevanz. Quelle: nach Hennecke et al. 2010.

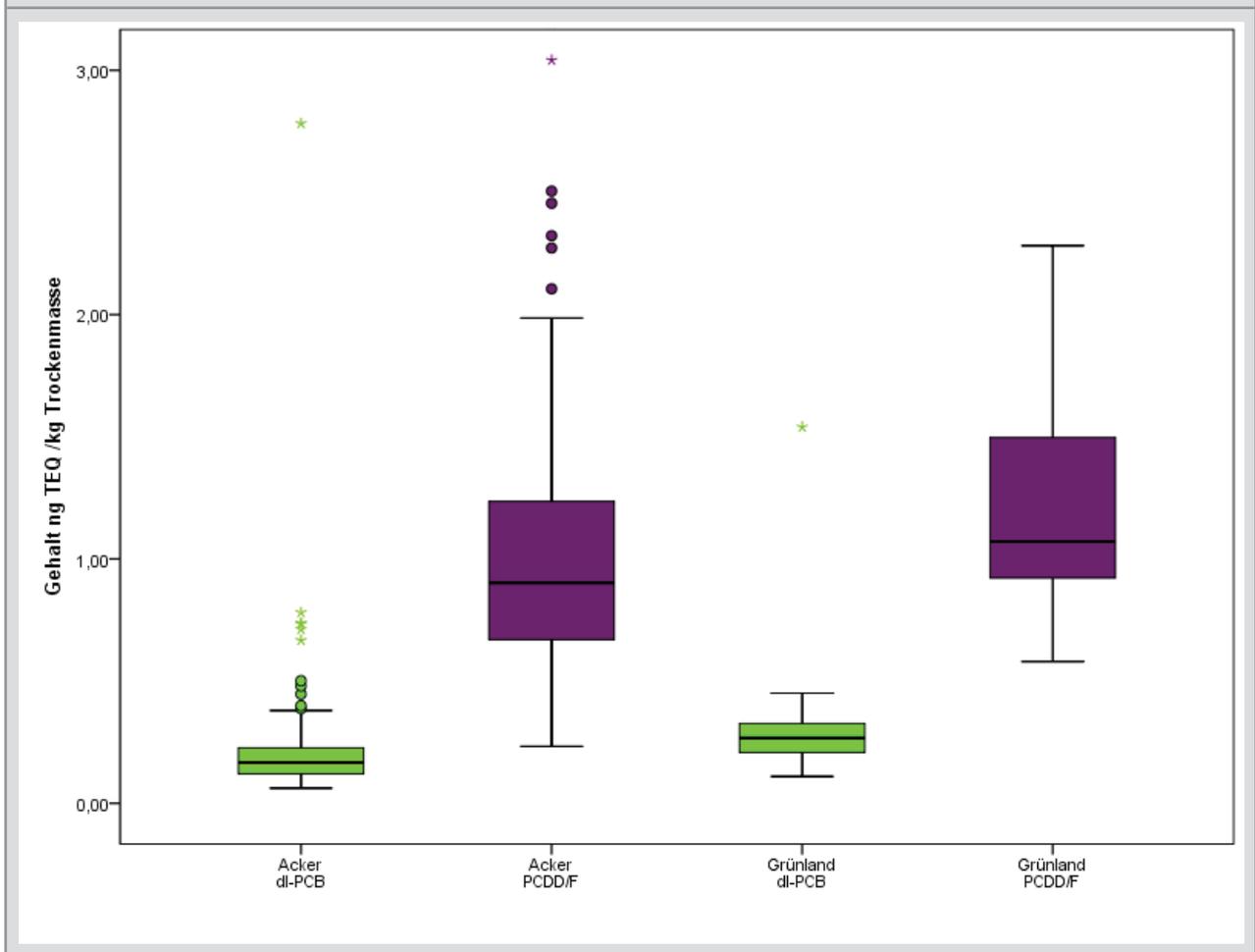


grundbelastung, wobei beeinflussende Parameter wie Nutzungsart (Acker, Grünland, Wald, etc.) und Siedlungsdichte zu berücksichtigen sind. Punktuell oder lokal erhöhte Stoffeinträge heben sich von dieser Hintergrundbelastung ab.

Orientierende Untersuchungen des Umweltbundesamtes (UBA) von Böden ohne spezifische Belastungen weisen für landwirtschaftlich genutzte Böden im ländlichen Raum durchschnittliche Gehalte für Dioxine von 1 ng WHO-TEQ/kg TM und für dioxinähnliche PCB von 0,3 ng WHO-TEQ/kg TM aus (Ruppe et al. 2009, siehe **Abbildung 2**). Weitere bundesweite Untersuchungen des UBA mit Unterstützung der Länder auf agrarischen und Waldflächen werden folgen.

In **Abbildung 2** ist zu erkennen, dass die Belastung auf Ackerflächen im Niveau niedriger liegt als auf Grünlandflächen. Darüber hinaus werden in der Regel noch höhere Gehalte auf Überschwemmungsflächen und mit Klärschlamm beauftragten Flächen beobachtet. Untersuchungen der Länder (Schneider 2009; Bussian et al. 2010; Groh und Borho 2010) bestätigen diesen Trend. Generell nehmen die Gehalte der Stoffe in Böden in folgender Reihenfolge ab: Organische Auflage Wald > Waldoberboden > Grünlandböden ohne Überschwemmungseinfluss > Ackerboden. Oberhalb dieser üblichen Hintergrundbelastungen können punktuell oder regional höhere Gehalte zum Beispiel in Folge von Remobilisierung aus Altlasten, Unfällen, Überschwemmungen oder anderen Einzelereignissen auftreten.

Abbildung 2: Vergleich der Hintergrundbelastung von PCDD/F und dl-PCB für Acker- und Grünlandflächen in ng TEQ/kg. Mittellinie in der Box – Median, unter- bzw. oberer Rand – 25. bzw. 75. Perzentil, unterer bzw. oberer Begrenzer (Whisker) – 5. bzw. 95. Perzentil. Quelle: Ruppe et al. 2009.



## Transfer in die Nahrungskette

### Pflanzen

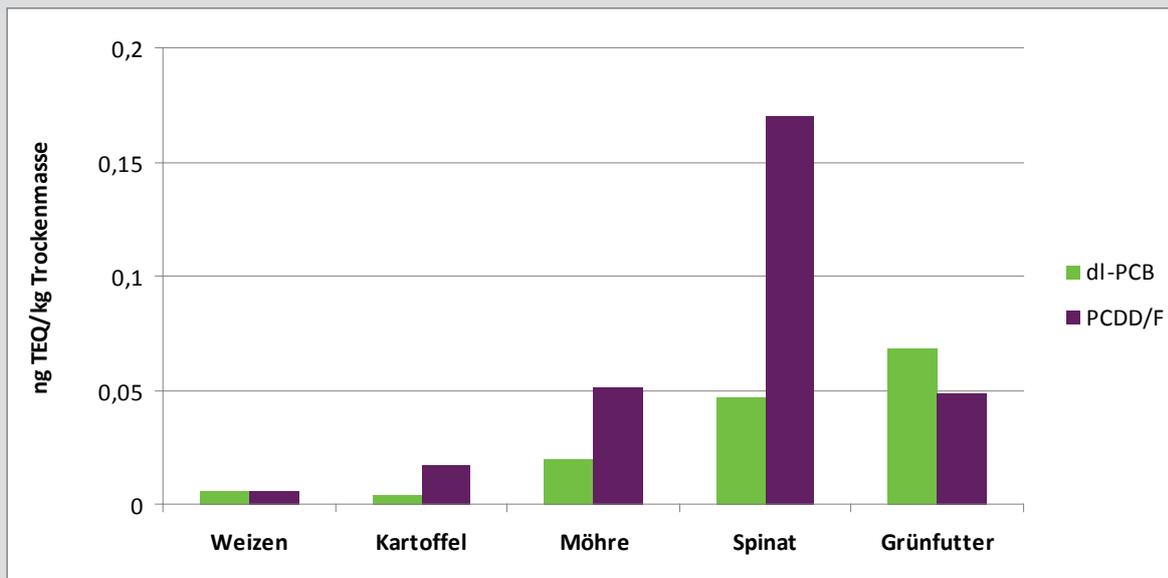
Der Transfer von Dioxinen und dl-PCB auf und in die Pflanzen ist über unterschiedliche Pfade möglich.

Als Haupteintragspfad von Dioxinen und dl-PCB in Futter- und Lebensmittelpflanzen nennt die Literatur Deposition aus der Luft, und zwar die trockene, gasförmige wie auch die partikelgebundene Deposition. Beeinflussende Faktoren, welche das Ausmaß der atmosphärischen Deposition in die Pflanzen bestimmen, sind zum Beispiel die Pflanzenmorphologie (Blattoberfläche und -behaarung, Dicke und Zusammensetzung der Cuticula), Pflanzenart, Jahreszeit, Temperatur, Niederschlag und Windverhältnisse sowie physikalisch-chemische Stoffeigenschaften wie etwa Volatilität und Lipophilie.

Die Aufnahme über die Wurzel spielt für die meisten Nutzpflanzen eine eher untergeordnete Rolle. Untersuchungen belegen nur für die Aufnahme in Schalen von Wurzelgemüse (zum Beispiel Karotte und Kartoffel) Transferfaktoren  $> 1$ . Die Schadstoffe gelangen dann meist nur bis in die äußere, meist lipophile Epidermis. Eine Verlagerung im Phloem der Pflanzen und damit die weitere Verteilung innerhalb der Pflanze kann praktisch ausgeschlossen werden, sodass durch Schälen die Belastung verringert werden kann (Palm et al. 2009, Elsäßer et al. 2007). Zucchini und auch andere Vertreter der Familie der Cucurbitaceae können hingegen Dioxine in höherem Maße aktiv über die Wurzel und in andere Pflanzenteile aufnehmen.

Neben der direkten Aufnahme aus der Deposition ist die oberflächliche Verschmutzung der Pflanzen durch anhaftende kontaminierte Bodenpartikel von Bedeutung. Pflanzenteile in den ersten 20 cm über dem Boden, wie sie zum Beispiel bei Grünlandauf-

Abbildung 3: Dioxin- und PCB-Belastungen von ausgewählten Nahrungs- und Futterpflanzen, Medianwerte, in ng TEQ/kg TS (upper bound). Datenquellen: BVL 2006, Ruppe et al. 2009.



wuchs zur Weidenutzung oder zur Futtergewinnung genutzt werden, sind davon besonders betroffen. Letztlich bestimmen die Pflanzenart, Pflanzenmorphologie, Bewirtschaftungsart, Erntetechnik, der Erntezeitpunkt und auch die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Schadstoffe die Bedeutung dieses Belastungspfades für die Kontamination der Pflanzen.

Die Kontamination der Pflanzen durch die Ausgasung von PCB und Dioxinen aus dem Boden wird verschiedentlich in der Literatur diskutiert (Hennecke et al. 2010). Sie ist aber aufgrund der Schwerflüchtigkeit der dl-PCB und der toxischen Dioxine von untergeordneter Bedeutung.

Beispiele für die aus der Hintergrundbelastung der Umwelt stammende Belastung von Pflanzen gibt **Abbildung 3**. Hier zeigt sich im Vergleich mit **Abbildung 2**, dass in Grünfutter im Unterschied zum Boden unter Grünland der Anteil der dl-PCB gegenüber den PCDD/F am Gesamt-WHO-TEQ überwiegen kann.

### Tiere

Die allgemeine Verbreitung von Dioxinen und dl-PCB in der Umwelt führt wiederholt zu erhöhten Belastungen von tierischen Lebensmitteln. So wiesen 140 untersuchte Schafsleberproben aus sechs

verschiedenen Bundesländern Dioxin-Gehalte auf, welche in 70 % aller Fälle die in der EU geltenden Höchstgehalte überschritten haben (BfR 2009). Regionale Unterschiede konnten nicht nachgewiesen werden. Dies weist darauf hin, dass die Belastung in Schafslebern nicht allein auf punktuelle Belastungen zurückgeführt werden kann.

Auch Rinder, Wildschweine, Rehe oder Hühner können von einer erhöhten Dioxin- und dl-PCB-Aufnahme betroffen sein. Hieraus wird deutlich, dass bereits im Bereich der Hintergrundbelastung von Böden in tierischen Lebensmitteln Gehalte dieser Schadstoffe erreicht werden können, welche die in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegten Auslösewerte oder Höchstgehalte überschreiten.

Tiere nehmen die Schadstoffe mit den pflanzlichen Futtermitteln, den an ihnen haftenden Bodenpartikeln und durch die direkte Bodenaufnahme auf. Schafe fressen beispielsweise Gräser direkt über dem Boden ab und nehmen dabei nennenswerte Anteile vom Boden auf. Ähnlich verhält es sich bei Hühnern. In der Literatur ist belegt, dass die direkte Bodenaufnahme bei circa 10 % der Futteraufnahme liegt. Daraus folgt, dass bei Schafen und Hühnern die direkte Bodenaufnahme aufgrund der höheren Dioxin-/PCB-Gehalte im Boden wesentlichen Einfluss auf die Belastung der Tiere hat.

Die genannten Beispiele verdeutlichen, dass der Zustand der Böden in Hinblick auf die Qualität von Nahrungsmitteln eine wesentliche Rolle spielt. Landwirte können durch eigene Maßnahmen die Schadstoff-Aufnahme von Nutztieren reduzieren. Beispielhaft genannt seien eine verschmutzungsarme, das heißt bodenarme, Futtermittel-Ernte oder Maßnahmen, die zu einer dichteren Grünlandnarbe führen. Diese Maßnahmen verhindern aber nicht die Aufnahme von Bodenpartikeln beim Weiden.

## Fazit

Insgesamt zeigen aktuelle Untersuchungen und die jüngsten Dioxinfunde, dass die Belastung mit Dioxinen in Lebens- und Futtermitteln trotz geringer werdender Emissionen immer noch erheblich ist.

Wie das Beispiel der belasteten Schafslebern zeigt, ist es bereits im Bereich der allgemeinen Hintergrundbelastung der Umwelt offensichtlich möglich, dass tierische Lebensmittel durch Dioxine und dl-PCB auf dem Wege des Transfers von der Umwelt in die Nahrungskette so belastet werden können. Große Teile der Bevölkerung nehmen täglich mehr Dioxine mit der Nahrung zu sich als es dem Vorsorgewert der WHO entspricht. Daher muss vermieden werden, dass der Verzehr auf längere Sicht zu weiteren Belastungen und damit zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen kann. Vor allem die zentrale Rolle des Bodens als Senke alter Schadstoffbelastungen und Quelle neuer "alter" Belastungen macht deutlich, dass Schadstoffeinträge in Böden weiterhin minimiert werden müssen. Gesunde Lebensmittel bedingen "gesunde" Böden. Der Anbau von vermarktungsfähigen Lebensmittel- und Futterpflanzen sowie die Freilandhaltung von Nutztieren hängen auch von einer guten Bodenqualität ab. Diese ist nur durch einen konsequenten Bodenschutz sicherzustellen, denn "Bodenschutz ist vorgezogener Verbraucherschutz" (Troge 2005).

Dennoch weiß man immer noch zu wenig über den Metabolismus und die Bedingungen, die eine Aufnahme von PCDD/F und dl-PCB aus der Atmosphäre und aus dem Boden in die Futter- und Nahrungspflanzen und den weiteren Transfer in die Nahrungskette ermöglichen. Ziel zukünftiger Forschungsarbeiten muss es sein, Antworten auf diese Fragen zu geben.

## Literatur

Bussian B M, Dienemann C, Glante F (2010): Dioxine und dl-PCB in der Umwelt-Auswertung der Länderberichte anlässlich des Fachgespräches im Bundesumweltministerium am 07.04.2009 und Stellungnahme des Umweltbundesamtes. UBA Texte 12/2010. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3912.html> (Abrufdatum: 21.02.11).

BfR (2009): Schafleber kann stark mit Dioxinen und PCB belastet sein. Gesundheitliche Bewertung Nr. 013/2009 des BfR vom 7. April 2009. [http://www.bfr.bund.de/cm/208/schafleber\\_kann\\_stark\\_mit\\_dioxinen\\_und\\_pcb\\_belastet\\_sein.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/208/schafleber_kann_stark_mit_dioxinen_und_pcb_belastet_sein.pdf) (Abrufdatum: 21.02.11).

BVL (2006): Nationale Stuserhebung von Dioxinen und PCB in Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs 2004/2005. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2006. [http://www.bvl.bund.de/DE/01\\_Lebensmittel/00\\_doks\\_download/unerwuenschte\\_stoffe\\_organismen/dioxinbericht.templatId=raw.property=publicationFile.pdf/dioxinbericht.pdf](http://www.bvl.bund.de/DE/01_Lebensmittel/00_doks_download/unerwuenschte_stoffe_organismen/dioxinbericht.templatId=raw.property=publicationFile.pdf/dioxinbericht.pdf) (Abrufdatum: 21.02.11).

dortmund.de (2011): PCB-Belastungen im Umfeld der Firma Envio. Was ist bisher passiert? [Chronologie der Ereignisse]. [http://www.dortmund.de/de/leben\\_in\\_dortmund/gesundheit/pcb/chronologie\\_infos/](http://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/gesundheit/pcb/chronologie_infos/) (Abrufdatum: 21.02.11).

Elsäßer M, Nußbaum H, Ehrmann O, Feldwisch N (2007): Maßnahmenkonzept zur verschmutzungsarmen Nutzpflanzen-ernte. Handlungsempfehlungen für die Bodenschutzbehörden für Bewirtschaftungsbeschränkungen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen bei schädlichen Bodenveränderungen. Herausgegeben von der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO). LABO-Projekt-Nr. B 4.03. [http://www.labo-deutschland.de/documents/33\\_Anlage\\_TOP\\_14\\_Nutzpflanzenente\\_lang\\_6ad.pdf](http://www.labo-deutschland.de/documents/33_Anlage_TOP_14_Nutzpflanzenente_lang_6ad.pdf) (Abrufdatum: 21.02.11).

Groh S, Borho W (2010): dl-PCB in den Böden von Baden-Württemberg. Eine orientierende Stichprobenuntersuchung. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) 2010. [http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/71184/dl\\_pcb\\_in\\_boeden.pdf?command=downloadContent&filename=dl\\_pcb\\_in\\_boeden.pdf](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/71184/dl_pcb_in_boeden.pdf?command=downloadContent&filename=dl_pcb_in_boeden.pdf) (Abrufdatum: 21.02.11).

Hennecke D, Becker L, Düring R A, (2010): Expositions-betrachtung und Beurteilung des Transfers von Dioxinen, dioxinähnlichen PCB und PCB. Literaturstudie im Auftrag des Umweltbundesamtes. Forschungsbericht FKZ 3709 72 228. [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/3709\\_72\\_228\\_pcb.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/3709_72_228_pcb.pdf) (Abrufdatum 21.02.11).

Palm W D, Bolten M, Lutzenberger A, Stamer F, Ruck W (2009): Literaturstudie zur Ursachenanalyse der Kontamination von Grundfutter durch PCB unter besonderer Berücksichtigung der dl-PCB. Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz sowie des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung 2009.

Ruppe A, Bahr C, Pohl A (2009): Fortschreibung von Beurteilungsmaßstäben für den Wirkungspfad Boden-Pflanze: Methodik zur flächenrepräsentativen Erfassung pflanzenverfügbarer Stoffgehalte in unbelasteten Böden und Stoffgehalten in Nahrungs- und Futtermittelpflanzen. Forschungsbericht FKZ 206 74 200, Umweltbundesamt, Dessau (in Vorbereitung).

Schneider J: Aktivitäten des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (Ref. Landwirtschaft und Bodenschutz, Landesplanung) zur Ermittlung der PCDD/F & dl-PCB-Gehalte in niedersächsischen Böden, Hannover im Dezember 2009, <http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/1198> (Abrufdatum 21.02.11).

Troge (2005): Internationaler Tag des Bodens am 05. Dezember 2005: Bodenschutz – eine Aufgabe für die Europäische Union, Presse-Information 70/2005 des Umweltbundesamtes vom 05.12.2005.

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln.

## **Kontakt**

Dr. Bernd M. Bussian  
Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau  
E-Mail: [bernd.bussian\[at\]uba.de](mailto:bernd.bussian[at]uba.de)

[UBA]

# Sichere Futtermittel = Sichere Lebensmittel – Auch nach dem aktuellen Dioxinfall?

**Safety of feed = Safety of food – even after the current dioxin event?**

*Markus Spolders*

**Abstract:** *The safety of feed and food and the safety of consumer health should be optimised with the consolidation of feed and food regulations. However, an absolute safety is an illusion. A situation could not be either secure or insecure, but only more or less hazardous. Therefore, the identification of hazards is an essential step to reduce hazards to a tolerable minimum. Today, feed and food are analysed more than years ago. A rate of complaint lower than 1 percent per year indicates a high safety level of feed and food. However, an absolute safety is not possible.*

## **Zusammenfassung**

Durch die Zusammenführung von futtermittel- und lebensmittelrechtlichen Reglementierungen soll ein Höchstmaß an Sicherheit für Futter- und Lebensmittel und damit für die Gesundheit von Verbraucherinnen und Verbrauchern erreicht werden. Eine absolute Sicherheit ist allerdings eine Illusion: Eine Situation kann nicht entweder sicher oder unsicher sein, sondern nur mehr oder weniger gefährlich. Daher liegt in der Identifizierung von Risiken ein notwendiger Schritt, um sie letztlich auf ein Minimum zu reduzieren. Futter- und Lebensmittel werden heute in Deutschland umfangreich untersucht. Beanstandungen von unter 1 % pro Jahr weisen auf ein hohes Maß an Sicherheit bei den Futter- und Lebensmitteln hin. Eine hundertprozentige Sicherheit kann und wird es aber nie geben.

## **Hintergrund**

Das EU-Lebensmittelsicherheitskonzept fußt auf der Gleichsetzung von Futtermittelsicherheit und Lebensmittelsicherheit. Um Lebensmittelsicherheit gewährleisten zu können, müssen alle Aspekte der Lebensmittelherstellungskette als Kontinuum betrachtet werden, und zwar von der Primärproduktion und der Futterproduktion bis hin zum Verkauf beziehungsweise zur Abgabe an Verbraucherinnen und Verbraucher, da jedes Glied dieser Kette Auswirkungen auf die Lebensmittelsicherheit haben kann. Dazu wurden mit dem Gesetz zur Neuordnung des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) im Jahre 2009 futtermittel- und lebensmittelrechtliche Regelungen zusammengeführt, um dem Prinzip der Rückver-

folgbarkeit entlang der gesamten Nahrungskette ("from farm to fork") nachzukommen.

Generell fordert die EU-Basisverordnung (EU) Nr. 178/2002 sichere Lebensmittel, das heißt Lebensmittel, die nicht sicher sind, dürfen nicht in Verkehr gebracht werden. Ebenso dürfen Futtermittel nicht verfüttert werden, wenn davon auszugehen ist, dass sie die Gesundheit von Mensch oder Tier beeinträchtigen oder sich nachteilig auf die tierische Produktion auswirken können. Weitere Ziele des Futtermittel- und Lebensmittelrechts sind der Schutz der Gesundheit der Verbraucherinnen und Verbraucher und der Schutz vor Täuschung sowie ein reibungsloses Funktionieren des europäischen Binnenmarktes.

Verantwortlich für die Sicherheit von Futter- und Lebensmitteln sind die Futtermittel- und Lebensmittelunternehmer. Sie müssen auf allen Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen in den ihrer Kontrolle unterstehenden Betrieben in ihrem Tätigkeitsbereich dafür sorgen, dass die Lebensmittel oder Futtermittel die Anforderungen des Lebensmittelrechts erfüllen. Es ist auch ihre Aufgabe, die Einhaltung dieser Anforderungen zu überprüfen. Nach der Futtermittelhygiene-Verordnung (VO(EG) Nr. 183/2005) muss der Unternehmer bei der Produktion Maßnahmen ergreifen, die eine Kontamination der Futtermittel sicher verhindern. Diese Maßnahmen sind zu dokumentieren und Bestandteil eines umfassenden Qualitätssicherungssystems (zum Beispiel HACCP).

### Was bedeutet "sicher"?

Eine Definition dessen, was unter dem Begriff "sicher" zu verstehen ist, findet sich allerdings weder im Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB), noch in der EU-Basisverordnung (VO (EU) Nr. 178/2002). Die Aufgabe der Konkretisierung und Auslegung entscheidender Begriffe wird entweder der (höchstrichterlichen) Rechtsprechung überlassen, oder man versucht die "Lücken" durch komplementäre Gesetze, Verordnungen und Richtlinien zu füllen.

Aus der Sicht eines Risikoforschers ist Sicherheit eine Illusion: Eine Situation kann nicht entweder sicher oder unsicher sein, sondern nur mehr oder weniger gefährlich. Daher liegt in der Identifizierung von Gefahren ein notwendiger Schritt, um sie zu minimieren. Häufig geht es um "Risiko-Themen", deren Ursache darin liegt, dass in öffentlichen Debatten ein Risiko als mittel- oder unmittelbare Gefahr für die Gesundheit wahrgenommen wird, während aus wissenschaftlicher Sicht als Risiko die Wahrscheinlichkeit des Eintritts und des Umfangs einer gesundheitlichen Schädigung verstanden wird. Den Grad der Sicherheit definieren Risikoforscher daher

als möglichst niedrige Wahrscheinlichkeit des Eintritts einer gesundheitlichen Schädigung.

### Futtermittelüberwachung in Deutschland – wie sicher sind Futtermittel?

Die Futtermittelüberwachung in Deutschland liegt in der Verantwortung der Bundesländer. Insgesamt werden pro Jahr circa 15.000 Betriebsprüfungen und 6.000 Buchprüfungen vorgenommen. Bei den amtlich gezogenen Futtermittelproben erfolgen circa 130.000 Einzelbestimmungen. Untersucht wird dabei vornehmlich der Gehalt an unerwünschten oder verbotenen Stoffen oder der Gehalt der den Nährwert bestimmenden Bestandteile. In **Tabelle 1** ist die Probenanzahl der verschiedenen Futtermittel und der jeweilige Anteil an beanstandeten Proben aufgeführt.

