

# Neue und aktualisierte Referenzwerte für Antimon, Arsen und Metalle (Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Thallium und Uran) im Urin und im Blut von Kindern in Deutschland

## Stellungnahme der Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes

### Einleitung

Auf der Basis des bevölkerungsrepräsentativen Kinder-Umwelt-Surveys 2003–2006 [1, 2, 3, 4, 5] hat die Kommission für eine Reihe von Schadstoffen beziehungsweise deren Metaboliten in Urin und/oder Blut die bisherigen Referenzwerte für Kinder in Deutschland überprüft und neue Referenzwerte abgeleitet [6, 7, 8]. Mit der vorliegenden Mitteilung werden die neuen und aktualisierten Referenzwerte für Antimon, Arsen und die Metalle Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Thallium und Uran im Urin beziehungsweise im Blut von Kindern in Deutschland bekannt gegeben.

Die Kommission weist darauf hin, dass Referenzwerte statistisch ermittelte Werte sind, welche die obere Grenze der derzeitigen Hintergrundbelastung kennzeichnen. Sie können als Kriterien verwendet werden, um Messwerte von Einzelpersonen oder Personengruppen als „erhöht“ oder „nicht erhöht“ einzustufen. Eine umweltmedizinisch-toxikologische Bewertung einer Belastungssituation ist anhand von Referenzwerten nicht möglich.

### Datenbasis

Der Kinder-Umwelt-Survey (KUS) ist wie die vorangegangenen Umwelt-Surveys [9] eine bevölkerungsrepräsentative Querschnittsuntersuchung, bei der die Auswahl der Probanden nach einem gestuften mehrfach geschichteten Zufallsverfahren

erfolgte. Der KUS ist das Umweltmodul des Kinder- und Jugendgesundheits-surveys (KiGGS) des Robert Koch-Instituts (RKI) [10, 11, 12], welches die Stichprobenziehung und die Feldarbeit auch für den KUS übernommen hat. Die Untersuchung der aus 150 Studienorten zufällig ausgewählten drei- bis 14-jährigen Kinder erfolgte zwischen Mai 2003 und Mai 2006. Die angewandten Methoden (Stichprobenziehung, Fragebogen, Probenahme, Analytik, Statistik) sind bei Becker et al. [1] und Schulz et al. [3, 5] beschrieben.

Die für die Ableitung eines Referenzwertes notwendigen statistischen Kennwerte [13], das 95. Populationsperzentil und das entsprechende 95%-Konfidenzintervall, wurden je Analyt nach dem parametrischen Verfahren unter Annahme einer log-Normalverteilung mit der Software SPSS für Windows, Version 14, oder nach dem Bootstrapping-Verfahren, sofern keine log-Normalverteilung vorlag, mit der Software R für Windows, Version 2.40, berechnet.

### Ergebnisse und Diskussion

Im KUS wurden bei drei- bis 14-jährigen Kindern in Deutschland die Metalle Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Thallium und Uran im Morgenurin und/oder im Vollblut sowie Antimon und Arsen im Morgenurin bestimmt. Die für die Ableitung der Referenzwerte wesentlichen Ergebnisse werden nachfolgend zusammenfassend vorgestellt.

### Antimon im Urin

Die Antimongehalte im Urin (N=1729) von drei- bis 14-jährigen Kindern in Deutschland lagen 2003–2006 zwischen  $<0,01$  und  $1,0 \mu\text{g/l}$  mit einem Median von  $0,11 \mu\text{g/l}$  und einem 95. Perzentil von  $0,31 \mu\text{g/l}$  (■ **Tabelle 1**). Die Ergebnisse aus dem KUS stehen im Einklang mit den Daten des US-amerikanischen „National Health and Nutrition Examination Survey“ (NHANES) [14]. Dort wurden bei 368 Kindern im Alter zwischen sechs und elf Jahren im Zeitraum von 2001 bis 2002 Antimonkonzentrationen im Urin von im Mittel  $0,15 \mu\text{g/l}$  und ein 95. Perzentil von  $0,33 \mu\text{g/l}$  ermittelt [14]. Basierend auf den repräsentativen Daten des KUS hat die Kommission anhand des 95%-Konfidenzintervalls ( $0,31$ – $0,34 \mu\text{g/l}$ ) des 95. Populationsperzentils mit  $0,32 \mu\text{g/l}$  (vergleiche ■ **Tabelle 1**) erstmalig einen Referenzwert für Antimon im Urin von drei- bis 14-jährigen Kindern in Deutschland auf  $0,3 \mu\text{g/l}$  festgelegt (vergleiche ■ **Tabelle 2**).

