Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte – Aktuelle Definitionen und Höchstwerte

Autor: Hermann H. Dieter, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau (Dienstort Berlin)

Am 16.12.11 aktualisierte Fassung des Textes aus:
Bundesgesundheitsbl 52 (2009) 1202–1206

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
http://www.umweltbundesamt.de
verfügbar.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: http://www.umweltbundesamt.de
http://fuer-mensch-und-umwelt.de/

Autor: Hermann H. Dieter (Fachgebietsleiter II 3.6 Toxikologie des Trink- und Badebeckenwassers)

Dessau-Roßlau, Dezember 2011

Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte – Aktuelle Definitionen und Höchstwerte

Autor: Hermann H. Dieter, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau (Dienstort Berlin) [1]

Am 16.12.11 aktualisierte Fassung des Textes aus: Bundesgesundheitsbl 52 (2009) 1202–1206

1. Vom Höchstwert zum Grenzwert

Grenzwerte sind in Gesetzen und Verordnungen politisch festgelegte Höchstkonzentrationen für natürliche Inhaltsstoffe, Wirkstoffrückstände und Umweltkontaminanten in Lebensmitteln, Bedarfsgegenständen und Umweltmedien. Sie haben sich zur Regulation des Umgangs mit Chemikalien und vieler anderer potenzieller Noxen in allen Bereichen der Umwelt des Menschen bewährt.

Toxikologen, Mediziner, Ökologen, Umwelttechniker und Ingenieure liefern dem Gesetzgeber Optionen für die Begründung von Notwendigkeit, Art und Höhe von Grenzwerten in Form

- wissenschaftlich (toxikologisch, medizinisch, ökologisch) oder
- technisch (nutzungstechnisch, vermeidungstechnisch)

abgeleiteter Höchstwerte.

Im Idealfall ist ein politisch festgesetzter Grenzwert

- das regulatorische Äquivalent eines wissenschaftlich festgelegten Höchstwertes und
- entstammt einem transparenten und wissensbasierten gesellschaftlichen Entscheidungsprozess.

Folgende Schutzziel-Felder zur wissenschaftlichen Findung duldbarer oder akzeptabler Höchstwerte für potenziell schädliche chemische Stoffe (mitunter auch von Mindestwerten für nützliche Stoffe) sind zu diskutieren:

- Gesundheit/Krankheit
- nicht-menschliche Organismen/Ökosphäre
- technische Einrichtungen
- Kulturdenkmäler und kulturtypische Verhaltensweisen
- Nutzbarkeit technischer Einrichtungen und natürlicher Ressourcen
- Sensorische und ästhetische Qualitätskriterien.

In diesen sehr unterschiedlichen Feldern sind für ein und denselben Stoff sehr unterschiedliche Begründungsoptionen für einen Höchstwert denkbar. Entsprechend unterschiedlich sind die Höchstwerte, die sich technisch oder wissenschaftlich aus unterschiedlichen Optionen ergeben. Folgerichtig sind je nach politischer Motivation (Schutzziel) für regulatorische Ein-

---

[1] bis 31.01.12 Leiter des Fachgebietes II 3.6 *Toxikologie des Trinkwassers und des Badebeckenwassers*“

griffe oder politischer Maßnahmen in unterschiedlichen Kompartimenten auch sehr unterschiedlich hohe Grenzwerte für ein und denselben Stoff möglich und vernünftig.

Art und Höhe eines Höchstwertes sowie Dichte und Qualität des Wissensstandes, auf den er sich stützt, entscheiden darüber, welcher der folgenden Wertekategorien 2.1 – 2.4 er zuzuordnen ist. Die konkrete Bezeichnung folgt je nach Blickwinkel

- wissenschaftlichen Begründungs- *oder*
- politischen Handlungskriterien.

2. Wissenschaftliche Wertekategorien / politische Wertekategorien

2.1 Vorsorgewerte / Vorsorgewerte

Am niedrigsten sind Höchstwerte, die potenziell schädliche Belastungen auf Basis des verfügbaren Wissens nicht nur heute, sondern bereits heute auch künftige Belastungen sicher beherrschbar halten (sollen). Wissenschaft, Technik und Politik nennen solche Höchstwerte allgemeine *Vorsorgewerte*.

