

# Human-Biomonitoring

Übersicht und Ausblick







**umweltbundesamt**<sup>U</sup>

# **HUMAN-BIOMONITORING**

Übersicht und Ausblick

Stand: März 2006

Robert Sattelberger

REPORT  
REP-0131

Wien, 2007



**Projektleitung**

Sigrid Scharf

**Autor**

Robert Sattelberger

**Lektorat**

Maria Deweis

**Satz/Layout**

Ute Kutschera

**Titelbild**

Blutabnahme für eine Humanbiomonitoringuntersuchung (Bernhard Gröger/Umweltbundesamt)

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

*Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <http://www.umweltbundesamt.at/>.*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2007

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-930-6



# INHALT

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	5
<b>1 EINFÜHRUNG UND DEFINITIONEN</b> .....	7
<b>2 BIOMARKER DER EXPOSITION</b> .....	9
2.1 Dosis-Monitoring im Harn .....	9
2.2 Dosis-Monitoring im Vollblut oder Serum .....	11
2.3 Biochemisches Effekt-Monitoring .....	12
<b>3 AKTIVITÄTEN IN DEUTSCHLAND, DER EUROPÄISCHEN UNION UND DEN USA</b> .....	13
3.1 Deutschland .....	13
3.2 EU-Aktivitäten .....	15
3.3 USA .....	17
<b>4 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK</b> .....	20
<b>5 LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	21
<b>6 ANHANG</b> .....	23
6.1 Glossar .....	23
6.2 Abkürzungsverzeichnis .....	23
6.3 Human-Biomonitoring-Werte und Referenzwerte .....	24



## ZUSAMMENFASSUNG

Human-Biomonitoring (HBM) dient dazu, die tatsächliche Exposition eines Menschen gegenüber Schadstoffen erfassen zu können. Dosis- oder Belastungs-Monitoring quantifiziert die Konzentration dieser Stoffe oder ihrer Metaboliten (Stoffwechselprodukte) im Blut oder im Harn. Wasserlösliche Stoffe wie beispielsweise organische Phosphate oder Pyrethroide (synthetische Insektizide) sind meist im Harn nachzuweisen, während fettlösliche Substanzen wie organische Chlorverbindungen (darunter viele Pestizide und diverse Industriechemikalien) im Blut bestimmt werden.

Ein Zusammenhang dieser „inneren Belastungswerte“ des **Dosis-Monitorings** mit tatsächlichen Effekten bzw. gesundheitlichen Auswirkungen kann meist nicht hergestellt werden. Das **Effekt-Monitoring** hingegen erfasst die Reaktionen des Organismus auf die Belastung. Dabei handelt es sich um Untersuchungen von Veränderungen auf Gen-, Zell- oder Organniveau, die in der Regel jedoch nicht einem bestimmten Schadstoff zuzuordnen sind.

**Referenzwerte** zeigen die durchschnittliche Belastung einer Bevölkerungsgruppe mit bestimmten Substanzen. Aufgrund von toxikologischen und epidemiologischen Untersuchungen wurden in Deutschland von der Kommission „Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes Berlin“ für zahlreiche relevante Stoffe HBM-Werte abgeleitet, die Hilfestellung bei der Bewertung von HBM-Untersuchungen bieten und bei Überschreiten des **Interventionswertes** (HBM-Wert II) Handlungsbedarf anzeigen.

Die europäische Strategie für Umwelt und Gesundheit (SCALE) (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2004b) hat das Ziel umweltbedingte Erkrankungen zu identifizieren und zu vermeiden um auch die empfindlichsten Mitglieder der Gesellschaft zu schützen. Der Schwerpunkt in der ersten Umwetzungsperiode (2004 – 2010) liegt in der Erforschung und Vermeidung umweltbedingter Erkrankungen bei Kindern. Dies sind insbesondere Atemwegserkrankungen, Allergien, Asthma, Störungen des Nervensystems und Krebs.

Im Rahmen des Aktionsplans der europäischen Kommission (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2004a) wurde die Durchführung eines europäischen Humanbiomonitoring (Aktion 3 des Aktionsplans) gefordert. Als erste Schritte wurde ein ExpertInnenteam und Projekt zur Unterstützung des HBM in Europa (IG-HBM bzw. ESBIO) ins Leben gerufen. Auch ein Projekt zur Erfassung und Koordinierung aller HBM-Aktivitäten in Europa (EIHBA) wurde gestartet.

Die vorhandenen Untersuchungen aus Deutschland und den USA (BECKER et al. 2002, CDC 2005) zeigen die Belastung der Bevölkerung mit einer Reihe von unterschiedlichen Schadstoffen und bieten Anlass für heftige Diskussionen. Während vor allem VertreterInnen der Industrie der Meinung sind, dass der Nachweis geringer Konzentrationen von Stoffen im Blut des Menschen kein unvertretbares Risiko darstellt, sind BefürworterInnen des Vorsorgeprinzips dafür, die Belastung mit potenziell gesundheitsschädlichen Stoffen generell zu minimieren und zu vermeiden und sehen vor allem die Belastung Neugeborener als kritisch an.

Ziel des Human-Biomonitorings ist die Erkennung und letztlich die Vermeidung umweltbedingter Erkrankungen. HBM ist als Bewertungsinstrument in der Gesundheits- und Umweltpolitik einsetzbar und wird sowohl auf EU-Ebene als auch international an Bedeutung zunehmen.





# 1 EINFÜHRUNG UND DEFINITIONEN

Im Gegensatz zum Umweltmonitoring – der Messung von Stoffkonzentrationen in Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft) – werden im Biomonitoring potenzielle Schadstoffe bzw. deren Metaboliten in biologischem Probenmaterial wie z. B. Blut, Harn, Gewebe gemessen.

Das Biomonitoring kann in ein Monitoring der Exposition – dies entspricht der Quantifizierung der inneren Belastung eines Organismus mit Schadstoffen – und in ein Effekt-Monitoring unterteilt werden. Im Effekt-Monitoring werden biologische und cytogenetische Parameter, die Wirkungen von Schadstoffen anzeigen, gemessen. Dies bedeutet, dass die Schadstoffbelastung bereits zu messbaren Veränderungen des Stoffwechsels, von Enzymaktivitäten, der Erbsubstanz bzw. der Chromosomen geführt haben muss.

Das Human-Biomonitoring (HBM) konzentriert sich auf human-biologische Materialien, wie Harn und Blut. Haupteinsatzgebiet des HBM ist die Arbeits- und Umweltmedizin.

Ziel des HBM ist die Erkennung und Prävention von schadstoffbedingten Erkrankungen des Menschen.