### Arsen im Urin

Die Arsenkonzentrationen im Urin von drei- bis 14-jährigen Kindern in Deutschland (N=1734) lagen 2003 bis 2006 zwischen  $<0,6$  und  $190 \mu\text{g/l}$  mit einem Median von  $4,5 \mu\text{g/l}$ . Die stärkste Einflussgröße ist – wie erwartet [15] – der Fischverzehr an den beiden Tagen vor der Probenahme (■ **Tabelle 1**). Im Vergleich zu den Ergeb-

Tabelle 1

**Antimon, Arsen und Metalle (Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Thallium, Uran) im Urin und/oder im Blut der drei- bis 14-jährigen Kinder in Deutschland – Kinder-Umwelt-Survey [1]**

Analyt/Medium/Population	N	% > BG	50.P	95.P	GM	KI-GM	PP95*	KI-PP95*
<b>Antimon im Urin (BG: 0,006 µg/l)</b>								
Gesamt	1729	99,9	0,11	0,31	0,11	0,107–0,114	0,32 <sup>a</sup>	0,305–0,335 <sup>a</sup>
<b>Arsen im Urin (BG: 0,6 µg/l)</b>								
Gesamt	1734	98	4,5	14,0	4,40	4,24–4,56		
<b>Fischverzehr 2 Tage vor der Probenahme***</b>								
kein Fischverzehr	1487	98	4,3	12,4	4,16	4,01–4,32	13,5 <sup>a</sup>	12,8–14,3 <sup>a</sup>
mit Fischverzehr	231	99	6,2	32,0	6,49	5,78–7,28		
<b>Blei im Blut (BG: 2,1 µg/l)</b>								
Gesamt	1560	100	16,9	33,8	16,3	15,9–16,7	36,3 <sup>a</sup>	35,0–37,7 <sup>a</sup>
<b>Lebensalter***</b>								
3 bis 5 Jahre	315	100	19,6	39,9	19,1	18,1–20,2		
6 bis 8 Jahre	377	100	17,9	33,4	17,3	16,5–18,1		
9 bis 11 Jahre	407	100	15,6	31,4	15,6	14,9–16,4		
12 bis 14 Jahre	460	100	14,6	30,5	14,5	13,9–15,2		
<b>Cadmium im Blut (BG: 0,12 µg/l)</b>								
Gesamt	1560	44	<0,12	0,33	<0,12	/		
<b>Rauchstatus***</b>								
Nichtraucher	1498	42	<0,12	0,27	<0,12	/	0,27 <sup>b</sup>	0,25–0,29 <sup>b</sup>
Raucher	62	90	0,56	2,83	0,506	0,367–0,697		
<b>Cadmium im Urin (BG: 0,05 µg/l)</b>								
Gesamt	1734	70	0,08	0,22	0,068	0,065–0,070		
<b>Rauchstatus***</b>								
Nichtraucher	1667	70	0,07	0,21	0,067	0,064–0,069	0,21 <sup>b</sup>	0,20–0,22 <sup>b</sup>
Raucher	66	81	0,10	0,35	0,090	0,074–0,110		
<b>Nickel im Urin (BG: 0,5 µg/l)</b>								
Gesamt	1567	91	1,30	4,50	1,26	1,21–1,31	4,45	4,20–4,72 <sup>a</sup>
<b>Lebensalter**</b>								
3 bis 5 Jahre	311	92	1,50	5,07	1,40	1,28–1,53	5,09	4,45–5,82
6 bis 11 Jahre	788			4,3	1,24	1,18–1,31	4,44	4,09–4,82
12 bis 14 Jahre	464	93	1,20	3,97	1,23	1,15–1,32	4,11	3,70–4,56
<b>Quecksilber im Blut (BG: 0,2 µg/l)</b>								
Gesamt	1552	59	0,2	1,0	0,23	0,22–0,24		
<b>Häufigkeit des Fischverzehrs***</b>								
maximal dreimal/Monat	891	50	<0,2	0,8	<0,2	/	0,74 <sup>b</sup>	0,67–0,82 <sup>b</sup>
> dreimal/Monat	660	71	0,3	1,2	0,29	0,27–0,31		
<b>Quecksilber im Urin (BG: 0,1 µg/l)</b>								
Gesamt	1734	45	<0,1	0,5	<0,1	/		
<b>Zähne mit Amalgamfüllungen***</b>								
kein Zahn	1612	44	<0,1	0,5	<0,1	/	0,43 <sup>b</sup>	0,39–0,48 <sup>b</sup>
1 bis 2 Zähne	68	62	0,1	1,5	0,16	0,12–0,21		
mehr als 2 Zähne	39	67	0,2	3,1	0,21	0,14–0,32		
<b>Thallium im Urin (BG: 0,003 µg/l)</b>								
Gesamt	1729	100	0,26	0,57	0,25	0,25–0,26	0,59	0,56–0,61 <sup>a</sup>
<b>Uran im Urin (BG: 0,222 ng/l)</b>								
Gesamt	1729	100	9,51	42,0	9,82	9,43–10,2	39,0	36,7–41,4 <sup>a</sup>