Im Idealfall halten sich in allgemeinen Vorsorgewerten (VW_a) wissenschaftlicher, technischer und politischer Begründungsanteil die Waage. Sein wissenschaftlicher Anteil beschränkt sich in der Regel auf die Angabe natürlicher Bereiche von Hintergrundkonzentrationen, der technische auf die Qualifizierung analytischer Leistungskriterien, die die Überwachbarkeit eines festzusetzenden Wertes sicherstellen.

2.2 Warn- oder Indikatorwerte / Orientierungswerte

Die wissenschaftlich nächstbesser beschriebene Kategorie von Höchstwerten ist die der Indikatorwerte (Anzeige-Werte). Die Überschreitung eines Indikatorwertes, der wissenschaftlich nach Art und Höhe richtig festgesetzt wurde, zeigt an, dass der normale Zustand eines Systems, für den er ausdrücklich stehen (muss), dabei ist, in einen unnormalen oder instabilen überzugehen. Wenn mit dem Zustandswechsel eine Destabilisierung oder Gefährdung des Systems und seiner Umgebung verbunden sein könnte, ist der dies anzeigende und überschrittene Indikatorwert aus wissenschaftlicher Sicht ein *Warnwert*.

Die Datenbasis von Indikator- oder Warnwerten ist dichter als die allgemeiner Vorsorgewerte. Man kann sie deshalb auch spezifische (gesundheitliche, technische, sensorische) Vorsorgewerte nennen. Sie bieten der Politik eine „spezifische“ Orientierung in Form wissenschaftlicher Information darüber, wo auf einer Veränderungs- bis Gefährdungsskala System und Umgebung sich noch oder bereits befinden. Spezifische Vorsorgewerte (Indikator- oder Warn- und damit Orientierungswerte) müssen im Hinblick auf die Möglichkeit entsprechender Zustandsänderungen nicht beliebig niedrig, dürfen jedoch auch nicht höher sein als nach Stand des meist lückenhaften Wissens/SdW (noch) vertretbar. Sie böten sonst über Destabilisierungs- oder Gefährdungsmöglichkeiten, die nur langfristig erwartet oder wirksam und dann womöglich unumkehrbar werden, nicht die erwünschte frühzeitige Orientierung und Möglichkeit zur spezifischen Vorsorge, um wieder den störungsfreien Zustand zu erreichen.

Mit Verbesserung der Wissensbasis, auf die sie sich stützen, dürfen solche Werte also allenfalls ansteigen, nicht jedoch niedriger werden, sonst verlören sie ihre spezifische Vorsorgefunktion und wären nach Art und Höhe falsch (zu hoch). Aus demselben Grund ergibt sich aus der Überschreitung derart richtig gesetzter Höchstwerte aber auch kein Anlass zu konkreter Besorgnis (s.u.), wohl aber zu verbesserter Vorsorge. Sie genügen deshalb der regu-

latorischen Funktion eines *oberen* (gesundheitlichen, technischen, sensorischen) Vorsorgewertes (s.o.).

2.3 Besorgniswerte / Leitwerte oder Eingreifwerte

Wissenschaftlich basierte Höchstwerte, die nicht nur frühzeitig vor Schädigungs*möglichkeiten* warnen, sondern deren Überschreitung bereits mit einer konkreten, wissenschaftlich begründbaren „Besorgnis“ für die Gesundheit/Intaktheit/Stabilität von System und Umgebung einherginge, sind nach Art und Höhe *Besorgniswerte*. Toxikologen leiten einen Besorgniswert (BW) nach Art, Höhe und Belastungsdauer so ab, dass für die in Betracht gezogene Zielgruppe, der die Besorgnis gilt [vgl. § 6(1) TrinkwV 2001], sehr wahrscheinlich kein Anlass zu einer solchen besteht, solange der BW unterschritten bleibt.

