

# Europäische Human-Biomonitoring Pilotstudie DEMOCOPHES: Umweltbelastung von Müttern und Kindern

## European human biomonitoring pilot study DEMOCOPHES: environmental exposure of mothers and children

*Gerda Schwedler, Margarete Seiwert,  
Ulrike Fiddicke, Marike Kolossa-Gehring*

### Abstract

Human biomonitoring (HBM) focuses on measuring the uptake of chemicals by the human body and on assessing the internal exposure of humans. In order to harmonize HBM studies the European consortium COPHES developed coherent guidelines. These guidelines were tested in the pilot study DEMOCOPHES simultaneously in 17 European countries. Mercury, cadmium, cotinine and several phthalates were examined in hair and urine samples of 6 to 11 year old children and their mothers. Data on exposure were also collected.

DEMOCOPHES generated the first comparable HBM results for 1,844 mother and child pairs throughout Europe. Exposure to pollution varies greatly in Europe. Variance is greatest for mercury and cotinine and lowest for phthalates. Throughout Europe, including Germany, there are still mothers and children whose exposure to at least one chemical is too high to completely rule out an impact on health.

### Zusammenfassung

Human-Biomonitoring (HBM) hilft zu klären, ob und in welchem Ausmaß Stoffe im menschlichen Körper aufgenommen werden und wie hoch die interne Belastung ist. Zur europaweiten Harmonisierung von HBM-Studien entwickelte das europäische Konsortium COPHES einheitliche Richtlinien, die in der Pilotstudie DEMOCOPHES parallel in 17 europäischen Ländern getestet wurden. Dabei wurden die Schadstoffe Quecksilber, Cadmium, Cotinin und Phthalate in Haar- und Urinproben von 6- bis 11-jährigen Kindern und ihren Müttern bestimmt sowie belastungsrelevante Daten erhoben.

Damit lieferte DEMOCOPHES die ersten direkt vergleichbaren europäischen HBM-Daten, erhoben an insgesamt 1.844 Mutter-Kind-Paaren. In Europa gibt es große Unterschiede in der Belastung mit Quecksilber und Cotinin, geringere in der Belastung mit Phthalaten. In Europa wie auch in Deutschland fanden sich immer noch Mütter und Kinder, deren Belastung mit zumindest einem Stoff so hoch war, dass sie gesundheitlich bedenklich sein könnte.

## Einleitung

Human-Biomonitoring (HBM) hilft zu klären, ob und in welchem Ausmaß Stoffe im menschlichen Körper aufgenommen werden und wie hoch die durchschnittliche Belastung ist (Angerer 2007). Beim HBM werden Schadstoffe oder ihre Stoffwechselprodukte im menschlichen Körper, das heißt in Körperflüssigkeiten wie Blut oder Urin, in Haaren oder in Gewebeproben, gemessen. In HBM-Studien können Belastungsquellen identifiziert und ihre Bedeutung für die Gesundheit bewertet werden.

Da Schadstoffe Ländergrenzen überschreiten und HBM zur Kontrolle des Europäischen Chemikaliengesetzes REACH eingesetzt werden soll, ist die

„Entwicklung eines kohärenten Vorgehens zum Human-Biomonitoring in Europa“ ein wesentliches Ziel, das die Europäische Kommission mit ihrem Aktionsplan „Umwelt und Gesundheit 2004–2010“ erreichen wollte (Europäische Kommission 2004).

Um die Schadstoffbelastung künftig europaweit vergleichbar zu messen, entwickelten deshalb seit Dezember 2009 Fachleute aus 27 europäischen Ländern gemeinsam im Projekt COPHES (Consortium to Perform Human Biomonitoring on a European Scale, Vorhaben im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogramms der EU), einheitliche

Arbeitsanweisungen für die Durchführung von HBM-Studien in Europa.