N Stichprobenumfang; % > BG Anteil der Werte ab der BG (BG: Bestimmungsgrenze; Werte <BG wurden mit BG/2 berücksichtigt); 50.P., 95.P. Stichprobenperzentil; GM geometrischer Mittelwert; KI-GM Konfidenzintervall des GM; PP95 95. Populationsperzentil; KI-95.PP. 95%-Konfidenzintervall des PP95; / = nicht sinnvoll berechenbar; \* bei der Berechnung des PP95 und KI-95.PP für die Gehalte im Urin wurden nur Proben mit einem Kreatiningehalt zwischen 0,3 und 3,0 g/l Urin berücksichtigt; <sup>a</sup> parametrisches Verfahren; <sup>b</sup> nonparametrisches Verfahren – Bootstrapping; Signifikanzprüfung t-Test beziehungsweise Varianzanalyse (Unterschiede der GM): \* (p < 0,05); \*\* (p < 0,01) \*\*\* (p < 0,001)

Tabelle 2

### Referenzwerte für Antimon, Arsen und Metalle (Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Thallium, Uran) im Urin und/oder im Blut der drei- bis 14-jährigen Kinder in Deutschland

Analyt/Probenmaterial	Personengruppe	Bezugsjahr*	Referenzwert
Antimon im Urin	Kinder (3 bis 14 Jahre)	2003–2006	0,3 µg/l
Arsen im Urin	Kinder (3 bis 14 Jahre) ohne Fischverzehr 48 Stunden vor der Probenahme	2003–2006	15 µg/l
Blei im Vollblut	Kinder (3 bis 14 Jahre)	2003–2006	35 µg/l
Cadmium im Vollblut	nicht aktiv rauchende Kinder (3 bis 14 Jahre)	2003–2006	< 0,3 µg/l**
Cadmium im Urin	nicht aktiv rauchende Kinder (3 bis 14 Jahre)	2003–2006	0,2 µg/l
Nickel im Urin	Kinder (3 bis 14 Jahre)	2003–2006	4,5 µg/l
Quecksilber im Vollblut	Kinder (3 bis 14 Jahre), Fischkonsum bis zu maximal dreimal im Monat	2003–2006	0,8 µg/l
Quecksilber im Urin	Kinder (3 bis 14 Jahre) ohne Zähne mit Amalgamfüllungen	2003–2006	0,4 µg/l
Thallium im Urin	Kinder (3 bis 14 Jahre)	2003–2006	0,6 µg/l
Uran im Urin	Kinder (3 bis 14 Jahre)	2003–2006	40 ng/l

\* Zeitraum, in dem die zu Grunde liegende Studie durchgeführt wurde; \*\* kein Referenzwert im Sinne der Definition, aber: sollten Cadmiumgehalte im Blut zuverlässig und bestätigt über 0,3 µg/l auftreten, so muss eine spezifische Cd-Belastung zum Beispiel aktives Tabakrauchen angenommen werden.

nissen der Pilotstudie zum KUS 2001–2002 und des Projekts „Beobachtungsgesundheitsämter in Baden-Württemberg 2002–2003“ [16] haben sich die Arsengehalte im Urin von Kindern in Deutschland, die keinen Fisch 48 Stunden vor der Probenahme verzehrt haben, kaum verändert, sodass der bisherige Referenzwert von 15 µg/l [16, 17, 18] beibehalten wird (vergleiche [Tabelle 2](#)).

#### Blei im Blut

Die Blutblei-gehalte von drei- bis 14-jährigen Kindern in Deutschland (N=1560) lagen 2003–2006 zwischen < 2,1 und 100 µg/l mit einem Median von 16,9 µg/l und einem 95. Perzentil von 36,3 µg/l ([Tabelle 1](#)). Mit zunehmendem Lebensalter nehmen die mittleren Blei-gehalte im Blut ab. Jungen haben im Mittel höhere Blutblei-spiegel als Mädchen. Insgesamt belegen die Daten eine weitere Abnahme der Blei-gehalte im Blut von Kindern, sodass der bisherige Referenzwert von 50 µg/l [16, 17, 18] auf 35 µg/l (vergleiche [Tabelle 2](#)) abgesenkt wird.