Werden ein Besorgniswert und die ihm zugeordnete maximale Belastungsdauer jedoch überschritten, ist dementsprechend eine kleine, mit Zeit und Konzentration allerdings zunehmende Wahrscheinlichkeit zugunsten des Eintritts einer gesundheitlichen Besorgnis zu unterstellen. Wer die Richtigkeit dieser Unterstellung anzweifelt muss wissenschaftliche Argumente liefern, die es erlauben würden, den Besorgniswert unbesorgt zu erhöhen.

Es hat sich eingebürgert, einen Besorgniswert, regulatorisch umgesetzt, als Leitwert zu bezeichnen. Ein Leitwert soll, falls überschritten, die Politik dazu anleiten, eine wissensbasierte Besorgnis um die Intaktheit/Gesundheit/Stabilität des Systems hier und jetzt auszuräumen. In aller Regel wird die Aufsichtsbehörde Handlungen einleiten, die so in das System eingreifen, dass der Leitwert bald wieder unterschritten wird. Man könnte einen BW deshalb auch Eingreifwert nennen.

2.4 Gefahrenwerte / Prüf-/Maßnahmenwerte

Wissenschaftlich abgeleitete Höchstwerte, deren Überschreitung mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Anlass zu gesundheitlicher Besorgnis bieten, heißen *Gefahrenwerte*. Ein Gefahrenwert muss wissensbasiert höher sein als ein Leitwert, denn dessen Überschreitung war ja nur mit einer kleinen, mit Zeit und Konzentration allerdings zunehmenden Wahrscheinlichkeit zugunsten des Eintretens einer gesundheitlichen Besorgnis verknüpft gewesen (s.o.).

Im Bodenschutzrecht und bei regulatorischen Maßnahmen zur Behebung von Grenzwertüberschreitungen im Trinkwasser rechnet der Gesetz- und Verordnungsgeber mit Hilfe eines Interpolationsfaktors IF in einem vorsichtigen Expositionsszenario einen Leitwert zum Gefahrenwert *hoch*. Der IF ist auf wissenschaftlich plausible Weise mit der toxikologischen Datenbasis des fraglichen Parameters verknüpft. Expositionsszenario und IF stellen deshalb nach Art und Höhe sicher, dass der Gefahrenwert

- stoffspezifisch ist,
- die Qualität der Datenbasis auch unter dem akzeptierten „Gefahraspekt“ zur sicheren Seite hin abbildet, und
- seine Einhaltung auch solche Personen schützt, die möglicherweise besonders empfindlich sind, sowie
- besonders hoch exponiert sind.

Ein entsprechend errechneter Gefahrenwert signalisiert bei Überschreitung in der Realität nur dann eine Gefahr, wenn vorher positiv geprüft wurde, ob die in ihn eingerechneten Expositions- und Empfindlichkeitsannahmen auch praktisch zutreffen.

Jeder rein rechnerisch ermittelte Gefahrenwert ist – politisch gesehen - deshalb zunächst nur ein Prüfwert. Nur aus einer Prüfung, die die eingesetzten Annahmen als im konkreten Fall zutreffend bestätigt, folgen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr. Auf diesem Weg wird ein wissensbasierter Gefahrenwert über den Prüfwert zum politisch gesetzten Maßnahmenwert. Leit- oder Eingreifwerte[2] dürfen nur *vorübergehend* bis zur Höhe eines Maßnahmewertes überschritten werden.

2.5 *Sonderfall* Vorsorge-Maßnahmewert

Eine Höchstkonzentration, deren Überschreitung Sofortmaßnahmen auslösen soll, die nicht der Abwehr einer akuten möglichen Gefährdung, sondern der *vorsorglichen* Abwehr vermeidbar hoher Belastungen ohne unmittelbaren Gefährdungsbezug dienen, ist aus politischer Sicht ein „Vorsorge-Maßnahmewert“. Selbst bei Stoffen mit besonders hohem toxischem Potenzial (z. B. Stoffe, die stark kumulieren, möglicherweise karzinogen oder stark neurotoxisch sind) lassen sich solche Werte zwar der Art nach, jedoch kaum der Höhe nach wissenschaftlich exakt beziffern.

