

Risikobewertung

Ableitungskriterien für Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen

¹Reinhard Röder, ²Karl Theodor v. d. Trenck, ³Christiane Markard, ³Christiane Kühl, ¹Hana Slama

¹Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Postfach 19 02 41, D-80602 München

²Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Postfach 21 07 52, D-76157 Karlsruhe

³Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin

Korrespondenzautor: Dr. Karl Theodor v.d. Trenck

1 Einleitung

Die Arbeitsgruppe "Grundwasser und Wasserversorgung" der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA-AGG) hat im Dezember 1997 die Autoren dieser Publikation in einen ad-hoc-Arbeitskreis "Prüfwerte" berufen und den Auftrag erteilt, Stoffkonzentrationswerte als Geringfügigkeitsschwellen für Grundwasserverunreinigungen abzuleiten und zu begründen. Diese Aufgabe wurde im Dezember 1998 erfolgreich abgeschlossen. Ein entsprechendes Grundsatzpapier mit Geringfügigkeitsschwellen wurde der LAWA übergeben, die wesentlichen Inhalte werden nachfolgend wiedergegeben.

Geringfügigkeitsschwellen sind für die Einzelfallbewertung von lokal begrenzten Grundwasserschäden erforderlich. Sie stellen quasi eine Emissionsnorm und kein Umweltqualitätsziel dar. Dieses Ziel ist vielmehr ein "guter Zustand" des Grundwassers, wie in der EU-Wasserrahmenrichtlinie gefordert wird. Ein "guter Zustand" ist mit einer anthropogen weitgehend unbeeinflussten Grundwasserbeschaffenheit, also mit Stoffkonzentrationen im Bereich der Hintergrundwerte gleichzusetzen. Daher darf die Geringfügigkeitsschwelle nur auf das unmittelbar betroffene Grundwasser im Schadenszentrum (am "Ort der Beurteilung", s.u.) angewandt werden. Wird nämlich die Geringfügigkeitsschwelle dort eingehalten, so stellt sich – in Abhängigkeit von der örtlichen Situation – im Grundwasserabstrom eine Beschaffenheit zwischen "natürlich rein" und "geringfügig verunreinigt" ein.

Die Geringfügigkeitsschwellen für Grundwasserverunreinigungen können auch für die Beurteilung von Schadensfällen/Altlasten und für Fragen des vorsorgenden Grundwasserschutzes mit herangezogen werden. In diesen Bereichen wird die Geringfügigkeitsschwelle als Bewertungshilfe bei vorhandenen Grundwassergefährdungen (GBG, 1998) bzw. für die Zulässigkeit geplanter Verwertungsvorhaben (GAP, 1999) benötigt.

2 Ableitungskriterien für die Geringfügigkeitsschwellen

Nur mit einheitlichen Beurteilungskriterien kann sichergestellt werden, daß in der Praxis vergleichbare Fälle von Grundwasserverunreinigungen und -gefährdungen nicht unter-

schiedlich behandelt werden. Hierzu gehört vor allem ein Bewertungsmaßstab, bis zu welchen Stoffgehalten anthropogene, lokal begrenzte Grundwasserverunreinigungen als geringfügig einzustufen sind und ab welchen Konzentrationen ein Grundwasserschaden vorliegt. Als Entscheidungskriterium hierfür wurde der Begriff "Geringfügigkeitsschwelle" eingeführt (GBG, 1998).

Zur Ableitung der Konzentrationswerte für die Geringfügigkeitsschwelle von Grundwasserverunreinigungen gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten:

- Orientierung an den regionalen geogenen Hintergrundwerten (z.B. KERNDORFF et al., 1998)
- wirkungsbezogene Ableitung.

Angesichts der Vielfalt an Grundwasserlandschaften in Deutschland wäre eine Ableitung aus Hintergrundwerten nicht zielführend gewesen. Der ad-hoc-AK der LAWA hat daher nach eingehender Prüfung der Praktikabilität und der rechtlichen Voraussetzungen die Geringfügigkeitsschwellen wirkungsorientiert, d.h. vorwiegend human- und ökotoxikologisch und nicht aus Hintergrundwerten abgeleitet. Nur so konnten bundeseinheitliche Konzentrationswerte vorgeschlagen werden, die für den Vollzug erforderlich sind.

Für die Ableitung der Geringfügigkeitsschwelle gelten danach folgende Kriterien:

Grundwasser kann dann als geringfügig verunreinigt eingestuft werden, wenn trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber den geogenen Hintergrundwerten und unabhängig von der Nutzungssituation

- im oder durch das Grundwasser (z.B. bei einer angenommenen Nutzung oder beim Austritt in ein oberirdisches Gewässer) keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können
- und
- im Grundwasser die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleitete Werte eingehalten werden.