#### Cadmium im Blut und im Urin

Drei- bis 14-jährige Kinder in Deutschland wiesen 2003–2006 Cadmiumgehalte im Blut (N=1560) zwischen < 0,12 und 3,36 µg/l mit einem Median von < 0,12 µg/l und einem 95. Perzentil von 0,33 µg/l auf [1]. Die Cadmiumkonzentrationen im Urin (N=1734) lagen zwischen < 0,05 und 0,97 µg/l; der Medianwert beträgt 0,08 µg/l, das 95. Perzentil

0,22 µg/l ([Tabelle 1](#)). Tabakrauchende Kinder weisen signifikant höhere Cadmiumgehalte in Blut und Urin auf als nicht rauchende Kinder [1]. Vergleicht man die Ergebnisse des KUS 2003–2006 mit den entsprechenden Ergebnissen des Umwelt-Survey 1990/92 [19], so zeigt sich, dass die Cadmiumbelastung von Kindern in den zurückliegenden 10–15 Jahren abgenommen hat. Daher wird der bisherige Referenzwert für Cadmium im Urin für nicht rauchende Kinder von 0,5 µg/l [16, 17, 18] auf 0,2 µg/l abgesenkt (vergleiche [Tabelle 2](#)). Da zum einen die Cadmiumgehalte im Blut nur bei einem geringen Teil der Kinder (44%) oberhalb der Bestimmungsgrenze liegen und zum anderen im niedrigen Konzentrationsbereich (< 0,3 µg/l) erhebliche analytische Unsicherheiten bestehen, kann kein Referenzwert angegeben werden. Sollten Cadmiumgehalte im Blut zuverlässig und bestätigt über 0,3 µg/l auftreten, so muss eine die Hintergrundbelastung übersteigende spezifische Cd-Belastung zum Beispiel aktiver Tabakrauchkonsum angenommen werden.

#### Nickel im Urin

Die Nickelgehalte im Urin von drei- bis 14-jährigen Kindern (N=1567) in Deutschland lagen 2003–2006 zwischen < 0,5 und 15,0 µg/l mit einem Median von 1,3 µg/l und einem 95. Perzentil von 4,5 µg/l ([Tabelle 1](#)).

Die Allgemeinbevölkerung nimmt Nickel beziehungsweise Nickelverbin-

dungen über die Nahrung, das Trinkwasser und die Luft auf. Dabei stellt die Nahrung die mengenmäßig bedeutsamste Quelle der korporalen Nickelbelastung dar [20]. Ein Zusammenhang zwischen den Nickelgehalten im häuslichen Trinkwasser und im Urin von Kindern wurde im KUS nicht nachgewiesen [21]. Basierend auf den Daten aus der Literatur, die sich vornehmlich auf Erwachsene beziehen, hat die Kommission im Jahre 2001 einen Referenzwert von 3,0 µg/l festgelegt. Der für Kinder festgelegte Referenzwert liegt über diesem Wert. Bereits die Daten der Hot-Spot-Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen [22, 23] hatten Hinweise darauf gegeben, dass Kinder höhere Nickelgehalte im Urin aufweisen als Erwachsene.

Die Nickelgehalte im Urin von Kindern nehmen mit zunehmendem Lebensalter ab [1]. Für die Beschreibung der Hintergrundbelastung wird jedoch ein Referenzwert für die gesamte Altersgruppe abgeleitet, da sich die Konfidenzintervalle der 95. Populationsperzentile aller Altersgruppen überschneiden ([Tabelle 1](#)). Der Referenzwert für Nickel im Urin von drei- bis 14-jährigen wird auf 4,5 µg/l festgelegt (vergleiche [Tabelle 2](#)).

#### Quecksilber im Blut und im Urin

Die Quecksilbergehalte im Blut (N=1552) von drei- bis 14-jährigen Kindern in Deutschland lagen 2003–2006 zwischen < 0,2 und 6,3 µg/l mit einem Median von

0,2 µg/l Blut und einem 95. Perzentil von 1,0 µg/l. Die Quecksilbergehalte im Urin von Kindern (N=1734) lagen zwischen <0,1 und 52,0 µg/l mit einem Median von <0,1 µg/l Urin und einem 95. Perzentil von 0,5 µg/l (■ **Tabelle 1**). Kinder, die häufiger Fisch essen, haben im Mittel signifikant höhere Quecksilbergehalte im Blut [1]. Amalgamfüllungen der Zähne stellen die stärkste Einflussgröße für die Quecksilbergehalte im Urin dar [24]. Kinder mit Amalgam-Zahnfüllungen weisen im Mittel signifikant höhere Quecksilbergehalte im Urin auf als Kinder ohne Zähne mit Amalgamfüllungen [1].

Vergleicht man die Ergebnisse der Pilotstudie zum KUS 2001–2002 und des Projekts „Beobachtungsgesundheitsämter in Baden-Württemberg 2002–2003“ [16] mit den Ergebnissen des KUS 2003–2006, so deutet sich ein rückläufiger Trend der Quecksilbergehalte im Blut und im Urin von Kindern in Deutschland an. Daher hat die Kommission anhand der 95%-Konfidenzintervalle der 95. Populationsperzentile (vergleiche ■ **Tabelle 1**) die bisherigen Referenzwerte für Quecksilber im Blut und im Urin von Kindern [16, 17, 18] abgesenkt (vergleiche ■ **Tabelle 2**). Der Referenzwert für Quecksilber im Blut von Kindern mit einem Fischkonsum bis zu maximal dreimal im Monat wird von 1,0 µg/l auf 0,8 µg/l und der für Quecksilber im Urin von Kindern ohne Amalgamfüllung in den Zähnen wird von 0,7 µg/l auf 0,4 µg Hg/l gesenkt (vergleiche ■ **Tabelle 2**).