3. Gesundheitsbasierte Höchstwerte – Übersicht und Beispiele

3.1 Übersicht:

Kategorien (mit Begründung) analoger Begriffe **gesundheitsbasierter Höchstwerte** bei der wissenschaftlichen Risikobewertung und im politischen Risikomanagement zeigt Tabelle 1 auf der nächsten Seite:

[2] …und rechtsverbindliche Grenzwerte gleich welcher Höhe

Bereich der Risikobewertung Höchstwerte werden von 2.1→2.4 **wissenschaftlich** zunehmend verbindlicher	**Motivation zur Begründung eines Höchstwertes**		**Bereich des Risikomanagements** Höchstwerte werden von 2.1→2.4 **politisch** zunehmend verbindlicher[1)]
	nach Art der Belastung (B.) *und der möglichen Abhilfe*	nach zulässiger Höhe der betreffenden Belastung	
2.4 Gefahrenwert (GefW)	B. war einst unvermeidbar; ***nachsorgende** Gefahrenabwehr*	Stoffspezifisch je nach toxischem Potenzial und mögl. Abwehrmaßnahmen	2.4 Prüf-/ Maßnahmenwert (MW)
2.3 Besorgniswert (BW)	B. ist jetzt und künftig bis zur Höhe des BW unvermeidbar; ***vorsorgliche** Gefahrenabwehr auf sicherer Datengrundlage*	Stoff- und stoffsummenspezifisch je nach toxischem Potenzial bei vollständiger Bewertbarkeit	2.4 Leitwert/ Eingreifwert (LW)
2.2 spezifischer[2)] Vorsorgewert = Warnwert/ Indikatorwert (WW)	B. ist bis zur Höhe des WW unvermeidbar; ***vorsorgliche** Gefährdungsabwehr auf unsicherer Datengrundlage*	Stoff- und stoffsummenspezifisch je nach toxischem Potenzial bei unvollständiger bis fehlender Bewertbarkeit	2.2 spezifischer Orientierungswert, z. B. gesundheitlich (GOW)
2.1 allgemeiner Vorsorgewert (VW_a) oder Hintergrundwert (HW)	B. ist oberhalb des VW_a bzw. des HW vermeidbar, *gesundheitliche Bewertung entfällt mangels Bedarf*		2.1 allgemeiner Vorsorgewert (VW_a) oder Hintergrundwert (HW)

[1)] Politisch verbindliche Festlegung - unabhängig von der Höhe - jeweils unter der Bezeichnung „**Grenzwert**“

[2)] Gesundheitlich (GOW), technisch, sensorisch

3.2 Aktuelle Beispiele für wissenschaftlich abgeleitete Höchstwerte (BW, LW), teilwissensbasierte Höchstwerte (WW, GOW) Vorsorge-Höchstwerte für Trinkwasser (TW) des Umweltbundesamtes (UBA) und/oder der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (TWK)

Eine Auswahl von Stoffen aus der Beratungsarbeit des UBA mit gesundheitlichen Trinkwasserhöchstwerten unterschiedlicher wissenschaftlicher Kategorien bietet **Tabelle 2** (s.a. Erläuterung Seite 7). Für Stoffe mit LW_{TW} > 10 µg/l gelten 10 µg/l als maximaler GOW (GOW_{max}).

