

# Referenzwerte, Grenzwerte, Richtwerte, HBM-Werte

Karl Ernst von Mühlendahl, Matthias Otto, Kinderumwelt gGmbH der Deutschen Akademie für Kinder- und Jugendmedizin e.V., Osnabrück

In der Umweltpolitik und Umweltmedizin hat es in den vergangenen Jahrzehnten eine fast inflationäre Zunahme von „Grenzwerten“ gegeben. Einige Gründe dafür sind:

- die Menschen sind aufmerksam geworden, es gibt öffentliche Besorgnis;
- die Behörden sehen sich genötigt, Regelungen einzuführen;
- fortschreitende wissenschaftliche Erkenntnisse und die Einführung von sehr präzisen Messmethoden machen Bewertungen von Belastungen und Schäden möglich, die früher einer Quantifizierung unzugänglich waren.

Eine keineswegs vollständige Aufzählung der daraus resultierenden Vielzahl von Begriffen umfasst:

- **Höchst-, Toleranz-, Akzeptanz-, Vorsorgewerte;**
- **Prüf-, Sanierungs-, Schwellen-, Interventions-Maßnahmen-, Richt-, Orientierungs-, Leit-, Grenzwerte; maximal duldbare Werte;**
- **TDI (tolerable daily intake)-Werte, Referenzwerte, HBM (Human-Biomonitoring)-Werte.**

## Hoheitliche und nichthoheitliche Grenz- und Richtwerte [1-4]

Die Ableitung von Grenzwerten ist nur für Stoffe und Umweltnoxen mit nachgewiesener Wirkungsschwelle möglich. Grenzwerte können auch Immissionen, Gewässereinleitungen oder Luftbelastungen betreffen. Ein **Grenzwert** bezeichnet die Expositionsgrenze, „unter-

halb derer keine Gefährdung zu erwarten ist, bei deren Überschreitung allerdings eine unerwünschte Wirkung nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann“ [5]. Für krebserregende und genschädigende Substanzen werden keine Grenzwerte festgesetzt; dementsprechend muss für solche Stoffe ein gesellschaftlicher Konsens über Vor- und Nachteile der Nutzung bzw. des Verzichts gefunden werden.

**Hoheitliche Grenzwerte**, die etwa 50 Prozent aller Grenzwerte ausmachen, werden in Gesetzen, Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften festgelegt. Sie sind verbindlich (Grenzwerte im engeren juristischen Sinn). Die Überschreitung von Grenzwerten zieht in der Regel rechtliche Konsequenzen nach sich. *Beispiel: EU-Grenzwert für Feinstaub – PM<sub>10</sub> – 50 µg/m<sup>3</sup> bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Jahr.*

**Richtwerte** sind nicht direkt strafbewehrt, können aber Maßnahmen zur Risikominimierung nach sich ziehen. Manche Richtwerte können auch hoheitliche Eigenschaften haben und verbindlich sein, beispielsweise die durch die Innenraumlufthygiene-Kommission beim Umweltbundesamt festgelegten Richtwerte.

Dabei wird als **Richtwert I** die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft angesehen, bei der auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist. *Beispiel: metallischer Quecksilberdampf 0,035 µg/m<sup>3</sup>.*

Bei Überschreiten von **Richtwert II** besteht unverzüglicher Handlungsbedarf. *Beispiel: metallischer Quecksilberdampf 0,35 µg/m<sup>3</sup>.*

**Nichthoheitliche Grenzwerte** werden von privaten Einrichtungen wie der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und dem Deutschen Institut für Normung (DIN) aufgestellt und haben den Status von Empfehlungen, Richtlinien und Beurteilungshilfen; sie können durch Aufnahme in rechtsverbindliche technische Regeln hoheitlichen Status erhalten, etwa die maximalen Arbeitsplatz-Konzentrationen (**MAK-Werte**), die von einer „Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe“ (= MAK-Kommission der DFG) erarbeitet werden. *Beispiel: Quecksilber im Urin 25 µg/g Kreatinin*

In der ersten Phase eines Risikomanagementprozesses, wenn ausreichende Daten aus dem Risikoabwägungsprozess noch nicht vorliegen und dennoch Maßnahmen zur Minimierung notwendig erscheinen, können **Orientierungswerte** hilfreich sein.