### Thallium im Urin

Die Thalliumgehalte im Urin (N=1729) von drei- bis 14-jährigen Kindern in Deutschland lagen 2003–2006 zwischen <0,003 und 2,24 µg/l mit einem Median von 0,26 µg/l und einem 95. Perzentil von 0,6 µg/l (■ **Tabelle 1**). Die im Rahmen des KUS bei Kindern und Jugendlichen gemessenen Thalliumkonzentrationen im Urin stehen in guter Übereinstimmung mit den Daten des US-amerikanischen “National Health and Nutrition Examination Survey” (NHANES). Bei 362 Kindern im Alter zwischen sechs und elf Jahren im Zeitraum 2001–2002 wurden dort Thalliumkonzentrationen im Urin im Mittel von 0,17 µg/l und im 95. Perzentil von 0,38 µg/l ermittelt [14].

Auf die von der Kommission vorgelegte Stoffmonographie zu Thallium und die darin genannten Referenz- und HBM-Werte für Thallium wird hingewiesen [25]. Basierend auf den Daten des bevölkerungsrepräsentativen KUS hat die Kommission erstmalig anhand des 95%-Konfidenzintervalls des 95. Populationsperzentils (vergleiche ■ **Tabelle 1**) einen Referenzwert für Thallium im Urin der drei- bis 14-jährigen Kindern in Deutschland in Höhe von 0,6 µg/l abgeleitet

### Uran im Urin

Die Uragehalte im Urin von drei- bis 14-jährigen Kindern (N=1729) in Deutschland lagen 2003–2006 zwischen 0,222 ng/l und 991 ng/l mit einem Median von 9,51 ng/l und einem 95. Perzentil von 42 ng/l (■ **Tabelle 1**). Jungen (GM: 10,4 ng/l) haben im Mittel signifikant höhere Uragehalte im Urin als Mädchen (GM: 9,26 ng/l). Mit zunehmendem Lebensalter nehmen die Uragehalte im Urin der Kinder zu. Zwischen den Uragehalten im Trinkwasser und im Urin besteht eine schwache aber signifikante Korrelation (Spearman-Korrelation 0,32), das heißt mit zunehmenden Uragehalten im Trinkwasser nimmt die Uranausscheidung über den Urin zu. Basierend auf den Daten der Umweltprobenbank, Teildatenbank: Humanproben, die vornehmlich junge Medizinstudent/innen einbezieht, schlug die Kommission 2005 vor, einen Bereich von 30 bis 60 ng Uran pro Liter Urin als Hintergrundbelastung anzusehen, solange Daten aus repräsentativen Stichproben nicht zur Verfügung stehen [26]. Anhand der nun vorliegenden repräsentativen Daten des KUS hat die Kommission erstmalig einen Referenzwert für Uran im Urin der drei- bis 14-jährigen Kinder in Deutschland in Höhe von 40 ng/l (vergleiche ■ **Tabelle 2**) auf der Basis des 95%-Konfidenzintervalls des 95. Populationsperzentils (vergleiche ■ **Tabelle 1**) abgeleitet.

### Zusammenfassung

Basierend auf den Ergebnissen des KUS 2003–2006 werden folgende Referenzwerte abgesenkt:

- Blei im Vollblut von 50 µg/l auf 35 µg/l für Kinder (drei bis 14 Jahre),
  - Cadmium im Urin von 0,5 µg/lauf 0,2 µg/l<sup>1</sup> für nicht aktiv rauchende Kinder (drei bis 14 Jahre),
  - Quecksilber im Vollblut: von 1,0 µg/l auf 0,8 µg/l<sup>1</sup> für Kinder (drei bis 14 Jahre) mit einem Fischkonsum bis zu maximal dreimal im Monat,
  - Quecksilber im Urin: von 0,7 µg/l auf 0,4 µg/l<sup>1</sup> für Kinder (drei bis 14 Jahre) ohne Zähne mit Amalgamfüllungen.
- Folgender Referenzwert wird bestätigt:
- Arsen im Urin<sup>2</sup>: 15 µg/l<sup>1</sup> für Kinder (drei bis 14 Jahre) ohne Fischverzehr 48 Stunden vor der Probenahme.

Folgende Referenzwerte werden erstmalig abgeleitet:

- Antimon im Urin: 0,3 µg/l<sup>1</sup> für Kinder (drei bis 14 Jahre),
- Nickel im Urin: 4,5 µg/l<sup>1</sup> für Kinder (drei bis 14 Jahre),
- Thallium im Urin: 0,6 µg/l<sup>1</sup> für Kinder (drei bis 14 Jahre),
- Uran im Urin: 40 ng/l<sup>1</sup> für Kinder (drei bis 14 Jahre).