Text und Tabellen werden laufend aktualisiert, zuletzt am 16.12.11

Stoff	VW_a [1] µg/l	GOW [1] (WW) µg/l	LW_{TW} [1] (BW) µg/l	MW_{TW} [1] (GefW*) µg/l
Benzo- und Tolyltriazol	≤ 0,1	**3,0** (Stoffsumme)		
2,4-di-tert-Butylphenol		**3,0**	--	30
n-Butylbenzolsulfonamid		**0,10**	--	1
Carbamazepin		**0,3**	--	3,0
Chloraniline und Xylidine	0,01	**0,01**	--	0,1 (Stoffsumme)
Chlorbutadiene	0,01	**0,10** (Stoffsumme)	--	1,0 (Stoffsumme)
Clofibrat	≤ 0,1	**3,0**	--	--
Diclofenac		**--**	1,75	20
Nitroverbindungen Sprengstofftypische Verbindungen (STV), Nitro- und Nitroaminoaromaten		--	s. „Nitroaromaten-Empfehlung“ des UBA [2] vom 06.06.06	
Perfluorierte Verbindungen (PFC) [1] *außer* PFOA + PFOS in (): Anzahl perfluorierter C-Atome PFBA (3) PFBS (4) PFPA (4) PFPS (5) PFHxA (5) PFHxS (6) PFHpA (6) PFHpS (7)		**--** **3,0** **3,0** **1,0** **1,0** **0,3** **0,3** **0,3**	**7,0** **--** **--** **--** **--** **--** **--** **--**	??
PFOA (7) + PFOS (8) Perfluoroctansäure + Perfluoroctylsulfonsäure in (): s. vorige Zeile		**--**	**0,3**	**0,5** = VMW für SK [3] **5,0** = VMW für E [3]
Phenobarbital		**0,30**	--	3,0
PSMBP („Pestizide“) (Anl. 2/I TrinkwV) **und *relevante* Metaboliten**	**0,1** **(Grenzwert)**	**--**	meist >>10	s. **MW‘e des UBA** in der aktuellen ADI-Liste des BfR [4]
PSMBP / nur *nicht* relevante Metaboliten	≤ 0,1	**GOW_a = 1,0** pro Stoff **GOW_b = 3,0** pro Stoff	meist >>10	**10** = VMW gemäß „nrM-Empfehlung“ des UBA [5]
		GOW_a oder GOW_b gemäß „nrM-Empfehlung“ des UBA [5] je nach Datenlage [6]		
Primidon		**3,0**		--
RKM Röntgenkontrastmittel		**1,0** pro Stoff	--	--
p-Toluolsulfonamid		**0,3**	--	3,0

TOSU 2,4,8,10-Tetraoxa-spiro[5.5]undecan		**3,0**	--	--
Uran	--	--	**10**[7)]	10 (SK[3)]), 30 (E[3)])

1) Abkürzungen: s. Tabelle 1, *und*: **PFBA** = Perfluorbutansäure; **PFBS** = Perfluorbutylsulfonsäure; **PFPA** = Perfluorpentansäure; **PFPS** = Perfluorpentylsulfonsäure; **PFHxA** = Perfluorhexansäure; **PFHxS** = Perfluorhexylsulfonsäure; **PFHpA** = Perfluorheptansäure; **PFHpS** = Perfluorheptylsulfonsäure

2) http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/49_s_701_703_nitroverbindungen.pdf

3) E = Erwachsene; SK = nicht gestillte Säuglinge

4) http://www.bfr.bund.de/cm/343/pflanzenschutzmittel-wirkstoffe-adi-werte-und-gesundheitliche-trinkwasser-leitwerte.pdf

5) http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/empfehlung_nrm.pdf

6) http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/tabelle_gow_nrm.pdf

7) Grenzwert der zum 01.11.11 novellierten Trinkwasserverordnung (BGBl. I, 2370)

Immer wenn ein BW verfügbar ist, wird ein WW = GOW nicht (mehr) benötigt, so dass gegebenenfalls entweder der BW = LW oder ein VW = VW regulatorisch greifen muss. Auch kann pro Stoff nur je ein Höchstwert langfristig in politischen Regularien, Handlungs- oder Maßnahmeplänen in einem bestimmten Medium (hier: Trinkwasser) Platz finden. **Bei den genannten Stoffen sind dies auf unterschiedlichen Verwaltungsebenen die hier *fett* gedruckten, vom UBA in den letzten 5 Jahren ermittelten und vorgeschlagenen Höchstwerte.**

4. Abschließende Bemerkungen

Der Gesetzgeber tut gut daran, nur solche Höchstwerte in Grenzwerte zu transformieren, die danach auch als solche gesellschaftlich akzeptiert werden. Diese Akzeptanz ist nur auf Basis eines transparenten und wissensbasierten gesellschaftlichen Entscheidungsprozesses über

- die Art (des zu begrenzenden Stoffes/der Noxe),
- den Zweck seiner oder ihrer Begrenzung (Schutz der Gesundheit, von Ökosystemen, technischer Einrichtungen, von Bauwerken, von ästhetischen Erwartungen…) und
- den regulatorischen Kontext seiner Begrenzung (Vorsorge/Nachsorge; beabsichtigte/unbeabsichtigte, freiwillige/unfreiwillige Exposition)

zu erreichen.