Die Höhe der beanstandeten Proben (4 – 27 %) sagt noch nichts über den Grund der Beanstandung. So sind die meisten Beanstandungen auf einen Mangel an Inhaltsstoffen zurückzuführen.

Die Zahl der Beanstandungen aufgrund verbotener beziehungsweise unerwünschter Substanzen

Tabelle 1: Anzahl der untersuchten Proben und der beanstandeten Proben (BMELV 2009).

|  | Anzahl der Proben |               |               | Beanstandungen in v. H. |             |             |
|--|-------------------|---------------|---------------|-------------------------|-------------|-------------|
|  | 2007              | 2008          | 2009          | 2007                    | 2008        | 2009        |
| Einzelfuttermittel                               | 5.949             | 6.264         | 5.703         | 5,8                     | 5,9         | 5,6         |
| Mischfuttermittel                                |                   |               |               |                         |             |             |
| für Geflügel                                     | 2.260             | 2.054         | 2.274         | 22,7                    | 19,6        | 19,2        |
| für Schweine                                     | 3.369             | 3.112         | 3.048         | 19,0                    | 17,9        | 16,7        |
| für Rinder                                       | 4.538             | 4.236         | 4.204         | 13,9                    | 12,7        | 13,2        |
| andere Nutztiere                                 | 1.061             | 1.052         | 1.024         | 24,8                    | 23,0        | 19,9        |
| Heimtiere  | 483               | 529           | 660           | 23,0                    | 16,6        | 22,9        |
| andere Tiere                                     | 25                | 47            | 49            | 20,0                    | 29,8        | 14,3        |
| Mischfuttermittel insgesamt                      | 11.736            | 11.030        | 11.259        | 18,4                    | 16,7        | 16,6        |
| davon Mineralfuttermittel                        | 1.134             | 1.195         | 1.203         | 31,4                    | 26,1        | 24,5        |
| Vormischungen                                    | 400               | 373           | 365           | 33,0                    | 27,1        | 27,4        |
| Futtermittelzusatzstoffe und deren Zubereitungen | 190               | 187           | 199           | 7,9                     | 5,3         | 3,5         |
| <b>gesamt</b>                                    | <b>18.275</b>     | <b>17.854</b> | <b>17.526</b> | <b>14,5</b>             | <b>13,0</b> | <b>13,1</b> |

Tabelle 2: Untersuchungen auf verbotene Stoffe in Futtermitteln (BMELV 2009).

|  | Anzahl der Bestimmungen |               |               | Beanstandungen in v. H. |            |            |
|--|-------------------------|---------------|---------------|-------------------------|------------|------------|
|  | 2007                    | 2008          | 2009          | 2007                    | 2008       | 2009       |
| verbotene Stoffe nach Artikel 7 der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 | 6.099                   | 5.501         | 4.481         | 0,1                     | 0,2        | 0,3        |
| tierische Fette nach § 18 Abs. 1 LFGB                            | 80                      | 44            | 22            | 0,0                     | 0,0        | 0,0        |
| sonstige unzulässige Stoffe                                      | 39.697                  | 35.418        | 31.602        | 0,9                     | 0,7        | 0,3        |
| <b>gesamt</b>  | <b>45.876</b>           | <b>40.963</b> | <b>36.105</b> | <b>0,8</b>              | <b>0,6</b> | <b>0,3</b> |

in Futtermitteln ist deutlich geringer. Nach Untersuchungen von Futtermittelproben auf generell für die jeweilige Tierart nicht mehr zugelassene Futtermittelzusatzstoffe oder grundsätzlich verbotene Stoffe (zum Beispiel Antibiotika als Futtermittelzusatzstoff für die Leistungsförderung) wurden 0,3 Prozent der Proben beanstandet (**Tabelle 2**). Dies ist ein deutlicher Rückgang der Beanstandungen im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren.

Nur 0,3 % der untersuchten Futtermittel auf die Gehalte an unerwünschten Stoffen mit festgesetztem Höchstgehalt wie dem Pilzgift Aflatoxin B<sub>1</sub>, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle, Dioxine und dioxinähnliche PCB wurden im Jahre 2009 beanstandet. Den höchsten Anteil bei diesen Beanstandungen machten mit 1,3 % Überschreitungen der Höchstgehalte die Dioxine aus. Betroffen war in der Regel Grün- und Raufutter. Insgesamt wurden 27 von 776 Grün- und Raufutterproben beanstandet (3,5 %). Die Beanstandungsquote für Untersuchungen auf "unerwünschte Stoffe ohne festgesetzten Höchstgehalt", wie zum Beispiel nicht-dioxinähnliche PCB, Deoxynivalenol, Ochratoxin A, Zearalenon, Chrom, Nickel oder Mykotoxine – außer Aflatoxin B<sub>1</sub>, lag bei 0,1 % (**Tabelle 3**).

Zusätzlich wurden im Jahre 2009 insgesamt 37.130 Einzelbestimmungen auf Rückstände an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen gemäß Anlage 5a der Futtermittelverordnung vorgenommen. Bei dieser großen Anzahl ist zu berücksichtigen, dass die meisten Wirkstoffe in einem Analysengang nach der Methode der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFBG (Methode L 00.00-34: "Modulare Multimethode zur Bestimmung von

Pflanzenschutzmittelrückständen in Lebensmitteln"), erfasst werden.

Es wurden drei Beanstandungen in unbearbeiteten Futtermitteln ausgesprochen, davon zwei bei Ölsaaten (Chlorpyrifosmethyl) und eine bei Getreide (Cypermethrin). Der Umfang der Bestimmungen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in bearbeiteten Futtermitteln belief sich auf 11.483. Es wurden zwei Beanstandungen bei bearbeiteten Einzelfuttermitteln (Wirkstoffe Chlorpropham und Dicofol) ausgesprochen.

### Lebensmittelkrisen trotz Überwachung?

Betrachtet man die Lebensmittelkrisen der letzten Jahre (BSE, Dioxine etc.), so waren die Auslöser meist kontaminierte Futtermittel. Nach Max Frisch ist aber eine "Krise durchaus ein produktiver Zustand, wenn man ihr nur den Beigeschmack der Katastrophe nimmt." Produktiv waren diese Krisen dahingehend, dass die Futtermittelsicherheit durch zahlreiche neue Regulierungen und Maßnahmen (Verbot des Verfütterns von tierischen Fetten und Proteinen an Wiederkäuer, Steigerung der Zahl amtlich und von der Industrie selbst vorgenommener Untersuchungen von Futtermittelproben etc., Verantwortlichkeit für Sicherheit der Futter- und Lebensmittel beim Futtermittelunternehmer) verbessert wurde. Den Beigeschmack der Katastrophe kann man dadurch nehmen, dass man zeigt, dass Überschreitungen gesetzlicher Höchstgehalte in Futtermitteln nicht automatisch dazu führen, dass die Höchstgehalte in Lebensmitteln überschritten werden oder, falls dies der Fall sein sollte, diese Überschreitung zwangsläufig eine Gefahr für die Gesundheit bedeutet.

Tabelle 3: Untersuchungen auf unerwünschte Stoffe in Futtermitteln (BMELV 2009).

|   | Anzahl der Bestimmungen |               |               | Beanstandungen in v. H. |            |            |
|---|-------------------------|---------------|---------------|-------------------------|------------|------------|
|   | 2007                    | 2008          | 2009          | 2007                    | 2008       | 2009       |
| unerwünschte Stoffe mit festgesetztem Höchstgehalt darunter:  | 30.816                  | 34.232        | 26.923        | 0,3                     | 0,5        | 0,3        |
| Aflatoxin B <sub>1</sub>                                      | 1.854                   | 2.033         | 1.658         | 0,0                     | 0,7        | 0,2        |
| chlorierte Kohlenwasserstoffe                                 | 13.506                  | 15.305        | 9.471         | 0,0                     | 0,0        | 0,0        |
| Schwermetalle   | 11.563                  | 12.182        | 10.049        | 0,2                     | 0,2        | 0,1        |
| Dioxine   | 2.004                   | 2.285         | 2.290         | 2,6                     | 3,9        | 1,3        |
| unerwünschte Stoffe ohne festgesetzten Höchstgehalt darunter: | 10.852                  | 13.124        | 10.718        | 0,2                     | 0,1        | 0,1        |
| PCB   | 2.590                   | 3.082         | 2.258         | 0,2                     | 0,0        | 0,0        |
| Mykotoxine (außer Aflatoxin B <sub>1</sub> )                  | 7.143                   | 8.521         | 6.293         | 0,1                     | 0,0        | 0,1        |
| <b>gesamt</b>   | <b>41.668</b>           | <b>47.356</b> | <b>37.641</b> | <b>0,3</b>              | <b>0,4</b> | <b>0,2</b> |

Dies gilt auch für den jüngsten Dioxinfall im Januar dieses Jahres. Im Bundesland Schleswig-Holstein wurde im Dezember 2010 eine Verunreinigung von pflanzlichem Futterfett mit Dioxinen festgestellt. Technische Fettsäuren mit hohen Dioxingehalten sind in pflanzliche Futterfette eingemischt und anschließend zur Futtermittelherstellung verwendet worden.

Die ermittelten Dioxingehalte in Lebensmitteln (Fleisch von Schweinen und Legehennen sowie von Eiern) lagen nur bei wenigen Proben über den in der Europäischen Union festgelegten Höchstgehalten. Bei Milch und Fleisch von Mastgeflügel wurden keine Überschreitungen festgestellt. Von den untersuchten Mischfuttermitteln wurde in keiner Probe der zulässige Höchstgehalt für Dioxine überschritten.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) kam auf Grundlage seiner Risikoabschätzung zu dem Ergebnis, dass selbst wenn Eier oder Schweinefleisch mit Gehalten im Bereich der höchsten gemessenen Werte über einen längeren Zeitraum verzehrt wurden, weder eine unmittelbare noch eine langfristige gesundheitliche Beeinträchtigung

für Verbraucherinnen und Verbraucher zu erwarten ist (BfR 2011). Dieses Urteil fußt neben intensiven toxikologischen Überlegungen auch darauf, dass selbst bei längerfristiger Aufnahme von Lebensmitteln mit den höchsten gemessenen Gehalten die innere Belastung des Menschen mit Dioxinen nur unwesentlich erhöht würde und um ein Vielfaches niedriger als vor 20 Jahren wäre.

Die vom Menschen über die Nahrung aufgenommenen Dioxine sind schwer abbaubar und werden im Körperfett gespeichert. Frauenmilch ist als fettreiche und leicht zugängliche Körperflüssigkeit ein guter Bioindikator für die Hintergrundbelastung des Menschen mit den im Körperfett gespeicherten lipophilen und persistenten Dioxinen. Aktuelle Auswertungen belegen, dass die mittleren Dioxingehalte in Frauenmilch aus Deutschland kontinuierlich von 1985 bis 2009 um mehr als 80 % auf 17% des ursprünglichen Wertes zurückgegangen sind. In anderen Industrieländern werden ebenfalls deutlich sinkende Gehalte beobachtet (BfR 2011).

Dieser positive Trend muss fortgesetzt werden. Deshalb sind Verstöße gegen das Lebens- und Futtermittelrecht wie die Überschreitungen der

Höchstgehalte für Dioxine in Futter- und Lebensmitteln nicht hinnehmbar und zeitigen folglich produktives Handeln der zuständigen Institutionen. Als Konsequenz aus dem aktuellen Dioxinfall hat das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) am 14.01.2011 einen Aktionsplan Verbraucherschutz in der Futtermittelkette "Sicherheit und Transparenz" vorgestellt, mit dem erkannte Defizite aufgegriffen und beseitigt werden sollen (BMELV 2011).

### Fazit

Futter- und Lebensmittel werden heute in Deutschland umfangreich untersucht. Beanstandungen von unter 1 % pro Jahr weisen auf eine große Sicherheit der Futter- und Lebensmittel hin. Eine hundertprozentige Sicherheit kann und wird es aber nie geben.

### Literatur

BfR (2009): BfR-Jahresbericht 2009. Bundesinstitut für Risikobewertung. [http://www.bfr.bund.de/cm/238/bfr\\_jahresbericht\\_2009.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/238/bfr_jahresbericht_2009.pdf) (Abrufdatum: 21.02.11).

BfR (2011): Kein gesundheitliches Risiko durch den Verzehr von Eiern und Fleisch auf der Basis aktuell ermittelter Dioxingehalte. Stellungnahme Nr. 002/2011 des BfR vom 26. Januar 2011. [http://www.bfr.bund.de/cm/343/kein\\_gesundheitliches\\_risiko\\_durch\\_den\\_verzehr\\_von\\_eiern\\_und\\_fleisch\\_auf\\_der\\_basis\\_aktuell\\_ermittelter\\_dioxingehalte.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/343/kein_gesundheitliches_risiko_durch_den_verzehr_von_eiern_und_fleisch_auf_der_basis_aktuell_ermittelter_dioxingehalte.pdf) (Abrufdatum: 21.02.11).

BMELV (2009): Jahresstatistik 2009 über die amtliche Futtermittelüberwachung in der Bundesrepublik Deutschland mit Erläuterungen. Kurzfassung. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. [http://www.bmelv.de/cln\\_182/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Futtermittel/Futtermittel-Jahresueberwachung-2009-Zusammenfassung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmelv.de/cln_182/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Futtermittel/Futtermittel-Jahresueberwachung-2009-Zusammenfassung.pdf?__blob=publicationFile) (Abrufdatum: 21.02.11).

BMELV (2011): Sicherheit und Transparenz. Aktionsplan Verbraucherschutz in der Futtermittelkette vom 14. Januar 2011. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und

Verbraucherschutz. <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Futtermittel/AktionsplanVerbraucherschutzFuttermittel.pdf> (Abrufdatum: 28.02.11).

Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch – LFGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Juli 2009, BGBl. I S. 2205, geändert am 3. August 2009, BGBl. I S. 2630.

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. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 31, 1-24.

Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene. Amtsblatt der Europäischen Union L 35, 1-22.

### Kontakt

Dr. Markus Spolders  
Bundesinstitut für Risikobewertung  
Fachgruppe 84 – Futtermittel und Futtermittelzusatzstoffe  
Thielallee 88-92  
14195 Berlin  
E-Mail: [markus.spolders\[at\]bfr.bund.de](mailto:markus.spolders[at]bfr.bund.de)

[BfR]

# 25 Jahre Tschernobyl

## Gesundheitliche Folgen und heutige Kontamination von Lebensmitteln

### 25 Years After Chernobyl Health Consequences and Today's Contamination of Foodstuffs

*Bernd Grosche, Martin Steiner*

**Abstract:** *The Chernobyl accident in April 1986 caused the release of large quantities of radioactive substances and a widespread contamination of European countries. Recovery operation workers in the former Soviet Union received average effective doses exceeding 100 mSv, evacuees about 31 mSv between 1986 and 2005. In Germany, the highest radiation exposure due to the Chernobyl accident has been calculated for the population of the Alpine foothills. For adults it amounts to about 2 mSv for a period of 50 years after the accident. In the former Soviet Union health effects have been observed in recovery operation workers and in children exposed to I-131. Apart from thyroid cancer, there are no reliable data as to elevated risks of other types of cancer and leukaemia. In Germany there is no evidence for adverse radiation-induced health effects. Here, radiation-induced cancer following the Chernobyl accident is difficult to discriminate against spontaneous cancer incidence. Nowadays public concern in Germany focuses on the Cs-137 contamination of foodstuffs from forests.*

Am 26. April 1986 ereignete sich im Block 4 des Kernkraftwerkes Tschernobyl in der Ukraine ein schwerer Unfall, in dessen Folge große Mengen radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre freigesetzt und über Europa verteilt wurden. Die sich stark verändernden meteorologischen Verhältnisse führten zu mehreren radioaktiven Wolken in unterschiedlichen Himmelsrichtungen. Die anfangs vorherrschende Luftströmung transportierte die radioaktiven Stoffe über Polen nach Skandinavien, eine zweite Wolke zog über die Slowakei, Tschechien und Österreich nach Deutschland und eine dritte Wolke erreichte schließlich die Länder Rumänien, Bulgarien, Griechenland und die Türkei.

Die radioaktive Kontamination der betroffenen Gebiete variierte erheblich in Abhängigkeit vom Auftreten und der Stärke von Niederschlägen während des Durchzugs der radioaktiven Luftmassen. In Deutschland wurde der Süden, bedingt durch heftige lokale Niederschläge, deutlich höher belastet als der Norden. Lokal wurden im Bayerischen Wald und südlich der Donau bis zu 100.000 Becquerel (Bq) Cäsium-137 (Cs-137) pro Quadratmeter abge-

lagert. In der norddeutschen Tiefebene betrug die Aktivitätsablagerung dieses Radionuklids dagegen selten mehr als 4.000 Bq/m<sup>2</sup>.

In diesem Beitrag geben wir einen kurzen Überblick über die unfallbedingte Strahlenexposition ausgewählter Bevölkerungsgruppen, das Krebsgeschehen infolge des Reaktorunfalls in der ehemaligen Sowjetunion, diskutierte gesundheitliche Folgen in Deutschland sowie die heute noch vorhandene Kontamination in Lebensmitteln. Eine ausführliche Darstellung findet sich in der Broschüre des Bundesamtes für Strahlenschutz zum Reaktorunfall in Tschernobyl, die jetzt überarbeitet und neu aufgelegt wurde.

#### **Strahlenexposition ausgewählter Bevölkerungsgruppen**

Durch den Reaktorunfall in Tschernobyl wurden große Mengen von Radionukliden in die Umwelt freigesetzt. Diese Freisetzungen führten zu Strahlenbelastungen des Menschen von außen durch die abgelagerten Radionuklide und zu einer Strahlenbelastung von innen durch die Aufnahme von Ra-

| Tabelle 1: Strahlenexposition ausgewählter Bevölkerungsgruppen in der Russischen Föderation, Weißrussland und der Ukraine, ohne Schilddrüsendosis (nach UNSCEAR 2011). |   |
|--|---|
| Bevölkerungsgruppe   | Durchschnittliche effektive Dosis 1986 – 2005 |
| Liquidatoren   | 117 mSv                                       |
| Evakuierte Personen  | 31 mSv  |
| Bewohner kontaminierter Regionen <sup>1</sup> in Weißrussland, Russland und der Ukraine  | 9 mSv   |
| Sonstige Bewohner Weißrusslands, Russlands und der Ukraine   | 1,3 mSv                                       |
| Bewohner sonstiger europäischer Länder ohne Türkei, Länder des Kaukasus, Andorra und San Marino  | 0,3 mSv                                       |
| <sup>1</sup> Bodenkontamination durch Cs-137 größer als 37.000 Bq/m <sup>2</sup> .   |   |

| Tabelle 2: Effektive Dosen für Erwachsene in verschiedenen Regionen Deutschlands (nach SSK 2006). |                            |  |
|---|----------------------------|--|
| Gebiet  | Effektive Dosis im 1. Jahr | Gesamte effektive Dosis für die nach dem Unfall folgenden 50 Jahre |
| Voralpengebiet  | 0,5 mSv                    | 2,1 mSv  |
| Südlich der Donau   | 0,3 mSv                    | 1,1 mSv  |
| Nördlich der Donau  | 0,1 mSv                    | 0,4 mSv  |

dionukliden in den Körper über die Atemluft sowie über Lebensmittel. **Tabelle 1** gibt einen Überblick über die Strahlenexposition der wichtigsten Bevölkerungsgruppen in der ehemaligen Sowjetunion nach dem Reaktorunfall.

**Tabelle 2** gibt die von der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK) berechneten effektiven Dosen für Erwachsene in Deutschland wieder. Zum Vergleich: Die Strahlenexposition in Deutschland aus natürlichen Quellen beträgt im Jahr zwischen 2 und 3 mSv, kann in seltenen Fällen aber auch Werte von 10 mSv erreichen.

### Gesundheitliche Folgen

Die Gebiete mit der höchsten Strahlenbelastung befinden sich in der Ukraine, der Russischen Föderation und Weißrussland. Hier lebten zum Zeitpunkt des Unfalls mehr als 6 Millionen Personen (UNSCEAR 2011). Gesundheitliche Folgen wurden bisher bei den Beschäftigten und Einsatzkräften beobachtet, die an den Aufräumarbeiten beteiligt waren. Ferner steht außer Frage, dass die Zahl der Schilddrüsen-Krebserkrankungen bei Personen, die als Kinder in diesen Gebieten durch Iod-131 exponiert wurden, deutlich erhöht ist. Zu erhöhten Risiken für andere Krebs- und Leukämieerkrankungen in diesen Regionen liegen bisher keine belastbaren Daten vor.

Außerhalb der ehemaligen Sowjetunion sind insbesondere Gebiete in Mitteleuropa, Südosteuropa und Teile Skandinaviens durch den Reaktorunfall betroffen. Aufgrund der Höhe der in Deutschland festgestellten Strahlenbelastungen durch den Tschernobyl-Unfall können akute Strahlenschäden ausgeschlossen werden. Mehr noch als für die höher belasteten Gebiete in Weißrussland, Russland und der Ukraine gilt für Deutschland, dass sich mögliche strahlenbedingte Krebsfälle durch Tschernobyl vor dem Hintergrund der sogenannten spontanen Krebshäufigkeit nur schwer nachweisen lassen werden. Insbesondere gibt es in Deutschland keine Hinweise für ein vermehrtes Auftreten von Schilddrüsenkrebs bei Kindern.

Bisher liegen keine Nachweise vor, dass in Deutschland negative gesundheitliche Strahleneffekte durch den Tschernobyl-Unfall verursacht wurden. In einer Erhebung bei über 5.000 Schwangeren, bei denen der Beginn der Schwangerschaft (Zeitpunkt der Befruchtung der Eizelle) kurz vor oder nach dem Reaktorunfall lag, konnten keine Schäden bei Neugeborenen (Fehlbildungen und andere teratogene Strahlenwirkungen) festgestellt werden (Hoeltz et al. 1992). Zahlreiche weitere epidemiologische Studien kamen zu widersprüchlichen Ergebnissen für die Säuglingssterblichkeit, die Häufigkeit von Fehlbildungen und Tumoren bei

Kindern oder Erwachsenen in Deutschland nach dem Tschernobyl-Unfall. Viele der Studien mit positiven Befunden haben methodische Schwächen, sodass wissenschaftlich nicht ausgeschlossen werden kann, dass die berichteten Einzelbeobachtungen zufallsbedingt sind. Dies sind insbesondere Auswertungen auf der Basis räumlich und zeitlich zusammengefasster Daten und nicht auf der Basis individueller Informationen.

Im Januar 1987 wurden im Westteil Berlins 12 Fälle von Trisomie-21 (das Chromosom 21 ist bei diesen Kindern nicht nur doppelt – wie normal –, sondern dreimal vorhanden) bei Neugeborenen festgestellt, während sonst lediglich zwei bis drei Fälle der auch Down-Syndrom genannten Behinderung pro Monat auftraten (Sperling et al. 1994). Die Häufung des Down-Syndroms wurde als Zusammenhang mit dem Tschernobyl-Unfall interpretiert, weil sie genau neun Monate danach auftrat. Allerdings fand der Befund durch Studien in Schweden, Finnland, Ungarn und Norwegen keine Bestätigung, obwohl in diesen Ländern die zusätzliche Strahlenbelastung nach Tschernobyl höher gewesen war als in Berlin. In Bayern wurde im Zeitraum nach dem Reaktorunfall in den niedriger belasteten Regionen nördlich der Donau eine höhere Rate an Trisomie-21-Fällen beobachtet als in den höher belasteten Regionen südlich der Donau und im Bayerischen Wald (Burkart et al. 1997). Im April 1987 diskutierte die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) die Daten aus Berlin. Die SSK kam zu dem Schluss, dass die Erhöhung der Chromosomenschäden in Berlin nicht auf die Strahlung zurückgeführt werden könne. Die maximale Strahlenexposition durch den Tschernobyl-Unfall war in Berlin kleiner als die natürliche Strahlenexposition, wie sie permanent in großen Landstrichen Deutschlands vorhanden ist und aus denen keine Häufung des Down-Syndroms bekannt ist. Auch für Leukämien im Kindesalter gab es in Deutschland keinen Hinweis auf einen ursächlichen Zusammenhang mit der Strahlenexposition durch den Reaktorunfall (Steiner et al. 1998).

Die Ergebnisse der von verschiedenen nationalen und internationalen Organisationen durchgeführten Abschätzungen der aufgrund der unfallbedingten zusätzlichen Strahlenexposition zu erwartenden Krebserkrankungen unterscheiden sich deutlich. Die Differenzen waren Anlass für einen internationalen Workshop des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) im November 2006. Dort hat sich gezeigt, dass die Unterschiede wesentlich auf den

zugrunde gelegten Bevölkerungszahlen beruhen, nicht aber auf unterschiedlichen Annahmen zum strahlenbedingten Krebsrisiko (Grosche 2007). Insgesamt ist davon auszugehen, dass die berechneten Zahlen zusätzlicher Krebserkrankungen außerhalb der ehemaligen Sowjetunion so gering sind, dass sie in epidemiologischen Studien nur sehr schwer oder gar nicht nachgewiesen werden können.

### **Radioaktive Belastung von Lebensmitteln heute**

Für die Strahlenexposition 25 Jahre nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl ist in Mitteleuropa nur noch das langlebige Cs-137 relevant. In der Regel dominiert die Exposition durch Gamma-Bodenstrahlung, während der Beitrag durch den Verzehr kontaminierter Lebensmittel von untergeordneter Bedeutung ist (Bayer et al. 1996). Schon mit einer Mahlzeit höher kontaminierten Wildbrets oder wild wachsender Speisepilze kann mehr Cs-137 aufgenommen werden als mit Lebensmitteln aus landwirtschaftlicher Produktion während eines ganzen Jahres. Die Kontamination von Nahrungsmitteln aus dem Wald steht daher immer noch im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses.