**Monitoring der Exposition und Effekt-Monitoring**

**Human-Biomonitoring**

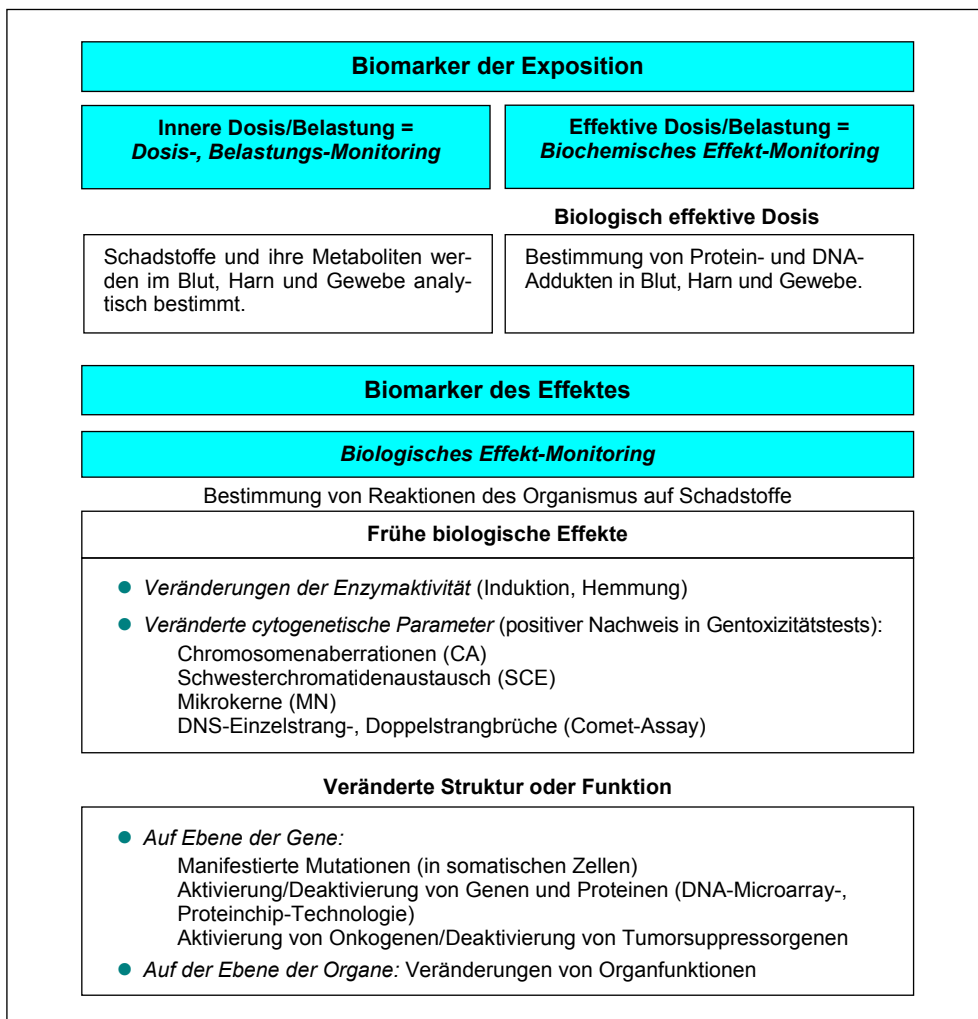


Abbildung 1: Detailübersicht über die Biomarker der Exposition und des Effektes (MARQUARDT & SCHÄFER 2004).



***Expositions-Monitoring***

Ein entscheidender Vorteil des Biomonitorings der Exposition gegenüber der Bestimmung eines Schadstoffes in der Umwelt besteht darin, dass dadurch die tatsächliche Belastung eines Organismus festgestellt werden kann. Es werden alle Expositionsarten – orale, dermale, inhalative – erfasst.

Persistente Umweltchemikalien werden typischerweise im Blut gemessen und nicht-persistente Substanzen – möglichst kurzfristig nach der Exposition – im Harn (SEXTON et al. 2004).

Ein Nachteil des Dosis-Monitorings ist es, dass normalerweise lediglich Aussagen über kurzfristige Expositionen gemacht werden können. Dies beruht auf der meist kurzen Halbwertszeit der Schadstoffe im Blut bzw. ihrer Metaboliten im Harn (KÄFFERLEIN et al. 2004).

Eine weitere prinzipielle Problematik des Biomonitorings liegt darin, dass das Dosis-Monitoring zwar hochspezifisch bezüglich des Schadstoffes ist, aber keine Aussage zur Wirkung ermöglicht. Umgekehrt kann das Effekt-Monitoring nur eingeschränkt Auskunft geben, welcher Schadstoff welchen Effekt verursacht hat. Die Substanzspezifität nimmt somit im Effekt-Monitoring deutlich ab (ANGERER & GREIM 2001).



## 2 BIOMARKER DER EXPOSITION

Die Bewertung der Ergebnisse der Expositions-Marker erfolgt anhand von

- Referenzwerten, die durch Umwelt-Surveys (nach dem Zufallsprinzip ausgewählte ProbandInnen, die ein repräsentatives Bild der Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit einem bestimmten Schadstoff ergeben sollen) ermittelt wurden bzw. durch
- toxikologische, abgeleitete Werte im Sinne einer toxikologischen Evaluierung, wie sie z. B. die HBM-Werte aus Deutschland darstellen (DGAUM 2004).

**Referenzwerte** geben Auskunft über die Belastung einer Bevölkerungsgruppe mit einem bestimmten Schadstoff und sind toxikologisch nicht abgeleitet. Überschreitungen von Einzelwerten sind nicht automatisch gleichzusetzen mit einer Gesundheitsgefährdung einer Person. Wird ein Schadstoff in einer Vielzahl von Proben gefunden, so ist dies zumindest ein Hinweis auf ein verbreitetes Vorkommen dieses Schadstoffes in Umweltmedien und/oder Nahrung.

Die **HBM-Werte** werden dagegen auf der Grundlage von toxikologischen Untersuchungen abgeleitet. Sie stellen somit toxikologisch begründete Beurteilungswerte für die interne Belastung des Menschen mit einem Schadstoff dar.

### 2.1 Dosis-Monitoring im Harn

Das Dosis-Monitoring im Harn, also die analytische Bestimmung der inneren/intrakorporalen Schadstoffbelastung, ist für zahlreiche Umweltchemikalien geeignet und auch etabliert. Es werden zwar im Dosis-Monitoring alle Expositionsarten erfasst, eine Aussage über den Effekt dieser Exposition ist jedoch nicht möglich.

#### ***Probenahme Harn***

Empfohlene Vorgangsweise bei der Probengewinnung und Lagerung:

- 24-h-Sammelurin oder Morgenurin in Urinbechern (100 ml Weithalsgefäße aus Polypropylen), dann Umfüllung in Urin-Monovetten (5 ml Polypropylen-Röhrchen).
- Bei Spontanurin ist der Kreatingehalt mitzubestimmen.
- Kurzfristige Lagerung bei 4 °C, längerfristige bei –18 °C.



