

# Gemeinsam in eine gesündere Zukunft: Die europäische Human-Biomonitoring Initiative HBM4EU

## *Together towards a healthier future: The European Human-Biomonitoring Initiative HBM4EU*

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Verbreitung von Schadstoffen, wie Weichmachern, Glyphosat oder Quecksilber in der Umwelt, ist problematisch, denn diese Chemikalien können die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen beeinträchtigen. Human-Biomonitoring erlaubt die Messung der inneren Belastung des Menschen mit diesen Schadstoffen durch die Analyse von vorzugsweise Blut oder Urin, aber auch menschlichem Haar oder Gewebe. Koordiniert durch das Umweltbundesamt (UBA), verfolgt die Europäische Human-Biomonitoring Initiative HBM4EU seit Beginn 2017 einen innovativen Ansatz, um vergleichbare Belastungsdaten für ganz Europa zu gewinnen. Über einen Zeitraum von fünf Jahren soll ein europaweites Human-Biomonitoring aufgebaut werden. Die Ergebnisse fließen nach Aufbereitung für die relevanten Zielgruppen in Gesundheits-, Umwelt- und Chemikalienpolitik ein, um die menschliche Gesundheit in Europa noch effektiver zu schützen.

KIM PACK,  
PHILIPP WEISE,  
ANDRÉ CONRAD,  
MARIKE KOLOSSA-  
GEHRING

### ABSTRACT

*Pollutants like plasticisers, glyphosate or mercury are spread throughout the environment. A problematic issue, as exposure to these chemicals can have negative effects on human health and well-being. Human Biomonitoring allows for the measurement of internal human exposure to these chemicals by analysing preferably human blood or urine, but also hair and tissue. Since 2017, the European Human-Biomonitoring Initiative (HBM4EU), coordinated by the German Environment Agency (Umweltbundesamt), follows an innovative approach to, amongst other aims, gather comparable exposure data for Europe as a whole. Within five years, HBM4EU aims to establish a Europe-wide Human Biomonitoring that provides results tailored to feed directly into policy making in the areas of health, environment and chemicals to protect human health more effectively.*

Umweltschadstoffe können die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen beeinträchtigen. Gleichzeitig sind viele Chemikalien – etwa Weichmacher in Kunststoffen, das viel diskutierte Pflanzenschutzmittel Glyphosat oder Schwermetalle wie Blei und Quecksilber – in der Umwelt und im Menschen weit verbreitet (Becker et al. 2009; Conrad et al. 2017; Kolossa-Gehring et al. 2012b). Sie können durch Verunreinigungen von und Rückständen in Nahrungsmitteln, die Verarbeitung und Nutzung von Produk-

ten, zum Beispiel Kosmetika, Kunststoffmaterialien oder anderen Alltagsgegenständen, vom Menschen aufgenommen werden und zur Belastung im Körper führen (Becker et al. 2007).

In vielen Fällen besitzen diese Schadstoffe oder ihre Abbauprodukte toxikologisch problematische Eigenschaften, die im Extremfall sogar Gesundheitsschäden hervorrufen können. Beispielsweise gibt es Hinweise darauf, dass Weichmacher wie einige Phthalate schädliche Auswirkungen auf das Fortpflan-



© jorisvo / fotolia.com.

zungssystem haben können (Mariana et al. 2016). Vor allem besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen, so etwa sehr junge Menschen, sind anfällig für mögliche Effekte durch die Belastung mit Umweltchemikalien und müssen daher effektiv geschützt werden (Kuipers, Matteo 2017).

Da die Produktion verschiedenster Chemikalien in Deutschland, aber auch weltweit steigt (Wilson, Schwarzman 2009), ist zu erwarten, dass auch die Belastung der Bevölkerung weiter steigen wird. Ein weiteres Problem ist, dass alte Chemikalien vom Markt genommen und oft durch neue ersetzt werden, zu denen keine oder nur wenige Daten zur Exposition und Risiken in Bezug auf die Umwelt und den Menschen vorliegen.

Eine Möglichkeit, die innere Belastung des Menschen mit Schadstoffen zu erfassen, ist das Human-Biomonitoring (HBM). Hierbei werden Schadstoffe und/oder ihre Abbaupro-

dukte in menschlichem Gewebe, Haar und bevorzugt in Körperflüssigkeiten wie Blut oder Urin gemessen (Angerer et al. 2006). Dadurch kann bestimmt werden, in welchem Umfang bestimmte Umweltchemikalien den menschlichen Organismus erreichen. Im Weiteren kann genauer untersucht werden, ob diese Belastungen möglicherweise zu Gesundheitsbeeinträchtigungen führen.