Diese einheitlichen Arbeitsanweisungen wurden in DEMOCOPHES, einer ebenfalls von der EU (Life+) geförderten Pilotstudie, parallel in 17 verschiedenen europäischen Ländern erprobt. Dazu wurde die Schadstoffbelastung mit Quecksilber, Cadmium, Cotinin (Abbauprodukt des Nikotins) und Phthalaten (Weichmachern in Plastikerzeugnissen) in Haar- und Urinproben von Mutter-Kind-Paaren gemessen. Die Schadstoffe wurden aufgrund ihrer schädlichen Wirkung ausgewählt und weil es für sie gesundheitsbasierte Bewertungsmaßstäbe gibt – allen voran die toxikologisch-gesundheitlich abgeleiteten HBM-Werte der Deutschen HBM-Kommission (Schulz 2012).

Ziel dieser ersten europaweiten HBM-Pilotstudie war es, durch einheitliche Vorgaben und Richtlinien vergleichbare Daten zur Schadstoffbelastung in europäischen Ländern zu erhalten und die Machbarkeit eines einheitlichen Human-Biomonitorings in Europa zu demonstrieren (Casteleyn 2007; Joas 2012).

## Durchführung

Das Umweltbundesamt (UBA) beteiligte sich sowohl an COPHES als auch an DEMOCOPHES. Es war Mitglied des Leitungsgremiums von COPHES und konnte seine Kompetenz bei der Durchführung von HBM-Surveys (Becker 2007; Schulz 2007) in die Gestaltung der zukünftigen europäischen Gesundheits- und Umweltbeobachtung einbringen. Es war außerdem COPHES-Work-Package-Leader für „Sampling, recruitment and sample collection“ und koordinierte den deutschen Beitrag zur Pilotstudie DEMOCOPHES.

Im Zeitraum von September 2011 bis Februar 2012 wurden in den 17 an DEMOCOPHES teilnehmenden Ländern Haar- und Urinproben von jeweils 120 (60 in den Ländern Luxemburg und Zypern) Mutter-Kind-Paaren gesammelt, um die Schadstoffe Quecksilber im Haar und Cadmium, Cotinin und Phthalat-Metabolite in Urinproben zu messen. Gleichzeitig wurden belastungsrelevante Daten per Fragebogen erhoben. Die teilnehmenden Kinder waren zwischen 6 und 11 Jahren alt, ihre Mütter nicht älter als 45 Jahre. Jeweils 60 Kinder wohnten in einem städtischen, 60 Kinder in einem ländlichen Gebiet des jeweiligen Landes.

Der deutsche Beitrag zu DEMOCOPHES wurde zu 50% vom europäischen Förderprogramm Life+ und zu 50% vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert.

Im Auftrag des UBA sammelte die Ruhr-Universität Bochum von September bis Dezember 2011 in Bochum und im Hochsauerlandkreis Haar- und Urinproben zufällig ausgewählter Kinder und ihrer Mütter. Zusätzlich wurden die umweltrelevanten Expositionsdaten ermittelt. Die chemische Analytik führten vom UBA beauftragte Labore durch. Nach Abschluss der Untersuchungen erhielten die beteiligten Familien ihre Analyseergebnisse mitgeteilt.

## Ergebnisse

Insgesamt wurden Befragungsdaten und Schadstoffanalysen von 1.844 Mutter-Kind-Paaren aus allen 17 teilnehmenden europäischen Ländern ausgewertet. Diese Länder waren: Belgien, Schweiz, Zypern, Tschechien, Deutschland, Dänemark, Spanien, Ungarn, Irland, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Slowenien, Slowakei und Großbritannien.

### *Deutsche Bevölkerungsgruppe*

Es nahmen etwa gleich viele Mädchen und Jungen aus den einzelnen Jahrgängen 2000 bis 2006 (6- bis 11-Jährige) teil. Ihre Mütter waren zwischen 28 und 45 Jahren alt. Ältere Mütter wurden nicht in die Studie einbezogen.

Von den Müttern hatten 68%, von den Kindern 2,5% Amalgam-Zahnfüllungen. Die Teilnehmenden aus Deutschland konsumierten deutlich weniger Fisch als der europäische Durchschnitt. 17,5% der befragten deutschen Mütter rauchten regelmäßig oder gelegentlich. Zwar rauchte keines der teilnehmenden Kinder, 8,4% von ihnen waren aber zu Hause und 46,7% anderswo zumindest gelegentlich Passivrauch ausgesetzt.