Tabelle 1: Beispielhafte Übersicht von Substanzen, die im Harn bestimmbar sind.

Substanz	Wirkstoff/Metabolite	Konzentrationsbereich
Metalle	Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Beryllium, Chrom, Kobalt, Eisen, Kupfer, Mangan, Molybdän, Nickel, Palladium, Silber, Tellur, Thallium, Vanadium, Zink	µg/l
Organische Lösungsmittel	Aceton, Benzol, Butanon, Chlorbenzole, Chlorphenole, Ethylbenzol, Glycolether, Isopropanol, n-Hexan, Schwefelkohlenstoff, Styrol, Tetrahydrofuran, Trichlorethen, Trichloressigsäure, Phenol, Propanol, Toluol, Vinylchlorid, Xylol	µg/l
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK (PAH)	Hydroxybenzanthracen, Hydroxychrysen, Hydroxyfluoren, Hydroxypyren, Hydroxyphenanthren, Hydroxybenzophenanthren, Hydroxynaphthalin Indikator: 1-Hydroxypyren	ng/l
Phthalate	Typische Vertreter: Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), Dibutylphthalat (DBP), Di-iso-nonylphthalat (DINP), Monobutylphthalat (MBP), Mono(2-ethylhexyl)phthalat (MEHP) Metaboliten (DEHP): 2-Ethyl-5-Hydroxyhexylphthalat, (5OH-MEHP), 2-Ethyl-5-Oxyhexylphthalat (5oxo-MEHP)	µg/l
Phytoöstrogene	Daidzein, Enterodiol, Enterolactone, Equol, Genistein, O-Desmethylangolensin	µg/l

Quellen: CDC (2005), WWF (2005).

Tabelle 2: Beispielhafte Übersicht von Pestizid-Wirkstoffen, die im Harn bestimmbar sind.

Pestizidgruppe	Wirkstoff/Metabolite	Konzentrationsbereich
Aromatische Amine (Aniline)	Chlortalat, Diflubenzuron, Diuron, Buturon, Iprodion, Linuron, Metobromuron, Neburon, Monuron, Monolinuron, Propanil, Procymidone, Vinclozolin	µg/l
Carbamate	Carbofuranphenol, Propoxur, Pirimicarb Metabolit (Propoxur): 2-Iso-propoxyphenol (IPP)	µg/l
Herbizide	Acetochlor, Alachlor, Atrazin, 2,4-Dichlorphenol, 2,4-Dichlorphenolessigsäure, Glyphosate, 2,4,5-Trichlorphenolessigsäure, Metolachlor	µg/l
Organochlor-Pestizide	Pentachlorphenol (PCP), Trichlorphenole (TCPs)	µg/l
Organophosphate	Dimethoat, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Methamidophos, Oxydemetonmethyl, Parathion, Parathion-methyl, Malathion Metaboliten/Indikator: p-Nitrophenol, 3,5,6-Trichloro-2-Pyridinol, Alkylphosphat-Metabolite: Dimethylphosphat (DMP), Diethylphosphat (DEP), Dimethylthiophosphat (DMTP)	µg/l
Pyrethroide	Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Permethrin Metaboliten/Indikator: 3-Phenoxy-benzoesäure (3-PBA), cis- und trans-3-(2,2-Dichlorvinyl)-2,2-dimethylcyclopropancarbonsäure (cis-, trans-Cl <sub>2</sub> CA)	µg/l

Quellen: CDC (2005), WWF (2005).

## 2.2 Dosis-Monitoring im Vollblut oder Serum

Domäne des Dosis-Monitorings im Blut (Serum) sind persistente, lipophile Substanzen wie Dioxine, Dibenzofurane, PCBs und Organochlor-Pestizide (DDT, HCH, HCB). Aber auch bestimmte Schwermetalle wie Blei, Cadmium, Quecksilber und Selen können im Blut bestimmt werden.

Empfohlene Vorgangsweise bei der Probengewinnung und Lagerung:

### Probenahme Blut

- Desinfektion der Einstichstelle mit Wasserstoffperoxid.
- Abnahme von 40 bis 50 ml Venenblut in frische EDTA- oder Serum-Monovetten.
- Koagulation und Hämolyse ist zu vermeiden.
- Kurzfristige Lagerung ist bei 4 °C im Kühlschrank möglich.
- Bei flüchtigen organischen Verbindungen sind besondere Anforderungen bei der Probengewinnung und Vorbereitung zu berücksichtigen.

Tabelle 3: Beispielhafte Übersicht von Substanzen, die im Blut und Serum bestimmbar sind.

Substanzgruppe	Substanz/Metabolite	Konz.bereich/Matrix
Bisphenole	Bisphenol A	ng/g Blut
Bromierte Flamm- schutzmittel	Polybromierte Diphenyl-ether (PBDE, n = 31), Hexabromcyclododecan (HBCD), Tetrabrombisphenol-A (TBBP-A)	ng/g Blut
Dioxine, Dibenzofurane	Dioxine (n = 7), Dibenzofurane (n = 10), polychlorierte Biphenyle (n = 12)	pg/g Fett, ng/g Fett
Organochlor-Pestizide (OCPs)	Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordan, Oxy- chlordan, Hexachlorbenzol (HCB), $\alpha$ -Hexachlorcyclohexan ( $\alpha$ -HCH), $\beta$ - Hexachlor-cyclohexan ( $\beta$ -HCH), Lindan ( $\gamma$ -HCH), Dichlordiphenyldichlorethylen (DDE ist ein Metabolit des DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan), Mirex	ng/g Fett, pg/g Serum
Polymoschusverbin- dungen, Nitromo- schusverbindungen	ADBI (Celestolid), AHTN (Tonalid), ATTI (Traesolid), DPMI (Cashmeran), HHCB (Galaxolid), MK (Moschus- Keton), MX (Moschus-Xylol)	ng/g Blut
Perfluorierte Chemika- lien (PFCs)	Perfluorierte Sulfonate (PFOS), perflu- orierte Säuren (PFOA), perfluorierte Sul- fonamide (PFOSA)	ng/g Blut
Polychlorierte Bipheny- le (PCBs)	polychlorierte Biphenyle (non-dioxine- like), PCBs (n = 25)	pg/g Serum, pg/g oder ng/g Fett
Schwermetalle	Blei, Cadmium, Quecksilber, Selen	$\mu$ g/l Blut
Triclosan	Triclosan, Methyl-Triclosan	ng/g Blut

Quellen: CDC (2005), WWF (2005).