Übersteigen aufgrund anthropogenen Stoffeintrags die Stoffgehalte im unmittelbar betroffenen Grundwasser die Geringfügigkeitsschwelle, so ist die Verunreinigung nicht mehr

geringfügig, sondern erheblich; es liegt ein Grundwasserschaden vor.

Da bei der Feststellung, ob ein Grundwasserschaden vorliegt oder zu erwarten ist, ein späterer Abbau oder eine Verdünnung der Verunreinigung nicht berücksichtigt werden darf, kommt es auf den rechtlich maßgeblichen "Ort der Beurteilung" einer Kontamination an. Hierzu wurde auf Bund-Länder-Ebene in zwei Grundsatzpapieren festgelegt, daß damit die Stelle im Grundwasserleiter gemeint ist, an der das verunreinigte Grundwasser erstmals als solches auftritt und die Kontamination somit noch in unveränderter Konzentration vorliegt (GBG, 1998; GAP, 1999).

Der "Ort der Beurteilung" stimmt in der Praxis selten exakt mit dem Ort überein, an dem die Messung bzw. Probenahme erfolgt. Untersuchungsergebnisse müssen deshalb im Rahmen einer fachlichen Begutachtung auf den "Ort der Beurteilung" übertragen und bewertet werden. Im Einzelfall können Stoffeinträge, die über der Geringfügigkeitsschwelle liegen, toleriert werden, sofern bei einer Mittelung der Konzentrationen im Nahbereich der Eintrittsstelle oder über eine kurze Zeit die Geringfügigkeitsschwelle im Grundwasser nicht überschritten wird.

Tabelle 1 enthält Geringfügigkeitsschwellen für solche Parameter, die insbesondere für die Bearbeitung lokaler Grund-

Tabelle 1: Vorgeschlagene Geringfügigkeitsschwellen*¹⁾ zur Beurteilung lokal begrenzter Grundwasserverunreinigungen

Anorganische Parameter	Geringfügigkeitsschwelle (µg/l)	Organische Parameter	Geringfügigkeitsschwelle (µg/l)
Antimon (Sb)	5	PAK, gesamt ³⁾	0,2
Arsen (As)	10	- Benzo[a]pyren	0,01
Barium (Ba)	300	- Σ Naphthalin u. Methylnaphthaline	2
Blei (Pb)	10 ¹⁾	LHKW, gesamt ⁴⁾	10
Cadmium (Cd)	2 ²⁾	- Σ LHKW, karzinogen ⁵⁾	3
Chrom, gesamt (Cr)	50	- Chlorethen (Vinylchlorid)	0,5
Chromat (Cr VI)	10	PBSM, gesamt ⁶⁾	0,5
Kobalt (Co)	50	PBSM, Einzelstoff	0,1
Kupfer (Cu)	20	PCB, gesamt ⁷⁾	0,05
Molybdän (Mo)	25	PCB, Einzelstoff	0,01
Nickel (Ni)	20	PCDD/F (ITE)	0,000005
Quecksilber (Hg)	1	Kohlenwasserstoffe ⁸⁾	100 ⁹⁾
Selen (Se)	10	BTX-Aromaten, gesamt ¹⁰⁾	10
Thallium (Tl)	1	- Benzol als Einzelstoff	1
Vanadium (V)	20	Phenole, wasserdampfflüchtig	20 ⁹⁾
Zink (Zn)	300	Chlorphenole, gesamt ¹¹⁾	1
Zinn (Sn)	50	Chlorbenzole, gesamt ¹¹⁾	1
Cyanid, gesamt (CN)	50		
Cyanid, leicht freisetzbar (CN)	5		
Fluorid (F)	750		

*¹⁾Die Geringfügigkeitsschwelle ist kein Grundwasserqualitätsziel. Ziel ist vielmehr ein "guter Zustand" des Grundwassers, d.h. eine anthropogen weitgehend unbeeinflusste Grundwasserbeschaffenheit. Die Geringfügigkeitsschwelle darf daher nur auf das von Immissionen unmittelbar betroffene Grundwasser am "Ort der Beurteilung" (GBG, 1998) angewandt werden.

¹⁾ Die EG-Richtlinie "Über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch" (EG, 1998) erlaubt für Leitungswasser übergangsweise bis zum Jahre 2013 ggf. höhere Bleikonzentrationen (bis 25 µg/l). Diese Übergangsregelung ist aber auf Grundwasser nicht anwendbar.