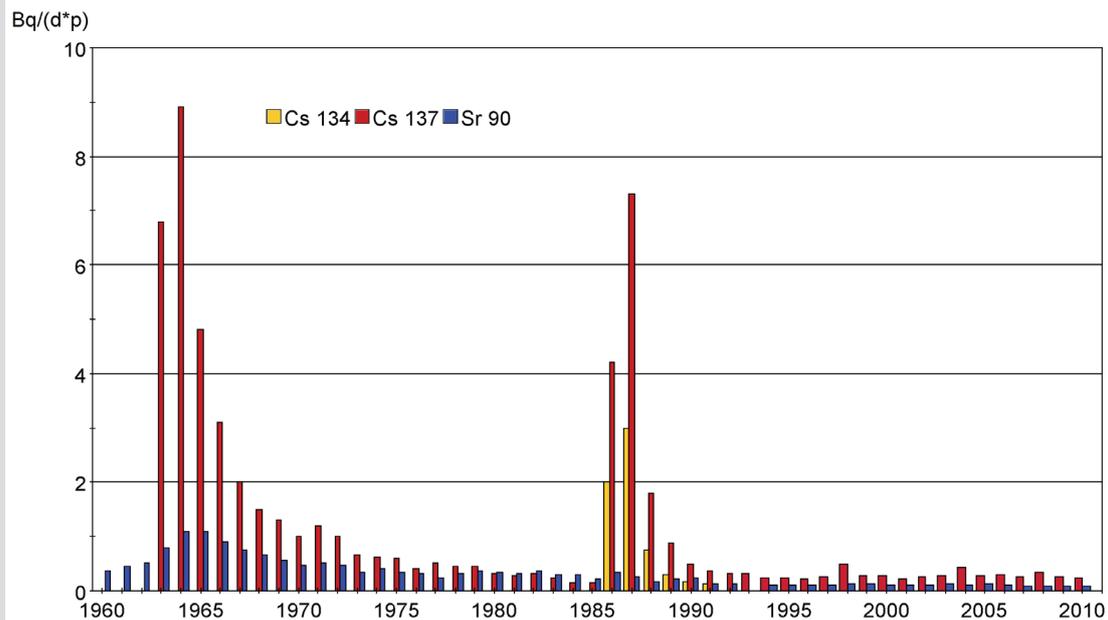
Als Faustregel gilt, dass die Zufuhr von etwa 80.000 Bq Cs-137 mit Lebensmitteln bei Erwachsenen einer Strahlenexposition von 1 mSv entspricht.

### **Nahrungsmittel aus landwirtschaftlicher Erzeugung**

Heute liegt der Gehalt von Cs-137 in landwirtschaftlichen Produkten aus inländischer Erzeugung im Bereich von wenigen Bq/kg und darunter. In Deutschland werden mit Nahrungsmitteln aus landwirtschaftlicher Produktion im Mittel rund 100 Bq Cs-137 pro Person und Jahr aufgenommen. Einen Überblick über den zeitlichen Verlauf der täglichen Zufuhr von Radiocäsium (Cs-137, Cs-134) und Radiostrontium (Sr-90) mit der Gesamtnahrung gibt **Abbildung 1**. Die Spitze in den 1960er Jahren ist auf den Fallout der oberirdischen Atombombenversuche zurückzuführen, die im Jahr 1986 und in den Folgejahren auf den Reaktorunfall in Tschernobyl.

Cs-137 wird auf den mineralischen Böden vieler Ackerflächen stark an bestimmte Tonminerale gebunden. Daher steht es nur in sehr geringem Maß für die Wurzelaufnahme aus dem Boden zur Verfügung. Landwirtschaftliche Kulturen, die erst nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl ausgesät oder

**Abbildung 1: Tägliche Zufuhr von Cs-137, Cs-134 und Sr-90 mit der Gesamtnahrung in Bq pro Person und Tag (Daten bis 1992: Leitstelle für Nahrungsmittel, Daten ab 1993: Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS)).**



angepflanzt wurden, waren bereits im Sommer 1986 nur noch mit wenigen Bq Radiocäsium pro kg kontaminiert.

### **Nahrungsmittel aus dem Wald**

Ganz anders stellt sich die Situation bei Nahrungsmitteln des Waldes dar. Insbesondere bei Speisepilzen und Wildbret können auch 25 Jahre nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl deutlich erhöhte Cs-137-Aktivitäten gemessen werden. Die Ursache hierfür ist der im Vergleich zu Ackerflächen andere Bodenaufbau. Wälder zeichnen sich durch sogenannte organische Auflageschichten auf den Mineralböden aus. In diesen Schichten, die aus sich zersetzender Streu (Blätter, Nadeln, Pflanzenreste usw.) gebildet werden und reich an Bodenorganismen sind, ist Cäsium leicht verfügbar und wird schnell durch Bodenorganismen, Pilze und Pflanzen aufgenommen. Auf diese Weise bleibt Cäsium auch heute noch in die für nährstoffarme Ökosysteme typischen, sehr wirkungsvollen Nährstoffkreisläufe eingebunden. Es wandert nur langsam in die mineralischen Bodenschichten ab, wo es ähnlich wie auf landwirtschaftlichen Böden durch bestimmte Tonminerale gebunden werden kann.

Höher kontaminierte Nahrungsmittel aus dem Wald sind in den Teilen Deutschlands zu erwarten,

die vom Tschernobyl-Fallout besonders betroffen sind. Dies sind insbesondere der Bayerische Wald und die Gebiete südlich der Donau. In anderen Regionen, wie etwa im Norden Deutschlands, sind die Aktivitätswerte wegen der geringeren Ablagerung von Radiocäsium entsprechend niedriger. Eine auch lokal sehr hohe Schwankungsbreite des Cs-137-Gehalts ist für wild wachsende Pilze und Wildbret charakteristisch.

Wildbret ist auch je nach Tierart sehr unterschiedlich belastet. Als Anhaltspunkt kann man davon ausgehen, dass an vergleichbaren Standorten der durchschnittliche Gehalt von Cs-137 im Muskelfleisch in der Reihenfolge Wildschwein, Reh und Rothirsch abnimmt. Verantwortlich für die Spitzenwerte bei Wildschweinen, die auch heute noch 10.000 Bq/kg Cs-137 überschreiten können, sind die unterirdisch wachsenden, für den Menschen ungenießbaren Hirschtrüffeln. Obwohl Hirschtrüffeln im Durchschnitt nur einen kleinen Teil des Futterspektrums der Wildschweine ausmachen, leisten sie wegen ihres außergewöhnlich hohen Cs-137-Gehalts den mit Abstand bedeutendsten Beitrag zur Radiocäsiumaufnahme dieser Tiere.

Auch bei wild wachsenden Speisepilzen sind artspezifisch sehr unterschiedliche Kontaminationen

festzustellen. In Maronentrübsen und Semmelstoppelpilzen aus Südbayern und dem Bayerischen Wald werden noch mehr als 1.000 Bq/kg Cs-137 gemessen. Steinpilze und Pfifferlinge können mehrere 100 Bq/kg aufweisen, bei Parasolpilzen sind es bis zu einige 10 Bq/kg.

### Zukünftige Entwicklung

Die Kontamination landwirtschaftlicher Produkte aus inländischer Erzeugung mit Cs-137 ist heute mit durchschnittlich weniger als 1 Bq/kg sehr gering. Wesentliche Änderungen der Kontaminationssituation sind auch in nächster Zukunft nicht zu erwarten. Bei Wildbret und wild wachsenden Pilzen können in den höher kontaminierten Gebieten Deutschlands auch 25 Jahre nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl Cs-137-Aktivitäten oberhalb einiger 1.000 Bq/kg gemessen werden. Wegen der fortschreitenden Tiefenverlagerung von Radiocäsium im Waldboden ist jedoch auch bei Nahrungsmitteln aus dem Wald ein langsamer Rückgang der Kontamination zu erwarten. Lediglich bei einzelnen Pilzarten mit tief liegenden Myzelien und je nach den ökologischen Gegebenheiten auch bei Wildschweinen ist in den nächsten Jahren mit unverändert hohen oder ansteigenden Kontaminationen zu rechnen. Allerdings besteht für Verbraucherinnen und Verbraucher, die Speisepilze und Wildbret nur aus dem Handel beziehen, kein Anlass zur Sorge, da in Deutschland Lebensmittel mit einem Radiocäsiumgehalt von mehr als 600 Bq/kg nicht vermarktet werden dürfen.

### Literatur

Bayer A, Wirth E, Haubelt R, König K, Ettenhuber E, Winkelmann I, Rühle H (1996): Kontamination und Strahlenexposition in Deutschland nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl; in: Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz (Hrsg. A. Bayer, A. Kaul und Chr. Reiners), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm (Seminar des Bundesamtes für Strahlenschutz und der Strahlenschutzkommission, 6. – 7. März 1996, München).

Burkart W, Grosche B, Schoetzau A (1997): Down syndrome clusters in Germany after the Chernobyl accident. *Radiat Res* 147: 321-328.

Grosche B (2007): Meeting Report: Chernobyl Health Consequences, Workshop of the German Federal Office for Radiation Protection (BfS), 9–10 November 2006. *J Radiol Prot* 27: 369-373.

Hoeltz J, Hoeltz A, Potthoff P, Brachner A, Grosche B, Hinz G, Kaul A, Martignoni K, Roedler HD, Schwarz E, Tsavachidis C (1992): Schwangerschaften und Geburten nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl. Eine repräsentative Erhebung für die Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West). Abschlußbe-

richt. Neuerberg: Institut für Strahlenhygiene des BfS. *ISH-Berichte* 157.

Sperling K, Pelz J, Wegner RD, Dorries A, Gruters A, Mikkelsen M (1994): Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine months after the Chernobyl reactor accident: temporal correlation or causal relation? *BMJ* 309: 158-162.

SSK (2006): 20 Jahre nach Tschernobyl – Eine Bilanz aus der Sicht des Strahlenschutzes, Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 50, H. Hoffmann GmbH – Fachverlag, Berlin.

Steiner M, Burkart W, Grosche B, Kaletsch U, Michaelis J (1998): Trends in infant leukaemia in West Germany in relation to in utero exposure due to Chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys* 37: 87-93.

UNSCEAR (2011): Health Effects due to Radiation from the Chernobyl Accident. Vienna: UN.

### Kontaktdaten

Dr. Bernd Grosche  
Bundesamt für Strahlenschutz  
Arbeitsgruppe SG 1.4 "Strahlenrisiko, Strahlenschutzkonzepte, Risikokommunikation"  
Ingolstädter Landstraße 1  
85764 Oberschleißheim  
E-Mail: bgrosche[at]bfs.de

[BfS]

## Tag gegen Lärm am 27. April 2011

Am 27. April 2011 findet der 14. Tag gegen Lärm, der 'International Noise Awareness Day', statt. Wie in jedem Jahr rückt er einen der zahlreichen Aspekte des Themas Lärm in den Fokus der Öffentlichkeit. In diesem Jahr lautet das Motto "Lärm trennt". Damit soll auf die vielen – bewussten und unbewussten – Trennungen, die Lärm in unterschiedlichsten Lebenssituationen verursachen kann, hingewiesen werden. Schwerpunkte sind 2011 unter anderem Wohnen und Leben in unterschiedlichen sozial-akustischen Umwelten, Schallimmissionen und -quellen sowie die Kosten von guten beziehungsweise ruhigen Wohn(an)lagen. Auch der Straßenverkehrslärm ist wieder ein Thema, ebenso die Frage der Erfolge von Lärmaktionsplänen.

Der folgende Beitrag gibt anlässlich des Tages gegen den Lärm einen Überblick über die internationalen Aktivitäten zum Schutz vor Lärm in den vergangenen Jahren und berichtet über aktuelle Arbeiten der Weltgesundheitsorganisation und der Europäischen Umweltagentur zur Abschätzung und Quantifizierung schädlicher Lärmwirkungen.

## Quantifizierung des Einflusses von Lärm auf Lebensqualität und Gesundheit

### Quantifying the impact of noise on wellbeing and health

Wolfgang Babisch

**Abstract:** *Noise affects the human organism in many ways. There is evidence that environmental noise causes serious annoyance, self-reported and electro-physiologically measurable sleep disturbances, cognitive impairment in school children and cardiovascular effects including ischaemic heart diseases and hypertension. Expert groups of the World Health Organization and the European Environmental Agency have evaluated the evidence of these associations and produced guidance documents that can be used for a quantitative health impact assessment of environmental noise and leisure noise. The practical and validated tools refer to exposure-response relationships that were derived from meta-analyses. Transforming the exposure information obtained from European noise mapping into numbers of affected people or DALYs according to the WHO burden of disease concept, provides a methodology to assess the environmental noise burden of disease (including annoyance) and to predict the possible benefit of noise mitigation measures. An overview is given about the development of environmental noise research and related noise policies in Europe.*

### Einleitung

Die Begriffe Schall und Lärm werden umgangssprachlich synonym verwandt, sie stellen jedoch unterschiedliche Betrachtungsebenen dar. Während 'Schall' die rein physikalisch-akustische Komponente beschreibt, weist 'Lärm' auch auf eine Wirkungsebene hin. Lärm wird häufig als unerwünschter Schall bezeichnet. Bei der Begriffszuweisung alleine auf die subjektive Bewertungsebene abzustellen, ist jedoch nicht hinreichend.

Auch gewollter Schall (zum Beispiel laute Musik) kann körperliche Schäden hervorrufen, weshalb eine weitergehende Definition von 'Lärm' jegliche Schalleinwirkung umfasst, die belästigt, stört oder gesundheitliche Schäden hervorruft. So gesehen ist der Begriff Lärm universell einsetzbar, während der Begriff Schall sich auf die quantifizierbaren Schalldruckschwankungen bezieht, die mit

einem Schallpegelmessers als Schalldruckpegel in Dezibel-A (dB(A)) angegeben werden.

### Lärmwirkungen

Schall durchdringt unser Leben allorts. Er ist ein essentieller Bestandteil unseres sozialen Lebens und gleichzeitig unerwünschter Abfall. Unser Körper ist in der Lage, Schall zu erzeugen und zu verarbeiten. Hierin besteht ein Unterschied zu anderen Schadstoffen, denen wir im Alltag ausgesetzt sind und die wir zu einem großen Teil nicht wahrnehmen können. Wir benötigen Schall zur Kommunikation, zur Orientierung und als Warnsignal. Ein Übermaß an Schall – in Stärke und Dauer – beeinträchtigt jedoch nicht nur das subjektive Wohlempfinden, sondern kann zu nachhaltigen gesundheitlichen Schäden führen. Lärm wird wegen seiner Wahrnehmbarkeit und seiner weiten Verbreitung im Alltag von vielen Menschen als die Umweltbelastung Nummer eins angesehen. Sowohl das bewusste Erleben von Lärm als auch die unbewusste Verarbeitung von Schallsignalen im Organismus können Auslöser für Körperreaktionen sein. Im Schlaf zeigen zum Beispiel auch diejenigen Personen vegetative Veränderungen (Herzfrequenz, Blutdruck) als Reaktion auf einzelne Schallereignisse, die am nächsten Morgen sagen, der Lärm hätte sie nicht gestört – und das auch, wenn sie schon viele Jahre in einer lauten Umgebung wohnen.

Für die Beurteilung der auralen Wirkungen (Gehörschäden) ist neben dem Spitzenpegel auch die Gesamtdosis der einwirkenden Schallenergie von Bedeutung. In den Arbeitsschutzrichtlinien ist klar formuliert, bei welcher täglichen Lärmdosis zum Beispiel persönlicher Schallschutz verwendet werden muss (Richtlinie 2003/10/EG 2003). Die extra-auralen Lärmwirkungen (nicht das Gehör betreffend) lassen sich hingegen nicht mit den üblichen toxikologischen Konzepten begreifen. Das Ausmaß der Lärmwirkungen hängt stark davon ab, wie sehr der Lärm mit Aktivitäten des Einzelnen interferiert (zum Beispiel Kommunikation, Konzentration, Lernen, Entspannung, Schlaf). So ist es nicht verwunderlich, wenn bei einer Person eine Schallbelastung von 80 Dezibel am Arbeitsplatz weniger Stressreaktionen hervorruft als 65 Dezibel bei der Unterhaltung in der eigenen Wohnung oder 50 Dezibel beim Schlafen. Insofern wäre ein über 24 Stunden akkumulierter Dosiswert nicht zielführend. Auch wenn sich Personen tagsüber nicht in ihrer möglicherweise stark von Verkehrslärm belasteten Wohnung aufhalten, können die wenigen Abend-

stunden, in denen sie sich vom Tages-Arbeitsstress erholen möchten, die maßgebliche Noxe für schädliche Lärmwirkungen sein. Andererseits kann es sein, dass Personen, die den ganzen Tag zuhause sind und Tätigkeiten ausüben, die vom Lärm nicht beeinträchtigt werden, viel weniger psychische und physische Reaktionen zeigen.

Dennoch sind Lärmindikatoren, die die mittlere Lärmbelastung über längere Tageszeiträume hinweg beschreiben, wie der ungewichtete Mittelungspegel von 6–22 Uhr ( $L_{Acq,16h}$ ) oder der gewichtete Tag/Nacht-Lärmindikator  $L_{den}$  sowie der Nacht-Lärmindikator  $L_{night}$  (22–6 Uhr), geeignete Expositionsmaße, um Zusammenhänge zwischen der Lärmbelastung und den Lärmwirkungen in Bevölkerungskollektiven zu beschreiben und Vorhersagen über die Prävalenz von lärmbedingten gesundheitlichen Wirkungen zu treffen (Richtlinie 2002/49/EG 2002; 16. BImSchV 1990). Die beobachteten Zusammenhänge spiegeln die Wirkungen des Lärms in einem real vorliegenden Mix von Menschen mit unterschiedlichen Bedürfnissen, Dispositionen und Aktivitäten wider und sind die Grundlage für lärmopolitisches Handeln. Zu den wichtigsten Lärmwirkungen gehören: Störungen und Belästigungen, Schlafstörungen, Leistungsbeeinträchtigungen, körperliche Stressreaktionen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Gehörschäden. Immissionsbelastungen durch Verkehrsgeräusche liegen im Allgemeinen unterhalb der Gehörschädigungsgrenze. Deshalb ist die Ursache für lärmbedingte Gehörschäden, die nicht auf Arbeitslärm zurückzuführen sind, in Freizeitlärmbelastungen zu sehen. Dort hat der Einzelne im Gegensatz zum Umweltlärm im Prinzip jedoch die Kontrolle über die Lärmbelastung und exponiert sich gewissermaßen freiwillig. Allerdings führen die Unkenntnis und Ignoranz vor den Folgen hoher Lärmbelastung – beispielsweise durch laute Musik, Feuerwerk oder laute Hobbys – häufig zu einem nachlässigen Umgang mit solchen Lärmquellen.

### Europäische Lärmschutzpolitik

Ein wesentliches Element europäischer Lärmschutzpolitik war und ist es, die Lärmemission von Produkten über harmonisierte Grenzwerte für Motorfahrzeuge, Haushaltsgeräte und andere Lärm erzeugende Produkte im Binnenmarkt zu regulieren (zum Beispiel Richtlinie über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen [Richtlinie 2000/14/EG 2000] oder Richtlinie über

die zulässigen Geräuschpegel von Kraftfahrzeugen [Richtlinie 2007/34/EG 2007]). Es wurde jedoch zusehends offenkundig, dass immissionsseitig ein EU-weiter Mangel an Daten zur Lärmbelastung der Umwelt und der damit verbundenen Auswirkungen der Lärmbelastung bestand, was die Fortentwicklung einer effektiven und nachhaltigen Lärmschutzpolitik behinderte. So hat die räumliche und zeitliche Ausweitung des Verkehrs trotz Lärm mindernder Auflagen an der Schallquelle zu keiner deutlichen Verringerung der Lärmbelastung geführt.

Im Jahr 1996 veröffentlichte die Europäische Kommission das sogenannte Grünbuch, das einen neuen Rahmen europäischer Lärmschutzpolitik auf EU-, nationaler und lokaler Ebene absteckte (Europäische Kommission 1996). Im Grünbuch wurde festgestellt, dass der von Verkehr, Industrie und Freizeitaktivitäten verursachte Lärm eines der wichtigsten lokalen Umweltprobleme für Europa darstellt, Lärminderungsmaßnahmen bislang jedoch eine geringe Priorität in der Umweltpolitik hatten. Etwa 20% der EU-Bevölkerung – rund 80 Millionen Menschen – würden unter Lärmpegeln leiden, die von Wissenschaftlern und Gesundheitsexperten als unakzeptabel eingestuft werden (CALM II Network 2007). Als umweltpolitisches Ziel wurde formuliert, dass niemand Schallpegeln ausgesetzt sein sollte, die Gesundheit und Lebensqualität gefährden. Im sechsten Umweltaktionsprogramm wurde unter dem Thema 'Umwelt und Gesundheit' explizit zum Ausdruck gebracht, dass sich mittlerweile die Einsicht durchgesetzt hat, dass die Gesundheit des Menschen durch Umweltprobleme wie Luft- und Wasserverschmutzung, gefährliche Chemikalien *und Lärm* beeinträchtigt wird (Sechstes Umweltaktionsprogramm 2001). Damit war ein Paradigmenwechsel vollzogen.

Im Ergebnis dieses Prozesses verabschiedete die Kommission die Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung des Umgebungslärms (END), die einen Meilenstein in der europäischen Lärmschutzpolitik darstellt (Richtlinie 2002/49/EG 2002). Ziel der Richtlinie ist es, ein gemeinsames Konzept festzulegen, um vorzugsweise schädliche Auswirkungen, einschließlich Belästigung, durch Umgebungslärm zu verhindern, ihnen vorzubeugen oder sie zu mindern. Daraus leiten sich als Aufträge an die Mitgliedstaaten ab: (1) die Ermittlung der Belastung der Bevölkerung durch Umgebungslärm (Lärmkarten), (2) die Information der Öffentlich-

keit über Umgebungslärm und seine Auswirkungen, (3) die Durchführung von Aktionsplänen (Lärminderungsmaßnahmen) insbesondere dann, wenn das Ausmaß der Belastung gesundheitliche Auswirkungen haben kann und (4) die Umweltqualität in den Fällen zu erhalten, in denen sie zufriedenstellend ist (Schutz ruhiger Gebiete). Seitdem hat das Lärmthema seinen Weg in fachübergreifende Politikbereiche gefunden. Die Reduzierung von Verkehrslärm durch geeignete Lärminderungsmaßnahmen sowohl an der Quelle als auch in der Umwelt, ist ein fester Bestandteil der nachhaltigen Entwicklungsstrategie in der EU zur Minimierung der gesundheitlichen Auswirkungen durch den Lärm (Council of the European Union 2006; Eurostat 2009). Die Herausforderungen europäischer Lärmschutzpolitik liegen eindeutig im Transportsektor (European Commission 2009), wo auch weiterhin Zuwachsraten prognostiziert werden (European Commission 2006). Für Straßenverkehrslärm, Fluglärm und Schienenverkehrslärm aber auch für Industrie- und Gewerbelärm gibt es unterschiedliche technische, planerische und regulatorische Ansätze, die Lärmbelastung in der Umwelt zu mindern. Dies vor dem Hintergrund der Vision, schädliche Auswirkungen aller Lärmquellen bis zum Jahr 2020 zu vermeiden und ruhige Gebiete vor Lärm zu schützen (CALM II Network 2007).

Zur Abschätzung und Quantifizierung von Umwelttrisiken wird bei Lärm ebenso wie in anderen Umweltbereichen auf statistische Zusammenhänge zwischen Expositionsindikatoren und Wirkungsendpunkten, sogenannte Dosis-Wirkungs-Relationen, zurückgegriffen, die aus der experimentellen und empirischen Wirkungsforschung abgeleitet und von Expertengremien geprüft und anerkannt worden sind. Solche Dosis-Wirkungs-Relationen können zu Prognosezwecken eingesetzt werden, um den Nutzen einer Lärminderungsmaßnahme wirkungsseitig zu beurteilen. Sie sind somit ein wesentliches umwelt- und gesundheitspolitisches Werkzeug zur Begründung von Handlungsbedarf. In Anhang III der europäischen Umgebungslärmrichtlinie wird explizit erwähnt, dass zur Bewertung der Auswirkungen von Lärm auf die Bevölkerung Dosis-Wirkungs-Relationen verwendet werden sollen (Richtlinie 2002/49/EG 2002) – dies bezüglich der Wirkungsendpunkte Belästigung und (subjektive) Schlafstörungen und gegebenenfalls Lärmquellen-spezifisch. Belastbare Dosis-Wirkungs-Relationen liegen mittlerweile jedoch auch für andere Wirkungsendpunkte vor, zum

Beispiel für kognitive Lernstörungen bei Kindern, elektrophysiologisch messbare Schlafstörungen (Schlafstadienänderungen und definierte Aufwachreaktionen) und das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Auf der fünften Ministerkonferenz zu Umwelt und Gesundheit in Parma im März 2010 drängten die Mitgliedstaaten der EU die Weltgesundheitsorganisation (WHO) geeignete Richtlinien ('guidelines') für die umweltbezogene Lärmpolitik zu entwickeln und boten ihre Unterstützung dabei an. Die WHO und die Europäische Umweltagentur (EEA) haben den Wissensstand im Rahmen von Expertenanhörungen und Arbeitsgruppen evaluiert und entsprechende Empfehlungen für die quantitative Erfassung von Lärmwirkungen bei unterschiedlich lärmbelasteten Bevölkerungsgruppen erarbeitet. Darüber hinaus wurden von der WHO Lärm-Qualitätsziele im Sinne von Empfehlungen für Richt- und Grenzwerte abgeleitet.