## **HBM4EU – DIE EUROPÄISCHE HUMAN-BIOMONITORING INITIATIVE**

Viele Länder in Europa führen HBM-Programme durch (WHO 2015). Da diese jedoch bislang unabhängig voneinander arbeiteten, bestand kaum eine Vergleichbarkeit der nationalen HBM-Daten auf europäischer Ebene. Erste Ansätze zur Lösung

dieses Problems entwickelten von 2007 bis 2012 die europäischen Projekte ESBIO, COPHES und DEMOCOPHES, im Rahmen derer Möglichkeiten zur Implementierung und Durchführung eines europaweiten HBM-Programms untersucht wurden (Den Hond et al. 2015; Joas et al. 2012).

Seit 2017 koordiniert das Umweltbundesamt (UBA) die Europäische Human-Biomonitoring Initiative HBM4EU, die von der Europäischen Kommission im Rahmen ihres Programms Horizon 2020 gefördert wird. Das Projekt ist mit einem Gesamtfinanzvolumen von circa 74 Millionen Euro ausgestattet und über fünf Jahre angelegt.

Mit HBM4EU soll ein europäisches Netzwerk geschaffen werden, das die Wissens- und Faktengrundlage für die Umwelt- und Chemikalienpolitik der Union verbessert (Ganzleben et al. 2017). Die Harmonisierung der Studienplanung und -durchführung, der Probenanalyse sowie der Datenanalyse über Ländergrenzen hinweg ist ein Grundstein für die Generierung von gemeinsamem Wissen, das in die europäische Umwelt- und Gesundheitspolitik einfließen und sie zielgerichtet verbessern kann.

Das zentrale Ziel von HBM4EU ist die wissenschaftliche Politikberatung. Das Forschungsprogramm wurde passgenau zur Beantwortung offener politikberatungsrelevanter Fragen entwickelt und soll helfen, die vorhandenen Ressourcen möglichst gezielt für effektive Maßnahmen einzusetzen. Fragestellungen werden in HBM4EU auf nationaler und EU-Ebene zusammen mit Politikern und Politikerinnen sowie Stakeholdern entwickelt. Hierzu sollen Daten, die aus den unterschiedlichen Teilnehmerländern in das Projekt eingebracht werden, auf ihre Vergleichbarkeit hin untersucht und ausgewertet werden. Darüber hinaus identifizierte Wissenslücken sollen mit harmonisierten Studienkonzepten, Messmethoden und Datenauswertungen in ganz Europa aufgefüllt werden.

Deutschland hat im Bereich HBM jahrzehntelange Erfahrung: So verfügt es nicht nur über die Deutsche Umweltstudie zur Ge-

sundheit GerES (früher Umwelt-Survey), die seit 1985 regelmäßig vom UBA durchgeführt wird (Schulz et al. 2007), sondern auch über die Umweltprobenbank des Bundes (Kolossa-Gehring et al. 2012a), die vom UBA im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMU) fachlich und administrativ koordiniert wird. Die das UBA beratende nationale Kommission „Human-Biomonitoring“ legt auf Grundlage von Studienergebnissen toxikologisch abgeleitete Beurteilungswerte für im Menschen gefundene Schadstoffe fest (Apel et al. 2017). Diese langjährige Expertise war ein Grund für die Nominierung des UBA für die Koordination von HBM4EU.

18 Substanzen beziehungsweise Substanzgruppen, die toxikologisch bedenklich sind und denen Menschen in ganz Europa durch Verbraucherprodukte, Kosmetika, Lebensmittel, die Innenraum- und Außenluft sowie andere Umwelteinflüsse ausgesetzt sind, stehen mittlerweile bei HBM4EU im Fokus der Arbeiten. Diese prioritären Substanzen wurden in bisher zwei Runden sowohl in der Vorbereitung des Projektes von der EU-Kommission und den teilnehmenden Ländern identifiziert als auch in einem systematischen Priorisierungsprozess, der innerhalb des Projekts entwickelt wurde und die Teilnehmerländer sowie EU-Behörden miteinbezieht (Ormsby et al. 2017). Für diese prioritären Stoffe werden nun die offenen Belastungs- und Wirkungsfragen beantwortet.