### *Quecksilber*

Die Quecksilberwerte variierten am stärksten zwischen den einzelnen Ländern. Die in Deutschland gemessenen Quecksilberwerte lagen deutlich unter dem europaweiten Mittel (geometrisches Mittel) (**Tabelle 1**). Diese vergleichsweise geringe Belastung ist damit zu erklären, dass in Deutschland deutlich seltener Fisch verzehrt wird als im europäischen Durchschnitt: Die Kinder verzehrten nur

Tabelle 1: Mittlere Belastung mit Quecksilber.		
	Teilnehmende in	
	Deutschland	Europa
Kinder	0,055 µg/g Haar	0,145 µg/g Haar
Mütter	0,113 µg/g Haar	0,225 µg/g Haar

Tabelle 2: Mittlere Belastung mit Cadmium.		
	Teilnehmende in	
	Deutschland	Europa
Kinder	0,174 µg/L Urin	0,071 µg/L Urin
Mütter	0,333 µg/L Urin	0,219 µg/L Urin

circa ein Sechstel und die Mütter nur rund ein Drittel so häufig Fisch wie dies durchschnittlich in Europa getan wird.

Eine chronische Quecksilberbelastung kann zu einer Schädigung des Zentralnervensystems, der Nieren und des Magens führen. Dabei weist der sich entwickelnde Organismus eine fünf- bis zehnmals höhere Empfindlichkeit auf als der Erwachsene (Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes 1999).

### Cadmium

Die Cadmiumwerte der deutschen Kinder und ihrer Mütter lagen oberhalb des europäischen Gesamtmittels (**Tabelle 2**). Da eine Cadmiumanalyse in den gemessenen Konzentrationsbereichen sehr schwierig ist, wird das UBA diesen unerwartet hohen Werten in weiteren HBM-Studien nachgehen. Die Belastung mit Cadmium steigt mit dem Alter, auch Tabakrauchen erhöht die Cadmiumwerte.

Eine hohe Cadmium-Belastung ist insbesondere deshalb mit Bedacht zu kommunizieren, da Cadmium fruchtbarkeitsstörende und immuntoxische Wirkungen besitzt und aufgrund von Tierversuchen als wahrscheinlich krebserzeugend beim Menschen eingestuft wird (Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes 2011a).

### Cotinin

Cotinin als Abbauprodukt des Nikotins wird als Indikator für die Belastung durch aktives und passives Rauchen gemessen. Die Kinder aus Deutschland und ihre Mütter waren weniger belastet als der europäische Durchschnitt (**Tabelle 3**). Es gab einen starken Zusammenhang zwischen der Höhe

der Belastung der Mütter und der ihrer Kinder. Da außerdem fast die Hälfte der Kinder in Deutschland außerhalb der häuslichen Wohnung mit Passivrauch belastet wurde, kann der Schutz der Kinder vor Passivrauch weiter verbessert werden.

### Phthalate

Es wurden die Metabolite der ausgewählten Phthalate DnBP, DiBP, BBzP, DEHP, und DEP bestimmt. Bei dieser Substanzgruppe gab es die geringsten Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern. Verglichen mit dem europäischen Mittel hatten die deutschen Kinder und Mütter niedrigere Werte für DiBP, DEHP und DEP, durchschnittliche Werte für BBzP und höhere Werte für DnBP.

Die Kinder waren mit Ausnahme von DEP mit allen gemessenen Phthalaten höher belastet als die Mütter. Ebenfalls mit Ausnahme von DEP waren die jüngeren Kinder mit Phthalaten stärker belastet als ältere (**Tabelle 4**).

Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch geringe Phthalatbelastungen sind beim Menschen noch nicht sicher nachgewiesen. Kontinuierliche und wiederholte Belastungen mit höheren Mengen bestimmter Phthalate können jedoch unter anderem mit einer Störung des Hormonsystems in Verbindung gebracht werden (Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes 2011b).