Die aktuellen Referenzwerte sind in der ■ **Tabelle 2** aufgeführt. Bei der Anwendung von Referenzwerten ist grundsätzlich die analytische Messunsicherheit zu berücksichtigen, das heißt bei der Bewertung von HBM-Messwerten ist sicher zustellen, dass die Analysen unter den Bedingungen der internen und externen Qualitätssicherung durchgeführt wurden [28]. Dies zeigen die Erfahrungen aus den Ringversuchen der arbeits- und umweltmedizinisch-toxikologischen Analysen, die von der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin durchgeführt werden [29]. Darüber hinaus ist bei der Beurteilung, ob eine Überschreitung des Referenzwertes für einen Stoff im Urin vorliegt, darauf zu achten, dass der Kreatiningehalt im Urin zwischen 0,5 und 2,5 g/l lag [27].

Die Kommission weist ausdrücklich darauf hin, dass Referenzwerte rein statistisch abgeleitete Werte sind, die per se nichts über die gesundheitliche Bedeutung der Belastung aussagen. Das heißt,

<sup>1</sup> unter Ausschluss von Urinproben mit Kreatinidgehalten < 0,3 und > 3,0 g/l [27]

<sup>2</sup> hier sind die hydridbildenden Arsenverbindungen gemeint

eine Überschreitung des Referenzwertes muss keine Gesundheitsgefahr bedeuten, ebenso wie eine Unterschreitung des Wertes nicht beweist, dass keine Gesundheitsgefahr besteht

### Maßnahmen bei Überschreitung des Referenzwertes

In den Fällen, in denen der Referenzwert überschritten ist, sind Kontrollmessungen angezeigt. Extrem verdünnte oder konzentrierte Urinproben sind für Kontrolluntersuchungen auszuschließen. Zuverlässige und bestätigte Überschreitungen der Referenzwerte sollten Anlass für eine Quellensuche und für Maßnahmen zur Verminderung der Exposition im Rahmen der Verhältnismäßigkeit sein. Dabei sollten folgende Hinweise beachtet werden:

#### Antimon

Antimonverbindungen werden als Abrieb von Bremsen und Reifen sowie bei der Verhüttung von Erzen (unter anderem Kupferhütten) in die Umwelt freigesetzt. Des Weiteren werden Antimonverbindungen als Katalysatoren bei der Herstellung von PET (Getränkeflaschen) sowie in speziellen Anwendungen in der Pharmazie eingesetzt. Die Hauptaufnahquelle für Menschen dürften Lebensmittel sein, deren Antimonergehalte im Allgemeinen gering sind (etwas höhere Gehalte gelegentlich in Gemüse, Fleisch und Seefisch). Saure Lebensmittel können Antimonverbindungen aus Keramikglasuren und Metallgefäßen aus Zinn herauslösen. Derzeit können keine konkreten Hinweise auf expositionsmindernde Maßnahmen gegeben werden.

#### Arsen [15]

Zur Überprüfung des Arsengehaltes im Urin sollten Wiederholungsmessungen frühestens nach drei Tagen ohne Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten durchgeführt werden. Als Quelle kommen außer dem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten unter anderem in Frage: stark arsenhaltiges Trink-, Mineral- und Heilwasser; arsenhaltige Medikamente oder stark mit Arsen kontaminierter Boden, zum Beispiel bei Industrialtlasten.

#### Blei [30]

Der Bleigehalt im Blut kann erhöht sein durch die Aufnahme von bleihaltigem Trinkwasser, wenn in der Hausinstallation noch Bleirohre vorhanden sind; bei häufigem Verzehr saurer Nahrungsmittel aus Geschirr mit bleihaltiger Glasur oder sauren und heißen Getränken aus unzulänglich gebranntem Keramikgeschirr; durch Bleigießen, Luftgewehrschießen (bleihaltige Munition) aber auch durch bleihaltige Bedarfsgegenstände (zum Beispiel Spielzeug) und Lebensmittel sowie durch die Aufnahme von stark mit Blei kontaminiertem Boden, zum Beispiel bei Industrialtlasten.

#### Cadmium [31]

Der Cadmiumgehalt im Blut und im Urin kann erhöht sein durch die Aufnahme über die Nahrung, durch aktives Tabakrauchen oder durch die Aufnahme von stark mit Cadmium kontaminiertem Boden, zum Beispiel bei Industrialtlasten.