## 2.3 Biochemisches Effekt-Monitoring

### **DNA- und Protein-Addukte**

Zur Ermittlung der effektiven Dosis/Belastung eines Organismus mit Schadstoffen, insbesondere mit genotoxischen Stoffen, hat sich die Bestimmung von DNA- und Protein-Addukten etabliert. Durch die Bestimmung der effektiven Dosis lassen sich keine direkten Rückschlüsse auf Gefährdungen von Personen oder Personengruppen ziehen, dies wäre erst in Kombination mit einem Effekt-Monitoring möglich.

Insbesondere Hämoglobin-Addukte (Hb-Addukte) werden auch als Ersatz für die Reaktionsprodukte mutagener Substanzen mit der Erbsubstanz angesehen. Aufwendige analytische Methoden mittels HPLC/MS/MS-Koppelung stellen die Voraussetzung dar, Protein- und DNA-Addukte spezifisch und empfindlich erfassen zu können (ANGERER & GREIM 2001). Die Analytik der Hb-Addukte hat den Vorteil, dass sich damit auch länger zurückliegende Expositionen nachweisen lassen.

Beispiele für Schadstoffe beim Menschen, die mittels Hb-Addukten identifiziert werden können, sind:

- Alkylantien (Acrylamid, Acrylnitril, Ethylenoxid, Methylbromid),
- Aryl-(Phenyl)-amine (Aniline, Toluidin),
- Nitroaromaten (2,6-Dinitrotoluol, 2,4,6-Trinitrotoluol, 1-Nitropyren),
- Styrol (Styrolepoxid).

Das Monitoring der DNA-Adduktanalytik erfasst die „Exposition“ direkt am biologischen Ziel, nämlich der DNA selbst. Als Beispiele wären Aflatoxin B<sub>1</sub>-DNA-Addukte oder das unspezifische DNA-Addukt 8-Hydroxy-2'-deoxyguanosin im Urin zu nennen. Die DNA-Adduktanalytik kann keine einmaligen und länger zurückliegenden Expositionen erfassen.

Im Rahmen eines Biomonitoring-Programmes wäre die DNA-Adduktanalytik besonders zum Nachweis einer Exposition gegenüber genotoxischen Verbindungen geeignet (KÄFFERLEIN et al. 2004).



### 3 AKTIVITÄTEN IN DEUTSCHLAND, DER EUROPÄISCHEN UNION UND DEN USA

Der Bereich Human-Biomonitoring (HBM) nimmt einen immer bedeutenderen Stellenwert in der Gesundheits- und Umweltpolitik ein. Besonders Deutschland ist auf diesem Gebiet weltweit führend.

#### **Internationale Aktivitäten**

In den USA gibt es seit dem Jahr 1999 ein ausgedehntes HBM-Programm. In der EU wurde im Juni 2004 der European Environment & Health Action Plan 2004–2010 (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2004a, c) vorgestellt. Ein wichtiger Bereich dieses Planes ist die Etablierung eines europaweiten Überwachungs- und Meldesystem auf Basis von Bioindikatoren. HBM wäre hier ebenfalls integrativer Bestandteil des Planes, um die Schadstoffbelastung des menschlichen Körpers zu messen.

Zur detaillierteren Darstellung des Themas werden im Folgenden ausgewählte Texte aus dem Internet zitiert. Zur besseren Lesbarkeit erfolgte teilweise eine Kürzung und Straffung der Originaltexte. Die Texte sind spezifische Darstellungen zu diesem Thema im Internet oder bereits redaktionell aufbereitete Berichte zu den HBM-Aktivitäten in Deutschland (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2005a, b), der EU (APUG 2006) und den USA (EURACTIV.COM 2005).

#### 3.1 Deutschland

Die Kommission „Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes Berlin“ publiziert seit 1996 Arbeiten im Bereich des HBM.

Nachstehend eine Übersicht zum Thema HBM, die aus Informationen der Homepage des deutschen Umweltbundesamtes zusammengestellt wurde (UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2005a, b).

*Die Kommission hat für ihre Arbeit den Begriff „Human-Biomonitoring“ definiert sowie Möglichkeiten und Voraussetzungen des HBM beschrieben. Zu diesen Voraussetzungen gehören neben validen chemisch-analytischen Grundlagen auch Mindestanforderungen an die Probenahme und an die zu dokumentierenden Informationen über die Probanden, die bei einer HBM-Untersuchung einzuhalten sind. Zur einheitlichen Bewertung von korporalen Belastungen durch Schadstoffe im umweltmedizinischen Bereich hat die Kommission Kriterien für die Erarbeitung von unterschiedlichen Orientierungswerten (Referenz- und HBM-Werte) erarbeitet.*

*Bisher hat die Kommission für die Stoffe Pb, Cd, Hg und PCP in Körperflüssigkeiten (Blut und Urin) Stoffmonographien sowie Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte abgeleitet und aktualisiert. Darüber hinaus wurden von ihr Referenzwerte für Arsen, Platin und Nickel im Urin, die Organophosphat-Metaboliten DMP, DMTP und DEP im Urin, Organochlorverbindungen im Vollblut sowie für PCB-138, -153, -180 und deren Summe sowie für  $\beta$ -HCH, HCB und Gesamt-DDT in Frauenmilch festgelegt. Die ausführlichen Begründungen für die Festlegungen und Ableitungen dieser Werte sind den jeweiligen Stoffmonographien zu entnehmen.*



Der **Referenzwert** für einen chemischen Stoff in einem Körpermedium (z. B. Blut, Urin) ist ein Wert, der aus einer Reihe von Messwerten einer Stichprobe aus einer definierten Bevölkerungsgruppe nach einem vorgegebenen statistischen Verfahren abgeleitet ist. Zur statistischen Definition und rechnerischen Ermittlung eines Referenzwertes aus einer Reihe von Messwerten wird auf die Richtlinie der UPAC verwiesen (POULSEN et al. 1997). Die Kommission legt, in Anlehnung an diese Schrift, als Referenzwert das innerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls gerundete 95. Perzentil der Messwerte einer Stoffkonzentration in dem entsprechenden Körpermedium der Referenzpopulation fest. Außerdem werden, wo sinnvoll und anhand der Datenlage möglich, Referenzwerte für besonders belastete bzw. für bezüglich bestimmter Belastungen bereinigte Teilgruppen angegeben (z. B. Cadmium im Blut).

**Umwelt-Survey** Nach Möglichkeit werden die Referenzwerte an einer geeigneten Referenzpopulation, wie dem Umwelt-Survey, ermittelt. Sie ermöglichen u. a. die Beschreibung des Ist-Zustandes (so genannte Hintergrundbelastung) bei einer bestimmten Bevölkerungsgruppe mit oder ohne erkennbare spezifische Belastung zum Zeitpunkt der Untersuchung, die Festlegung einer besonderen Belastung von Einzelpersonen oder Personengruppen mit Stoffen, die Überprüfung von Qualitätszielen für die menschliche Belastung unter präventivmedizinischen Aspekten und die Verwendung als Beurteilungsmaßstab bei epidemiologischen Untersuchungen von Populationen mit besonderer Umweltbelastung ohne die Notwendigkeit, zusätzliche umfangreiche Vergleichskollektive zu untersuchen. Die Kommission weist ausdrücklich darauf hin, dass die Referenzwerte rein statistisch definierte Werte sind, denen per se keine gesundheitliche Bedeutung zukommt.