²⁾ Nach neueren toxikologischen Bewertungen resultiert für Cd eine duldbare Körperdosis von 500 ng/(kg.d) (zugeführte Dosis = TDI-Wert). Es muß davon ausgegangen werden, daß dieser Wert über die Nahrung ausgeschöpft wird. Nach Wilhelm et al. (1995) lag die Cd-Aufnahme bei Kindern als 90. Perzentil bei 515 ng/(kg.d), im Median bei 302 ng/(kg.d). Damit wird der TDI-Wert im ungünstigen Fall zu >100% und im wahrscheinlichen Fall zu 60% ausgeschöpft. Der TDI-Wert von 500 ng/(kg.d) führt zu einer Geringfügigkeitsschwelle im Grundwasser in Höhe von 2 µg/l. Aus Gründen der politischen Konsensbildung wurde an die LAWA ein Wert von 5 µg/l weitergegeben, der aus der Trinkwasser-Richtlinie der EU entnommen wurde (EG, 1998).

³⁾ PAK, gesamt: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ohne Naphthalin und Methylnaphthaline, in der Regel Bestimmung über die Summe von 15 Einzelsubstanzen gemäß Liste der US Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphthalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter PAK (z.B. aromatische Heterocyklen wie Chinoline).

⁴⁾ LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d.h. Summe der halogenierten C₁- und C₂-Kohlenwasserstoffe.

⁵⁾ Σ LHKW, karzinogen: Summe der karzinogenen/karzinogenverdächtigen LHKW Tetrachlormethan (CCl₄), Chlorethen (Vinylchlorid, C₂H₃Cl) und 1,2-Dichlorethan (C₂H₄Cl₂); zusätzlich besondere Festlegung für das nachweislich humankarzinogene Chlorethen.

⁶⁾ PBSM, gesamt: Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung einschließlich ihrer toxischen Hauptabbauprodukte

⁷⁾ PCB, gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel Bestimmung über die 6 Kongeneren nach Ballschmiter gemäß AltöIV (DIN 51527) multipliziert mit 5; ggf. z.B. bei bekanntem Stoffspektrum einfache Summenbildung aller relevanten Einzelstoffe (DIN 38407-3-2).

⁸⁾ Aus Gründen der politischen Konsensbildung wurde an die LAWA der im Entwurf der Bodenschutzverordnung vorgeschlagene Wert von 200 µg/l weitergegeben, für den es aber keine fachlichen Gründe gibt. Bis auf weiteres kann insbesondere bei Voruntersuchungen DIN 38409 H18 (IR-Spektroskopie) angewendet werden. Schon jetzt können nach Absprache mit den Fachbehörden die Gaschromatographie (nach DEV H53-Entwurf im Druck) bzw. bei höheren Konzentrationen die Gravimetrie (nach ISO 9377-1-Entwurf) eingesetzt werden. Bei GC-Analyse bezieht sich der o.a. Wert auf die KW-Summe zwischen C₁₀ und C₄₀.

⁹⁾ Die Probe muß zudem organoleptisch unauffällig sein (Unterschreitung der sensorischen Wahrnehmungsschwelle).

¹⁰⁾ BTX-Aromaten, gesamt: Summe der einkernigen aromatischen Kohlenwasserstoffe (Benzol und alle Alkylbenzole); zusätzlich besondere Festlegung für Benzol wegen dessen Karzinogenität.

¹¹⁾ Wenn es sich um ein PBSM (z.B. PCP, HCB) oder dessen Abbauprodukte handelt, gilt die o.a. Geringfügigkeitsschwelle für PBSM.

wasserschadensfälle und Altlasten relevant sind. Die Begründungen für die Ableitungen werden in ausführlicher Form veröffentlicht (v.d. TRENCK et al., 1999). Für Parameter, die nicht in der Tabelle aufgeführt sind, muß die Geringfügigkeitsschwelle im Einzelfall nach den o.g. Kriterien abgeleitet werden. Überschreiten die regionalen geogenen Hintergrundwerte im Grundwasser die Geringfügigkeitsschwelle, können die zuständigen Behörden prüfen, ob Handlungsbedarf besteht, oder ob die erhöhten Konzentrationen unter dem Aspekt der Verhältnismäßigkeit akzeptiert werden müssen.

3 Begründung der Geringfügigkeitsschwellen und Zusammenstellung der für einzelne Stoffe maßgeblichen Kriterien

Für die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellen für Grundwasserverunreinigungen wurden hauptsächlich human- und ökotoxikologische Kriterien herangezogen. Die jeweils maßgeblichen Ableitungskriterien und die entsprechenden Literaturquellen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Häufig wurde der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 1990) oder der Qualitätsstandard (Grenzwert) der Neufassung der EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (EG, 1998) als Geringfügigkeitsschwelle übernommen. In diesen Fällen wird in Tabelle 2 zusätzlich auf diese gesetzlichen Regelungen und die zugrundeliegenden Begründungen verwiesen.