#### Nickel [20]

Der Nickelgehalt im Urin kann erhöht sein durch eine erhöhte orale Nickelaufnahme oder durch aktives Tabakrauchen. Als besonders nickelhaltig gelten zum Beispiel Sojabohnen, Haferflocken, Nüsse, Schokolade. Bei Patienten, die an einem klinisch diagnostizierten generalisierten Nickerkzem leiden, sollte neben den üblichen Maßnahmen der dermalen Nickelkarenz geprüft werden, ob zusätzlich eine nickelarme Diät zur Besserung des Leidens führt. Diese Maßnahme ist insbesondere dann angezeigt, wenn die Nickelkonzentration im Urin über dem Referenzwert liegt.

#### Quecksilber [24]

Der Quecksilbergehalt im Blut<sup>3</sup> kann erhöht sein durch häufigen Verzehr von Seefisch und Meeresfrüchten (Krusten- und Weichtiere); durch Aufnahme von quecksilberhaltigen Dämpfen in der Wohnung infolge eines zerbrochenen quecksilberhaltigen Fieberthermometers oder durch Anwendung quecksilberhaltiger

Arzneimittel und Bleichsalben.

Der Quecksilbergehalt im Urin<sup>4</sup> kann erhöht sein, wenn Zähne mit Amalgamfüllungen versorgt sind; durch häufigen Verzehr von Seefisch und Meeresfrüchten (Krusten- und Weichtiere); durch Aufnahme von quecksilberhaltigen Dämpfen in der Wohnung infolge eines zerbrochenen quecksilberhaltigen Fieberthermometers oder durch Anwendung quecksilberhaltiger Arzneimittel und Bleichsalben.

#### Thallium [25]

Thallium wurde früher als Enthaarungsmittel und als Rattengift eingesetzt und findet heute noch Anwendung bei der Myokardszintigrafie. Emissionen von Thallium können aus Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen und in der Zementindustrie freigesetzt werden. Thallium wird auch als Katalysator bei manchen organischen Synthesen und bei pyrotechnischen Anwendungen (grün) eingesetzt.

#### Uran [26]

Die Quellen für eine Exposition sind derzeit noch unzureichend bekannt [26]. Aber es gibt Hinweise, dass der Urangelgehalt im Urin durch die Aufnahme von uranhaltigem Trink- und Mineralwasser erhöht sein kann. Die Auswertungen des Kinder-Umwelt-Surveys zeigen, dass in Abhängigkeit von der Konzentration im Trinkwasser die Urangelgehalte im Urin signifikant zunehmen [32]. Aus Gründen der Vorsorge wurde für den Urangelgehalt im Trinkwasser ein gesundheitlicher Leitwert von 10 µg/l abgeleitet [33]. Trinkwässer und abgepackte Wässer mit Urangelgehalten oberhalb des Leitwertes sollten insbesondere nicht zur Zubereitung von Säuglingsnahrung verwendet werden [33, 34].

Weitere Informationen zur Arbeit der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes stehen zur Verfügung unter: <http://www.uba.de/gesundheit/monitor/index.htm>. Eine englischsprachige Veröffentlichung zu diesen Referenzwerten erfolgt von Schulz et al. 2009 [35].

<sup>3</sup> Die Bestimmung von Hg im Blut erlaubt die Beurteilung der internen Belastung mit organischem und anorganischem Hg.

<sup>4</sup> Die Bestimmung von Hg im Urin erlaubt die Beurteilung der internen Belastung mit anorganischem Hg.