**HBM-Bewertung** Die Human-Biomonitoring-Werte (HBM-I und -II) werden dagegen auf der Grundlage von toxikologischen und epidemiologischen Untersuchungen im Sinne eines „expert judgement“ abgeleitet. Der **HBM-I-Wert** entspricht der Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei dessen Unterschreitung nach dem Stand der derzeitigen Bewertung durch die Kommission nicht mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung zu rechnen ist, woraus sich somit kein Handlungsbedarf ergibt. Eine Überschreitung des HBM-I-Wertes und gleichzeitige Unterschreitung des HBM-II-Wertes sollte Anlass sein, den Befund durch weitere Messungen zu kontrollieren, bei Bestätigung des Befundes nach spezifischen Belastungsquellen zu suchen und gegebenenfalls die Quelle unter vertretbarem Aufwand zu minimieren oder zu eliminieren. Für den Bereich zwischen HBM-I-Wert und HBM-II-Wert existieren aus wissenschaftlich anerkannten Studien keine sicheren Belege, weder für eine Gefährdung der Gesundheit noch für eine sichere gesundheitliche Unbedenklichkeit. Der HBM-I-Wert ist quasi als Prüf- oder Kontrollwert anzusehen.

**HBM-I-Wert: Prüf- und Kontrollwert**

**HBM-II-Wert: Interventions- und Maßnahmenwert**

Der **HBM-II-Wert** entspricht der Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei dessen Überschreitung nach dem Stand der derzeitigen Bewertung durch die Kommission eine als relevant anzusehende gesundheitliche Beeinträchtigung möglich ist, so dass akuter Handlungsbedarf zur Reduktion der Belastung besteht und eine umweltmedizinische Betreuung (Beratung) zu veranlassen ist. Der HBM-II-Wert ist somit als Interventions- und Maßnahmenwert anzusehen.

Bisher hat die Kommission für die Stoffe Pb, Cd, Hg und PCP in Körperflüssigkeiten Stoffmonographien sowie Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte abgeleitet und aktualisiert. Darüber hinaus wurden von ihr Referenzwerte für Arsen, Nickel, Platin, Organophosphat-Metaboliten im Urin, Organochlorverbindungen im Vollblut sowie für PCB-138, -153, -180 und deren Summe sowie für  $\beta$ -HCH, HCB und Gesamt-DDT in Frauenmilch festgelegt.“





Tabelle 4: Konzept der deutschen HBM-Werte.

Messwert	Gesundheitliche Beeinträchtigungen	Handlungsbedarf
> HBM-II (Interventionswert)	möglich	<ul style="list-style-type: none"> <li>● umweltmedizinische Betreuung</li> <li>● akuter Handlungsbedarf zur Reduktion der Belastung</li> </ul>
> HBM-I + < HBM-II	nicht ausreichend sicher ausgeschlossen	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kontrolle der Werte (Analytik, zeitlicher Verlauf)</li> <li>● weitere Messungen</li> <li>● Suche nach spezifischen Belastungsquellen</li> <li>● ggf. Verminderung der Belastung unter vertretbarem Aufwand</li> </ul>
< HBM-I (Prüfwert)	nach derzeitiger Bewertung unbedenklich	<ul style="list-style-type: none"> <li>● kein Handlungsbedarf aus toxikologischer Sicht</li> </ul>

Quelle: DGAUM (2004).

## 3.2 EU-Aktivitäten

Die europäische Strategie und der Aktionsplan für Umwelt und Gesundheit der Europäischen Kommission wurde erstmals im Juni 2003 vorgestellt (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2004a). Im Konzept der Aktion 3 „Entwicklung eines konsequenten Konzeptes für die biologische Überwachung in Europa.“ (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2004c) wird dezidiert darauf hingewiesen, dass die Kommission eruieren will, wie sich die Ergebnisse der biologischen Überwachung am wirksamsten mit denen der Umweltüberwachung verbinden lassen. Für die Umsetzung der Aktion 3 wurde seitens der EU Kommission eine Expertengruppe „EU Implementation Group on HBM“ gegründet.

Seit Jänner 2006 ist auch eine eigene Homepage der EU (EUROPÄISCHE UNION 2006), die sich speziell dem Thema „European Human Biomonitoring“ widmet, freigeschaltet.

### 3.2.1 Die europäische Strategie SCALE

Hauptaugenmerk von SCALE liegt auf der Erforschung der Ursachen sowie der Vermeidung umweltbedingter Erkrankungen bei Kindern (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2004b).

Der nachfolgende Text wurde der APUG-Homepage<sup>1\*</sup> (APUG 2006) entnommen und beinhaltet eine Kurzdarstellung des SCALE-Programms der EU.

#### SCALE-Programm

<sup>1</sup> APUG ist eine Kooperation mehrerer deutscher Ministerien und Bundesoberbehörden im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit. Es fördert Forschungsprojekte und Informations-



*Um die umweltbedingten Erkrankungen in Europa zu verringern, hat die EU-Kommission im Juni 2003 die europäische Strategie SCALE für Umwelt und Gesundheit vorgelegt. Die Kommission unterstreicht damit ihre Absicht, sich stärker als bisher im Bereich des gesundheitlichen Umweltschutzes zu engagieren.*

*Ziel der Strategie ist es*

- *durch Umweltfaktoren hervorgerufene Krankheiten in der EU einzudämmen,*
- *neuartige Bedrohungen der Gesundheit durch Umweltfaktoren rechtzeitig zu identifizieren und dagegen vorzugehen und*
- *die Kapazitäten der EU im Politikbereich Umwelt und Gesundheit insgesamt zu stärken.*

*Der Ansatz der SCALE-Strategie beinhaltet:*

*S: Science – Erarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnisse.*

*C: Children – Schwerpunkt der Initiative.*

*A: Awareness – Schaffung des Bewusstseins für den Zusammenhang von Umwelt und Gesundheit.*

*L: Legal Instruments – die im Vertrag von Amsterdam und den Artikeln 152 und 174 enthaltenen Rechtsvorschriften im Bereich Umwelt und Gesundheit sollen genutzt werden, um eine gesamtheitliche Behandlung der umweltbedingten Gesundheitsprobleme zu ermöglichen.*