## Weltgesundheitsorganisation (WHO)

### *Guidelines for Community Noise*

Im Jahr 1999 erschienen die 'Guidelines for Community Noise' der WHO (WHO 1999). Es wurde abgeschätzt, dass circa 40% der Bewohnerinnen und Bewohner der Europäischen Union tagsüber mittleren Verkehrslärmpegeln von mehr als 55 dB(A) und etwa 20% von mehr als 65 dB(A) ausgesetzt waren. Betrachtet man alle Verkehrslärmquellen zusammen, so lebt über die Hälfte der EU-Bevölkerung in Gebieten, die akustisch als nicht angenehm eingestuft wurden ("... that do not ensure acoustical comfort to residents."). Nachts sind auf der Grundlage dieser älteren Daten über 30% mittleren Schallpegeln von mehr als 55 dB(A) an ihren Wohnungen ausgesetzt. Mittlere Außenschallpegel sollten nach den WHO-Empfehlungen tagsüber unter 55 dB(A) liegen ( $L_{Aeq, 16h}$ ), um erhebliche Belästigungen in nennenswertem Umfang zu vermeiden, und unter 50 dB(A), um moderate Belästigungen zu vermeiden. Abends und nachts sollten die Außenschallpegel ( $L_{Aeq, 8h}$ ) 5 bzw. 10 dB(A) niedriger sein. Um einen ungestörten und gesunden Schlaf zu gewährleisten, sollte der über die Schlafzeit gemittelte Schallpegel im Schlafraum nicht mehr als 30 dB(A) betragen und einzelne Schallpegelspitzen 45 dB(A) nicht überschreiten. Signal-Rausch-Abstände (Schallpegelunterschied zwischen Nutz- und Störsignal) sollten mindestens 15 dB(A) betragen. Bei einem normalen Sprachpegel von 50 dB(A) in 1 Meter Entfernung bedeutet dies, dass von außen in Wohnungen eindringende Geräusche einen Hin-

tergrundpegel von 35 dB(A) nicht überschreiten sollten.

In Klassenräumen sollte der Hintergrundpegel vorzugsweise noch niedriger sein, zum Beispiel 30 dB(A), wie etwa in deutschen Baunormen gefordert (DIN 4109). Darüber hinaus sollte die Halligkeit von Räumen gering sein. Bei einer Nachhallzeit von über einer Sekunde bestehen Sprachverständlichkeitsprobleme. Je nach Raumcharakteristik werden Nachhallzeiten von 0,5 bis 0,8 Sekunden empfohlen (Bstrup et al. 2006).

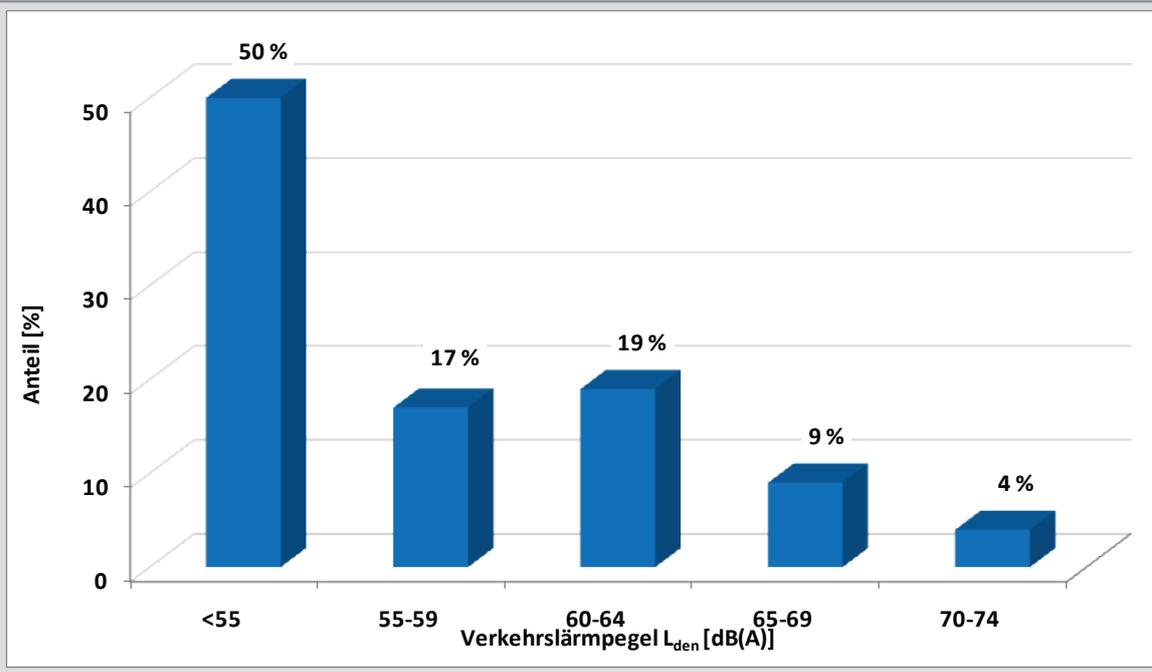
Basierend auf dem ISO Standard 1999 wird ein äquivalenter Dauerschallpegel (energetischer Mittelwert) über 24 Stunden ( $L_{Aeq, 24h}$ ) unter 70 dB(A) oder von 75 dB(A) über 8 Stunden bei lebenslanger täglicher Exposition als sicher für das Gehör eingestuft. Zur Vermeidung von Gehörschäden sollten Gäste von Veranstaltungen (angenommene Aufenthaltsdauer von 4 Stunden) maximal vier Mal im Jahr einem mittleren Schallpegel von 100 dB(A) ausgesetzt sein. Zur Vermeidung von akuten Hörschäden sollten Maximalpegel ( $L_{Amax}$ ) unter 110 dB(A) liegen. Im Hinblick auf tragbare Audiogeräte mit Kopfhörern wurde eine tägliche Dosis von 85 dB(A) über eine Stunde hinweg angegeben, die unterschritten werden sollte. Abgeleitet aus den Arbeitsschutzrichtlinien (Richtlinie 2003/10/EG 2003) wurde kürzlich von einem wissenschaftlichen EU-Ausschuss zu "neu auftretenden und neu identifizierten Gesundheitsrisiken" (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, SCENIHR) eine etwas höhere zu unterschreitende Wochendosis von 89 dB(A) über fünf Stunden genannt, wobei nur von einer 10jährigen Expositionsperiode ausgegangen wurde (SCENIHR 2008).

Bereits in den WHO-Guidelines von 1999 wurde auf Studien verwiesen, die zeigten, dass oberhalb eines Außenschallpegels ( $L_{Aeq, 24h}$ ) von 65–70 dB(A) ein erhöhtes Risiko für Bluthochdruck und andere Herz-Kreislauf-Krankheiten, wie zum Beispiel den Herzinfarkt, besteht.

### *Night Noise Guidelines for Europe*

Im Jahr 2009 erschienen die 'Night Noise Guidelines for Europe' des Regionalbüros für Europa der WHO (WHO Regional Office for Europe 2009). Darin wird für den gemäß der europäischen Umgebungslärmrichtlinie als Jahresmittelwert ( $L_{night}$ ) erfassten Schallpegel nachts außen vor den Gebäuden ein gesundheitlich abgeleiteter 'Night Noise

Abbildung 1: Vorläufige Schätzung der in Europa von Straßenverkehrslärm betroffenen Bevölkerung in Agglomerationen mit mehr als 250.000 Einwohnern.



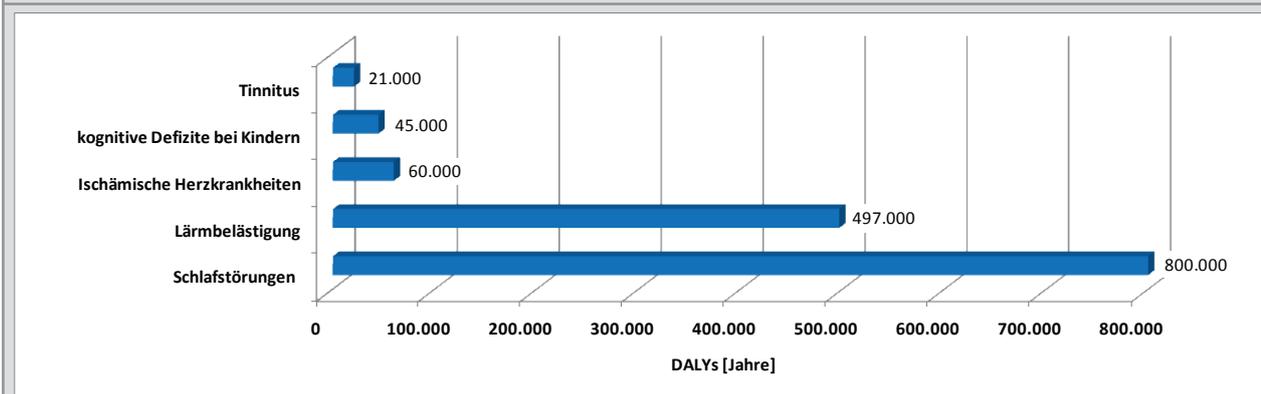
Guideline'-Wert (NNG) von 40 dB(A) formuliert, der erreicht oder unterschritten werden sollte, um Schlafstörungen durch Umweltlärm zu vermeiden. Dieser Wert von 40 dB(A) wird als 'lowest observed adverse effect level' (LOAEL) für die nächtliche Lärmbelastung außen angesehen, während 30 dB(A) der 'lowest observed effect level' (LOEL) ist, ab dem zwar biologische Effekte bei empfindlichen Personen auftreten, denen aber keine weitere klinische Bedeutung beigemessen wird. Oberhalb von 55 dB(A) wird die Belastung zunehmend als gesundheitlich bedenklich angesehen. Der Anteil von hochgradig Belästigten ('highly annoyed') und (subjektiv) Schlafgestörten ('highly sleep disturbed') steigt an und kardiovaskuläre Effekte gewinnen zunehmend an Bedeutung. Aus diesem Grund ist ein  $L_{night, außen}$  von 55 dB(A) als 'Interim Target' (IT) empfohlen, der als Mindestanforderung in Situationen erreicht werden sollte, wo der NNG kurzfristig nicht zu erreichen ist. Er soll von politischen Entscheidungsträgern jedoch nur als ein vorübergehendes Ziel bei außergewöhnlichen lokalen Gegebenheiten verstanden werden.

### **Burden of Disease from Environmental Noise**

Das WHO-Regionalbüro für Europa ist dabei das Dokument 'Burden of Disease from Environmental Noise' zu veröffentlichen, das Anleitungen zur Ab-

schätzung des Risikos für unterschiedliche Lärmwirkungen enthält (WHO Regional Office for Europe 2011). Für die gesundheitsrelevanten Endpunkte Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlafstörungen, Belästigung, kognitive Leistungen bei Kindern und Tinnitus (Ohrgeräusche) werden auf evidenzbasierter Grundlage Dosis-Wirkungs-Relationen vorgestellt. Diese werden zur Quantifizierung der Betroffenheit der Bevölkerung im Sinne des 'Burden of Disease' (EBD)-Konzeptes der WHO herangezogen (WHO 2011). Der Bericht bringt hierzu nationale Beispiele unter Verwendung der aktuell vorliegenden Belastungsdaten der ersten Phase der Lärmkartierung in der EU (EEA 2010a). Die ermittelten Betroffenenzahlen (**Abbildung 1**) sind eine vorläufige erste Abschätzung, da sich die verwendeten Expositionsdaten nur auf größere Agglomerations-einheiten der Mitgliedstaaten mit mehr als 250.000 Einwohnern beziehen. Außerdem ist zu beachten, dass in der Abbildung nur die Belastung durch Straßenverkehrslärm aufgetragen ist und nicht die Gesamtlärmbelastung durch alle Umweltlärmquellen. Bislang erfassen die Lärmkarten erst circa 20 % der europäischen Bevölkerung (27 'EUR-A'-Staaten). In zukünftigen Phasen der Lärmkartierung werden auch kleinere Agglomerationseinheiten erfasst und die Lärmbelastung zu niedrigeren Schallpegeln hin erweitert. Damit wird eine genauere Schätzung der Betroffenenzahlen möglich.

Abbildung 2: Für westeuropäische Länder vorläufig geschätzte durch Umweltlärm bedingte DALYs.\*



\* DALYs: disability adjusted life years. DALYs fassen sowohl die durch einen frühzeitigen Tod verlorenen als auch die durch Erkrankungen beeinträchtigten Lebensjahre in einer Maßzahl zusammen.

Anhand der Verteilung der Bevölkerung über die unterschiedlichen Lärmkategorien wird für die verschiedenen Umweltlärmquellen mit Hilfe von Dosis-Wirkungs-Kurven die Exposition in Betroffenheit transformiert. Die daraus mit statistisch-epidemiologischen Methoden und Algorithmen berechneten, dem Lärm zugeschriebenen Krankheits- und Betroffenheitszahlen ('population attributable fraction') werden dem WHO-Konzept folgend in sogenannten DALYs ('disability adjusted life years') ausgedrückt (WHO 2011; Prüss-Üstün et al. 2003). Dabei werden die Prävalenzen mit Gewichtungsfaktoren ('disability weights') versehen, die sowohl den Schweregrad als auch die Dauer der Behinderung berücksichtigen. Dies ermöglicht quantitative Vergleiche und das Zusammenfassen mehrerer Wirkungen in Form eines Einzahlwerts. Verwendete Gewichtungsfaktoren sind: für akuten Herzinfarkt 0,405, für ischämische Herzkrankheiten insgesamt 0,350, für Schlaflosigkeit (primäre Insomnie) 0,100, für lärmbedingte Schlafstörungen 0,070, für erhebliche ('highly') Lärmbelästigung 0,020, für milden Tinnitus 0,010, für stark behindernden Tinnitus 0,110 und für unmittelbar auftretende kognitive Defizite 0,006. Die für westeuropäische Länder geschätzten lärmbedingten DALYs zeigt **Abbildung 2**. Die Gesamtlast der gesundheitlichen Beeinträchtigungen (einschließlich Belästigung) durch Umweltlärm wird für Westeuropa bei konservativen Annahmen demnach mit mehr als 1.000.000 DALY-Jahren geschätzt.

### Europäische Umweltagentur (EEA)

Das 'Expert Panel on Noise' (EPoN) der Europäischen Umweltagentur (EEA), eine Arbeitsgruppe, deren Aufgabe es ist, die EEA und die Europäische

Kommission bei der Implementierung und Entwicklung einer effektiven Lärmpolitik in Europa zu unterstützen, hat 2010 den sogenannten 'Good practice guide on noise exposure and potential health effects' erstellt (EEA 2010b). Hierbei handelt es sich um eine Anleitung, die Anwendern praktische und validierte Werkzeuge an die Hand gibt, mit denen gesundheitliche Auswirkungen von Umweltlärm und dessen Minderung quantitativ beurteilt werden können, zum Beispiel für Aktionspläne nach der Umweltlärmrichtlinie aber auch für jegliche andere Art von Umwelt-Verträglichkeits-Betrachtungen ('health impact statement'). Dabei wird der Gesundheitsbegriff in seiner weiten Definition zugrunde gelegt, das heißt unter Einbeziehung sozialen Wohlbefindens. Das bedeutet für Lärm, dass auch Lärmbelastigungsreaktionen, die den Großteil der Beschwerden ausmachen, als Gesundheitseffekt verstanden werden. Lärmindikatoren, die auf dem äquivalenten Dauerschallpegel beruhen, stellen geeignete Expositionsmaße dar, um Zusammenhänge mit der Prävalenz oder Inzidenz von Symptomen und Krankheiten zu beschreiben, die in der längerfristigen/chronischen Einwirkung des Lärms ihre Ursache haben. Das betrifft zum Beispiel die ischämischen Herzkrankheiten (einschließlich Herzinfarkt) und die Hypertonie ebenso wie die Belastigungsreaktionen, wobei 'Steady-state'-Zustände bei der Exposition betrachtet werden (keine Überschussreaktionen durch kurzzeitig erfolgte Änderungen der Schallbelastung). Bei anderen Wirkungen, wie etwa den akuten Schlafstörungen, kann es hilfreich sein, zusätzlich zum Mittelungspegel auch ereignisbezogene Schallpegelindikatoren (zum Beispiel Maximalpegel, Anzahl der Ereignisse) zu berücksichtigen. Der Schallpegel alleine ist nicht

in jedem Fall entscheidend für das Einleiten von Lärminderungsmaßnahmen. Natürlich spielt der Bevölkerungsbezug (Anzahl betroffener Wohnungen oder Personen, je nach vorhandener Datenlage) ebenso eine Rolle. Dies wirft unter Umständen ethische Fragen auf. Ist es besser (begrenzte) Ressourcen für den Schutz vergleichsweise weniger sehr stark Betroffener oder für den Schutz vieler gemäßigt Betroffener zu verwenden? Die Antwort ist sicherlich: Beides. Man könnte dem WHO-Ansatz beim Nachtlärm folgen (IT-Wert) und dem Schutz vor körperlichen Schäden eine hohe Handlungspriorität beimessen und bei Wirkungen von vermeintlich geringerem Schweregrad das Mengenprinzip stärker berücksichtigen.

Der 'Good practice guide' verweist auf die bekannten Dosis-Wirkungs-Relationen für Belästigungen und (subjektive) Schlafstörungen, die in der EU als Standardkurven zur Vorhersage der Bevölkerungsreaktionen verwendet werden (European Commission Working Group on Dose-Effect Relations 2002; European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects 2004). Die Verwendung dieser Beziehungen hat den Vorteil, dass ländervergleichende Betrachtungen auf EU-Ebene damit möglicherweise aussagekräftiger sind als bei Verwendung unterschiedlicher nationaler Dosis-Wirkungs-Kurven. Der Bericht stellt außerdem aktualisierte Dosis-Wirkungs-Relationen für Fluglärm vor, die der Tatsache Rechnung tragen, dass in jüngeren Untersuchungen bei gleicher Schallpegelbelastung stärkere Belästigungsreaktionen beobachtet wurden. Auch quantitative Möglichkeiten zur Ermittlung der Gesamtlärmbelastung durch mehrere Quellen werden aufgezeigt. Die Dosis-Wirkungs-Relation für polysomnografisch (mittels Elektroenzephalogramm, Elektromyogramm und Elektrookulogramm) ermittelte Aufwachreaktionen lässt bereits oberhalb von Maximalpegeln von 33 dB(A) am Ohr des Schlafenden einen stetigen Anstieg der lärminduzierten Aufwachwahrscheinlichkeit durch Fluglärmereignisse erkennen. Oberhalb von nächtlichen Mittelungspegeln ( $L_{\text{night}}$ ) außen von 45 dB(A) steigt unter realen Lebensbedingungen (unter anderem das individuelle Fensteröffnungsverhalten betreffend) das populationsbezogene Risiko für derartige Aufwachreaktionen deutlich an und führt etwa bei 55 dB(A), dem Interimswert der WHO, zu etwa einem zusätzlichen nächtlichen Aufwacheignis im Jahres- und Bevölkerungsmittel (vergleiche den Abschnitt 'Night Noise Guidelines for Europe' in diesem Beitrag). Basierend auf dem Stressmodell

wird davon ausgegangen, dass chronischer Lärmstress das Risiko für Herz-Kreislauf-Krankheiten (beispielsweise Herzinfarkt, Hypertonie) erhöht. Quantitative Dosis-Wirkungs-Relationen für die beiden Endpunkte werden vorgestellt, die geeignet sind, die bevölkerungsbezogene Anzahl von Fällen durch Straßenverkehrslärm (Herzinfarkt) und Fluglärm (Hypertonie) abzuschätzen. Weitere Dosis-Wirkungs-Relationen (Straßenverkehrslärm-Hypertonie) werden von der Wissenschaft auf der Grundlage von Meta-Analysen derzeit erarbeitet. Für die Quantifizierung des Einflusses von Umweltlärm außen an den Schulen auf die kognitive Leistung von Schulkindern wird auf empirische Studienergebnisse zurückgegriffen und eine hypothetische Dosis-Wirkungs-Relation vorgestellt, die auch von der WHO für ihre EBD-Berechnungen verwendet wird. Nach dieser Relation ist von Leistungsminderungen ab Tages-Außenschallpegeln (näherungsweise  $L_{\text{den}}$ ) von 50 dB(A) auszugehen.

Am Beispiel der Niederlande wird gezeigt, dass Umweltlärm im Vergleich von 16 potenziellen Umweltfaktoren auf der Grundlage von DALY-Berechnungen an vierter Stelle steht nach Unfällen im Haushalt, Partikeln in der Umgebungsluft und Verkehrsunfällen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Verkehrslärmbelastung in niederländischen Ballungsräumen eher etwas geringer ist als im EU-Durchschnitt (EEA 2010a). Ein Vergleich der existierenden Planungsrichtwerte für Wohngebiete von 14 EU-Staaten lässt große Unterschiede bezüglich des Straßenverkehrslärms mit  $L_{\text{den}}$ -Werten zwischen 52 und 68 dB(A) erkennen. Deutschland rangiert hier mit 55 (DIN 18005) beziehungsweise 59 dB(A) (16. BImSchV) im Mittelfeld (Immissionsschallpegelindikator  $L_{\text{Aeq,16h}}$ ). Das Umweltbundesamt hat schon 2006 in einem Leitfaden für Gemeinden und Kommunen Umwelthandlungsziele für die Lärmaktionsplanung formuliert (UBA 2006). Eine Übersicht dazu gibt **Tabelle 1**.

### ENNAH-Netzwerk

Im siebenten Forschungs-Rahmenprogramm der EU werden in einem derzeit noch laufenden Projekt die Lärmwirkungen weitergehend evaluiert, um den Wissensstand zu konsolidieren. An dem Netzwerk mit dem Namen ENNAH ('European Network on Noise and Health') wirken 33 Europäische Forschungseinrichtungen aus 16 Ländern mit (ENNAH 2011). Aspekte der Lärmexpositionserfassung und Effekt-moderierender Einflussfaktoren (Wohndauer, Wohnraumausrichtung, individuelle

| Tabelle 1: Umwelthandlungsziele für die Lärmaktionsplanung (UBA 2006). |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| Zeitraumen   | Handlungsziel                          | Auslösekriterien in dB(A)             |
| kurzfristig  | Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen | $L_{den} = 65, L_{night} = 55$        |
| mittelfristig  | Minderung von erheblicher Belästigung  | $L_{den} = 60, L_{night} = 50$        |
| langfristig  | Vermeidung von erheblicher Belästigung | $L_{den} = 55, L_{night} = 45 (40^*)$ |

\*NNG: Night-Noise-Guideline-Wert der WHO.

Lärm(stress)-Bewältigungsstrategien (Coping)), die Bedeutung lärmgestörten Schlafs für gesundheitliche Folgeeffekte, die Identifizierung von Risikogruppen (Kinder, gesundheitlich Vorbelastete, mögliche alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede) sowie genetische Aspekte der Lärmempfindlichkeit stehen besonders im Fokus der Betrachtungen. Vor allem die komplexe Bedeutung kombinierter Expositionen sowohl verschiedener Lärmquellen als auch mit Luftschadstoffen werden behandelt. Verkehrsbedingte Lärm- und Luftimmissionen rühren, was den Straßenverkehr betrifft, von derselben Quelle her und verursachen über unterschiedliche Wirkmechanismen (Stress, inflammatorische Effekte) dieselben Wirkungen (kardiovaskulär, respiratorisch-allergisch). Die Bedeutung der Faktoren mittels geeigneter Forschungsansätze voneinander zu trennen ist eine Herausforderung zukünftiger Forschung, obwohl einige wenige Untersuchungen bereits darauf hinweisen, dass die Lärmeffekte weitgehend unabhängig von den Lufteffekten sind.

Es ist die Aufgabe des ENNAH-Netzwerks, den Stand der Lärmwirkungsforschung an die EU-Kommission zu kommunizieren und neue, den aktuellen Fragestellungen angepasste Studiendesigns im Hinblick auf mögliche zukünftige Forschungsaktivitäten der EU im Themenfeld Lärm und Gesundheit zu entwickeln.

### Empfohlene Webseiten

- European Commission – Environment: <http://ec.europa.eu/environment/noise/home.htm>
- European Environmental Agency: <http://www.eea.europa.eu/themes/noise>
- Umweltbundesamt: <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/index.html>
- WHO European Centre for Environment and Health: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/noise>

### Literaturverzeichnis

16. BImSchV (1990): Verkehrslärmschutzverordnung. Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes vom 12. Juni 1990. BGBl I: 1036.
- Bistrup M-L et al. (2006): PINCHE's policy recommendations on noise: How to prevent noise from adversely affecting children. *Acta Paediatrica* 95 Suppl. 453: 31-35.
- CALM II Network (2007): Research for a quieter Europe in 2020. An updated strategy paper of the CALM II Network. Brussels: European Commission, Research Directorate-General. "KUDP"; : 9/5/422/23263/50
- Council of the European Union (2006): Review of the EU Sustainable Development Strategy (EU SDS) – Renewed Strategy. Document 10117/06. <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/06/st10/st10117.en06.pdf> (Abrufdatum 09.03.11).
- EEA, ed. (2010a): EEA draws the first map of Europe's noise exposure. Copenhagen: European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/pressroom/newsreleases/eea-draws-the-first-map-of-europe2019s-noise-exposure> (Abrufdatum 09.03.11).
- EEA, ed. (2010b): Good practice guide on noise exposure and potential health effects. EEA Technical report No 11/2010. Copenhagen: European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/publications/good-practice-guide-on-noise> (Abrufdatum 09.03.11).
- ENNAH (2011): European Network on Noise and Health. <http://www.ennah.eu/home?lang=en> (Abrufdatum 09.03.11).
- Europäische Kommission (1996): Grünbuch der Europäischen Kommission vom 4. November 1996 über die künftige Lärmschutzpolitik. KOM (96)540. Brüssel: Europäische Kommission. [http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/com\\_96\\_540.pdf](http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/com_96_540.pdf) (Abrufdatum 09.03.11).
- European Commission (2006): Mid-term review of the European Commission's 2001 Transport White Paper. Brussels: European Commission. Directorate-General for Energy and Transport. [http://ec.europa.eu/transport/transport\\_policy\\_review/doc/2006\\_transport\\_policy\\_review\\_memo\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/transport/transport_policy_review/doc/2006_transport_policy_review_memo_en.pdf) (Abrufdatum 09.03.11).
- European Commission (2009): A sustainable future for transport. Luxembourg: Publications Office of the European Union. [http://ec.europa.eu/transport/publications/doc/2009\\_future\\_of\\_transport\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/transport/publications/doc/2009_future_of_transport_en.pdf) (Abrufdatum 09.03.11).