### Literatur

1. Becker K, Müssig-Zufika M, et al. (2007) Kinder-Umwelt-Survey 2003/06 – KUS. Human-Biomonitoring. Stoffgehalte in Blut und Urin der Kinder in Deutschland WaBoLu-Hefte 02/2007. Umweltbundesamt, Berlin
2. Schulz C, Becker K, Seiwert M (2002) Kinder-Umwelt-Survey. Gesundheitswesen 64:569–579
3. Schulz C, Babisch W, Becker K, et al. (2004) Kinder-Umwelt-Survey – das Umweltmodul im KiGGS. Teil 1: Konzeption und Untersuchungsprogramm. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 47(11):1066–1072
4. Schulz C, Wolf U, Becker K, et al. (2007) Kinder-Umwelt-Survey (KUS) im Rahmen des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys (KiGGS) – Erste Ergebnisse. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50(5/6):889–894
5. Schulz C, Seiwert M, Becker K, Conrad A, Kolossa-Gehring M (2008) Der Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003–2006: Stichprobe und Studienbeschreibung. Umweltmed Forsch Prax 13(6):379–390
6. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2009) Neue und aktualisierte Referenzwerte für Metabolite von Organophosphaten und Pyrethroiden im Urin von Kindern. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 52
7. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2009) Neue und aktualisierte Referenzwerte für Metabolite von PAK im Urin von Kindern. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 52
8. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2009) Neue und aktualisierte Referenzwerte für Organochlorverbindungen im Blut von Kindern. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 52
9. Schulz C, Conrad A, Becker K, Kolossa-Gehring M, Seiwert M, Seifert B (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(3–4):271–297
10. Kurth B-M, Bergmann KE, Hölling H, Kahl H, Kamtsiuris P, Thefeld W (2002) Der bundesweite Kinder- und Jugendgesundheitsurvey – Das Gesamtkonzept. Gesundheitswesen, 64 Sonderheft (1):3–11
11. Kurth B-M (2007) Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS): Ein Überblick über Planung, Durchführung und Ergebnisse unter Berücksichtigung von Aspekten eines Qualitätsmanagements. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50(5-6):547–556
12. Kamtsiuris P, Lange M, Schaffrath Rosario A (2007) Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS): Stichprobendesign, Response und Non-Responder-Analyse. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50(5–6):547–556
13. HBM-Kommission (1996) Konzept der Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM) in der Umweltmedizin. Bundesgesundheitsblatt 39(6):221–224
14. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2005) Third national report on human exposure to environmental chemicals. Internet: <http://www.cdc.gov/exposurereport/>
15. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2003) Stoffmonographie Arsen – Referenzwert für Urin. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 46(12):1098–1106
16. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2005) Neue und aktualisierte Referenzwerte für Schadstoffgehalte in Blut und Urin von Kindern – Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 48(11):1308–1312
17. Wilhelm M, Schulz C, Schwenk M (2006) Revised and new reference values for arsenic, cadmium, lead and mercury in blood or urine of children. Basis for validation of human biomonitoring data in environmental medicine. Int. J. Hyg. Environm. Health 209(3):301–305; <http://www.elsevier.de/intjhyg>
18. Schulz C, Angerer J, Ewers U, Kolossa-Gehring M (2007) The German Human Biomonitoring Commission. Int J Hyg Environ Health 210(3–4): 373–382; <http://www.elsevier.de/intjhyg>
19. Krause C, Babisch W, Becker K, et al. (1996) Umwelt-Survey 1990/92. Band Ia: Studienbeschreibung und Human-Biomonitoring: Deskription der Spurenelementgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland WaBoLu-Hefte 1/1996. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, Berlin
20. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2001) Nickel. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 44(12): 1243–1248
21. Schulz C, Becker K, Conrad A, Seiffert I, Seiwert M, Kolossa-Gehring M (2007) Human-Biomonitoring – Belastung über das Trinkwasser? Umweltmed Forsch Prax 12(5):271–272
22. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2004) Fachberichte LUA NRW 5/2004. Humanmedizinische Wirkungsuntersuchungen innerhalb kleinräumiger Belastungsareale mit umschriebenen Belastungsschwerpunkten („Hot Spot“-Untersuchungen). Abschlussbericht, Essen
23. Wilhelm M, Ewers U, Wittsiepe J, et al. (2007) Human biomonitoring studies in North Rhine Westphalia, Germany. Int J Hyg Environ Health 210(3–4):301–305; <http://www.elsevier.de/intjhyg>
24. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (1999) Stoffmonographie Quecksilber – Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 42(6):522–532
25. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2008) Thallium und Human-Biomonitoring. In Bearbeitung
26. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2005) Uran und Human-Biomonitoring. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 48(7):822–827
27. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2005) Normierung von Stoffgehalten im Urin – Kreatinin. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 48(5):616–618
28. Angerer J, Ewers U, Wilhelm M (2007) Human Biomonitoring: state of the art. Int J Hyg Environ Health 210:201–228
29. Angerer J, Göen Th, Lehnert G (1998) Mindestanforderungen an die Qualität von umweltmedizinisch-toxikologischen Analysen. Umweltmed Forsch Prax 3(5):307–312
30. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (1996) Stoffmonographie Blei – Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsbl 39(6):236–241
31. Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (1998) Stoffmonographie Cadmium – Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsbl 41(5):218–226
32. Schulz C, Becker K, Conrad A, Seiffert I, Seiwert M, Kolossa-Gehring M (2007) Kinder-Umwelt-Survey (KUS). Human-Biomonitoring und Belastung über das Trinkwasser? Umweltmed Forsch Prax 12(5):271–272
33. Konietzka R, Dieter HH, Voss J-W (2005) Vorschlag für einen gesundheitlichen Leitwert für Uran in Trinkwasser. Umweltmed Forsch Prax 10(2):133–145
34. Trinkwasserkommission (2008) Uran im Trinkwasser. Stellungnahme der Trinkwasserkommission zu sechs häufig gestellten Fragen. Online-Freigabe: 5.11.2008. <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/trinkwasser/empfehlungen.htm>
35. Schulz C, Angerer J, Ewers U, Heudorf U, Wilhelm M on behalf of the Commission on Human Biomonitoring of the German Federal Environment Agency (2009) Revised and new reference values for environmental pollutants in urine or blood of children in Germany derived from the German Environmental Survey on Children 2003–2006 (GerES IV). Int J Hyg Environ Health:212 (eingereicht)