*E: Evaluation – eine kontinuierliche Evaluierung ist vorgesehen.*

### **Der Aktionsplan 2004–2010**

#### **Aktionsplan zur Umsetzung von SCALE**

*Zur Umsetzung der „SCALE-Strategie“ erarbeitete die europäische Kommission in Zusammenarbeit mit Sachverständigen und Interessenvertretern (u. a. aus Deutschland) einen europäischen Aktionsplan 2004–2010, der auf der „4. Konferenz der Umwelt- und Gesundheitsminister der WHO – Region Europa,“ – im Juni 2004 in Budapest vorgestellt wurde.*

*Der Aktionsplan 2004–2010 soll sich mit folgenden Krankheitsbildern befassen:*

- *Atemwegserkrankungen, Asthma und Allergien bei Kindern,*
- *Störungen der Entwicklung des Nervensystems,*
- *Krebs bei Kindern.*

*Langfristig soll ein europäisches Biomonitoring für Kinder die Zusammenhänge zwischen Umweltfaktoren und gesundheitlichen Folgen aufklären helfen. In Deutschland liegen langjährige Erfahrungen mit Biomonitoring – d. h. der Untersuchung der Belastung von biologischem Material wie Urin oder Blut mit Schadstoffen – vor. Die Kinder-, Umwelt- und Gesundheitssurveys sind dafür beispielgebend.*

*Im Detail ist die Schaffung eines integrierten europäischen Überwachungs- und Reaktionssystems für Umwelt und Gesundheit vorgesehen. Ziel ist die Verknüpfung von Umwelt- und Gesundheitsdaten, um einen Überblick über die Belastung der Bevölkerung durch Umweltschadstoffe und ihre Auswirkungen zu bekommen. Hierzu gehören eine verbesserte Erfassung, Zugänglichkeit und Vergleichbarkeit von Daten sowie Vereinbarungen über den Datenaustausch.*

---

kampagnen im Bereich Umwelt-, Gesundheits- und Verbraucherschutz. Schwerpunktgruppen des Programms sind Kinder und Jugendliche. Homepage: [www.apug.de](http://www.apug.de).



*Ebenfalls soll der Austausch von Informationen und Fachkenntnissen im Hinblick auf die Bewertung von verfügbaren Kenntnissen und Erfahrungen verbessert werden.*

*Die Beurteilung der Belastung des Menschen durch schädliche Stoffe soll zukünftig integriert betrachtet werden, um die Gesamtbelastung durch einen Stoff über verschiedene Eintragspfade beurteilen zu können. Dies kann zur Überprüfung von Grenzwerten und Normen sowie Schwellenwerten führen.*

*Zur Entwicklung einer Methode für die integrierte Umwelt- und Gesundheitsüberwachung sollen drei Pilotvorhaben durchgeführt werden – zu den Themen Dioxine und PCB, Schwermetalle und hormonell wirksame Stoffe.*

### **3.2.2 ES BIO-Projekt der EU (Expert team to Support BIOmonitoring in Europe)**

Das ES BIO-Projekt (Expertenteam zur Unterstützung des Biomonitorings in Europa) bringt 22 ExpertInnen aus 17 EU-Mitgliedstaaten und Kroatien zusammen, deren letztendliches Ziel darin besteht, die Verfügbarkeit und Vergleichbarkeit von HBM-Daten innerhalb der Länder in Europa und zwischen diesen zu verbessern.

Der Hauptschwerpunkt des Projekts wird in der Entwicklung EU-weiter Normen und Protokolle für die Sammlung und Nutzung von Biomonitoring-Daten bestehen sowie in der Definition, wie die HBM-Ergebnisse am effektivsten in Umwelt- und anderen Gesundheitsdaten integriert werden können. Das ES BIO-Projekt soll in einem europäischen Pilotprojekt zum Human-Biomonitoring münden, das 2006/2007 starten soll.

Das ES BIO-Projekt ist in acht „Work packages“ (WP1–WP8) aufgeteilt. Die Start-Konferenz zum Thema WP1 „Updated inventory of biomonitoring research and non-research actions and databases“ fand am 20. März 2006 in Lissabon statt.

**EU-Projekt 2005:  
ES BIO**

**EU-Pilotprojekt 2006**

#### **European Inventory on Human Biomonitoring Activities (EIHBA)**

Dies ist ein EU-Projekt zur Bestandsaufnahme und koordinierten Erfassung aller vergangenen und laufenden HBM-Projekte in Europa.

Weitere Informationen über ES BIO und EIHBA sind im Internet zu finden unter <http://www.eu-biomonitoring.org/sub/esbio.htm> bzw. <http://www.hbm-inventory.org>.

**Bestandsaufnahme  
und Koordination:  
EIHBA**

### **3.3 USA**

Im dritten HBM-Bericht der USA „Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals“ (CDC 2005) wurden 148 Umweltchemikalien und ihre Metaboliten in menschlichen Blut- und Harnproben untersucht. Die Untersuchung erfolgte im Zeitraum von 2001 bis 2002. Die Daten wurden im Juli 2005 vom National Center of Environmental Health (NCEH) publiziert und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Der Report enthält auch die Daten der vorhergehenden Untersuchung, die im Zeitraum von 1999 bis 2000 durchgeführt wurde.

**3. HBM-Bericht USA**

Folgende Substanzgruppen waren Teil des amerikanischen HBM-Programms:

- Metalle



- Phytoöstrogene
- PAHs (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)
- Dioxine, Dibenzofurane
- PCBs (polychlorierte Biphenyle)
- Phthalate
- Pestizide
- Cotinin (Tabakrauch-Metabolit).

### 3.3.1 Giftige Chemikalien in Blut und Urin von US-Amerikanerinnen und Amerikanern (EURACTIV.COM 2005)

#### Ergebnisse des „Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals“ (CDC 2005)

Die US-Bundesagentur „Centre for Disease Control and Prevention“ (CDC) hat am 21. Juli 2005 die Ergebnisse ihres dritten Biomonitoring-Berichts veröffentlicht. Gezeigt wird, dass sich Dutzende industrielle Chemikalien im Körper der Testpersonen befinden. Während die Tatsache, dass sich Chemikalien im menschlichen Körper befinden, nicht sonderlich überraschend ist, werden hitzige Debatten darüber geführt, wie die WissenschaftlerInnen und EntscheidungsträgerInnen die Daten auszulegen haben.

Die CDC selbst ist darum bemüht, die US-Bevölkerung nicht zu verängstigen und hebt daher die ermutigenden Ergebnisse der Untersuchung hervor:

#### **Bleiwerte erhöht**

„Erhöhte“ Bleiwerte bei Kindern zwischen 1 und 5 Jahren sind von 4,4 % Anfang der 90er-Jahre auf 1,6 % im Jahr 2002 gefallen. Aber die CDC fügt hinzu, Blei sei auch weiterhin ein großes Problem der öffentlichen Gesundheit.