Bei den Substanzen und Substanzgruppen der ersten Priorisierungsrunde handelt es sich um Phthalate und Hexamoll® DINCH, Bisphenole, wie Bisphenol A, S und F, Flammenschutzmittel, per- und polyfluorierte Verbindungen (PFC), die Schwermetalle Kadmium und Chrom VI, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs) und Luftschadstoffe, Stoffe der Anilin-Familie wie MOCA sowie Gemische und neue Substanzen. In der zweiten Priorisierungsrunde wurden Acrylamid, aprotische Lösungsmittel, Arsen, Diisocyanate, Blei, Quecksilber, Mykotoxine, verschiedene Pestizide und chemische UV-Filter als vorrangig identifiziert. Auch für diese Stoffe sollen nun Belas-



tungs- und Wirkungsdaten erhoben beziehungsweise zusammengeführt werden.

## DIE STRUKTUR VON HBM4EU

In HBM4EU arbeiten über 110 Fachgruppen aus 28 Ländern zusammen. 24 EU-Mitgliedstaaten, 3 assoziierte Länder (Norwegen, Island und Israel) sowie die Schweiz und die Europäische Umweltagentur (EEA) sind als Partner vertreten (**ABBILDUNG 1**). Die teilnehmenden Institutionen zeichnen sich durch ihr vielfältiges Spezialwissen aus und müssen die Träger der nationalen HBM-relevanten Programme (i.d.R. die jeweiligen Ministerien) miteinbeziehen. Dadurch entsteht eine direkte Schnittstelle zur nationalen Politik. Die Träger der nationalen Programme sind Mitglieder des Governing Boards, dem höchsten Entscheidungsgremium der HBM4EU-Initiative, und haben damit Einfluss auf die Verabschiedung der Jahresarbeitspläne und Projektberichte an die Europäische Kommission.

In nationalen Wissenszentren, den sogenannten National Hubs, wird die HBM-Ex-

pertise des jeweiligen Landes gebündelt, um im direkten Austausch mit HBM4EU zu stehen und nationale Anforderungen einspeisen zu können. Zum Beispiel liefern die National Hubs eine Übersicht über relevante nationale Studien und sind beteiligt am Priorisierungsprozess neuer Substanzen und Substanzgruppen. In Deutschland übernimmt diese Aufgabe die um Vertreterinnen und Vertreter der deutschen HBM4EU-Partner erweiterte Kommission „Human-Biomonitoring“. Zu ihren Sitzungen werden immer auch Vertretungen der wissenschaftlichen Bundesoberbehörden Robert Koch-Institut (RKI), Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) eingeladen.

Die Projektsteuerung von HBM4EU obliegt dem Management Board. In diesem arbeiten die Leitungen der zentralen HBM4EU-Arbeitspakete zusammen (**ABBILDUNG 2**).

HBM4EU ist in drei Pfeiler aufgeteilt:

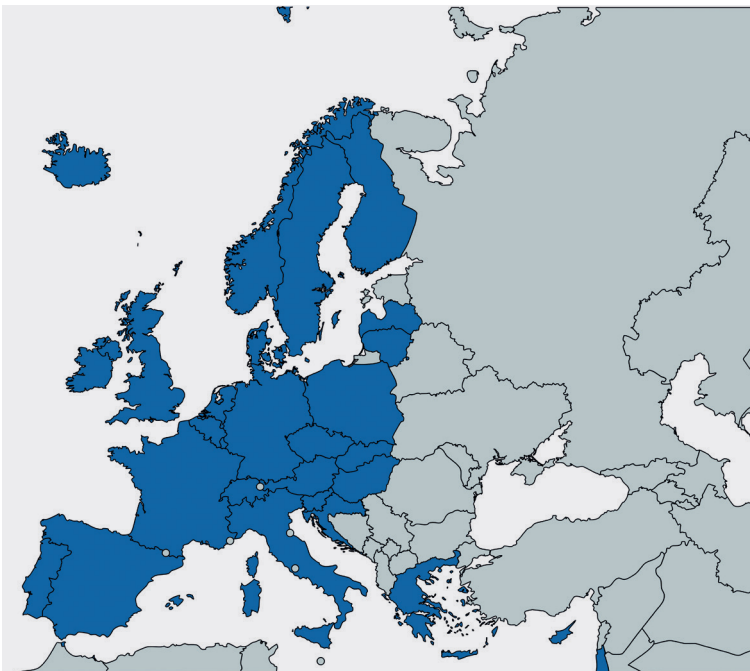
- 1 die wissenschaftliche Politikberatung,
- 2 die europäische HBM-Plattform, welche alle Komponenten klassischer HBM-Studien abdeckt,
- 3 die Aktivitäten zum Thema Exposition und Gesundheit sowie Arbeitspakete, die sich mit den innovativen Themen non-target/Suspect Screening und der Problematik der Stoffmischungen beschäftigen.