Gemäß Kapitel 2 sind die beiden Kriterien "ökotoxische Wirkungen" und "TrinkwV oder entsprechend abgeleitete Werte" maßgeblich. Das bedeutet, daß für jeden Parameter jeweils der kleinere der beiden Werte dieser zwei Kriterien entscheidend ist, da nur bei Einhaltung des niedrigeren Wertes beide eingehalten sind. Für Parameter für die es keinen Trinkwassergrenzwert gibt, ist deshalb ein Wert entsprechend der TrinkwV abzuleiten. Dabei sind folgende drei Kriterien zu erfüllen:

- die Unbedenklichkeit für die menschliche Gesundheit,
- die Minimierung mit vertretbarem Aufwand nach dem Stand der Technik,
- die ästhetisch einwandfreie Qualität des Wassers.

In Kapitel 3 sind die bei der Ableitung der Geringfügigkeitsschwellen jeweils maßgeblichen Kriterien genannt.

3.1 Ökotoxikologisch begründete Werte

Für die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellen waren folgende Stoffe ökotoxikologische Kriterien relevant: Kupfer, Vanadium, Zink, Zinn, leicht freisetzbare Cyanid und Chlorbenzole. Auch für Chlorphenole reichen die ökotoxikologischen Gründe zur Festsetzung des Wertes von 1 µg/l aus, obwohl dieser Wert auch gewählt wurde, um die sensorische Wahrnehmungsschwelle zu unterschreiten. Das gleiche Argument gilt für den pauschalen Summenparameter "wasserdampfvlüchtige Phenole", der häufig im Sinne eines "Screening" zur Gewinnung eines groben Überblicks gemessen wird. Bei diesem Parameter war die Bestimmungsgrenze des analytischen Routineverfahrens schließlich ausschlaggebend für die Festsetzung des Wertes. Damit wurden 22% der Geringfügigkeitsschwellen nach ökotoxikologischen Kriterien abgeleitet.

3.2 Humantoxikologisch begründete Werte

Zu den vorrangig humantoxikologisch begründeten Geringfügigkeitsschwellen (35% aller Werte) zählen die anorganischen Parameter Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Molybdän, Nickel, Quecksilber, Selen, Thallium und Fluorid sowie die organischen Parameter Vinylchlorid und PCDD/F. Dabei wären aus ökotoxikologischer Sicht für Cadmium, Quecksilber und Selen eigentlich strengere Werte zu fordern, wovon aus verschiedenen Gründen (z.B. Höhe der geogenen Hintergrundwerte, analytische Bestimmungsgrenze; näheres siehe v.d. TRENCK ET AL., 1999) jedoch abgesehen wurde.

3.3 Ökotoxikologisch und humantoxikologisch begründete Werte

Für die Ableitung der Werte für Chromat, Kobalt, Σ karzinogene LHKW, PCB waren sowohl human- als auch ökotoxikologische Kriterien relevant (11% aller Werte). In der ausführlichen Darstellung der Ergebnisse des Arbeitskreises (v.d. Trenck et al., 1999) wird auf beide Begründungen eingegangen.

3.4 Die Trinkwasserverordnung und die EG-Trinkwasser-Richtlinie als Kriterien

Für die Geringfügigkeitsschwellen der Parameter Chrom, gesamt, Cyanid, gesamt, LHKW und Pflanzenschutzmittel war allein die Trinkwasserverordnung zusammen mit der EG-Trinkwasser-Richtlinie ausschlaggebend (11% aller Werte), da die darin enthaltenen Grenzwerte für Grundwasser bindenden Charakter haben müssen, damit das Grundwasser im Bedarfsfall zu Trinkwasserzwecken genutzt werden kann. Auch im Falle des Arsens, des Quecksilbers und des Selens stimmen die Grenzwerte in den genannten Regelwerken überein, so daß diese als Geringfügigkeitsschwellen herangezogen wurden.

Für die Stoffe Antimon, Blei, Nickel, Benzo(a)pyren und Benzol wurde die Geringfügigkeitsschwelle für Grundwasser mit den Grenzwerten der EG-Trinkwasser-Richtlinie begründet, weil diese bis Ende 2000 in nationales Recht umzusetzen ist.