European Commission Working Group on Dose-Effect Relations (2002): Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. [http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/noise\\_expert\\_network.pdf](http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/noise_expert_network.pdf) (Abrufdatum 09.03.11).

European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects (2004): Position paper on dose-effect relationships for night time noise. Brussels: European Commission. <http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/positionpaper.pdf> (Abrufdatum 09.03.11).

Eurostat (2009): Sustainable development in the European Union. 2009 monitoring report of the EU sustainable development strategy. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-78-09-865/EN/KS-78-09-865-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-78-09-865/EN/KS-78-09-865-EN.PDF) (Abrufdatum 09.03.11).

Prüss-Üstün A et al. (2003): Introduction and methods, Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Environmental Burden of Disease Series, No. 1. Geneva: World Health Organization, Protection of the Environment. [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/9241546204/en/index.html](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/9241546204/en/index.html) (Abrufdatum 09.03.11).

Richtlinie 2000/14/EG (2000): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 162: 1-78. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:162:0001:0078:DE:PDF> (Abrufdatum 09.03.11).

Richtlinie 2002/49/EG (2002): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 189: 12-25. <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/publikationen/200249EG.pdf> (Abrufdatum 09.03.11).

Richtlinie 2003/10/EG (2003): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 42: 38-44. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2003/l\\_042/l\\_04220030215de00380044.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2003/l_042/l_04220030215de00380044.pdf) (Abrufdatum 09.03.11).

Richtlinie 2007/34/EG (2007): Richtlinie der Kommission vom 14. Juni 2007 zur Anpassung der Richtlinie 70/157/EWG des Rates über den zulässigen Geräuschpegel und die Auspuffvorrichtung von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 155: 49-67. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:155:0049:0067:DE:PDF> (Abrufdatum 09.03.11).

SCENIHR (2008): Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function. Preliminary report. Brussels: European Commission. Directorate-General Health & Consumer Protection. [http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scenihr/docs/scenihr\\_o\\_017.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_017.pdf) (Abrufdatum 09.03.11).

Sechstes Umweltaktionsprogramm (2001): Mitteilung der Kommission an den Rat, das europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Region zum sechsten Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft für die Umwelt. Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaften. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0400:FIN:DE:PDF> (Abrufdatum 09.03.11).

UBA (2006): Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm - Auslösekriterien für die Lärmaktionsplanung. Dessau: Umweltbundesamt. [http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/publikationen/UBA\\_Kriterien\\_ULR.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/publikationen/UBA_Kriterien_ULR.pdf) und <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/ulr.html#aus> (Abrufdatum 09.03.11).

WHO (1999): Guidelines for community noise. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html> (Abrufdatum 09.03.11).

WHO (2011): About the Global Burden of Disease (GBD) project. World Health Organization. [http://www.who.int/health-info/global\\_burden\\_disease/about/en/index.html](http://www.who.int/health-info/global_burden_disease/about/en/index.html) (Abrufdatum 09.03.11).

WHO Regional Office for Europe (2009): Night noise guidelines for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43316/E92845.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf) (Abrufdatum 09.03.11).

WHO Regional Office for Europe (2011): Burden of disease from environmental noise. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. [http://www.euro.who.int/aaf/cv/cuugulr/fh\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/aaf/cv/cuugulr/fh_file/0008/136466/e94888.pdf) (Abrufdatum 30.03.11).

## Kontakt

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

[UBA]

# Der Wert von Labels: Zur Bedeutung von Grund- und Zusatznutzen im Verbraucherschutz

Value of labels:  
The importance of basic value and added value for consumer protection

Dieter M. Schlesinger

**Abstract:** *Consumer protection is often based on labels. Labels are supposed to support consumers in their decision making about a product or service, e.g. about the amount of generated radiation by mobile phones. Indeed a label is only accepted by consumers, when it also generates a value. This article gives an introduction to different value categories and can so help to improve the configuration of labels for consumer protection.*

Zweifellos ist für den Erfolg von **Verbraucherschutzmaßnahmen** eine Vielzahl von Faktoren ausschlaggebend und es lässt sich kaum ein monokausaler Zusammenhang zum Erfolgspotenzial einzelner Faktoren ableiten. Aus ökonomischer Sicht können aber strategische und operative Faktoren identifiziert werden, deren Beachtung die Chancen für eine erfolgreiche Kampagne deutlich erhöhen. Eine Schlüsselposition nimmt dabei die **konsequente Ausrichtung an den Bedürfnissen der Verbraucherinnen und Verbraucher** beziehungsweise in der Betriebswirtschaft auf den Markt (Marktorientierung) ein (Meyer/Davidson 2001: 544). Dies beinhaltet zunächst das Aufdecken der jeweiligen Bedürfnisse (Marktforschung). Anhand dieser kann dann der **Nutzen** einer Maßnahme für Verbraucherinnen und Verbraucher aufgezeigt und diese motiviert werden, an den Verbraucherschutzmaßnahmen zu partizipieren.

## Konzeption von Nutzenkategorien

Der Nutzen, der von einem Produkt oder einer Dienstleistung ausgeht, lässt sich in den tendenziell objektiven Grundnutzen sowie den eher subjektiven Zusatznutzen einteilen. Eine Konzeption der einzelnen **Nutzenkategorien** und deren Beschreibung zeigt **Abbildung 1**. Zu beachten ist dabei, dass die Bewertung der einzelnen Kategorien individuell unterschiedlich sein kann und das nicht immer alle Nutzenkategorien gegeben sein können und müssen. So bietet beispielsweise eine Taschenuhr nur einen geringen Grundnutzen, wenn sie die Zeit ungenau anzeigt und vielleicht auch durch eine einfache Ausführung keinen materiellen Wert hat. Für den Besitzer kann sie aber als Familienerbstück

einen unschätzbaren Wert haben, wenn sie einen persönlichen oder auch magischen Nutzen stiftet, da zum Beispiel Erinnerungen an ihr hängen oder sie eine Art Glücksbringer ist.

## Labels: Mittel zur Hervorhebung von Produkteigenschaften

Im Rahmen des Verbraucherschutzes werden oft Maßnahmen ergriffen, die besondere Eigenschaften von Produkten und Dienstleistungen hervorheben. Dieses "labelling" zeigt Verbraucherinnen und Verbrauchern, dass Grenzwerte und Standards festgelegt wurden und deren Einhaltung von einer vertrauenswürdigen Stelle (zum Beispiel einer Bundesbehörde) überprüft werden (Haas/Schlesinger 2007: 69f.).

Ein erfolgreiches Beispiel ist die Kennzeichnung von **Lebensmitteln aus dem ökologischen Landbau**. Die Nachteile, wie etwa den höheren Preis für die ökologische Produktion sowie die nur saisonale Verfügbarkeit, sind Verbraucherinnen und Verbraucher zu akzeptieren bereit, da diesen ein klarer Zusatznutzen gegenüber steht (**Abbildung 2**).

Damit aber ein Label, Siegel oder eine Kennzeichnung auch einen Wert für Verbraucherinnen und Verbraucher aufweist, muss von ihnen ein wahrnehmbarer Nutzen ausgehen. Zudem müssen die herausgestellten Vorteile des Produkts mögliche Nachteile überwiegen (Belz/Bieger 2006: 84ff.). Erst dann wird ein Anreiz gesetzt, bei der Kaufentscheidung das Label zu berücksichtigen und das entsprechende Produkt zu erwerben.

Abbildung 1: Nutzenkategorien. Quelle: Eigene Darstellung.



### Bewertung von Labels im Strahlenschutz

Vor dem Hintergrund dieser konzeptionellen Überlegungen können nun verschiedene Verbraucherschutzmaßnahmen analysiert werden. Im Bereich des Strahlenschutzes als Verbraucherschutz ist zum Beispiel die **Minimierung der Exposition durch elektromagnetische Felder** ein Kernanliegen. Eine Maßnahme liegt dabei in der Information der Verbraucherinnen und Verbraucher anhand von Labels bezüglich der Strahlenbelastung. So darf etwa im Umweltkennzeichen "**Blauer Engel – weil strahlungsarm**" (<http://www.blauer-engel.de/>) für Babyüberwachungsgeräte die niederfrequente Strahlung gewisse "Effektivwerte" nicht überschreiten (RAL 2010a, **Tabelle 1**).

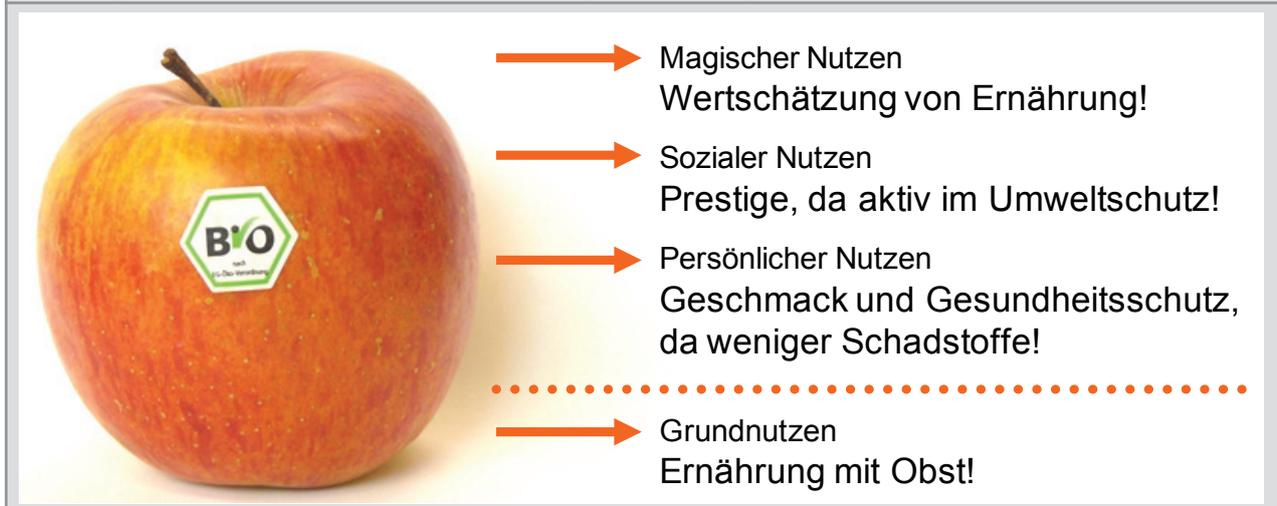
Obwohl die angegebenen Werte kaum allgemeinverständlich sind und für Laien eher kryptisch anmuten, erzeugt deren Einhaltung – eingebettet in

das Siegel "Blauer Engel" – Vertrauen und bietet einen Kaufanreiz. Dies könnte daran liegen, dass **Babyüberwachungsgeräte** neben dem Grundnutzen "Überwachung der Kinder" eine fast unüberschaubare Menge an zusätzlichen Eigenschaften, wie zum Beispiel Gegensprechanlage, Gute-Nacht-Musik, Klimaüberwachung im Kinderzimmer, maximale Reichweite, Reichweitenkontrolle, Sendefrequenz, Nachtlicht, Sensitivitätseinstellungen, verschlüsselte Übertragung anbieten. Diese Eigenschaften generieren alle einen Zusatznutzen, der allerdings für frisch gebackene Eltern – die gerade vor dem Regal im Baby-Laden stehen – kaum zu bewerten ist. Da sich 40 % der Eltern Sorgen wegen gesundheitlicher Risiken durch elektromagnetische Felder des Mobilfunks für die eigenen Kinder (Infas 2009: 29) machen, stellt die Kennzeichnung "strahlungsarm" den klar umrissenen Zusatznutzen "Gesundheitsvorsorge und damit für sensibilisierte

Tabelle 1: Blauer Engel – Maximale Effektivwerte im niederfrequenten Bereich für Babyüberwachungsgeräte (Quelle: nach RAL 2009: 6).

| Bereich der Frequenz (f) | Magnetische Flussdichte [in nT] |
|--------------------------|---------------------------------|
| 0,025 – 0,8 kHz          | 5/f                             |
| 0,8 – 150 kHz            | 6,25                            |

Abbildung 2: Nutzen von Öko-Lebensmitteln. Quelle: Eigene Darstellung.



Eltern einen Kaufanreiz dar, weshalb auch entsprechende Produkte auf dem Markt sind.

Anders sieht die Situation bei **Handys** beziehungsweise **Mobilfunktelefonen** aus. Auch hier existiert ein "**Blauer Engel – weil strahlungsarm**", allerdings sind unter diesen Rubriken keine Marken und Produkte angemeldet (RAL 2010b). Eine zentrale Bewertungsgröße des Siegels ist dabei der SAR-Wert (engl.: Specific Absorption Rate; dt.: spezifische Absorptionsrate, SAR). Er ist ein "Maß der Energieabsorption im Körper durch hochfrequente" elektromagnetische Felder (Böttger 2008: 42f.). Für Mobiltelefone ist nach der Produktnorm EN 50360 europaweit ein SAR-Wert von maximal zwei Watt pro Kilogramm Körpergewicht zulässig. Der SAR-Wert dürfte für Laien jedoch ähnlich aussagekräftig sein wie die vorher erwähnte magnetische Flussdichte bei Babyüberwachungsgeräten. Allerdings ist er als einzelne Information für fast jedes Mobilfunkgerät erhältlich und zudem circa 33% der Konsumenten bekannt (Infas 2009: III). Trotzdem hat dieser nur einen **geringen Einfluss auf die Kaufentscheidung**, da der SAR-Wert für nur etwa 18% der Verbraucherinnen und Verbraucher eine Orientierungshilfe bei einer Anschaffung darstellt (Infas 2009: 17).

Der mangelnde Einfluss auf Verbraucherinnen und Verbraucher spiegelt sich auch auf der **Angebotsseite** (Hersteller) wieder. Ein möglicher Grund, aus welchem Hersteller ihre Geräte nicht zertifizieren lassen, ist es zu vermeiden, dass einzelne Geräte unter dem Aspekt Gesundheit herausgehoben und

somit andere Geräte als "tendenziell gesundheitsschädlich" erscheinen würden.

Um für Verbraucherinnen und Verbraucher sowie die Hersteller trotzdem attraktiv zu sein, müsste zumindest ein klarer Mehrwert des Siegels vorhanden sein (Difu 2008: 96; Difu 2010: 62).

#### Nutzenanalyse am Beispiel des SAR-Werts

Der fehlende Mehrwert beziehungsweise Nutzen lässt sich anhand der im Folgenden vorgestellten Nutzenkategorien erklären:

- Zunächst wird der **Grundnutzen** eines Handys (= mobil telefonieren) durch einen niedrigen SAR-Wert weder positiv noch negativ beeinflusst und hat somit in dieser Kategorie keinen Effekt auf den Nutzen für Verbraucherinnen und Verbraucher.
- Ein **persönlicher Nutzen** hingegen könnte in Form der Gesundheitsvorsorge für Verbraucherinnen und Verbraucher vorliegen. Zwar besteht gegenwärtig noch Forschungsbedarf in der Frage möglicher Langzeitr Risiken für Handynutzungszeiten von mehr als zehn Jahren sowie in der Frage, ob Kinder stärker als Erwachsene durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung belastet sind beziehungsweise ob sie empfindlicher reagieren. Fachleute sehen jedoch derzeit kein Risiko des Mobilfunks bei einer "angemessenen" Nutzung (Weiss et al. 2008: 27; WHO 2010; BfS 2010: 2). Daher kann Verbraucherinnen und Verbrauchern nicht widerspruchsfrei vermittelt

werden, warum sie sich vor einem nicht vorhandenen Risiko durch einen niedrigen SAR-Wert schützen sollen. Zudem zeigen Studien, dass 69% der Bevölkerung wegen einer Handynutzung nicht besorgt sind sowie 90% sich nicht beeinträchtigt fühlen (Infas 2009: 20ff.). Es besteht somit für diesen Teil der Bevölkerung kein originärer Bedarf an strahlungsarmen Handys. Bei besorgten Bevölkerungsgruppen stellt der SAR-Wert in Modelluntersuchungen hingegen die wichtigste Kaufentscheidung dar (Wiedemann et al. 2008: 137/140).

- Da Handys ein modernes Statussymbol darstellen, geht von ihnen ein hoher **sozialer Nutzen** aus. Leider glänzen die modernen und prestigeträchtigen Geräte, wie zum Beispiel Smartphones, nicht gerade mit niedrigen SAR-Werten (**Abbildung 3**).
- Ob ein Handy eine transzendente Vorstellung oder Erwartung (**magischen Nutzen**) weckt, ist in hohem Maße vom Verbraucher oder der Verbraucherin abhängig. Sicherlich kann vor allem ein neues Gerät "verzaubern" oder "in seinen Bann ziehen" und so auch einen Nutzen generieren. Ob der eher nüchterne SAR-Wert dies vermag, ist eher fraglich.

Die Auflistung zeigt, dass ein strahlungsarmes Handy mit einem entsprechend niedrigen SAR-Wert im Allgemeinen kaum einen wahrnehmbaren Nutzen für Verbraucherinnen und Verbraucher stiftet. Dies erklärt wiederum den zuvor beschriebenen geringen Einfluss auf Kaufentscheidungen.

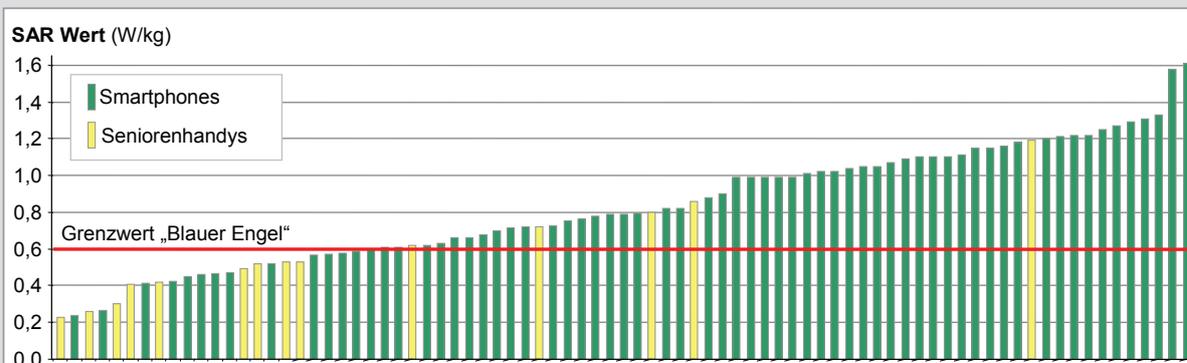
So sind Vorschläge zur **prominenteren beziehungsweise stärkeren Heraushebung des SAR-Werts** im Rahmen aussagekräftiger Qualitätssiegel (Labels) als einfache Entscheidungshilfe zur Auswahl strahlungsarmer Geräte (Weiss et al. 2008: 28; Böttger 2008: 41; Wiedemann et al. 2008: 140/143; Difu 2008: 13/96 & 2010: 78; Pölzl 2008: 64) dringend durch eine **Hervorhebung des Nutzens** für Verbraucherinnen und Verbraucher zu unterstützen. Es ist also nicht nur der Informationsstand der Bevölkerung zu erhöhen, sondern auch der Grund für einen Kauf mitzuliefern, um den bisher geringen Effekt des SAR-Werts auf den Verkauf von strahlungsarmen Handys zu erhöhen.

### Handlungsstrategien

Dies kann – über die bisherigen Aktivitäten hinaus – etwa durch die adressatengerechte und zielgruppenspezifische Ausgestaltung von Informations- und Kommunikationsmaßnahmen geschehen. Vor diesem Hintergrund wären also der **Nutzen** des SAR-Werts griffiger zu formulieren und Vorsorgeaspekte stärker zu kommunizieren. Im Rahmen des Vorsorgegedankens und offener Forschungsfragen bezüglich der Langzeitwirkung rückt die Zielgruppe der **"Vieltelefonierer"** in den Fokus. Allerdings ist dort der Erfolg recht gering, da bei ihnen eher die Funktionalität im Vordergrund steht und hier dann auch oft der SAR-Wert funktionalen Gesichtspunkten untergeordnet wird.

Einen interessanten Ansatzpunkt hingegen könnte die wachsende Nachfrage nach sogenannten **"Einfach- und Seniorenhandys"** bieten, wie ein Blick auf 14 von der Stiftung Warentest (2010)

**Abbildung 3: Verteilung der SAR-Werte bei Smartphones und Seniorenhandys (Quelle: Eigene Darstellung).**



Quelle: Eigene Darstellung nach Internetrecherche. SAR Werte nach Herstellerangabe. Angabe des SAR Werts von 67 im Dezember 2010 erhältlichen Smartphones sowie 14 von der Stiftung Warentest (2010) untersuchten Seniorenhandys. Insgesamt verfügen ca. 20% der Handys 2010 über einen SAR Wert unter 0,6 W/kg im Vergleich zu ca. 30% in 2007 (BfS 2011; Difu 2010: 10 & 77). Eine aktuelle BfS Studie zeigt, dass – bezogen auf alle verfügbaren Handys – die Spannweite der SAR Werte 0,13 W/kg bis 1,85 W/kg umfasst (BfS 2011).

untersuchte Telefone aus diesem Segment zeigt. Hier liegen bereits 70% unter dem empfohlenen SAR-Wert von 0,6W/Kg (**Abbildung 3**). Da die Käuferinnen und Käufer dieser Handys Eigenschaften wie einfache Bedienung, robuste Ausführung oder lange Akkulaufzeit schätzen, ist ein niedriger SAR-Wert technisch und funktional leichter umzusetzen. Es wird quasi die Konkurrenz zwischen dem niedrigeren SAR-Wert und funktionalen Aspekten – wie sie bei "normalen" Geräten bestehen kann – aufgehoben. Auch dürfte in dieser Zielgruppe kaum ein Effekt auf den zuvor beschriebenen sozialen Nutzen (im Sinne des Handys als Statussymbol) zu erwarten sein. Da es sich zudem bei den Herstellern um zumeist kleinere Spezialanbieter handelt, könnte der niedrige SAR-Wert sogar eine interessante Nischenstrategie darstellen. Würde deren gesamte Produktpalette unter dem SAR-Wert von 0,6W/Kg liegen, bräuchten sie keinen Vergleich ihrer Geräte unter dem Aspekt Gesundheit fürchten. Somit könnte dann das Herausheben dieser Eigenschaft einen Nutzen für Hersteller und Käufer darstellen. Der Hersteller verfügt über ein Zusatzmerkmal, welches für den "normalen" Kunden zumindest keinen Nachteil darstellt und für 31% der Bevölkerung – die wegen einer Handynutzung besorgt sind – auch noch den persönlichen Nutzen "Gesundheitsvorsorge" bietet.

### Ausblick

Wie gezeigt, bietet die Integration ökonomischer oder – wie in diesem Fall – marketingorientierter Aspekte in den Verbraucherschutz neue und interessante Möglichkeiten, diesen treffsicherer zu gestalten. Die einfache **Frage nach dem Nutzen einer Maßnahme für Verbraucherinnen und Verbraucher** vor dem Hintergrund der Nutzenkategorien impliziert nicht nur eine stärkere Zielgruppenorientierung, sondern verbessert auch die Ressourcennutzung, da so Streuverluste einer Einheitskampagne vermieden werden.

### Literatur

Belz C, Bieger T (2006): Customer Value. Kundenvorteile schaffen Unternehmensvorteile. Landsberg am Lech.

BfS (2011): Strahlenschutzkriterien für ein Mobiltelefon-Ökolabel. Bundesamt für Strahlenschutz [Hrsg.]. <http://www.bfs.de/de/elektro/oekolabel.html> (Abrufdatum: 28.07.2010).

BfS (2010): Strahlenthemen: Mobilfunk. Bundesamt für Strahlenschutz [Hrsg.] Salzgitter.

Böttger A (2008): Mobilfunk-Infrastruktur und Schutz der Bevölkerung aus Sicht von Regierung und Politik. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Nr. 3, 17. Jg., S. 36-43.

Difu (2008): Jahresgutachten 2007 zur Umsetzung der Zusagen der Selbstverpflichtung der Mobilfunkbetreiber. Deutsches Institut für Urbanistik [Hrsg.]. Berlin.

Difu (2010): Jahresgutachten 2009 zur Umsetzung der Zusagen der Selbstverpflichtung der Mobilfunkbetreiber. Deutsches Institut für Urbanistik [Hrsg.]. Berlin.

Haas H D, Schlesinger D M (2007): Umweltökonomie und Ressourcenmanagement. Darmstadt.

Hermanns A, Meyer A (1984): Zukunftsorientiertes Marketing für Theorie und Praxis. Berlin.

Infas (2009): Ermittlung der Befürchtungen und Ängste der breiten Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gefahren der hochfrequenten elektromagnetischen Felder des Mobilfunks: Abschlussbericht (Umfrage 2009). – Institut für angewandte Sozialwissenschaften. [http://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201003311009/5/BfS\\_2010\\_3609S80001.pdf](http://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201003311009/5/BfS_2010_3609S80001.pdf) (Abrufdatum: 01.03.2010).