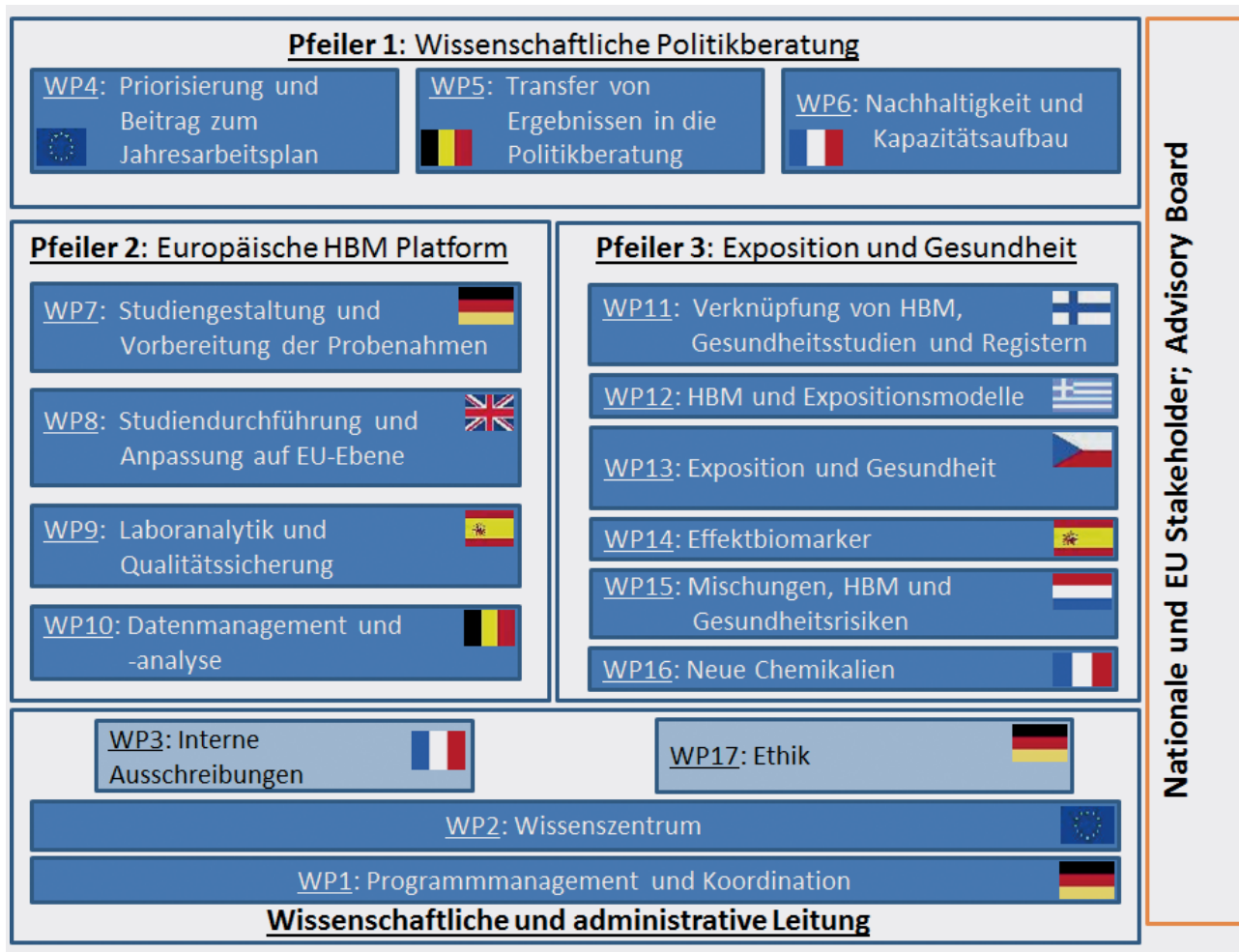
Im **PFEILER 1** zur wissenschaftlichen Politikberatung sind drei Arbeitspakete mit Aufgaben zur Erarbeitung des Arbeitsprogramms und zum Priorisierungsprozess, zum Transfer der Ergebnisse in die Politikberatung und zum Aufbau einer nachhaltigen Struktur für HBM4EU beauftragt.