## Wissenschaftlich begründete Werte [6-11]

Innerhalb dieses „Werte-Gewirrs“ mit vielfach umweltpolitischen Definitionen, die häufig auf dem Grad einer gesellschaftlichen Akzeptanz beruhen, haben neben den **TDI-Werten** (die eine lebenslang duldbare Aufnahme eines Stoffes definieren, die noch nicht zu einer gesundheitlichen Störung führt) die Referenzwerte und die Human-Biomonitoring-Werte einen besonderen Platz, da sie – anders als andere Festlegungen – wissenschaftlich begründet sind.

Als **Referenzwert** wird die 95. Perzentile einer repräsentativen Stichprobe be-

zeichnet. Referenzwerte werden sowohl für unerwünschte Stoffe (Schadstoffe) wie auch für physiologische, nützliche Substanzen (z. B. Spurenelemente; hier ist auch die Beschreibung der 5. Perzentile des Referenzbereiches sinnvoll) bestimmt. *Beispiel: Quecksilber 1 µg/g Kreatinin.*

Sie können gruppenbezogen definiert werden (Differenzierung nach Alter, Geschlecht, Wohngegend). In Deutschland stammen viele Referenzwerte aus Umweltsurveys. Referenzwerte machen keine Aussage über Gefährdung, Toxizität oder gesundheitliche Folgen.

**HBM(Human-Biomonitoring)-Werte** (die in Deutschland von der HBM-Kommission des Umweltbundesamtes erarbeitet werden; Tab. 1) sind toxikologisch begründet und aus epidemiologischen oder toxikologischen Untersuchungsergebnissen abgeleitet. Der **HBM-I-Wert** gibt die Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium an, bei dessen Unterschreitung nach dem aktuellen Stand der Erkenntnis nicht mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung zu rechnen ist. Er gilt als **Prüf- oder Kontrollwert**. *Beispiel: Quecksilber im Urin 7 µg/l.*

Bei einer Überschreitung des **HBM-II-Wertes** hingegen wird eine gesundheitliche Beeinträchtigung für möglich gehalten; dann werden umweltmedizinische Betreuung und Beratung erforderlich, und es sind umgehend Maßnahmen zur Minderung der Belastung angezeigt; er gilt als **Interventions- oder Maßnahmenwert**. *Beispiel: Quecksilber im Urin 25 µg/l.*

Werte, die zwischen HBM I und HBM II liegen, erfordern Kontrollen und gegebenenfalls die Suche nach Quellen für die Erhöhung.

### Beispiel Blei

Neben den früher auch in Mitteleuropa bedeutsamen Immissionsquellen (Autobenzin, Trinkwasserrohre, Hütten und Bergwerke) waren und sind in den USA in vielen Altbauten bleihaltige Innenraumfarben verbreitet. Dort wurden 1965 noch Blutkonzentrationen von 600 µg/l für akzeptabel gehalten, 1978 300 µg/l und im

## HBM-Werte wichtiger toxischer Substanzen in Deutschland

Substanz	Bevölkerungsgruppe	HBM-I-Wert	HBM-II-Wert
Cadmium (U)	Kinder und Jugendliche	0,5 µg/l	2 µg/l
	Erwachsene	1,0 µg/l	4 µg/l
Quecksilber (U)		7 µg/l	25 µg/l
		5 µg/g K	20 µg/g K
Quecksilber (B)		5 µg/l	15 µg/l
Pentachlorphenol (S)		40 µg/l	70 µg/l
Pentachlorphenol (U)		25 µg/l	
		29 µg/g K	
Thallium (U)		5 µg/l	
Summe von 5oxo- und 5OH-MEHP (U) [DEHP-Metabolite] = Gruppe der Phthalate	Kinder (6–13 Jahre alt)	500 µg/l	
	Frauen in gebärfähigem Alter	300 µg/l	
	Sonstige Bevölkerung	750 µg/l	

Tab. 1. U = Urin, B = Blut, S = Serum, K = Kreatinin, MEHP = Monoethylhexylphthalat; DEHP = Diethylhexylphthalat.

Jahre 1985 250 µg/l. Spätestens in den neunziger Jahren gab es deutliche Hinweise darauf, dass auch Belastungen neurotoxisch sind, die zu Blutkonzentrationen von 100 µg/l oder weniger führen [12].