Meyer A, Davidson JH (2001): Offensives Marketing. Freiburg i.Br.

Pözl C (2008): Risikowahrnehmung und -kommunikation in der Öffentlichkeit. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Nr. 3, 17. Jg., S. 58-65.

RAL gGmbH [Hrsg.] (2009): Babyüberwachungsgeräte. RAL-ZU 125. Sankt Augustin.

RAL gGmbH [Hrsg.] (2010a): Babyüberwachungsgeräte. URL: [http://www.blauer-engel.de/de/produkte\\_marken/vergabe-begrundung.php?id=151](http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/vergabe-begrundung.php?id=151) (Abrufdatum: 28.07.2010).

RAL gGmbH [Hrsg.] (2010b): Handys/Mobiltelefone. [http://www.blauer-engel.de/de/produkte\\_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=168](http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=168) (Abrufdatum: 28.07.2010).

Stiftung Warentest (2010): Die besten Handys für Senioren. <http://www.test.de/> (Abrufdatum 28.07.2010).

Weiss W, Matthes R, Revermann C (2008): Forschungsfelder und wissenschaftliche Risikodiskussion. Zusammenfassende Darstellung und Einordnung der Ergebnisse des Deutschen Mobilfunkprogramms. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Nr. 3, 17. Jg., S. 58-65.

WHO (2010): Electromagnetic fields and public health: mobile phones. – World Health Organization [Hrsg.]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html> (Abrufdatum: 28.07.2010).

Wiedemann P M, Schütz H, Clauberg M (2008): Influence of Information about Specific Absorption Rate (SAR) upon Customers' Purchase Decisions and Safety Evaluation of Mobile Phones. *Bioelectromagnetics* 29/2 (2008), S. 133-144.

### Kontakt

Dr. Dieter M. Schlesinger  
 Bundesamt für Strahlenschutz  
 Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit  
 Arbeitsgruppe SG 1.4: Strahlenrisiko • Strahlenschutz-  
 konzepte • Risikokommunikation  
 Ingolstädter Landstraße 1  
 85764 Neuherberg  
 E-Mail: [d Schlesinger\[at\]bfs.de](mailto:d Schlesinger@bfs.de)

[BfS]

# Verbesserte Resistenzüberwachung von Salmonellen und Kommensalen durch die AVV Zoonosen Lebensmittelkette und die Bekämpfungsprogramme für Salmonellen beim Geflügel

## Improved Monitoring of Antimicrobial Resistance in Salmonella and Commensal Bacteria by a National Regulation and EU-wide Salmonella Control Programs in Poultry

*Annemarie Käsbohrer, Bernd-Alois Tenhagen, Kirsten Heckenbach, Katja Alt, Beatriz Guerra, Bernd Appel, Andreas Schroeter*

**Abstract:** *Resistance to antimicrobials in zoonotic bacteria and commensals is of special concern since this may compromise the effective treatment of infections in humans. To assess these risks and to identify factors with major impact, a systematic monitoring approach was established in Germany covering each of the major food production chains within a 3-year interval. In 2009, 1,462 E. coli isolates could be collected, covering primary production and animal derived food at retail level. Whereas the majority of isolates from layers was sensitive to antimicrobials, most isolates from broilers, chicken meat and turkey meat showed resistance to at least one antimicrobial class. Even more worrying, most of these isolates were resistant to several antimicrobial classes. Besides resistance to the commonly used antimicrobial classes, e.g. sulphonamides and tetracyclines, resistance to (fluoro)quinolones and cephalosporins was frequently observed. The observed resistance levels to (fluoro)quinolones and cephalosporins in E. coli isolates are of concern since these classes are critically important antimicrobials in human medicine. Due to the emerging pattern, this needs close monitoring and assessment. Together with continuous monitoring of the antimicrobial usage, management strategies can be continuously assessed and adapted.*

### Einleitung und Hintergrund

Salmonellen sind Infektionserreger, die vom Tier auf den Menschen übertragen werden können und somit zu den Zoonoseerregern zählen. Sie werden häufig über Lebensmittel, zum Beispiel Eier, Hähnchen- oder Schweinefleisch, übertragen. Im Jahr 2009 bzw. 2010 wurden 31.397 bzw. 25.228 Salmonelleninfektionen des Menschen an das Robert Koch-Institut (RKI) gemeldet. *S. Enteritidis* war bei menschlichen Erkrankungen mit 58 % der typisierten Isolate die häufigste Ursache für Salmonellosen, gefolgt von *S. Typhimurium* mit 33 % (RKI 2010).

Schwer und lebensbedrohlich verlaufende Infektionen mit Salmonellen können beim Menschen eine Antibiotikatherapie notwendig machen (FAO/WHO/OIE 2007). Neben Zoonoseerregern können auch nichtpathogene Darmbakterien (sogenannte Kommensalen) Resistenzeigenschaften tragen und diese dann auf andere, möglicherweise pathogene Bakterien übertragen. Kommen resistente Zoonoseerreger oder Kommensalen in Tieren oder auf Lebensmitteln vor, können sie ein gravierendes

Problem im gesundheitlichen Verbraucherschutz darstellen. Deshalb ist die Überwachung der Resistenz gegenüber Antibiotika sowohl bei Zoonoseerregern als auch bei kommensalen Bakterien für den Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier von großer Bedeutung (Käsbohrer und Heckenbach 2006).

Bisher erfolgte die Resistenzüberwachung bei Zoonoseerregern in den nationalen Referenzlaboratorien (NRL) des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) vorwiegend anhand von Isolaten, die im Rahmen der klinischen Diagnostik sowie der amtlichen Lebensmittelüberwachung isoliert wurden. Aus den Ergebnissen konnten bereits wichtige Erkenntnisse bezüglich der Resistenzentwicklung gezogen werden (Schroeter et al. 2004). Allerdings war nicht sichergestellt, dass die Isolate für die betrachteten Populationen repräsentativ waren, sodass eine umfassende und statistisch abgesicherte Betrachtung der gesamten Lebensmittelkette bisher nicht möglich war (BfR 2010; Schroeter und Käsbohrer 2010).

Um die Datenlage zu verbessern, wurde ein Konzept für ein aktives Monitoring erarbeitet und dieses schrittweise in Deutschland flächendeckend umgesetzt. Erste Ergebnisse im Rahmen dieses Resistenzmonitorings werden nachfolgend vorgestellt.

### Methodik

Nach einer freiwilligen Pilotphase im Jahr 2008 wurde mit Beginn des Jahres 2009 ein jährliches bundesweites Zoonosen- und Resistenzmonitoring etabliert. Dieses ermöglicht erstmalig, repräsentative Daten zur Resistenzsituation bei Zoonoseerregern und Kommensalen entlang der gesamten Lebensmittelkette zu gewinnen. Rechtsgrundlage dafür ist die "Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die Erfassung, Auswertung und Veröffentlichung von Daten zum Auftreten von Zoonosen und Zoonoseerregern entlang der Lebensmittelkette" (AVV Zoonosen Lebensmittelkette) vom 18. Juli 2008. Die AVV basiert auf der Richtlinie 2003/99/EG zur Überwachung von Zoonosen und Zoonoseerregern. Danach sind die Mitgliedstaaten der EU verpflichtet, repräsentative und vergleichbare Daten über das Auftreten von Zoonosen und ihren Erregern sowie diesbezüglicher Antibiotikaresistenzen in Lebensmitteln, Futtermitteln und lebenden Tieren zu erfassen, auszuwerten und zu veröffentlichen.

Die AVV Zoonosen Lebensmittelkette regelt die Datenerhebung der Länder im Rahmen der amtlichen Lebensmittel- und Veterinärüberwachung nach einem zwischen Bund und Ländern abgestimmten repräsentativen Zoonosen-Stichprobenplan (ZSP). Die im ZSP festgelegten Monitoringprogramme zu den verschiedenen Zoonoseerregern und Kommensalen dienen der Schätzung der Prävalenz der Erreger in der jeweils untersuchten Zielpopulation, der Schätzung des Vorkommens von Resistenzen bei diesen Keimen sowie der Gewinnung von Isolaten für eine weiterführende molekularbiologische Charakterisierung. Die gewonnenen Daten unterstützen die Risikobewertung sowie die Abschätzung von Entwicklungstendenzen und Quellen für Infektionen des Menschen mit Zoonoseerregern sowie deren Resistenzen. Erweitert wurde (und wird) die Zahl der Isolate aus dem Zoonosenmonitoring durch *Salmonella*-Isolate, die im Rahmen der Bekämpfungsprogramme für Salmonellen beim Geflügel nach der Verordnung (EG) 2160/2003 gewonnen und an das BfR eingesandt wurden.

Im Rahmen des ZSP 2009 wurde die Resistenz bei Isolaten von *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia (E.) coli* (als Kommensale), verotoxinbildende *E. coli* (VTEC) sowie Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) untersucht.

Abbildung 1: Resistenz bei *Salmonella* spp. Anzahl der Wirkstoffklassen, gegen die die Isolate resistent waren. Das Isolat aus Kalbfleisch war sensibel und wurde nicht dargestellt.

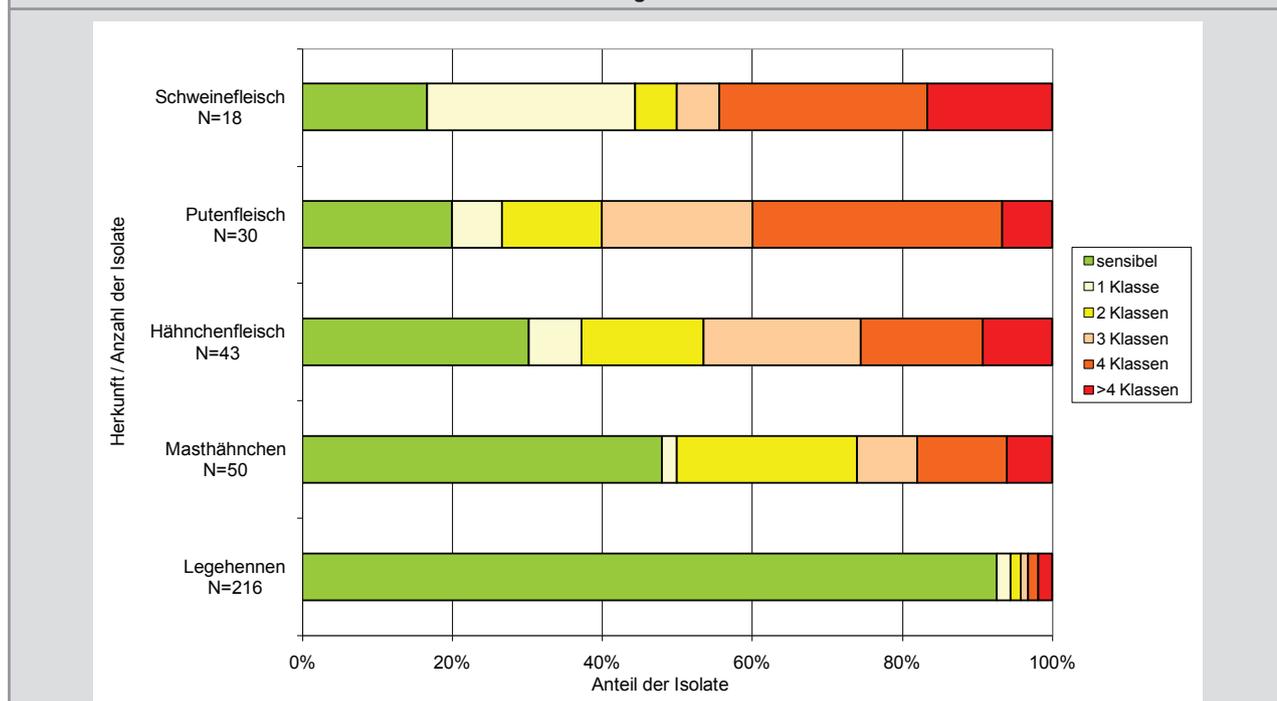
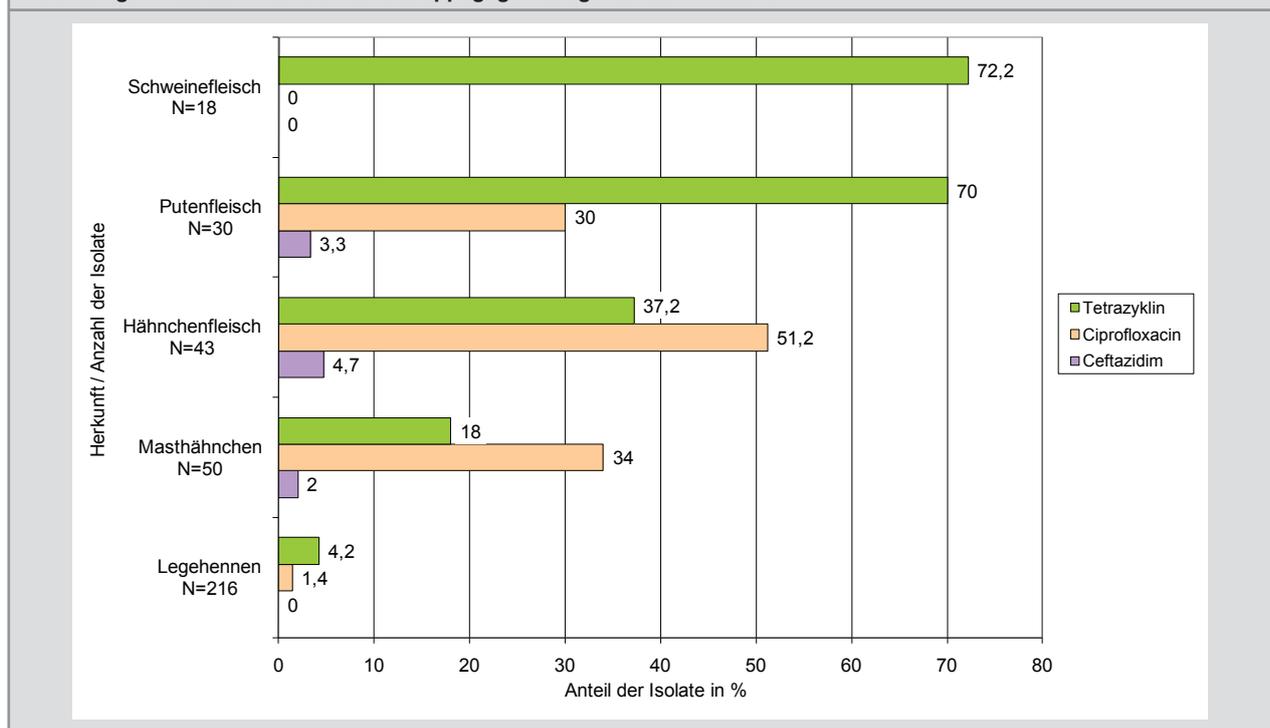


Abbildung 2: Resistenz bei *Salmonella* spp. gegen ausgewählte Wirkstoffe.



Dazu wurde bei den Isolaten die minimale Hemmkonzentration (MHK) gegenüber einer Auswahl antimikrobieller Substanzen ermittelt. Als Methode der Resistenzbestimmung wurde das international anerkannte quantitative Verfahren (Mikrobouillon-Verdünnungsmethode nach ISO 20776-1:2006 beziehungsweise CLSI M31-A3) in den Nationalen Referenzlaboren (NRL) für Antibiotikaresistenz beziehungsweise für *Campylobacter* eingesetzt. Alle ausgewählten Isolate wurden dem vom BfR empfohlenen erweiterten Untersuchungsspektrum an Antibiotika unterzogen. Für die Untersuchungen von *Salmonella* und *E. coli* wurde das fertig konfektionierte Plattenformat EUMVS der Firma TREK Diagnostic Systems, Magellan Biosciences, Inc., England, verwendet.

Das BfR führte auch die wissenschaftliche Bewertung der Ergebnisse (Verwendung epidemiologischer Cut-Off-Werte) aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes durch.

## Ergebnisse

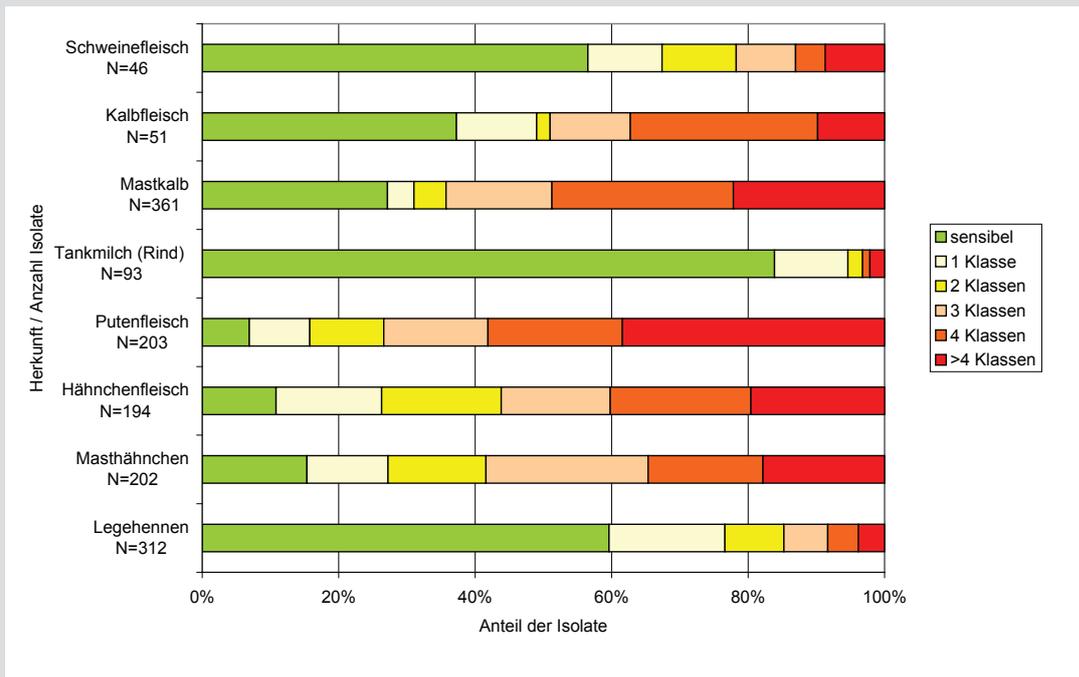
### *Salmonella*

Insgesamt wurden 358 *Salmonella*-Isolate getestet, die einem der Bekämpfungs- oder Monitoringprogramme (Legehennen, Masthähnchen, Hähnchen-,

Puten-, Kalb- und Schweinefleisch) zuzuordnen waren. Die überwiegende Anzahl der Isolate stammte von Legehennen (N=216) aus dem Bekämpfungsprogramm. Aus dem Programm zur Untersuchung von Kalbfleisch und seinen Zubereitungen wurde nur ein Isolat eingesandt, sodass hier keine weitergehende Auswertung vorgenommen wurde.

Es werden deutliche Unterschiede bei den ermittelten Resistenzraten in Abhängigkeit von der Herkunft der Isolate sichtbar. Während bei Legehennen 93% der Isolate sensibel gegen alle getesteten Antibiotika waren, lag dieser Anteil für Isolate von Masthähnchen, Hähnchenfleisch und Putenfleisch deutlich niedriger. Viele Isolate aus Masthähnchen (50%) sowie aus Hähnchenfleisch (63%) und aus Putenfleisch (73%) und deren Zubereitungen waren sogar resistent gegenüber mehreren Wirkstoffklassen (Abbildung 1). Die höchsten Resistenzraten wurden bei den meisten der untersuchten Herkünfte gegenüber Sulfonamiden, Trimethoprim, Tetrazyklin und Aminopenicillinen beobachtet. Bedenklich sind insbesondere auch die teilweise recht hohen Resistenzraten gegen Chinolone und Fluorchinolone bei Masthähnchen und Geflügelfleisch (Abbildung 2) sowie der Nachweis von vier Isolaten mit Cephalosporin-Resistenzen in Masthähn-

Abbildung 3: Resistenz bei kommensalen *Escherichia coli*. Anzahl der Wirkstoffklassen, gegen die die Isolate resistent waren.



chen (1 Isolat), Hähnchenfleisch (2 Isolate) und Putenfleisch (1 Isolat).

### *E. coli*

Insgesamt wurden 1.462 Isolate von *E. coli* getestet, die einem der acht festgelegten Programme (Legehennen, Masthähnchen, Milchrind, Mastkalb, Hähnchen-, Puten-, Kalb- und Schweinefleisch) zugeordnet werden konnten. Dabei standen aus Lebensmitteln weniger Isolate zur Verfügung als aus Proben von Tieren.

Während die Mehrzahl (59,6 %) der Isolate von Legehennen sensibel gegen alle getesteten Wirkstoffe war, lag der Anteil der sensiblen Isolate in den drei anderen Programmen in der Geflügelkette zwischen 6,9 % (Putenfleisch) und 15,3 % (Masthähnchen). Zudem waren resistente Isolate in der Regel gleichzeitig gegen mehrere Wirkstoffklassen resistent (Abbildung 3). Die höchsten Resistenzraten bei *E. coli* aus Masthähnchen und Hähnchenfleisch lagen gegenüber Sulfamethoxazol und Ampicillin vor, gefolgt von den (Fluoro-)Chinolonen, Trimethoprim, Tetrazyklin und Streptomycin. Im Putenfleisch war die Resistenzrate gegenüber Tetrazyklin höher, gegenüber (Fluoro-)Chinolonen dagegen etwas niedriger als im Hähnchenfleisch. Gegen Cephalosporine der 3. Generation resistente

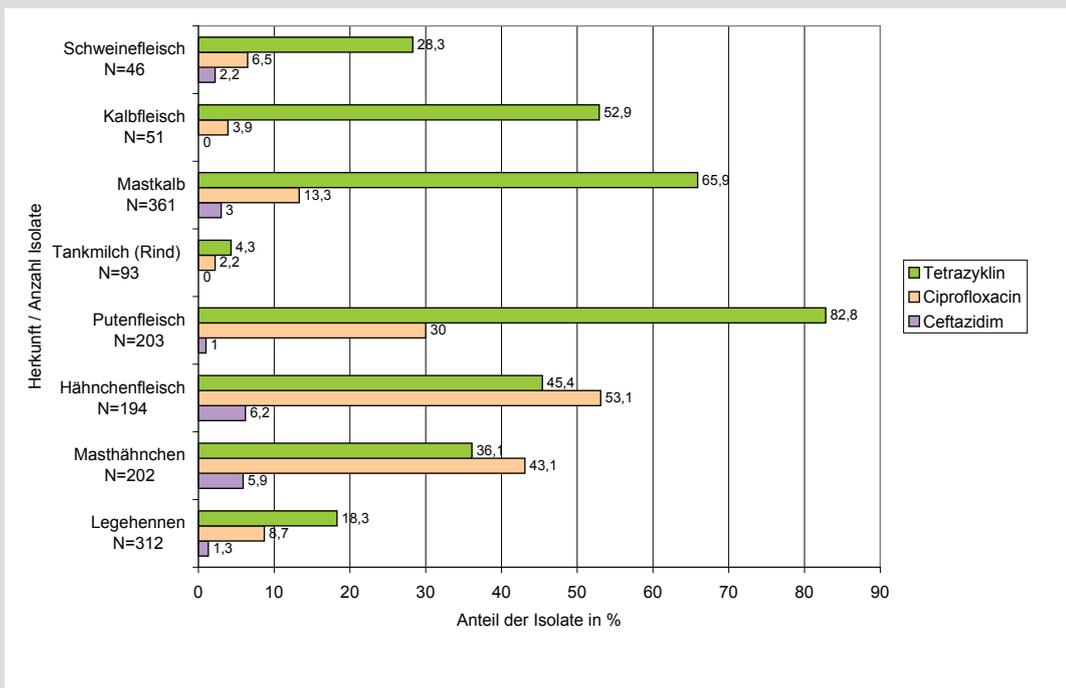
Isolate lagen vor allem von Masthähnchen und aus Hähnchenfleisch vor (Abbildung 4).

### Erregerübergreifende Betrachtung

Die Resistenzsituation von *Salmonella*- und *E. coli*-Isolaten aus dem Fleisch der verschiedenen Tierarten spiegelte gut die Situation bei den Tieren – soweit diese untersucht wurden – wider (Abbildung 5). Diese Ähnlichkeit der Resistenzmuster bei Isolaten vom Tier und aus dem Fleisch von ihnen unterstreicht die Wahrscheinlichkeit einer vertikalen Übertragung der Erreger entlang der Lebensmittelkette. Berücksichtigt man auch die Daten aus der Routineüberwachung der Jahre 2000 bis 2008 (Schroeter und Käsbohrer 2010), so deuten sich auch für die *Salmonella*-Isolate aus Puten- und Schweinefleisch ähnliche Zusammenhänge mit der Primärproduktion an, wie sie hier für Hähnchenfleisch und Kalbfleisch dargestellt wurden. Isolate aus der Tankmilch von Kühen waren im Gegensatz zu Isolaten aus der Mast eher selten resistent.

Von besonderer Bedeutung sind die beobachteten Resistenzen gegenüber Fluorochinolonen und Cephalosporinen der 3. Generation, da diese Wirkstoffe von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als "Critically Important Antimicrobials" eingestuft werden (FAO/WHO/OIE 2007; CVMP 2007;

Abbildung 4: Resistenz bei kommensalen *Escherichia coli* gegen ausgewählte Wirkstoffklassen.



CVMP 2009). Fluorochinolon-Resistenzen (getestet anhand von Ciprofloxacin) wurden insbesondere bei *Salmonella*- und *E. coli*-Isolaten vom Geflügel häufig nachgewiesen. Resistenzen gegenüber Cephalosporinen der 3. Generation (getestet anhand von Ceftazidim und Cefoxitin) wurden in über 5 % der *E. coli*-Isolate von Masthähnchen nachgewiesen, aber auch vereinzelt bei *E. coli*-Isolaten vom Mastkalb beobachtet.