Die europäische HBM-Plattform (**PFEILER 2**) setzt sich aus den Teilbereichen Studien- und Fragebogendesign, gezielte Durchführung von Feldarbeit, Laboranalyse und Qualitätssicherung sowie Datenmanagement und Datenanalyse zusammen.

Das Thema Exposition und Gesundheit (**PFEILER 3**) wird in HBM4EU in sechs Arbeitspaketen bearbeitet. Sie beinhalten die

**ABBILDUNG 1**  
Karte aller beteiligten  
Länder am Projekt  
HBM4EU,  
Stand: 02/2019. Erstellt  
mit mapchart.net ©





Verknüpfung von HBM- und Gesundheitsstudien, die Entwicklung von Expositionsmodellen und die Forschung zu Beziehungen zwischen Belastung und Gesundheit und Effektbiomarkern. Zwei weitere Arbeitspakete beinhalten die Forschung zu Mischungen und zu „neuen“ problematischen Substanzen.

Im Bereich der wissenschaftlichen und administrativen Projektleitung sind das allgemeine Projektmanagement und das für die Kommunikation nach außen zuständige Wissenszentrum angesiedelt. Außerdem werden hier die projektinternen Ausschreibungen, die ethischen Aspekte der Forschungsfragen und Datenschutzanforderungen bearbeitet.

Die Initiative stützt sich zudem auf internationalen wissenschaftlichen Rat und langjährige Erfahrungen: Wissenschaftlerinnen

und Wissenschaftler aus international bedeutsamen HBM-Bevölkerungsstudien, wie der Nationalen Studie zur Untersuchung von Gesundheit und Ernährung (National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES) aus den USA, der japanischen Umwelt und Kinder-Studie (Japan Environment and Children's Study, JECS), von Health Canada, internationalen Institutionen sowie Expertinnen und Experten aus verwandten Bereichen unterstützen die Initiative in einem Fachbeirat. Dieses Advisory Board berät die Entscheidungsgremien in HBM4EU (TABELLE I).

Mitglieder des Stakeholder-Forums sind unter anderem Industrieverbände, Verbraucher- oder Patientenorganisationen sowie verschiedene Nichtregierungsorganisationen. Sie sind eingebunden in den Priorisie-

**ABBILDUNG 2**  
Die drei Pfeiler und ihre Arbeitspakete im Projekt HBM4EU.  
Quelle: UBA.

rungsprozess und eingeladen, Beiträge zur Verbesserung der Initiative einzubringen.

## ERGEBNISSE UND INFORMATION DER ÖFFENTLICHKEIT

Kommunikation ist ein Schwerpunkt im Arbeitsprogramm der HBM4EU-Initiative. Im ersten Projektjahr wurde eine Kommunikationsstrategie entwickelt, die Details zur Verbreitung von Informationen und Ergebnissen aus HBM4EU an unterschiedliche Zielgruppen festlegt. Dafür wurden verschiedene Methoden und Materialien ausgewählt. Neben der Entwicklung von Newslettern und Flyern sowie der Vorstellung von Vorträgen und Postern auf wissenschaftlichen Konferenzen wurde eine offizielle Website für das HBM4EU-Projekt eingerichtet ([www.hbm4eu.eu](http://www.hbm4eu.eu)). Sie informiert Interessierte direkt und zeitnah

über alle Aspekte des Projekts, die bisher erzielten Ergebnisse sowie die aktuellen Angebote, etwa Trainingskurse und Veranstaltungen. Die von HBM4EU erstellten Berichte zu Ergebnissen einzelner Forschungsbereiche sind hier ebenfalls frei zugänglich. Alle Publikationen, die im Rahmen von HBM4EU entstehen, werden Open-Source veröffentlicht.