Im Falle der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) wurde der Grenzwert der TrinkwV, der mit 0,2 µg/l über dem Grenzwert der EG-Richtlinie von 0,1 µg/l liegt, diesem dennoch vorgezogen, weil sich letzterer nur auf die vier Verbindungen Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren bezieht, während der Wert von 0,2 µg/l auf die Summe aller PAK, die im Trinkwasser vorkommen, anzuwenden ist. Gerade diese vom ehemaligen Bundesgesundheitsamt geforderte Erweiterung auf sämtliche vorkommende PAK (BGA, 1992) ist bei der Übertragung des Kriteriums vom Trinkwasser auf das Grundwasser relevant.

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe, deren Grundstruktur ein einfacher Benzolring bildet, zählen bezüglich ihrer Kontaminationswirkung auf das Grundwasser zu den wichtigsten Bestandteilen des Mineralöls. Diese Stoffgruppe wird nach ihren wesentlichen Vertretern Benzol, Toluol und den drei Xylol-Isomeren häufig auch unter dem Kurzbegriff BTX-Aromaten (oder BTEX) zusammengefaßt. Diese Stoffe fallen unter den Grenzwert von 10 µg/l, der in der TrinkwV für gelöste oder emulgierte Kohlenwasserstoffe bzw. Mineralöle festgelegt ist. Der Grenzwert ist mit der geschmackli-

chen Beeinträchtigung des Wassers durch diese Stoffe begründet und liegt deshalb unter der sensorischen Wahrnehmungsschwelle.

Oft tragen mehrere Kriterien zur Festsetzung einer Geringfügigkeitsschwelle bei. So spielt der Schutz des Wassers vor geschmacklicher Beeinträchtigung auch bei dem Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe neben der Empfindlichkeit des

Analysenverfahrens eine Rolle ebenso wie bei den schon erwähnten wasserdampfflüchtigen und den chlorierten Phenolen. Für Naphthalin und seine Methylderivate stellt die sensorische Wahrnehmungsschwelle das ausschlaggebende Kriterium für die Geringfügigkeitsschwelle dar, nachdem die Beurteilung der Humantoxizität hier nicht die Ableitung eines eindeutigen Wertes erlaubt.

Tabelle 2: Maßgebliche Ableitungskriterien für Geringfügigkeitsschwellen von anorganischen und organischen Wasserinhaltsstoffen und verwendete Literaturquellen