Die HBM-Kommission konstatierte in ihrer Stoffmonographie Blei [6] entsprechend, es seien „subtile Intelligenzdefekte ... bis zu einem unteren Bereich von 100–150 µg/l hinab beschrieben worden, ... vereinzelt sogar darunter ... Eine ‚Wirkswelle‘ wurde dabei aber nicht gefunden, so dass prinzipiell kleinere Wirkungen auch noch unterhalb von 100 µg/l nicht sicher ausgeschlossen werden können. Deren Ausmaß wäre aber so gering, dass kein Einfluss auf die schulische oder nach-schulische Entwicklung zu erwarten ist.“

Trotzdem wurde für Kinder unter 13 Jahren wie auch für Mädchen und Frauen von 13 bis 45 Jahren ein vorläufiger HBM-I-Wert (wohlgemerkt: die Konzentration eines Stoffes in einem Körpermedium, bei dessen Unterschreitung laut HBM-Kommission nicht mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung zu rechnen ist) von 100 µg/l empfohlen. Die HBM-Kommission zitierte in diesem Zusammenhang die WHO (IPCS/EHC), die 100 µg/l als kritischen Schwellenwert empfohlen hatte, wie auch das US-Department of Health and Services (CDC 1991), das für

Kinder Werte von unter 90 µg/l für unauffällig gehalten hat.

Erst im Jahre 2009 hat die HBM-Kommission „in Anbetracht des Fehlens einer Wirkungsschwelle“ die HBM-Werte ausgesetzt, dies auch auf Grund der Einstufung der MAK-Kommission, die Blei „als Krebs erzeugend für den Menschen“ eingestuft hat.

Heute muss man natürlich fragen, ob nicht schon zehn Jahre früher der Verzicht auf einen in falsche Sicherheit wiegenden HBM-I-Wert angebracht gewesen wäre.

### Beispiel Quecksilber

Die Belastung mit anorganischem Quecksilber ist in den vergangenen 20 Jahren deutlich rückläufig gewesen. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass in letzter Zeit sehr viel weniger Hg-Amalgam verwendet wurde. Lagen Median und Referenzwert für die Quecksilberkonzentration im Urin bei Kindern 1990/92 noch bei 0,5 bzw. 1,0 µg/l und 2005 bei < 0,2 bzw. 0,7 µg/l, so wurden im Jahre 2009 nur noch Werte von < 0,1 bzw. 0,5 µg/l ermittelt [10].

Für das Quecksilber liegt derzeit der HBM-I-Wert fünffach höher als das 95. Perzentil. Eine eingehende Diskussion in der HBM-Kommission darüber, dass bei einer ganzen Reihe von Kindern mit der

Feerschen Erkrankung (Akrodynie) ganz niedrige Quecksilberkonzentrationen vorgelegen haben, hat zu einem Addendum [13] der Stoffmonographie Quecksilber geführt und zu folgenden Aussagen: „Die Kommission kann nicht sicher ausschließen, dass bei suszeptiblen Personen bereits bei niedrigen Belastungen (zwischen HBM I und HBM II) Symptome einer Akrodynie auftreten könnten.“ Es sei deshalb wichtig, solche Fälle durch ein Human-Biomonitoring zu dokumentieren. Der HBM-I-Wert wurde nicht abgeändert.

## Diskrepanzen und Überlappungen von HBM- und Referenzwerten

In diesem Addendum wird auch auf mögliche Missverständnisse zum Handlungsbedarf bei Überschreitung des Referenz-

und gleichzeitiger Unterschreitung des HBM-I-Wertes hingewiesen. Eine solche Konstellation zeige eine die Hintergrundbelastung überschreitende Exposition auf. Handelt es sich um einen toxischen Stoff, dann sei zu überprüfen, ob auffällige Quellen vorhanden und vermeidbar seien.

Eine Überschreitung des Referenzwertes kann medizinisch belanglos sein, wenn ein solcher Wert unterhalb eines HBM-I-Wertes liegt (Beispiel: nach heutigen Erkenntnissen eine Quecksilberkonzentration im Urin von 1,5 µg/l).

Es ist umgekehrt auch die Konstellation denkbar, bei der unterhalb der 95. Perzentile, also unter dem Referenzwert liegende Konzentrationen eine gesundheitliche Gefährdung oder Schädigung anzeigen. Das ist immer dann der Fall, wenn Bevöl-

kerungen oder Bevölkerungsteile hoch belastet sind, wie etwa noch vor wenigen Jahrzehnten die bleibelasteten Kinder in den USA, als der Median viel höher als heute und als die 95. Perzentile im toxischen Bereich lag.