Ein weiteres Ziel der Initiative ist die Verfügbarkeit von HBM-Daten in der Europäischen Informationsplattform für das Chemikalienmonitoring IPCHEM ([ipchem.jrc.ec.europa.eu](http://ipchem.jrc.ec.europa.eu)). Über IPCHEM sollen auch die politischen Entscheidungsträger und Entscheidungsträgerinnen einen schnellen und direkten Zugang zu den Monitoring-Daten bekommen, um sie zum Beispiel in Zulassungsverfahren oder Beschränkungsmaßnahmen einbeziehen zu können. Die HBM-Daten können in IPCHEM außerdem auch mit anderen Daten, zum Beispiel aus dem Lebensmittelmonitoring, verknüpft werden.

**TABELLE I**  
Übersicht über Mitglieder des HBM4EU Advisory Boards (Fachbeirat). Quelle: UBA.

BERATENDE	ORGANISATION
Antonia Calafat	Zentren für Krankheitskontrolle und Prävention (CDC), USA
Douglas Haines	Früher Health Canada (im Ruhestand), Kanada
Shoji Nakayama	Forschungszentrum für Gesundheits- und Umweltrisiken, Japan
Anne Gourmelon	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)
Elke Schneider	Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (OSHA)
Carl-Gustaf Bornehag	Karlstad Universität, Schweden
Ildefonso Hernández Aguado	Miguel Hernández Universität, Spanien
Karl-Heinz Jöckel	Universitätsklinikum Essen, Deutschland
Gary W. Miller	Emory Universität, USA
Sebastian Oberthür	Freie Universität Brüssel, Belgien
Dorota Jarosinska*	Teilnahme als Angestellte der Weltgesundheitsorganisation (WHO)
* kennzeichnet Teilnehmende ohne Mitgliedsstatus.	

## AUSBLICK

Bis 2021 soll HBM4EU die Basis für ein europaweites HBM legen, dessen Ergebnisse zur Gestaltung von Gesundheits-, Umwelt- und Chemikalienpolitik maßgeblich beitragen. In den ersten zwei Jahren lag der Fokus auf dem Aufbau des europaweiten, sehr komplexen Netzwerks und der Zusammenführung beziehungsweise der Analyse vorhandener Daten. Außerdem begannen erste Studien. HBM4EU hat zudem die ersten europäischen toxikologisch-gesundheitlich begründeten Beurteilungswerte (für das als Weichmacher eingesetzte Phthalat DEHP und seinen Ersatzstoff Hexamoll® DINCH) festgelegt – weitere sind in Arbeit.

In den kommenden Jahren sollen zum Beispiel identifizierte Datenlücken mit länderübergreifenden Studien geschlossen werden. Zusätzlich werden bereits vorhandene Human-Proben auf verschiedene der priorisierten Substanzen und Substanzgruppen

analysiert. Statistisch abgeleitete Referenzwerte werden dann erstmalig eine Beurteilung erlauben, wie hoch die Hintergrundbelastung der Menschen in Europa mit diesen prioritären Schadstoffen ist. Langfristiges Ziel der Initiative ist es, aus HBM4EU heraus eine globale Kooperation im Human-Biomonitoring zu etablieren.

Im Rahmen eines Arbeitssessens auf dem Treffen des europäischen Umweltrates unter österreichischer EU-Ratspräsidentschaft in Brüssel wurde vor kurzem die Zukunft der europäische Human-Biomonitoring Initiative HBM4EU diskutiert: Die Umweltminister und Umweltministerinnen sprachen sich dabei einstimmig für ihre Fortführung nach 2021 aus und bekannten sich zu einer langfristigen institutionellen Einbettung auf EU-Ebene bei gleichzeitiger Förderung aus dem EU-Forschungsbudget. ●

## INTERNETSEITEN

- Projektseite HBM4EU: <http://www.hbm4eu.eu>
- UBA-Themenseite HBM4EU: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/uba-leitenden-aufbau-eines-eu-weiten-human>
- UBA-Pressemitteilung: Belastung durch Quecksilber, Acrylamid und Pflanzenschutzmittel wird untersucht vom 27.09.2018. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/belastung-durch-quecksilber-acrylamid>
- EEA-Themenseite Human-Biomonitoring: <http://www.eea.europa.eu/themes/human/human-biomonitoring>

## LITERATUR

Angerer J, Bird MG, Burke TA et al. (2006): Strategic Biomonitoring Initiatives: Moving the Science Forward. Toxicological Sciences 93: 3–10. DOI: 10.1093/toxsci/kfi042.