Ableitung und Begründung der je nach Art, Zweck und Kontext unterschiedlichen numerischen Höhe eines konkreten Wertes obliegen Wissenschaft und Technik. Im zentralen Spannungsfeld aus Politik, Wissenschaft/Technik und wirtschaftlichen Nutzungserwartungen können (und müssen!) alle Bewertungsdimensionen und Interessen offengelegt und austariert werden. Die Festsetzung von Grenzwerten kann gesellschaftlich einvernehmlich nur im zentralen Spannungsfeld aus experimentellen Wahrheiten (Wissenschaft), Marktwahrheiten (Privatwirtschaft) und politischen Wahrheiten ("Mehrheiten") gelingen.

Häufig und glücklicherweise sind im Kräftespiel der Expertengremien und Interessengruppen nur niedrigere als schädigungsbezogene *Grenzwerte* konsentierbar. Solche Grenzwerte dienen dann nicht (nur) dem anthropozentrischen Gesundheitsschutz, sondern (auch) anspruchsvolleren technischen, ästhetischen oder gar nicht anthropozentrischen Schutzzielen (s. Abschnitt 1).

Der Optimalkonsens aus politischer und wissenschaftlicher Sicht zugunsten möglichst geringer Belastungen von Mensch und Umwelt entspräche dem Stand des (Un)Wissens (SdW). Von ihm ist die Menschheit allerdings noch (welt)weit entfernt. Weniger anspruchsvolle Grenzwerte auf dem Weg dorthin entsprechen dem „Stand der Technik" (SdT) oder wenigstens den „allgemein anerkannten Regeln der Technik" (aaRdT).

Gesellschaftlich stabile und prospektiv auch wissenschaftlich widerspruchsfreie Vorsorgegrenzwerte können nur in einem transparenten und wissensbasierten gesellschaftlichen Entscheidungsprozess auf Basis folgenden dreidimensionalen **Umwelthygienischen Handlungsmaxime**

- **Nutzlose Belastungen nach dem ALARA-Prinzip minimieren**
- **Nützliche Belastungen funktional optimieren**
- **Schädliche vorsorglich unterbinden**

zustande kommen. Andernfalls liefern nachträgliche Fragen zu Zweck und Rechtfertigung eines Grenzwertes immer auch Anlass für vermeidbaren öffentlichen Streit, und zwar meist auf Kosten des gesellschaftlichen Vertrauenskredits, von dem die eine oder andere der beteiligten Seiten bis dahin noch gezehrt haben mag.

Die Beachtung dieser dreidimensionalen Maxime beim Prozess der Transformation von Höchstwerten zu Grenzwerten führt nicht nur auf Vorsorgegrenzwerte, die unterhalb möglicher Schädigungsschwellen die geringstnötige (minimale) oder gar „Null"-Exposition in Aussicht stellen, sondern auch auf einen Umgang mit Umweltnoxen, der nach Verfahren und Ergebnis gesellschaftlich akzeptierbar und insofern sogar *sozial* unschädlich ist.

Anhand dieser dreidimensionalen Regel oder Maxime können alle Beteiligten sich auch in jedem Einzelfall darüber verständigen, ob ein Grenzwert zur Regulation einer Belastung überhaupt gebraucht wird und - wenn ja - welche wissenschaftliche oder teilwissenschaftliche Begründungsoption für seine rechtlich verbindliche Höhe heranzuziehen ist oder maßgeblich sein müsste. Diese Prüfung muss in Form einer der demokratischen Staatsform angemessenen öffentlichen Debatte unter Beteiligung aller gesellschaftlichen Akteure stattfinden.