Daraus ist zu folgern, dass jeder konkrete Verdachtsfall nicht allein in Kenntnis der Referenz- oder HBM-Werte zu bewerten ist, sondern immer auch die spezifischen Krankheitssymptome und -verläufe berücksichtigt werden müssen.

*Prof. Dr. med. Karl Ernst von Mühlendahl  
Dr. rer. nat. Matthias Otto  
Kinderumwelt gemeinnützige GmbH der  
Deutschen Akademie für Kinder- und  
Jugendmedizin e.V.  
Westerbreite 7, 49084 Osnabrück  
E-Mail: info@uminfo.de*

## Literatur

[1] Göen T. III – 3.2 Umweltmedizinische Grenzwerte, in: Wichman, Schlipkötter, Fülgraff (Hrsg.). Handbuch Umweltmedizin, 47. Erg. Lfg. 8/12, 2012

[2] Letzel S. III – 3.3 Biomonitoring vs. Ambient Monitoring, in: Wichman, Schlipkötter, Fülgraff (Hrsg.). Handbuch Umweltmedizin, 47. Erg. Lfg. 8/12, 2012

[3] Kraus T. III – 3.6 Biomonitoring bei Exposition gegenüber speziellen Stoffen; III – 3.6.1 Metalle und Metallverbindungen, in: Wichman, Schlipkötter, Fülgraff (Hrsg.). Handbuch Umweltmedizin, 47. Erg. Lfg. 8/12, 2012

[4] Dieter H. Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte – Aktuelle Definitionen und Höchstwerte. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 2009; 52: 1202–1206

[5] Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Sondergutachten Risiken richtig einschätzen. Deutscher Bundestag, 14. Wahlperiode, Drucksache 14/2300, 1999

[6] Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. Stoffmonographie Blei – Referenz-

Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 1996; 39: 236–241

[7] Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. Stoffmonographie Quecksilber – Referenz- und Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 1999; 42: 522–532

[8] Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. Neue und aktualisierte Referenzwerte für Schadstoffgehalte in Blut und Urin von Kindern – Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 2005; 48: 1308–1312

[9] Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. 2. Addendum zur „Stoffmonographie Blei – Referenz und „Human-Biomonitoring“ – Werte der Kommission „Humanbiomonitoring“. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 2009; 52: 983–986

[10] Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. 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. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 2009; 59: 977–982

[11] Schulz C, Wilhelm M, Heudorf U, Kolossa-Gehring M. Update of the Reference and HBM Values Derived by the German Human Biomonitoring Commission. Int J Hyg Environ Health 2011; 215: 26–35

[12] Committee on Environmental Health. Screening for Elevated Blood Lead Levels. Pediatrics 1998; 101: 1072–1078

[13] Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. Addendum zur „Stoffmonographie Quecksilber – Referenz und Human-Biomonitoring-Werte“ der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 2009; 52: 1228–1234

## Bücher

### QM-Handbuch der BAPP

Die Bundesarbeitsgemeinschaft Pädiatrische Pneumologie e.V. (BAPP) hat ein „Qualitätsmanual Pädiatrische Pneumologie“ als schriftliche Darlegung der Standards für niedergelassene Kinderpneumologen herausgebracht. Das Buch ist das Ergebnis dreijähriger Beratungen einer eigenen Arbeitsgruppe; Autoren sind Dr. Christian Weißhaar, Dr. Marcus Dahlheim, Dr. Philip Fellner von Feldegg, Dr. Christopher Kolorz, Dr. Tilo Spantzel und Dr. Ulrich Umpfenbach. Die Standards sollen im Sinne eines gelebten Quali-

tätsmanagements der Verbesserung und Strukturierung der täglichen Arbeit in kinderpneumologischen Praxen dienen. Das Handbuch kann zu einem Preis von 10,00 Euro bestellt werden bei:  
Bundesarbeitsgemeinschaft Pädiatrische Pneumologie (BAPP) e.V., c/o med info GmbH  
Hainenbachstr. 25, 89522 Heidenheim  
Tel. 07321 949919, Fax 07321 949819  
E-Mail: medinfo@pneumologenverband.de  
Web: www.pneumologenverband.de