### Diskussion und Schlussfolgerungen

Das Ziel des Resistenzmonitorings gemäß Zoonosen-Stichprobenplan 2009, erstmalig die Resistenzsituation bei Zoonoseerregern und kommensalen *E. coli* in verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette anhand einer repräsentativen Stichprobe zu schätzen, konnte umfassend erreicht werden (BfR 2010). Diese Ergebnisse bilden eine wichtige Basis für die Bewertung der derzeitigen Situation im Vergleich zum bisherigen Wissensstand sowie zur Bewertung künftiger Entwicklungstendenzen nach erneuter Durchführung der Programme.

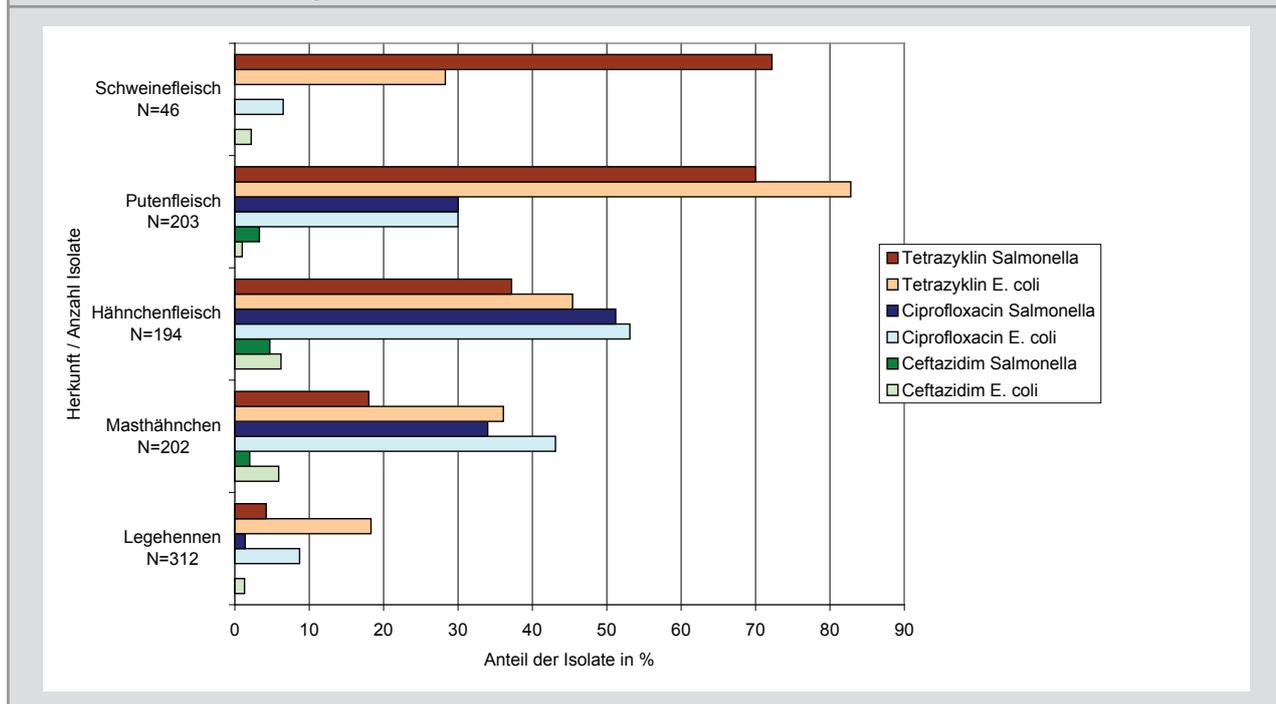
Insbesondere bei übergreifender Betrachtung der Resistenzsituation für verschiedene Erreger in einer Lebensmittelkette und unter Berücksichtigung der Prävalenz des Erregers auf den verschiedenen Prozessstufen können die Risiken für Verbrauche-

rinnen und Verbraucher besser abgeschätzt und bewertet werden. Insofern unterstützt das Zoonosen-Monitoring nach der AVV Zoonosen Lebensmittelkette das Ziel, statistisch gesicherte Daten für die Risikobewertung zu gewinnen.

Insgesamt wurden in dieser Studie in Deutschland für 2009 hohe Resistenzraten bei *Salmonellen* und kommensalen *E. coli* in der Lebensmittelkette beobachtet. Im Bericht der EFSA zur Situation im Jahr 2008 wird ebenfalls auf recht hohe Resistenzraten in mehreren Mitgliedstaaten der EU hingewiesen (EFSA 2010). Die deutschen Ergebnisse für 2009 bestätigen auch Erkenntnisse aus der Überwachung in den Vorjahren. Im Zeitraum 2000–2008 waren von 33.625 *Salmonella*-Isolaten 48 % resistent gegen mindestens eine und 35 % sogar resistent gegen mehr als eine Antibiotikaklasse. Auch hier waren bereits erhebliche Resistenzraten gegenüber Fluorochinolonen beim Geflügel beschrieben worden (Schroeter und Käsbohrer 2010).

Die Resistenzsituation bei den untersuchten Spezies zeigte erhebliche Unterschiede zwischen den Herkünften. Die unterschiedliche Resistenzsituation von *Salmonellen* bei Legehennen und Masthähnchen unterstreicht die Notwendigkeit, Isolate dieser beiden Kategorien separat zu erfassen. Die

**Abbildung 5: Vergleich der Resistenz bei *Salmonella* spp. und kommensalen *Escherichia coli* gegen ausgewählte Wirkstoffklassen beim Geflügel und Produkten hiervon.**



Unterschiede ließen sich bisher anhand der Ein-sendungen aus diagnostischen Untersuchungen aufgrund der wenig detaillierten Beschreibung der Herkünfte als Huhn oder *Gallus gallus* nicht darstellen. Vielmehr wurde die Resistenzsituation in dieser Überkategorie wesentlich vom jeweiligen Anteil der Herkünfte bestimmt.

Zusammenfassend machen die Ergebnisse deutlich, dass ein Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der Erreger entlang der verschiedenen Lebensmittelketten und ihrem Resistenzmuster nachweisbar ist. Dies wird auch im jeweiligen Anteil bei den häufig vorkommenden Serovaren aus den unterschiedlichen Herkünften deutlich. Derartige Zusammenhänge werden im Rahmen weiterführender molekularbiologischer Untersuchungen der Isolate weiter verifiziert und detailliert belegt.

Um eine weitere Zunahme von Resistenzen zu verhindern, sollte der Antibiotikaeinsatz nach Auffassung des BfR sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin auf das unbedingt notwendige Maß begrenzt werden.

Die Überwachung der Resistenzentwicklung bei Krankheitserregern und bei Bakterien der Darmflora ist unter anderem auch die Voraussetzung für die

Risikobewertung der auftretenden Antibiotikaresistenzen. Diese Überwachung, aber auch Maßnahmen zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes bei Tieren und in der Lebensmittelkette sind Bestandteil der "Deutschen Antibiotikaresistenzstrategie" (DART) der Bundesregierung (BMELV 2008).

### Literatur

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2010): Wissenschaftliche Bewertung der Ergebnisse des Resistenzmonitorings nach dem Zoonosen-Stichprobenplan 2009. Stellungnahme Nr. 047/2010 vom 01.11.2010. [http://www.bfr.bund.de/cm/208/wissenschaftliche\\_bewertung\\_der\\_ergebnisse\\_des\\_resistenzmonitorings\\_nach\\_dem\\_zoonosen\\_stichprobenplan\\_2009.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/208/wissenschaftliche_bewertung_der_ergebnisse_des_resistenzmonitorings_nach_dem_zoonosen_stichprobenplan_2009.pdf) (Abrufdatum: 18.02.11).

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (2008): Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie (DART) – Veterinärteil. <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Tier/Tiergesundheit/Veterinaerdienst/DART.html> (Abrufdatum: 18.02.11).

Committee for Medicinal Products for Veterinary Use (CVMP) (2007): Public statement on the use of (fluoro)quinolones in food producing animal in the European Union: Development of resistance and impact on human and animal health. EMEA/CVMP/SAGAM/184651/2005.

Committee for Medicinal products for Veterinary Use (CVMP) (2009): Revised reflection paper on the use of 3rd and 4th generation cephalosporins in food producing animals in the Euro-

pean Union. Development of resistance and impact on human and animal health. EMEA/CVMP/SAGAM/81730/2006-Rev.1\*.

European Food Safety Authority (EFSA) (2008): Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards on a request from the European Food Safety Authority on foodborne antimicrobial resistance as a biological hazard. The EFSA Journal 765: 1–87.

European Food Safety Authority (EFSA) (2010): The Community Summary Report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from animals and food in the European Union in 2008. EFSA Journal 2010; 8(7):1658. [265 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1658. <http://www.efsa.europa.eu/efsa-journal> (Abrufdatum: 18.02.11).

FAO/WHO/OIE (2007): Joint FAO/WHO/OIE Expert Meeting on Critically Important Antimicrobials. 2007. Report of the FAO/WHO/OIE Expert Meeting. FAO Headquarters, Rome. 26–30 November 2007.

Käsbohrer A, Heckenbach K (2006): Monitoring of antimicrobial resistance on the basis of the EU Zoonoses Directive. Int. J. Med. Microbiol. 296: S2, 39–43.

Robert Koch-Institut (RKI) (2010): Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2009. RKI, Berlin, 200 S. (2002–2009: <http://www.rki.de> > Infektionsschutz > Jahrbuch).

Schroeter A, Hoog B, Helmuth R (2004): Resistance of Salmonella isolates in Germany. J. Vet. Med. B 51: 389–92.

Schroeter A, Kaesbohrer A (Hrsg) (2010): Deutsche Antibiotika-Resistenzsituation in der Lebensmittelkette – DARLink (BfR-Wissenschaft 12/2010 vom 09.12.2010). [http://www.bfr.bund.de/cm/238/deutsche\\_antibiotika\\_resistenzsituation\\_in\\_der\\_lebensmittelkette\\_darlink.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/238/deutsche_antibiotika_resistenzsituation_in_der_lebensmittelkette_darlink.pdf) (Abrufdatum: 18.02.11).

## Kontakt

Dr. Annemarie Käsbohrer  
Bundesinstitut für Risikobewertung  
Fachgruppe Epidemiologie und Zoonosen  
Nationales Referenzlabor für Antibiotikaresistenz  
Diedersdorfer Weg 1  
12277 Berlin  
E-Mail: [Annemarie.Kaesbohrer\[at\]bfr.bund.de](mailto:Annemarie.Kaesbohrer@bfr.bund.de)

[BfR]

# "Zielgerade" beim RKI-Gesundheitssurvey DEGS

## RKI's DEGS Health Survey is approaching the "home straight"

**Abstract:** *The Robert Koch Institute is currently conducting the "German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS)". Its aim is to provide comprehensive data on the health situation of Germany's resident population. The three-year study will be completed in November 2011. One aim of the current article is to review the population's willingness to take part during the first two study years: this has improved continuously since the study was launched and is now just under 50%. Analyses conducted up to now suggest that the representativeness of the sample (target: 7,500 participants) can be guaranteed. The extensive laboratory examinations represent an important benefit of taking part in the study for many DEGS participants. Detailed information on the parameters surveyed and the modalities of the analysis is the second thematic focus of the present article. The initial findings of the DEGS study will probably be published in 2013.*

### Einleitung

Die Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS) ist Teil des Gesundheitsmonitorings am Robert Koch-Institut (RKI), das eine umfassende und kontinuierliche Beobachtung der gesundheitlichen Lage der in Deutschland lebenden Bevölkerung zum Ziel hat. Das Monitoring umfasst drei Komponenten, in denen das RKI parallel und aufeinander abgestimmt regelmäßig Daten erhebt. Neben DEGS sind dies die Fortführung des Kindergesundheitssurveys KiGGS als Langzeituntersuchung sowie regelmäßige telefonische Gesundheitsbefragungen mit dem Titel "Gesundheit in Deutschland aktuell" (GEDA). Das Grundkonzept des Gesundheitsmonitoring ist im Bundesgesundheitsblatt beschrieben (Kurth et al. 2009). Weitere Artikel sind in der ärztlichen Fachpresse erschienen, unter anderem im Deutschen Ärzteblatt und im Jahr 2010 in zahlreichen regionalen Ärzteblättern.

In der Ausgabe 1/2009 des UMID wurde unter dem Titel "Gesundheitsmonitoring des Robert Koch-Instituts: Start von DEGS, der bundesweiten Studie zur Gesundheit Erwachsener" über den Studienbeginn und DEGS berichtet.

Seit November 2008 führt das Robert Koch-Institut (RKI) die Feldarbeit der "Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland" (DEGS) durch. Insgesamt sollen 7.500 Erwachsene in 180 Orten Deutschlands innerhalb der dreijährigen Studienlaufzeit befragt und körperlich untersucht werden. Inzwischen befinden wir uns schon auf der "Zielgeraden", im Herbst 2011 wird die Studie abgeschlossen. Im vorliegenden Beitrag soll es zum einen um die Teilnahmebereitschaft in den ersten zwei Stu-

dienjahren und zum anderen um die umfangreichen Laboranalysen, ein weiteres wichtiges Thema in DEGS, gehen. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die Laboruntersuchungen für viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer einen wichtigen Mehrwert der Studienteilnahme darstellen.

### Teilnahmebereitschaft

Von den zwei Untersuchungsteams des RKI (jeweils eine Ärztin/ein Arzt, eine Untersucherin, eine MTA und eine Zentrumsinterviewerin/ein Zentrumsinterviewer) wurden bis Dezember 2010 insgesamt 4.835 Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer vor Ort befragt und untersucht (2.484 Frauen und 2.351 Männer). Die Teilnahmebereitschaft hat sich seit Beginn der Studienlaufzeit kontinuierlich verbessert, unter anderem durch die Anpassung des Terminangebots an die Wünsche der Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie eine Erhöhung der Aufwandsentschädigung. Die Teilnahme reicht von knapp 30 Prozent (Weil und Erding in Bayern, Bonn in Nordrhein-Westfalen) bis über 70 Prozent (Lingen in Niedersachsen, Fronhausen in Hessen, Dätgen in Schleswig-Holstein). Im Durchschnitt nehmen knapp 50 Prozent der angeschriebenen Einwohnerinnen und Einwohner eines Studienortes (Zufallsziehung aus dem Einwohnermelderegister) an DEGS teil. Im Vergleich zu anderen großen Bevölkerungsstudien ist dies eine relativ gute Teilnahmequote. Geschlechts- sowie regionsspezifische Unterschiede (Ost vs. West) der Teilnahmebereitschaft wurden nicht festgestellt. Es zeigten sich allerdings Differenzen nach Altersgruppen: Männer und Frauen im mittleren Lebensalter nehmen häufiger teil als sehr junge Erwachsene im Alter von 18 bis 29 Jahren und ältere Personen ab 70 Jahren. Zwischen



Personen mit ausländischer und deutscher Staatsbürgerschaft sowie zwischen Stadt und Land bestehen ebenfalls Unterschiede in der Teilnahmebereitschaft: In ländlichen Gebieten ist die Teilnehmerate meist höher. Deutsche Staatsbürger sind zu einem höheren Prozentsatz als Ausländerinnen und Ausländer bereit, sich an der Studie zu beteiligen. Im Hinblick auf die Repräsentativität der Studie wird kontinuierlich untersucht, inwiefern sich Teilnehmer und Nichtteilnehmer unterscheiden. Von 50 Prozent der Nichtteilnehmer liegt ein ausgefüllter Kurzfragebogen vor, in dem einige Kerninformationen zum Gesundheitsstatus und zum soziodemografischen Hintergrund erfasst sind. Somit stehen diese Informationen für 75 Prozent der Bruttostichprobe (Teilnehmer und Nichtteilnehmer) zur Verfügung. Die Erfahrungen und die Daten der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums lassen eine verzerrungsarme Nettostichprobe erwarten. Wenn sich die ausgewählten Personen zur Teilnahme an DEGS entschieden haben, wird das circa dreistündige Befragungs- und Untersuchungsprogramm in der Regel vollständig absolviert. Die Vollständigkeit schwankt bei den einzelnen Untersuchungsteilen (inkl. Blut- und Urinabgabe) nur gering, zwischen 99,5 Prozent (ärztliches Interview) und 97,0 Prozent (Arzneimittelanamnese).

### Laborprogramm

Ein wichtiger Bestandteil von DEGS ist das umfangreiche Laborprogramm. In Kombination mit zahlreichen gesundheitsbezogenen Befragungs- und Messdaten sind die Laboranalysen eine wesentliche Grundlage zur Beurteilung des Gesundheitszustands sowie der Verteilung von Risikofaktoren in der Bevölkerung. Über sämtliche relevante Untersuchungs- und Laborergebnisse werden die Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer schriftlich informiert. Neben der Mitteilung erster Untersuchungsergebnisse (zum Beispiel kleines Blutbild, Urinschnellbefund, Blutdruck) im ärztlichen Gespräch mit der Studienärztin/dem Studienarzt am Ende des Untersuchungstermins erfolgt in standardisierter Form eine schriftliche Rückmeldung der Ergebnisse in der Regel sechs bis acht Wochen nach der Untersuchung. Dabei wird darauf hingewiesen, dass auffällige und entsprechend gekennzeichnete

Ergebnisse mit der behandelnden Ärztin/dem behandelnden Arzt besprochen werden sollten. Im Rahmen von DEGS als wissenschaftlich ausgerichteter Gesundheitsstudie können keine ärztlichen Diagnosen gestellt werden oder gesundheitliche Beratungen erfolgen. Laborergebnisse, die einer sofortigen Abklärung und Behandlung bedürfen (zum Beispiel infektiöse Hepatitis) werden umgehend nach Bekanntwerden schriftlich mitgeteilt. Die Beurteilung und Rückmeldung der Befunde erfolgt auf der Grundlage standardisierter Ablaufverfahren. Diese basieren auf den gegenwärtigen Richtlinien der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen (Rili-BÄK) und des Infektionsschutzgesetzes (IfSG).

Der überwiegende Teil der Laborparameter wird im Epidemiologischen Zentrallabor des RKI bestimmt. Hierzu zählen klinisch-chemische Analysen zur Erfassung von wichtigen Krankheitsindikatoren, Risikofaktoren (zum Beispiel Glukose- und Fettstoffwechsel, glykosiliertes Hämoglobin (HbA1c), Leber-, Nieren- Schilddrüsenfunktionswerte, Kalzium- und Knochenstoffwechsel, C-reaktives Protein (high sensitivity, hs-CRP)) sowie Zeichen des Nährstoffmangels (Eisen-, Folsäure- und Vitamin B12-Stoffwechsel). Hinzu kommen umfassende allergologische Analysen als Grundlage des bundesweiten Allergiemonitorings (gesamt IgE-Titer und etwa 50 Einzelallergen-Testungen) sowie die Bestimmung der Jodausscheidung im Spontanurin zur Ermittlung der Jodversorgung auf Bevölkerungsebene nach Vorgaben der WHO. Einige Bestimmungen (Urin-Schnelltests [Teststreifen] und kleines Blutbild) werden direkt im Studienzentrum vorgenommen. Hierzu wurden die Feldteams mit Geräten ausgestattet und die MTAs entsprechend geschult. Spezielle, aus infektionsepidemiologischer Sicht relevante Bestimmungen werden in dafür ausgewiesenen externen Speziallabors durchgeführt (zum Beispiel PCR-Nachweis von Chlamydia trachomatis oder Gonokokken im Urin; Bestätigungstests bei Hinweis auf eine möglicherweise aktive Hepatitis B (HBsAG) oder das Vorliegen einer Hepatitis C (Anti-HCV); Titerbestimmungen (IgG) zu Borrelien, Salmonellen und viralen Erregern wie Masern, Mumps, Röteln, Herpes simplex Virus Typ 1 und Typ 2, Hepatitis E).

Bei der Auswahl der Laborparameter kam ein für den Gesundheitssurvey DEGS entwickeltes Priorisierungskonzept zur Anwendung, dass auf bestehenden und bewährten Modellen basiert. Die

Hauptkriterien der Auswahl sind "Angemessenheit", "Relevanz", "Messbarkeit", "Machbarkeit" und (potenzielle) "Nutzbarkeit" der Daten. Es wurde streng darauf geachtet, dass die aus den Laboruntersuchungen gewonnenen Informationen konkreten Fragestellungen dienen und idealerweise durch weitere Informationsquellen ergänzt werden.

### Weitere Informationen

Eine detaillierte Darstellung der Studieninhalte von DEGS findet sich in der Projektbeschreibung, die in der Reihe "Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes" veröffentlicht wurde und als pdf-Dokument heruntergeladen werden kann ([www.rki.de](http://www.rki.de) > Gesundheitsberichterstattung und Epidemiologie > Gesundheitsberichte > Beiträge). Eine schriftliche Bestellung des gedruckten Bandes ist ebenfalls möglich (RKI – Gesundheitsberichterstattung, Postfach: 650261, 13302 Berlin, [gbe@rki.de](mailto:gbe@rki.de)). Seit dem Studienstart im Herbst 2008 erscheinen zudem monatlich thematische Kurzbeiträge zur Gesundheitsstudie DEGS im Epidemiologischen Bulletin ([www.rki.de](http://www.rki.de) > Infektionsschutz > Epidemiologisches Bulletin). In dieser Reihe wurde auch eine umfassende Darstellung der erhobenen Labormesswerte veröffentlicht (Epidemiologisches Bulletin Nr. 27, 6. Juli 2009). Erste Studienergebnisse aus DEGS werden voraussichtlich im Jahr 2013 vorliegen.

Wir würden uns über Kommentare zur Studie von interessierten Kolleginnen und Kollegen freuen und beantworten gern Ihre Fragen ([degs@rki.de](mailto:degs@rki.de)). Weitere Informationen finden Sie unter [www.rki.de/de/degs](http://www.rki.de/de/degs) und in der angegebenen Literatur.

### Literatur

Kurth BM et al. (2009): Gesundheitsmonitoring am Robert Koch-Institut. Sachstand und Perspektiven. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 5:557-570.

### Kontakt

Dr. Bärbel-Maria Kurth  
Leiterin der Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung  
Robert Koch-Institut  
General-Pape-Str. 62  
12101 Berlin  
E-Mail: [degs\[at\]rki.de](mailto:degs[at]rki.de)

[RKI]

# Babyschwimmen und Desinfektionsnebenprodukte in Schwimmbädern

## Baby swimming and disinfection by-products in swimming pools

**Abstract:** *Swimming is healthy. However, sufficiently effective disinfection of swimming pool water requires chlorine, and some reaction products of chlorine may contribute to the development of asthma in high-risk groups. Trichloramine in particular, a reaction product of chlorine with urea introduced by bathers, is now suspected of causing bronchial irritation in sensitive persons such as young children. Though the role of trichloramine irritation in the development of asthma is not conclusively confirmed, for the sake of precaution the Federal Environment Agency (UBA) recommends that concerned parents of children under the age of two from families that suffer allergies should not practice baby swimming until this suspicion is clarified.*

Schwimmen ist allgemein als gesundheitsfördernde körperliche Aktivität anerkannt. In den letzten Jahren hat sich auch das sogenannte Babyschwimmen etabliert, dem Befürworter positive Wirkungen auf die frühkindliche Entwicklung zuschreiben. Aktuelle epidemiologische Studien bringen jedoch Atemwegserkrankungen wie Asthma und andere chronische Erkrankungen in Zusammenhang mit Schwimmen in gechlortem Beckenwasser.

Als mögliche Asthma auslösende Substanz wird Trichloramin genannt. Es entsteht als Nebenprodukt während der Chlorung des Beckenwassers durch Reaktion von Chlor mit organischen Stickstoffverbindungen, die über Urin, Kosmetika, Schweiß oder Hautschuppen in das Beckenwasser eingetragen werden. Trichloramin gasst aus dem Wasser in die Hallenluft aus und reichert sich dort an. Es besteht der Verdacht, dass es in die unteren Atemwege eindringt und zur Schädigung des Bronchialepithels führt. Eine abschließende Beurteilung ist derzeit nicht möglich, da zum jetzigen Zeitpunkt eine Wirkschwelle für Trichloramin noch nicht zuverlässig angegeben werden kann. Hierfür sind weitere Studien nötig.

Bei Untersuchungen der Hallenluft deutscher Schwimmbäder hat das Umweltbundesamt (UBA) Trichloramin-Konzentrationen von bis zu 18,8 Milligramm/Kubikmeter gemessen. 90% der erhobenen Werte lagen deutlich unter 0,34 mg/m<sup>3</sup>. Zum Vergleich: Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt die Einhaltung von 0,50 mg/m<sup>3</sup>, und eine strengere technische Norm der Schweiz empfiehlt 0,20 mg/m<sup>3</sup>. Höhere Werte, insbesondere die Spitzenwerte, standen stets in Zusammenhang mit unzureichender Einhaltung hygienischer und technischer Vorgaben, wie einer nicht ausreichenden

Belüftung der Halle oder ungenügender Wasseraufbereitung. Das UBA fordert daher Badegäste wie auch Schwimmbadbetreiber auf, die Bildung von Desinfektionsnebenprodukten zu vermeiden. Badegäste können durch Duschen unmittelbar vor dem Schwimmen den Eintrag von Urin und Schweiß in das Badewasser vermeiden. Badbetreiber können durch technische Maßnahmen bei Lüftung und Wasseraufbereitung entsprechend den Vorgaben der DIN 19643, einschließlich der regelmäßigen Eigenüberwachung der Bildung von Desinfektionsnebenprodukten wie Trichloramin vorbeugen.

Das UBA empfiehlt besorgten Eltern von Kindern unter zwei Jahren, in deren Familien gehäuft Allergien auftreten, aus Vorsorgegründen vom Babyschwimmen abzusehen, bis geklärt ist, ob der Verdacht sich bestätigt.