Maßgebliche Ableitungskriterien	Parameter	Literaturquellen
Ökotoxikologie	Kupfer (Cu)	Bringmann & Kühn, (1977a und b, 1982), Crommentuijn et al. (1997), Gerhardt et al. (1998), Kalberlah et al. (1989), LfU BW (1994), TrinkwV (1990), UBA (1994, 1998 (1, 23, 26)), AQUIRE, Crommentuijn et al. (1997), UBA (1998 (30))
	Vanadium (V)	Bringmann & Kühn (1977b), Crommentuijn et al. (1997), ECETOC (1993), EG (1978), Meyer & Roßkamp (1991), Scheffer et al. (1992), Schleyer & Kerndorff (1992), TrinkwV (1990), UBA (1994, 1998 (1)), Fliedner et al. (1997), Streit (1992), WHO (1993)
	Zink (Zn)	BMU (1992), Lambert et al. (1975), McGeachy & Leduc (1988), Mengel & Friedberg (1991), UBA (1998 (1, 23))
	Zinn (Sn)	Bro-Rasmussen et al. (1994), LAWA, (1998), UBA (1998(4))
Humantoxikologie	Cyanid, leicht freis. (CN)	
	Chlorbenzole	
	Antimon (Sb) ¹⁾	Crommentuijn et al. (1997), DFG (1997), Merian und Stemmer (1984), Schroeder et al. (1970), Streit (1992), Thron (1991), UBA (1993, 1998 (67)), WHO (1993), Crommentuijn et al. (1997), UBA (1998 (1, 26, 63)), WHO (1993)
	Arsen (As) ²⁾	AGLMB (1995), Streit (1992), WHO (1993 und 1996)
	Barium (Ba)	Crommentuijn et al. (1997), UBA (1994), WHO (1993)
	Blei (Pb) ¹⁾	Crommentuijn et al. (1997), IPCS (1992), Kalberlah (1999), Schleyer & Kerndorff, (1992), UBA (1994), WHO (1993) . Wilhelm et al. (1995)
	Cadmium (Cd)	AQUIRE, Crommentuijn et al. (1997), Davis (1984), DVGW (1985), Seeger (1990), UBA (1998 (38))
	Molybdän (Mo)	Crommentuijn et al. (1997), UBA (1994, 1998 (1, 23, 63)), WHO (1993)
	Nickel (Ni) ¹⁾	Müller et al. (1991), Schleyer & Kerndorff (1992), v.d. Trenck (1975), v.d. Trenck & Fuhrmann (1990), UBA (1994, 1998 (1, 23, 26)), WHO (1976, 1993)
	Quecksilber (Hg) ²⁾	Crommentuijn et al. (1997), Lombeck & Menzel (1991), UBA (1998 (1, 26)), WHO (1993)
	Selen (Se) ²⁾	Crommentuijn et al. (1997), Tichowa (1967), UBA (1998 (23))
	Thallium (Tl)	Ando et al. (1998), Anke (1989), Hässelbarth (1991), Menzer & Nelson (1986), Scheffer et al. (1992), WHO (1991, 1993)
	Fluorid (F)	ECOLAS (1991), UBA (1998a), WHO (1993)
Öko- und Humantoxikologie	Chlorethen (Vinylchlorid)	LfU BW (1994), Schrenk & Fürst (1999)
	PCDD/F	
	Chromat (Cr)	Crommentuijn et al. (1997), Gauglhofer (1984), LfU BW (1997), Sacher et al. (1998), Streit (1992), UBA (1993), UBA (1998 (23 und 26))
	Kobalt (Co)	DVGW (1985), Seeger (1988), Schrauzer (1984)
TrinkwV und/oder EG-Richtlinie	LHKW, karzinogen	EG (1998), Roßkamp (1991), WHO (1993)
	PCB, gesamt u. Einzelstoff	Fiedler et al. (1995), IKSR (1993), LAGA (1989), LfU BW (1992), Olsson et al. (1990), v.d. Trenck & Fuhrmann (1991)
	Chrom, gesamt (Cr)	Anke (1989), Davis Anderson et al. (1994), EG (1998), Grimm-Strele et al. (1994), Seeger (1988), Seigneur & Constantinou (1995), TrinkwV (1990), UBA (1994), WHO (1993)
	Cyanid, gesamt (CN)	EG (1998), TrinkwV (1990)
	PAK (nur TrinkwV)	BGA (1992), Borneff & Kunte (1991), Brauer (1997), EG (1998), IKSR (1997) TrinkwV (1990)
	Benzo[a]pyren (nur EG)	EG (1998), Ihme et al. (1992), IKSR (1997), Schlipkötter et al. (1985), UBA (1998b), WHO (1993)
	BTX-Aromaten (nur TrinkwV)	Bro-Rasmussen et al. (1994), TrinkwV (1990), WHO (1993)
	Benzol (nur EG)	Bro-Rasmussen et al. (1994), EG (1998), IKSR (1993), WHO (1993)
	LHKW	EG (1998), TrinkwV (1990), UBA (1996), WHO (1993) ,
	PBSM, ges. u. Einzelstoff	EG (1998), IKSR (1997), LAWA (1998a), TrinkwV (1990), UBA (1998c)
	Kohlenwasserstoffe ³⁾	Bartz & Käss (1972), BMU (1992), EG (1980), Klamann et al. (1981), TrinkwV (1990)
	Naphthaline ³⁾	Bro-Rasmussen et al. (1994), BUA (1990), DFG (1997), EPA (1987/1990), Schmähel (1955), UBA (1992, 1998 (25))
	Phenole, wasserdampffl. ³⁾	Frimmel (1991), TrinkwV (1990), UBA (1998 (1, 25, 52))
Chlorphenole ³⁾	Brauer (1997), Bro-Rasmussen et al. (1994), TrinkwV (1990), UBA (1998 (1))	

¹⁾Die EG-Richtlinie (EG, 1998) enthält den gleichen Wert

²⁾Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 1990) und EG-Richtlinie (EG, 1998) enthalten den gleichen Wert

³⁾Die allgemeinen Kriterien der Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 1990) und der EG-Richtlinie (EG, 1998) im Hinblick auf sensorische Unauffälligkeit waren mit maßgebend