### Gesundheitsbasierte Beurteilungswerte

Zur Beurteilung der Schadstoffbelastung einer Bevölkerungsgruppe ist neben der durchschnittlichen Belastung auch von Bedeutung, ob und in welchem Ausmaß Werte überschritten werden, bei denen

Tabelle 3: Mittlere Belastung mit Cotinin.		
	Teilnehmende in	
	Deutschland	Europa
<b>Kinder</b>	0,308 µg/L Urin	0,797 µg/L Urin
<b>Mütter</b>	0,917 µg/L Urin	2,75 µg/L Urin

eine gesundheitliche Beeinträchtigung möglich ist. In Europa wie auch in Deutschland fanden sich immer noch Mütter und Kinder, deren Belastung mit zumindest einem Stoff so hoch war, dass nach Einschätzung der HBM-Kommission beim UBA (Schulz 2012) gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden können: In Deutschland waren das 3,4% der teilnehmenden Mütter und 2,5% der Kinder, die stärker mit Cadmium beziehungsweise Phthalaten belastet waren als angestrebt (**Tabelle 5**).

## Fazit

Mit der Pilotstudie DEMOCOPHES wurde erstmalig ein einheitliches HBM in Europa, standardisiert durch die COPHES-Vorgaben, nach einem harmonisierten Verfahren und mit einer Qualitätssicherung auf hohem Niveau durchgeführt. Durch den gemeinsamen Ansatz lieferte DEMOCOPHES erste europäische Vergleichsdaten, die jedoch nicht bevölkerungsrepräsentativ sind.

In Europa gibt es große Unterschiede in der Schadstoffbelastung, die am stärksten für Cotinin und Quecksilber, am schwächsten für die Phthalate ausfielen. Dies hängt mit Unterschieden in Wohnumgebung, Ernährung und Lebensstil zusammen.

Die Höhe der Schadstoffbelastungen der Mütter war eng mit der ihrer Kinder verbunden. Offenbar werden beide aus ähnlichen Quellen, zum Beispiel durch ihre Ernährung oder ihre Lebensumgebung belastet.

Schadstoffbelastungen, die gesundheitlich bedenklich sein könnten, traten bei Teilnehmenden in Europa und in Deutschland auf. Bei den Kindern aus Deutschland war dies mit 1,7% am häufigsten bei dem Phthalat DEHP der Fall. Dieser Anteil liegt außerdem auch über dem europäischen Durchschnitt.

Das UBA hat die Belastung der Menschen in Deutschland mit allen in DEMOCOPHES gemessenen Chemikalien in der Vergangenheit bereits in HBM-Studien an Umweltprobenbank-Proben (BMU 2008) und in bevölkerungsrepräsentativen Umweltsurveys (Becker 2007; Schulz 2007) untersucht, Quellen identifiziert und damit zur Erarbeitung von Risikobegrenzungsmaßnahmen beigetragen. In Deutschland konnte auf diesem Weg eine Abnahme der Belastungen beobachtet werden. Die europäische Harmonisierung von HBM-Studien kann nun in vielen anderen der DEMOCOPHES-Länder und auf europäischer Ebene dazu beitragen, rechtliche Regelungen zur Vermeidung von Schadstoffbelastungen abzuleiten und anschließend die Abnahme der Belastungen zu kontrollieren.

Tabelle 4: Mittlere Belastung mit Phthalaten.			
Phthalat		Teilnehmende in	
		Deutschland	Europa
<b>DnBP</b>	Kinder	46,06 µg/L Urin	34,82 µg/L Urin
	Mütter	31,47 µg/L Urin	23,94 µg/L Urin
<b>DiBP</b>	Kinder	40,95 µg/L Urin	45,41 µg/L Urin
	Mütter	25,07 µg/L Urin	30,12 µg/L Urin
<b>BBzP</b>	Kinder	6,47 µg/L Urin	7,15 µg/L Urin
	Mütter	4,55 µg/L Urin	4,51 µg/L Urin
<b>DEHP</b>	Kinder	39,17 µg/L Urin	47,62 µg/L Urin
	Mütter	21,55 µg/L Urin	29,19 µg/L Urin
<b>DEP</b>	Kinder	22,69 µg/L Urin	34,36 µg/L Urin
	Mütter	39,41 µg/L Urin	48,20 µg/L Urin