Ein ausführlicher Beitrag "Babyschwimmen und Desinfektionsnebenprodukte im Schwimmbädern. Mitteilung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt" findet sich im Bundesgesundheitsblatt, Ausgabe 1/2011, S. 142–144. Er kann auf folgender Internetseite heruntergeladen werden: <http://www.uba.de/uba-info-medien/3968.html>.

### Kontakt

Dr. Tamara Grummt  
Umweltbundesamt  
Postfach 1406  
06813 Dessau-Roßlau  
Fachgebiet II 3.6 "Toxikologie des Trink- und Badebeckenwassers"  
E-Mail: [tamara.grummt\[at\]uba.de](mailto:tamara.grummt[at]uba.de)

[UBA]

# Bildungsmaterialien "Umwelt und Gesundheit" für die Sekundarstufe erhalten neues Kapitel "Klimawandel und Gesundheit"

Judith Meierrose

**Abstract:** *The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and the Federal Environment Agency (UBA) have published updated educational material for secondary schools on "Environment and Health". The worksheets dealing with "Indoor Air", "Noise" and "Swimming in Natural Waters" have been revised and a new chapter on "Climate Change and Health" has been added. With this material, pupils can learn about the diverse aspects on "Environment and Health" and draw conclusions for their own behaviour. The worksheets and background information for teachers are available at the educational service of the BMU ([www.bmu.de/bildungsservice](http://www.bmu.de/bildungsservice)) (German only for the secondary level; English and German for Primary schools). They are free of charge.*

Der Bildungsservice des Bundesumweltministeriums (BMU) unterstützt Lehrkräfte dabei, Umweltthemen interessant und lebensnah zu unterrichten. Im Januar 2011 haben das BMU und das Umweltbundesamt (UBA) aktualisierte Bildungsmaterialien zum Thema "Umwelt und Gesundheit" für den Unterricht an weiterführenden Schulen veröffentlicht. Die Materialien haben ein neues Kapitel "Klimawandel und Gesundheit" über die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels erhalten.

## Themenspektrum des Bildungspakets

Eine möglichst intakte und wenig belastete Umwelt ist eine wichtige Voraussetzung für unser gesundes Wohlbefinden. Es ist daher ein besonderes Anliegen des BMU, Kindern und Jugendlichen schon frühzeitig die vielschichtigen Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Gesundheit nahe zu bringen und sie für das Themenfeld zu sensibilisieren.

Das Bildungspaket "Umwelt und Gesundheit" für die Sekundarstufe stellt die vielfältigen Zusammenhänge von Umwelt- und Gesundheitsschutz anschaulich dar. Was die Schülerinnen und Schüler selbst für die Umwelt und ihre Gesundheit tun können, heben die Bildungsmaterialien besonders hervor. Mit den Arbeitsblättern im neuen Kapitel "Klimawandel und Gesundheit" lernen sie lebensnah und handlungsorientiert Wissenswertes über mögliche gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels. Das Kapitel "Bewertung von Badegewässern" wurde unter Berücksichtigung der aktuellen EU-Badegewässerrichtlinie grundlegend überarbeitet.

Die Kapitel "Lärm und Lärmschutz" und "Qualität der Innenraumluft" wurden ebenfalls aktualisiert.

## Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Didaktisch-methodische Hinweise und Hintergrundinformationen für die Lehrkräfte ergänzen die Hefte. Die praxiserprobten Materialien für den naturwissenschaftlich-technischen und fächerüber-

Titelblatt der Bildungsmaterialien "Umwelt und Gesundheit" für Sekundarstufen.



greifenden Unterricht sind auch als Schülerarbeitshefte im Klassensatz erhältlich.

Im Internet können die Materialien unter <http://www.bmu.de/bildungsservice> und <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/index.htm> kostenlos heruntergeladen werden. Beim BMU-Bildungsservice sind ebenfalls weitere Bildungsmaterialien zu zahlreichen Umweltthemen für den Unterricht an Grundschulen und weiterführenden Schulen kostenlos verfügbar.

Die UNESCO hat den Bildungsservice des BMU als offizielles Projekt der UN-Weltdekade "Bildung für nachhaltige Entwicklung" ausgezeichnet.

**Kontakt:**

Judith Meierrose  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet II 1.1 "Übergreifende Angelegenheiten Umwelt und Gesundheit"  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin  
E-Mail: [judith.meierrose\[at\]uba.de](mailto:judith.meierrose@uba.de)

*[UBA]*

# Fliegenklatsche statt Chemie – Das Biozid-Portal des Umweltbundesamtes informiert über Alternativen zum Biozid-Einsatz

Fly-swat instead of chemistry –  
The web-portal of the German Federal Environment Agency  
provides information on alternatives for use of biocides

Barbara Jahn, Stefanie Wieck, Katja Michaelis, Malte Kock, Gunnar Minx

**Abstract:** *The German Federal Environment Agency (UBA) established a web-based information system for alternatives to biocide use which is publicly available under <http://www.biozid.info>. The objective of the web-portal is to provide detailed information on preventive and integrated control measures in areas where biocides are used. Guidance on the identification and control of pests is provided next to practical advice for distinct situations. The main areas disinfection, material protection and pest control are covered. Further background information on biocides and the implementation of the Biocidal Product Directive 98/08/EG in Germany and related topics is given. The main focus of the current portal is on private users in the household area. The background of the web-portal is that in Germany the chemical law regulates that "information on the physical, biological, and chemical and other measures as alternatives or for minimizing the use of biocidal products have to be available to the public". The information presented at the web-portal is subjected to an internal quality control by authorities (UBA and related authorities). The content will be updated and is intended to grow up continuously. At the moment, this is realised by research projects. However, also the number and the questions of visitors of the website are counted and analysed for improving the website.*

## Einleitung und Hintergrund

### Was sind Biozide?

Biozide sind biozid wirksame Stoffe und Biozid-Produkte, die im Gegensatz zu Pflanzenschutzmitteln im nicht-landwirtschaftlichen Bereich eingesetzt werden. Sie sind dazu bestimmt, schädliche oder lästige Lebewesen zu töten oder abzuwehren. Hierzu zählen zum Beispiel Schädlingsbekämpfungsmittel, Materialschutzmittel (wie Holzschutzmittel), Desinfektionsmittel oder biozide Schiffsanstriche, sogenannte Antifouling.

Gemäß Biozidgesetz (BiozidG), das in das Chemikaliengesetz (ChemG) zur Umsetzung der Biozid-Richtlinie 98/8/EG integriert wurde, sind Biozide zulassungspflichtig und werden behördlicherseits geprüft. Für Biozid-Produkte, die sogenannte Altwirkstoffe enthalten, welche bereits vor dem 14.5.2000 vermarktet wurden, gelten derzeit noch Übergangsfristen. Biozide werden nur zugelassen, wenn sie für den vorgesehenen Verwendungszweck hinreichend wirksam sind und ihre Auswirkungen

auf Mensch, Tier und Umwelt bei sachgerechter Verwendung als annehmbar eingestuft werden.

Zulassungsstelle für Biozide in Deutschland ist die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), die zusätzlich die Belange des Arbeitsschutzes prüft. Als Einvernehmensstellen sind das Umweltbundesamt (UBA) für die Belange des Umweltschutzes und das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) für den Gesundheits- und Verbraucherschutz in das Zulassungsverfahren eingebunden. Das UBA wird zudem für die Prüfung der Wirksamkeit bestimmter Produktarten (Nagetierbekämpfungsmittel, Insektizide, Repellenzien, Trink- und Badebeckenwasserdesinfektion) herangezogen.

Die jetzige Gesetzgebung regelt die Anforderungen für das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten, weitergehende Regelungen zum eigentlichen Gebrauch fehlen zurzeit jedoch noch.

### **Einige Fakten**

In Deutschland sind derzeit über 20.000 Biozid-Produkte auf dem Markt. EU-weit sind es etwa 50.000, die in vielen Bereichen des privaten und beruflichen Lebens verwendet werden. In den Produkten kommen über 320 verschiedene Wirkstoffe zum Einsatz. Insgesamt ergibt sich daraus eine enorme Menge an Bioziden, die täglich eingesetzt werden, in die nähere Umgebung des Menschen und in die Umwelt gelangen können und somit zur allgemeinen Belastung von Mensch und Umwelt durch Chemikalien beitragen.

Mit Ausnahmen sind Biozid-Produkte bisher frei verkäuflich und von jedermann verwendbar. Schätzungsweise werden zwei Drittel in Supermärkten und etwa ein Drittel im Fachhandel verkauft. Circa 63 Prozent der Biozide werden von Privatanwendern im haushaltsnahen Bereich eingesetzt. Gerade diese Anwendergruppe wird durch "verlockende" Werbung zum Kauf und zur Anwendung von Bioziden angeregt, besitzt jedoch wenig Kenntnisse über die Risiken und die sachgerechte Verwendung von Bioziden oder zu deren Alternativen. Unsachgemäßer und Fehlgebrauch – zu viel oder unnötiger Gebrauch inbegriffen – belasten daher grundlos die menschliche Gesundheit und die Umwelt.

### **Informationspflicht**

Ein Ziel des Biozidrechts und eine politische Forderung ist es daher, Biozid-Produkte, auch wenn diese nun nach und nach behördlich geprüft und zugelassen werden, nur wenn erforderlich und möglichst wenig einzusetzen oder – falls möglich – ganz zu vermeiden.

Eine Voraussetzung dafür ist, dass die Information der Öffentlichkeit verbessert wird. Diesem wichtigen Grundsatz wurde auch bei der Umsetzung der Biozid-Produkte-Richtlinie 98/8/EG in das Chemikalienrecht Rechnung getragen: In § 22 Absatz 1a) Ziffer 5 ChemG steht die Verpflichtung der Zulassungsstelle für Biozide (BAuA), der Öffentlichkeit "*Informationen über physikalische, biologische, chemische und sonstige Maßnahmen als Alternative oder zur Minimierung des Einsatzes von Biozid-Produkten ...*" zur Verfügung zu stellen.

Zur Unterstützung dieser gesetzlichen Informationspflicht hat das UBA im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) aus Mitteln des Umweltforschungsplanes ein Forschungsvorhaben durch-

geführt (Gartiser et al. 2006), das die Grundlage für die Konzeption eines Informationssystems für die Öffentlichkeit war. Die webbasierte Informationsbereitstellung wurde dabei als Kern-Instrument für ein Biozid-Informationssystem angesehen, um das sehr breitgefächerte Wissen in diesem Bereich zusammenzutragen, zu pflegen, in geeigneter Weise aufzubereiten und der Öffentlichkeit nutzergerecht und leicht zugänglich zu machen.

Aufbauend auf den Empfehlungen dieses Forschungsvorhabens und den ersten Erfahrungen zur fachlichen und informationstechnischen Realisierung, erfolgte die praktische Umsetzung in dem neuen Internet-Portal des Umweltbundesamtes, das seit Juli 2010 online ist. Das "UBA-Biozid-Portal" ([www.biozid.info](http://www.biozid.info)) ist Teil eines umfassenden Informationssystems zu Bioziden, das im Rahmen der Zulassung von Biozid-Produkten von den am Biozid-Verfahren beteiligten Behörden schrittweise aufgebaut wird. Der Schwerpunkt des Biozid-Portals des UBA liegt auf detaillierten Informationen zu alternativen und vorbeugenden Maßnahmen zum Biozid-Einsatz. Über die Verlinkung der verschiedenen Behördenseiten miteinander wird eine Vernetzung der Informationsbereitstellung aller beteiligten Behörden sichergestellt.

### **Ziel und Inhalt des Biozid-Portals**

Ziel des vom UBA betreuten Informationsportals [www.biozid.info](http://www.biozid.info) ist es, Verbraucherinnen und Verbrauchern das nötige Wissen über den sinnvollen Biozid-Einsatz und mögliche Alternativen zu chemischen Methoden zu vermitteln, damit sie selbstständig Entscheidungen über den Einsatz treffen können. Mit dem bereitgestellten Informationspool sollen im Interesse der Gesundheit und der Umwelt die Bewusstseinsbildung der breiten Öffentlichkeit über mögliche Risiken im Umgang mit Bioziden gefördert und Möglichkeiten zur Minimierung des Biozid-Einsatzes aufgezeigt werden. Das Portal befindet sich im Aufbau und wird stufenweise inhaltlich und funktional weiterentwickelt.

Zurzeit deckt das Portal hauptsächlich den Bereich "Biozide im Haushalt" ab, da hier das größte Informationsdefizit gesehen wird. Die Palette der Biozid-Produkte, die im Haushalt angewendet werden, ist sehr breit. Dies sind beispielsweise Holzschutzmittel, Insektensprays, Schimmelpilzwachstum verhindernde Wandfarben für Bad oder Küche, antibakterielle Putz- und Desinfektionsmittel sowie Lockfallen für Kleider- oder Lebensmittelmotten.

Biozide können außerdem in Wasch- und Reinigungsmitteln, Wohntextilien, Mauerschutzmitteln und Papier enthalten sein. Zunehmend werden auch körpernah getragene Textilien, wie Sport- und Freizeitkleidung, antibakteriell ausgerüstet.

Der Schwerpunkt der im Biozid-Portal bereitgestellten Informationen liegt auf den vorbeugenden Maßnahmen (zum Beispiel allgemeine Hygiene- und bauliche Maßnahmen) mit denen ein Schädlingsbefall verhindert oder eingedämmt und damit der Einsatz von Biozid-Produkten minimiert oder ganz vermieden werden kann. Es gibt nur wenige biozidfreie Alternativen, die zudem auch keiner Prüfung oder Zulassung unterliegen. Daher können hier auch keine amtlichen Empfehlungen etwa hinsichtlich ihrer Wirksamkeit gegeben werden. Auf den Seiten des Biozid-Portals wird auch darauf hingewiesen, dass bei starkem beziehungsweise problematischem Befall ein professioneller Schädlingsbekämpfer hinzugezogen werden soll.

Als Nutzergruppen werden zunächst insbesondere Privatpersonen, aber auch die sogenannten Multiplikatoren zur Informationsvermittlung, wie Verbraucherberatungen und der Handel, angesprochen. Das Informationsangebot soll sukzessive auch für berufliche Anwender erweitert werden.

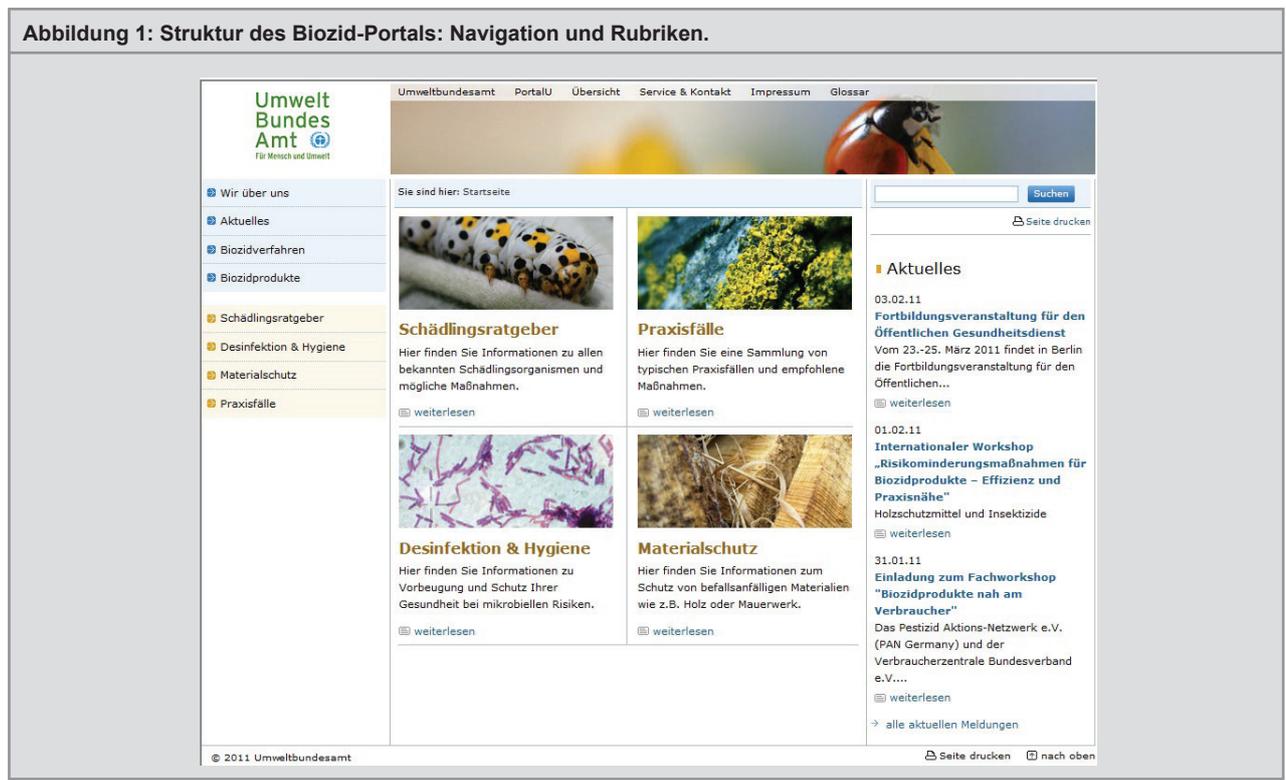
Die Informationsplattform basiert auf einem Content Management System (CMS, Typo 3), das eine gemeinschaftliche Erstellung, Bearbeitung und Organisation von Inhalten erlaubt. Besondere Programmier- oder HTML-Kenntnisse und eine Anpassung der Softwareergonomie an die verschiedenen Benutzergruppen sind hierfür nicht notwendig.

Die Inhalte werden von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des UBA und teils auch von den Partnerbehörden qualitätsgeprüft. Daneben wird auf umfangreiche weitere Informationsquellen von Bundesbehörden, Verbänden und Organisationen verwiesen. Das Web-Portal wird aus Mitteln des BMU und des UBA gefördert.

### Nutzungsmöglichkeiten

Im Portal kann auf verschiedenen Wegen gezielt nach den gewünschten Informationen gesucht werden (**Abbildung 1**). Dies ist zum einen über die einzelnen Rubriken möglich.

In der **Rubrik "Aktuelles"** werden Informationen zu aktuellen Themen und Veranstaltungen bereitgestellt. Die **Rubrik "Biozid-Verfahren"** gibt allgemeine Hintergrundinformationen zur Zulassung von Bioziden.



Die **Rubriken "Biozid-Produkte", "Desinfektion & Hygiene"** sowie **"Materialschutz"** ermöglichen die Suche nach den verschiedensten Biozid-Anwendungsbereichen (Biozid-Produktarten).

Mit der **Rubrik "Schädlingsratgeber"** wird die Möglichkeit gegeben, die wichtigsten im Haushalt vorkommenden Schädlinge und Lästlinge zu identifizieren und die geeigneten vorbeugenden und bekämpfenden Maßnahmen zu wählen. Zu jedem aufgeführten Organismus findet man eine Beschreibung des Aussehens, des Lebensraumes und der Lebensbedingungen (**Abbildung 2**). Diese Rubrik ist als allgemeiner Informationsdienst gedacht, die Informationsseiten können jedoch nicht das professionelle Bestimmungsbuch ersetzen.

Die **Rubrik "Praxisfälle"** zeigt Verbraucherinnen und Verbrauchern mit konkreten Beispielen und Tipps, was sie zu Hause tun könnten, um den Einsatz von Bioziden zu vermeiden.

Zu den jeweiligen Rubriken werden weiterführende Links zu anderen Behörden, Institutionen oder Dokumente zum Herunterladen angeboten.

Außerdem bietet das Portal eine direkte **Suchfunktion** innerhalb des Biozid-Portals an. Über den im Portal eingestellten direkten Link zum "Portal U" kann außerhalb des Portals in Webseiten

und Datenbanken nach Umweltinformationen gesucht werden.

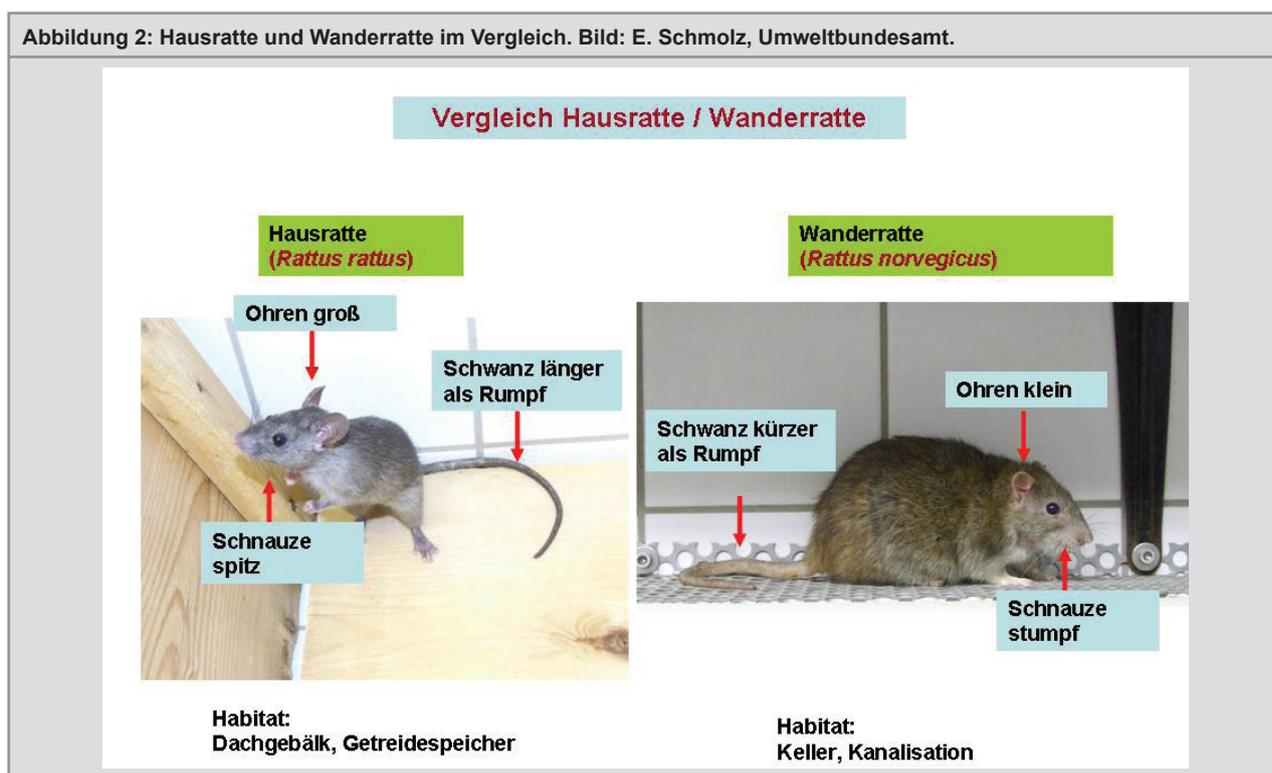
Über das **Kontaktformular** können Besucherinnen und Besucher Fragen stellen, die das Portal nicht beantworten konnte. Diese werden dann von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des UBA beantwortet. Zudem werden diese Anfragen genutzt, um das Portal noch gezielter an die Bedürfnisse der Verbraucherinnen und Verbraucher anzupassen.

### Ausblick

Das Portal wurde von den Bürgerinnen und Bürgern in den vergangenen Monaten gut angenommen. Das belegen die stetig steigenden Zugriffszahlen: Seit der Freischaltung für die Öffentlichkeit am 07.07.2010 wurde das Portal circa 23.000-mal aufgerufen.

Um die Akzeptanz des Portals zu erhalten, bedarf das Informationsangebot einer kontinuierlichen Pflege, Qualitätssicherung und Anpassung an den aktuellen Stand der wissenschaftlich-technischen Kenntnisse. In den kommenden Jahren soll es schrittweise inhaltlich weiter ausgebaut und in seiner Funktionalität verbessert werden. Einfließen werden dabei unter anderem die bisherigen Erfahrungen bei der Betreuung des Portals, die Anregun-

Abbildung 2: Hausratte und Wanderratte im Vergleich. Bild: E. Schmolz, Umweltbundesamt.



gen der Nutzerinnen und Nutzer, die Erfahrungen im Rahmen der anlaufenden Produktzulassung und auch aktuelle politische Entwicklungen im Bereich Biozide und Chemikaliensicherheit.

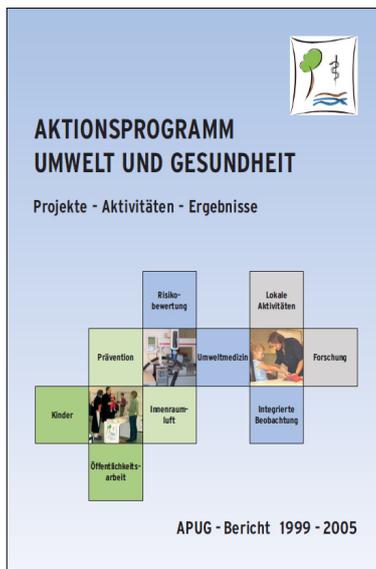
### **Literatur**

Gartiser S, Hafner Ch, Jäger I et al. (2006): Machbarkeitsstudie zur Unterstützung der Informationspflicht gemäß § 22 BiozidG/ChemG über alternative Maßnahmen zur Minimierung des Biozid-Einsatzes". UFOPLAN 203 67 448 der Firmen Hydrotox GmbH, Freiburg, Ökopol GmbH, Hamburg, FoBiG GmbH, Freiburg und QUMsult GbR, Freiburg im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 23/2008. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3629.pdf> (Abrufdatum: 18.02.11).

### **Kontakt**

Dr. Barbara Jahn  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet IV 1.2 Biozide  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau  
E-Mail: [barbara.jahn\[at\]uba.de](mailto:barbara.jahn[at]uba.de)

[UBA]



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

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