#### **Passives Rauchen – Anlass zur Sorge**

Passives Rauchen sei zwischen 1988 und 2002 bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen um bis zu 75 % zurückgegangen. Aber die Werte bei Kindern seien laut der Studie doppelt so hoch wie bei Erwachsenen und würden daher noch immer Anlass zur Sorge geben.

#### **Cadmiumwerte hoch**

In ungefähr 5 % der US-Bevölkerung im Alter von über 20 Jahren wurden relativ hohe Cadmiumwerte nachgewiesen, die wahrscheinlich auf Tabakkonsum zurückzuführen sind.

#### **Rückgang: ältere Pestizide und Dioxin**

Die Pflanzenschutzmittel Aldrin, Endrin und Dieldrin wurden entweder gar nicht oder nur in sehr geringen Mengen gefunden. Sie wurden in den 70er- und 80er-Jahren verboten.

Die Dioxinbelastung scheint zurückgegangen zu sein.

#### **Handlungsbedarf bei Weichmachern und Pyrethroiden**

Die Quecksilberwerte bei Frauen im gebärfähigen Alter befanden sich unter den Werten, die nach wissenschaftlichen Erkenntnissen zu Störungen bei der Entwicklung des Nervensystems des Fötus führen können. Laut CDC muss jedoch das Problem auch weiter genauestens im Auge behalten werden, da 5,7 % der Frauen „Werte innerhalb eines Faktors von 10 aufwiesen, die mit neurologischen Entwicklungsstörungen in Verbindung gebracht werden“. Die Festlegung sicherer Quecksilberwerte im Blut ist auch weiterhin ein aktiver Forschungsbereich – so die CDC. Quecksilber reichert sich oft in Fisch und Meeresfrüchten an.



*Phthalate (Weichmacher in Spielzeug und Kosmetika, die von der EU bereits verboten wurden) sind in Mengen gefunden worden, die weitere Untersuchungen erforderlich machen – so die CDC.*

*Spuren von Pyrethroiden (insektizide Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln und Haushaltschemikalien) wurden ebenfalls nachgewiesen. Derzeit gibt es jedoch noch keine ausreichenden Erkenntnisse über die gesundheitlichen Auswirkungen.*

### **Body Burden – The Pollution in Newborns**

*Im Juli 2005 hat die US-amerikanische NGO Environmental Working Group (EWG) Analysen von Blutproben veröffentlicht, die aus der Nabelschnur von zehn neugeborenen Babys entnommen wurden. Aus den Tests, welche von einem unabhängigen Labor durchgeführt wurden, ging hervor, dass sich 287 industrielle Chemikalien in den Blutproben befanden (EWG 2005). Die Environmental Working Group schloss daraus: „industrielle Verschmutzung beginnt im Mutterleib“.*

### **Analysen von Nabelschnurblut**

## 4 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

### ***Human-Biomonitoring bereits international etabliert***

Human-Biomonitoring in Blut, Harn und Muttermilch hat sich zur Beurteilung von Schadstoffen in der Umwelt längst international etabliert. Beispielsweise werden in Deutschland schon seit zwanzig Jahren Umweltsurveys zur Hintergrundbelastung der deutschen Bevölkerung mit Fremdstoffen durchgeführt (DGAUM 2004). Auch in den USA ist durch das „National Center of Environmental Health“ seit dem Jahr 1999 ein jährliches HBM-Programm etabliert worden (CDC 2005).

Human-Biomonitoring bietet den großen Vorteil, die tatsächlich aufgenommene Fremstoffdosis, also die innere Fremstoff-Belastung einer Person, ermitteln zu können. Ziel des Human-Biomonitorings ist die Erkennung und Prävention von schadstoffbedingten Erkrankungen des Menschen.

### ***EU-Aktivitäten***

Auch seitens der EU wird der Bedeutung des Human-Biomonitorings in der „SCALE-Strategie“ im Rahmen des „European Environment & Health Action Plan 2004–2010“ verstärkt Rechnung getragen. In diesem Plan sind konkret HBM-Projekte (Biomonitoring mit Kindern) angeführt (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2004a, b, c)

Ein zentrales EU-Projekt ist ESBIO (multidisziplinäres Expertenteam zur Unterstützung des Biomonitorings), das zum Ziel hat, ein europäisches Konzept für das Human-Biomonitoring zu schaffen. Dieses Projekt soll die notwendigen Voraussetzungen für die Koordinierung, Vernetzung und Zusammenarbeit in der EU schaffen (siehe COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2004c, Aktion 3: „Entwicklung eines konsequenten Konzepts für die biologische Überwachung in Europa“). Die fachliche Basis liefert eine Expertengruppe der Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission („Implementation Group on HBM“).

Ein weiteres EU-Projekt zur europaweiten Vernetzung auf dem Gebiet des Human-Biomonitorings ist EIHBA (European Inventory on Human Biomonitoring Activities), welches zum Ziel hat, alle vergangenen und laufenden Aktivitäten auf diesem Gebiet zu erfassen.

Eine eigene Homepage „European Human Biomonitoring“ (EUROPÄISCHE UNION 2006) gibt Auskunft über die laufenden Projekte und Neuigkeiten in diesem Bereich.

Das Human-Biomonitoring wird somit zukünftig zunehmende Bedeutung als Bewertungsinstrument in der Gesundheits- und Umweltpolitik der EU bekommen.