Apel P, Angerer J, Wilhelm M et al. (2017): New HBM values for emerging substances, inventory of reference and HBM values in force, and working principles of the German Human Biomonitoring Commission. Int J Hyg Environ Health 220: 152–66. DOI: 10.1016/j.ijheh.2016.09.007.

Becker K, Conrad A, Kirsch N et al. (2007): German Environmental Survey (GerES): human biomonitoring as a tool to identify exposure pathways. Int J Hyg Environ Health 210: 267–9. DOI: 10.1016/j.ijheh.2007.01.010.

Becker K, Goen T, Seiwert M et al. (2009): GerES IV: phthalate metabolites and bisphenol A in urine of German children. Int J Hyg Environ Health 212: 685–92. DOI: 10.1016/j.ijheh.2009.08.002.

Conrad A, Schröter-Kermani C, Hoppe HW et al. (2017): Glyphosate in German adults - Time trend (2001 to 2015) of human exposure to a widely used herbicide. Int J Hyg Environ Health 220: 8–16. DOI: 10.1016/j.ijheh.2016.09.016.

Den Hond E, Govarts E, Willems H et al. (2015): First steps toward harmonized human biomonitoring in Europe: demonstration project to perform human biomonitoring on a European scale. Environ Health Perspect 123: 255–63. DOI: 10.1289/ehp.1408616.

Ganzleben C, Antignac JP, Barouki R et al. (2017): Human biomonitoring as a tool to support chemicals regulation in the European Union. Int J Hyg Environ Health 220: 94–97. DOI: 10.1016/j.ijheh.2017.01.007.

Joas R, Casteleyn L, Biot P et al. (2012): Harmonised human biomonitoring in Europe: activities towards an EU HBM framework. Int J Hyg Environ Health 215: 172–5. DOI: 10.1016/j.ijheh.2011.08.010.

Kolossa-Gehring M, Becker K, Conrad A et al. (2012a): Environmental surveys, specimen bank and health related environmental monitoring in Germany. Int J Hyg Environ Health 215: 120–6. DOI: 10.1016/j.ijheh.2011.10.013.

Kolossa-Gehring M, Becker K, Conrad A et al. (2012b): 'Health-related Environmental Monitoring in Germany: German Environmental Survey (GerES) and Environmental Specimen Bank (ESB). In: L. Knudsen, Merlo, F. (ed.), Biomarkers and Human Biomonitoring Vol. I: Ongoing Programs and Exposures (RSC Publishing: Cambridge, UK).

Kuipers Y, Matteo M (2017): Study for the strategy for a non-toxic environment of the 7th EAP, Sub-study c: Protection of children and vulnerable groups from harmful exposure to chemicals. European Commission, Directorate-General for Environment Sustainable Chemicals. <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/non-toxic/pdf/Sub-study%20c%20children%20vulnerable%20popul.%20NTE%20final.pdf> (Zugriff am: 07.02.2019).

Mariana M, Feiteiro J, Verde I et al. (2016): The effects of phthalates in the cardiovascular and reproductive systems: A review. *Environ Int* 94: 758–76. DOI: 10.1016/j.envint.2016.07.004.

Ormsby JP, Rousselle C, Lecoq P et al. (2017): HBM4EU D4.3 Prioritisation strategy and criteria. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b49ebb8e&appld=PPGMS> European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EU) (Zugriff am: 07.02.2019).

Schulz C, Conrad A, Becker K et al. (2007): Twenty years of the German Environmental Survey (GerES): human biomonitoring--temporal and spatial (West Germany/East Germany) differences in population exposure. *Int J Hyg Environ Health* 210: 271–97. DOI: 10.1016/j.ijheh.2007.01.034.

Wilson MP, Schwarzman MR (2009): Toward a new U.S. chemicals policy: rebuilding the foundation to advance new science, green chemistry, and environmental health. *Environ Health Perspect* 117: 1202–9. DOI: 10.1289/ehp.0800404.

WHO – World Health Organization (2015): Human biomonitoring: facts and figures., [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0020/276311/Human-biomonitoring-facts-figures-en.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/276311/Human-biomonitoring-facts-figures-en.pdf). WHO Regional Office for Europe (Zugriff am: 07.02.2019).

## KONTAKT

Kim Pack  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet II 1.2 "Toxikologie, gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung"  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin  
E-Mail: kim.pack[at]uba.de

[UBA]