4 Literatur

- AGLMB (1995): Standards zur Expositionsabschätzung. Bericht des Ausschusses für Umwelthygiene der Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamtinnen und -beamten der Länder. Hrsg.: Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, Hamburg
- ALTHAUS, H.; SCHÖSSNER, H. (1991): Vorkommen, Bedeutung und Nachweis von Cyanid. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 204-206
- ANDO, M.; TADANO, M.; ASANUMA, S.; TAMURA, K.; MATSUSHIMA, S.; WATANABE, T.; KONDO, T.; SAKURAI, S.; JI, R.; LIANG, C.; CAO, S. (1998): Health effects of indoor fluoride pollution from coal burning in China. *Environmental Health Perspectives* 106 (5) 239-244
- ANKE, M. (1989): Mineralstoffe. In: R. Macholz, H.J. Lewerenz (Hrsg.): *Lebensmitteltoxikologie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 270-313
- AURAND, K.; HASSELBARTH, U.; LANGE-ASSCHENFELDT, H.; STEUER, W. (1991): Die Trinkwasserverordnung. Erich Schmidt Verlag, Berlin
- AQUIRE – Aquatic Toxicity Information Retrieval: Datenbank der U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Health
- BARTZ, J.; KÄSS, W. (1972): Heizölversickerungsversuche in der Oberrheinebene. Hrsg.: Geologisches Landesamt Baden-Württemberg. Kommissionsverlag Herder KG, Freiburg
- BGA (1992): Toxikologische Bewertung von PAK im Grund-/Trinkwasser. Schreiben des Bundesgesundheitsamtes an die LfU BW, Berlin, 4.6.1992
- BMU (1992): Datenblätter zum Katalog wassergefährdender Stoffe bzw. zur VwVwS nach § 19 WHG, Kommission Bewertung wassergefährdender Stoffe des Beirats "Lagerung und Transport wassergefährdender Stoffe" beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- BORNEFF, J.; KUNTE, H. (1991): Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: Vorkommen, Bedeutung und Analytik. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 275-284
- BRAUER, L. (1997): Gefahrstoff-Sensorik – Farbe, Geruch, Geschmack, Reizwirkung gefährlicher Stoffe, Schwellenwerte. Loseblatt-Sammlung. Ecomed-Verlag, Landsberg, 24. Erg.-Lfg. 9/97
- BRINGMANN, G.; KÜHN, R. (1977a): Grenzwerte der Schädigung wassergefährdender Stoffe gegen Bakterien (*Pseudo-monas putida*) und Grünalgen (*Scenedesmus quadricauda*) im Zellvermehrungshemmtest. *Z. f. Wasser- und Abwasser-Forschung* 10 (3-4) 87-98
- BRINGMANN, G.; KÜHN, R. (1977b): Befunde der Schädigung wassergefährdender Stoffe gegen *Daphnia magna*. *Z. f. Wasser- und Abwasser-Forschung* 10 (5) 161-166
- BRINGMANN, G.; KÜHN, R. (1982): Ergebnisse der Schädigung wassergefährdender Stoffe gegen *Daphnia magna* in einem weiterentwickelten standardisierten Testverfahren. *Z. f. Wasser- und Abwasser-Forschung* 15, 1-6
- BRO-RASMUSSEN, F. et al. (1994): EEC Water Quality Objectives for Chemicals Dangerous to Aquatic Environments (List 1). The Ecotoxicity Section of CSTE/EEC, Comité Scientifique consultatif pour l'examen de la Toxicité et de l'Écotoxicité des substances chimiques de the European Commission. Springer-Verlag New York, Inc., Reviews on Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 137
- BUA (1990). Methylnaphthaline. BUA-Stoffbericht 47. Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe der GDCh, Hrsg., VCH, Weinheim
- CHEMIS – Chemikalien – Informationssystem (Version 6.8): Stoffdatenbank im Umweltbundesamt
- CROMMENTUIJN, T.; POLDER, M.D.; VAN DE PLASSCHE, E.J. (1997): Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for metals, taking background concentrations into account. Report no. 601 501 001, October 1997, National Institute of Public Health and the Environment, NL-Bilthoven
- DAVIS, G.K. (1984): Molybdän. In: E. Merian et al. (Hrsg.): *Metalle in der Umwelt*. VCH, Weinheim, 479-485
- DAVIS ANDERSON, L.; KENT, D.B.; DAVIS, J.A. (1994): Batch experiments characterising the reduction of Cr(VI) using suboxic material from a mildly reducing sand and gravel aquifer. *Environ. Sci. & Technol.* 28, 178-185
- DFG (1997): MAK- und BAT-Werte-Liste der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (Mitteilung 33) der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Wiley-VCH, Weinheim
- DIETER, H.H. (1993): Die neuen Trinkwasserleitwerte der WHO für chemische Stoffe und ihre praktische Bedeutung. *Bundesgesundheitsblatt* 5/93, 176-180
- DVGW (1985): Daten und Informationen zu Wasserinhaltsstoffen. DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 48. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Eschborn
- ECETOC (1993): Aquatic toxicity data evaluation. Technical Report No. 56. European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals, Brussels
- ECOLAS (1991): Environmental Consultancy and Assistance, Updating of data concerning the impact of certain dangerous substances on the aquatic environment, Chlorinated and Brominated Hydrocarbons, prepared for the Commission of the European Communities Directorate-General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection under Contract No B6612-90-007207
- EG (1978): Wasserqualitätsnormen in der EG – Süßwasser, das schutz- und verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten, 78/659/EWG, zitiert in Henke (1984)
- EG (1980): EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (80/778/EWG) vom 15.7.1980, EG Abt. Nr. L 229 30.8.1980
- EG (1998): EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (98/83/EG) vom 3.11.98, Abl. L 330/32 vom 5.12.98
- EPA (1987/1990): Status Report zum Thema Karzinogenität von Naphthalin. Stand 31.12.87, unveröffentlicht, und Report PEIRPT08, 28. 6. 90, NTP C#: 52904B, NTP-Test 05110, unveröffentlicht, zit. in: Kalberlah et al. (1988) und UBA (1992)
- FIEDLER, H.; LAU, CH.; SCHULZ, S.; WAGNER, C.; HUTZINGER, O.; v.D. TRENCK, K.T. (1995): Stoffbericht polychlorierte Biphenyle (PCB). Landesanstalt für Umweltschutz BW (Hrsg.), Karlsruhe
- FLIEDNER, A.; REMDE, A.; NIEMANN, R.; SCHÄFERS, C. (1997): Effects of the organotin pesticide azocyclotin in aquatic microcosms. *Chemosphere* 35 (1/2) 209-222
- FRIMMEL, F.H. (1991): Aus analytischer Sicht verunglückte Parameter in der Trinkwasserverordnung – aufgezeigt an den Beispielen der Phenole, des Kjeldahlstickstoffs und der mit Chloroform extrahierbaren Stoffe. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 438-453
- GAP (1999): Grundsätze des Grundwasserschutzes bei Abfallverwertung und Produkteinsatz. LAWA-AK "Grundwasserschutz bei Abfallverwertung und Produkteinsatz". Stand 27.1.1999
- GBG (1998): Gefahrenbeurteilung von Bodenverunreinigungen/Altlasten als Gefahrenquelle für das Grundwasser. Gemeinsame Arbeitsgruppe von LAWA, LABO und LAGA "Gefahrenbeurteilung Boden/Grundwasser" (GBG). Grundsatzpapier vom 17.6.1998
- GAUHLHOFER, J. (1984): Chrom. In: E. Merian et al. (Hrsg.): *Metalle in der Umwelt*. VCH, Weinheim, 409-423
- GERHARDT, A.; CARLSSON, A.; RESSEMANN, C.; STICH, K.P. (1998): New online biomonitoring system for *Gammarus pulex* (L.) (Crustacea): *In situ* test below a copper effluent in south Sweden. *Environmental Science & Technology* 32, 150-156
- GRIMM-STRELE, J.; BURK, K.; BARUFKE, K.-P.; FEUERSTEIN, W.; HEIDLAND, S.; KALTENBACH, D.; MAISCH, M.; REGNER, B.; SCHUHMAN, D.; SEIFERT, D.; STEKKER, D.; WEILLER-SCHAFFER, M.; WERNER, K. (1994): Grundwasserüberwachungsprogramm: Geogen geprägte Hintergrundbeschaffenheit – Ergebnisse aus dem Basismessnetz.