## 5 LITERATURVERZEICHNIS

- ANGERER, J. (Hg.) & GREIM, H. (2001): Zusammenfassung. In: Biological Monitoring – Heutige und künftige Möglichkeiten in der Arbeits- und Umweltmedizin. Wiley-VCH. Verlag GmbH, Weinheim. S. 197–204.
- APUG – Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit (2006): SCALE: EU-Aktivitäten.  
<http://www.apug.de/internationales/eu-scale-strategie.htm>.
- BECKER, K.; KAUS, S.; KRAUSE, C.; LEPOM, P.; SCHULZ, C.; SEIWERT, M. & SEIFERT, B. (2002): Umwelt-Survey 1998. Band III: Human-Biomonitoring – Stoffgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland. WaBoLu. Heft Nr. 1/02. Umweltbundesamt, Berlin.
- CDC – Centers for Disease Control and Prevention (2005): Third national report on human exposure to environmental chemicals. National Center for Environmental Health. Atlanta, USA.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2004a): The European Environment & Health Action Plan 2004–2010; COM (2004) 416 final, Volume I.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2004b): SCALE. „Synthesis of Baseline Reports“, in the framework of the European Environment and Health Strategy; COM (2003) 338 final.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2004c): The European Environment & Health Action Plan 2004–2010; COM (2004) 416 final, Volume II: Technical Annexes.
- DECAPRIO, A. P. (1997): Biomarkers: Coming of age for environmental health and risk assessment. Environmental Science & Technology, Vol. 31, No. 7. pp. 1837–1848.
- DGAUM – Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (2004): Umweltmedizinische Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin – Human-Biomonitoring. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 39,6. S. 360–363.
- EURACTIV.COM (2005): Giftige Chemikalien in Blut und Urin von US-Amerikanern nachgewiesen. Erschienen: Dienstag 26. Juli 2005 Aktualisiert: Montag 21. November 2005.  
<http://www.euractiv.com/Article?tcmuri=tcm:31-142934-16&type=News>.
- EUROPÄISCHE UNION (2006): European Human Biomonitoring.  
<http://www.eu-biomonitoring.org>.
- EWG – Environmental Working Group (2005): BodyBurden – The Pollution in Newborns. EWG. Washington, DC, Oakland, CA.  
<http://archive.ewg.org/reports/bodyburden2/execsumm.php>.
- KÄFFERLEIN, H. U.; MARCZYNSKI, B. & BRÜNING, T. (2004): Biologisches Monitoring von Kanzerogenen. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 39, 7. S. 376–388.
- MARQUARDT, H. & SCHÄFER, S. (2004): Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m.b.H. Stuttgart, Kapitel: MARQUARDT, H. & PFAU, W.: Chemische Kanzerogenese, BRUSIK, D.J. & MÜNSCH, H.: Genotoxikologie.
- POULSEN, O.M.; HOLST, E. & CHRISTENSEN, J.M. (1997): A supplement to the approved IFCC Recommendation on the theory of reference values. In: Pure & Appl. Chem., Vol. 69, No. 7. pp. 1601–1611.
- SEXTON, K.; NEEDHAM, L. L. & PIRKLE, J. L. (2004): Human biomonitoring of environmental chemicals. American Scientists, Vol. 92. pp. 38–45.



UMWELTBUNDESAMT BERLIN (2005a): Kommission Human-Biomonitoring - Aufgabenbeschreibung. [www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/monitor/index.htm](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/monitor/index.htm).

UMWELTBUNDESAMT BERLIN (2005b): HBM- und Referenzwerte (Definitionen und Tabellen). <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/monitor/definitionen.htm>.

WWF – World Wildlife Fund (2005): DETOX Campaign. Generations X. Results of WWF's European Family Biomonitoring Survey. WWF EPO, Brussels, Belgium.

*Anmerkung:*

*Bitte beachten Sie, dass die Internetadressen von Dokumenten häufig verändert werden. In diesem Fall empfehlen wir, die angegebene Adresse auf die Hauptadresse zu reduzieren und von dort aus das Dokument zu suchen. Die nicht mehr funktionierende, lange Internetadresse kann Ihnen dabei als Orientierungshilfe dienen.*





## 6 ANHANG

### 6.1 Glossar

- Addukte ..... zusammengesetzte Moleküle/Reaktionsprodukte aus DNA bzw. Hämoglobin und einem Fremdstoff.
- BAT-Wert ..... Biologische Arbeitsstoff-Toleranzwerte. BAT-Werte sind Spitzenwerte, die der Individualprävention dienen und die „innere Belastung“ repräsentieren. Bei Einhaltung eines BAT-Wertes soll es zu keinen biologischen Veränderungen vom Krankheitswert kommen. Die Effekte sollen voll reversibel sein.
- Chromosomen-aberrationen ..... Veränderungen in der Struktur und/oder der Anzahl der Chromosomen. Es sind immer mehrere Gene betroffen.
- EKA-Wert ..... Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe.
- HBM-Wert I ..... Prüfwert, der nach derzeitigem Stand des Wissens keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen nach sich zieht.
- HBM-Wert II ..... Interventionswert bei dem gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht ausreichend sicher ausgeschlossen werden können bzw. möglich sind.
- MAK-Wert..... Wert für die Maximale Arbeitsplatzkonzentration.
- Referenzwert..... Wert, der aus einer Reihe von Messwerten einer Stichprobe aus einer definierten Bevölkerungsgruppe nach einem vorgegebenen statistischen Verfahren abgeleitet ist. Er hat keine gesundheitliche Relevanz.

### 6.2 Abkürzungsverzeichnis

- BM..... Biomonitoring
- DDT..... Dichlordiphenyltrichlorethan
- DNA ..... Desoxyribonucleic Acid
- DNS ..... Desoxyribonukleinsäure
- HBM ..... Humanbiomonitoring
- HCB ..... Hexachlorbenzol
- HCH ..... Hexachlorcyclohexan
- NCEH..... National Center of Environmental Health (USA)



## 6.3 Human-Biomonitoring-Werte und Referenzwerte

### 6.3.1 Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte

- Blei, Cadmium, Quecksilber und Pentachlorphenol in Blut oder Urin

### 6.3.2 Referenzwerte

- Phthalat-Metabolite: 5oxo-MEHP und 5OH-MEHP im Urin
- Arsen (As) und Metalle (Pb, Cd, Hg, Pt, Ni) in Blut oder Urin
- Organophosphat-Metabolite (DMP, DMTP, DEP) im Urin
- Organochlorverbindungen im Vollblut – PCBs
- Organochlorverbindungen im Vollblut –  $\beta$ -HCH und HCB
- Organochlorverbindungen im Vollblut – DDE
- PCB,  $\beta$ -HCH, HCB und Gesamt-DDT in Frauenmilch
- Pentachlorphenol (PCP) in Serum
- PAK-Metabolit 1-Hydroxypyren im Urin
- Pyrethroid-Metabolite: cis-Cl<sub>2</sub>CA, trans-Cl<sub>2</sub>CA und 3-PBA

Quelle: UMWELTBUNDESAMT BERLIN 2005a





**Umweltbundesamt GmbH**

Spittelauer Lände 5  
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

[office@umweltbundesamt.at](mailto:office@umweltbundesamt.at)

[www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)

Das Umweltbundesamt bietet eine umfassende und kompakte Übersicht über Methoden und Entwicklungen des Human-Biomonitoring, ein Instrument, mit dem die Belastung eines Menschen mit Umweltschadstoffen erfasst wird. Dazu werden Konzentrationen von Schadstoffen oder ihren Stoffwechselprodukten im Blut oder im Harn bestimmt. Wasserlösliche Stoffe wie organische Lösungsmittel, eine Reihe von Pestiziden, z. B. Organophosphate, Pyrethroide und Carbamate, und zahlreiche Metalle sind meist im Harn nachzuweisen. Fettlösliche Substanzen wie Organochlorpestizide und diverse Industriechemikalien werden im Blut bestimmt. Welchen Stellenwert Human-Biomonitoring künftig in der Umwelt- und Gesundheitspolitik erhält, wird anhand der Aktivitäten der Europäischen Union und der USA dargestellt. Ergänzend werden kontroverse Meinungen zum Human-Biomonitoring aufgezeigt.