Tabelle 5: Überschreitungen gesundheitsbasierter Beurteilungswerte.			
Gesundheitsbasierte Beurteilungswerte		Überschreitungen der gesundheitsbasierten Beurteilungswerte	
		Kinder	Mütter
<b>Quecksilber:</b> Deutscher HBM-I-Wert für Hg im Blut (lt. HBM-Kommission auch anwendbar auf Hg im Haar)	5,0 µg/g Haar oder 5,0 µg/L Blut	0%	0%
<b>Cadmium:</b> Deutscher HBM-I-Wert für Cd	0,5 µg/L Urin (Kinder) 1,0 µg/L Urin (Mütter)	0,8%	3,4%
<b>Phthalat DEHP:</b> Deutscher HBM-I-Wert für DEHP, basierend auf $\Sigma(\text{OH-MEHP, oxo-MEHP})$	500 µg/L Urin (Kinder) 300 µg/L Urin (Mütter)	1,7%	0%
Biomonitoring Equivalent (BE), basierend auf $\Sigma(\text{MEHP, OH-MEHP, oxo-MEHP})$	260 µg/L Urin (Kinder) 260 µg/L Urin (Mütter)	1,7%	0,9%

## Internetseiten COPHES und DEMOCOPHES:

Webseite des Konsortiums: [www.eu-hbm.info](http://www.eu-hbm.info)

UBA-Webseite DEMOCOPHES: <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/gbub/democophes/index.htm>

(Abrufdatum beider Seiten: 29.01.2013)

## Danksagung

COPHES (Consortium to Perform Human Biomonitoring on a European Scale) wurde aus dem 7. Forschungsrahmen-Programm der EU (DG Research – No. 244237) gefördert.

DEMOCOPHES (Demonstration of a study to coordinate and perform human biomonitoring on a European Scale) wurde durch LIFE+ 2009 (DG Environment – LIFE09 ENV/BE/000410) und in Deutschland zusätzlich durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ 3709 62 210) gefördert.

Wir danken der Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Ruhr-Universität Bochum, dem Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherungen an der Ruhr-Universität Bochum und dem Institut und

Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen für die Durchführung der Feldarbeit und der Analytik der Schadstoffe.

Ein herzlicher Dank gilt auch allen Müttern und Kindern, die an der Studie teilgenommen haben.

## Literatur

Angerer J, Ewers U, Wilhelm M (2007): Human biomonitoring: State of the art. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health 210: 201–228.

Becker K, Müssig-Zufika M, Conrad A et al. (2007): Kinder-Umwelt-Survey 2003/2006 (KUS): Human Biomonitoring. Stoffgehalte in Blut und Urin der Kinder in Deutschland. WaBoLu-Hefte 01/07. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. ISSN: 1862-4340. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3257.html> (Abrufdatum: 31.01.2013).

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2008): Umweltprobenbank des Bundes – Konzeption. <http://www.umweltprobenbank.de/en/documents/11426> (Abrufdatum: 29.01.2013).

Casteleyn L, Van Tongelen B, Reis F et al. (2007): Human biomonitoring: Towards more integrated approach in Europe. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health 210: 199–200.

Europäische Kommission: European Parliament resolution on the European Environment & Health Action Plan 2004–2010 (2004/2132(INI)).

Joas R, Casteleyn L, Biot P et al. (2012): Harmonised human biomonitoring in Europe: Activities towards an EU HBM framework. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health 215: 172–175.

Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (1999): Stoffmonographie Quecksilber – Referenz- und Human-Biomonitoring(HBM)-Werte. In: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 42: 522–532.

Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2011a): Aktualisierung der Stoffmonographie Cadmium – Referenz- und Human-Biomonitoring(HBM)-Werte. In: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 8: 981–996.

Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2011b): Stoffmonographie für Phthalate – Neue und aktualisierte Referenzwerte für Monoester und oxidierte Metabolite im Urin von Kindern und Erwachsenen. In: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 6: 770–785.

Schulz C, Conrad A, Becker K (2007): Twenty years of the German Environmental Survey (GerES): Human biomonitoring – Temporal and spatial (WestGermany/East Germany) differences in population exposure. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health 210: 271–297.

Schulz C, Wilhelm M, Heudorf U (2012): Reprint of “Update of the reference and HBM values derived by the German Human biomonitoring Commission”. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health 215: 150–158.

## **Kontakt**

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

[UBA]