Grenzwerte – welcher Höhe auch immer - stehen insofern auch für die soziale Querverträglichkeit von Nutzungsideen, deren Umsetzung den einen nutzt, die anderen nicht interessiert und Dritten womöglich schaden (könnte). Dies gilt schon lange bevor die Frage nach der Erreichung/Überschreitung von Schädigungsschwellen in wissenschaftlich verbindlicher Weise beantwortet werden kann und muss. Deshalb ziehen zeitweilige Grenzwertüberschreitungen nur selten unmittelbare Gesundheitsgefährdungen nach sich. Desto wichtiger ist es, auf ihre Einhaltung zu achten, denn wo Wirkungen nicht unmittelbar sichtbar werden, macht sich Leichtsinn breit.

Wichtiger als die Aushandlung und Einhaltung von zu Grenzwerten „geronnenen" Höchstwerten ist es allerdings, immer wieder die Notwendigkeit und Funktionalität belastungsinten-

siver Nutzungsideen in Frage zu stellen. Denn die umwelt- und gesundheitsverträglichste Belastung ist noch immer diejenige, die vermieden wird.

5. Vertiefende Literatur:

5.1 Gesellschaftliche Aspekte der Festsetzung von Grenzwerten:

AdW (Akademie der Wissenschaften zu Berlin) (1992): Forschungsbericht 2: Umweltstandards. Walter de Gruyter, Berlin/New York

Dieter, H. H., Grohmann, A. (1995): Grenzwerte für Stoffe in der Umwelt als Instrument der Umwelthygiene. *Bundesgesundh.bl*. 38, 179-186

Dieter HH: Festsetzung von Grenzwerten, in: Regulatorische Toxikologie -Gesundheitsschutz-Umweltschutz-Verbraucherschutz (Reichl FX, Schwenk M, Hrsgg.). *Springer, Berlin/Heidelberg/New York, 2004, Seiten 437-448*

5.2 Wissenschaftliche Aspekte der Ableitung von Höchstwerten:

Deutscher Bundestag (1986): Leitlinien der Bundesregierung zur Umweltvorsorge durch Vermeidung und stufenweise Verminderung von Schadstoffen (Leitlinien Umweltvorsorge). Unterrichtung durch die Bundesregierung, BT-Drucksache 10/6028 vom 19.06.1986

Dieter HH (1995): Risikoquantifizierung: Abschätzungen, Unsicherheiten, Gefahrenbezug. *Bundesgesundh.blatt 38: 250-257*

Konietzka, R., und Dieter, H.H. (1998): Ermittlung gefahrenbezogener chronischer Schadstoffdosen zur Gefahrenabwehr beim Wirkungspfad Boden-Mensch. Bodenschutzhandbuch (27. Lieferung X/98, Ziff.3530). Erich Schmidt Verlag, Berlin

Dieter, H. H. (1999): Ableitung von Grenzwerten (Umweltstandards) - Wasser. *in*: *Handbuch der Umweltmedizin* (Wichmann, E., et al., Hrsgg.), Kapitel III-1.3.5. ecomed, Landsberg

Dieter HH, Grohmann A: Gesundheitliche Bewertung von Stoffen im Trinkwasser bei zeitlich begrenzter Grenzwertüberschreitung, in: Die Trinkwasserverordnung – Einführung und Erläuterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Überwachungsbehörden (Grohmann A, Hässelbarth U, Schwerdtfeger WK, Hrsgg.), 4., neu bearbeitete Auflage. Erich Schmidt, Berlin 2003, Seiten 115-125

5.3 Weitere einschlägige Empfehlungen des Umweltbundesamtes und der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit sowie dazugehöriger Kommentare

Ableitung von **Maßnahmewerten** für Trinkwasser:

http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/downloads/trinkwasser/MW-Empfehlung.pdf

http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/downloads/trinkwasser/MW-Empfehlung-Kommentar.pdf

Verfahren zur Findung von **Gesundheitlichen Orientierungswerten (Warnwerten)** für Trinkwasser:

http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/downloads/trinkwasser/Empfehlung-Nicht-bewertbare-Stoffe.pdf

http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/downloads/trinkwasser/Kommentar-Nicht-bewertbare-Stoffe.pdf

Gesundheitliche und trinkwasserhygienische Bewertung von **Uran**:

http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/twk_zu_uran_im_trinkwasser.pdf

Gesundheitliche und trinkwasserhygienische Bewertung **perfluorierter Verbindungen**

http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/fazit-hbm-studie-pft.pdf