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe (Hrsg.) unter Mitwirkung des Geologischen Landesamtes BW
- HASSELBARTH, U. (1991): Vorkommen, Bedeutung und Nachweis von Fluorid im Trinkwasser. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 207-214
- HENKE, R.I. (1984): Zink. In: E. Merian et al. (Hrsg.): Metalle in der Umwelt. Verlag Chemie, Weinheim, 597-629
- IHME, W.; LIN, Y.; WICHMANN, H.E. (1992): Risk assessment bei der Bewertung von Sanierungsalternativen aus umweltmedizinischer Sicht. In: H.L. Jessberger (Hrsg.): Erkundung und Sanierung von Altlasten. Berichte vom 8. Bochumer Altlasten-Seminar 1992. Balkema, Rotterdam, Brookfield
- IKSR (1993): Internationale Kommission zum Schutze des Rheins. Statusbericht Rhein, Internationale Kommission zum Schutze des Rheins, Koblenz
- IKSR (1997): Internationale Kommission zum Schutze des Rheins, A 55/97, rev. 02.06.97
- IPCS (1992): Cadmium. International Programme on Chemical Safety: Environmental Health Criteria, Monograph 134; United Nations Environment Programme, International Labour Organization, World Health Organization, eds., WHO, Geneva, 1992
- JARONI, Hw.; v.D. TRENCK, K.T. (1995): Prüfwerte zum Schutz von Menschen auf kontaminierten Böden – fachliche Begründung der Ableitung. Forum Städtehygiene 46, 315-329
- KALBERLAH, F.; GRAHL, B.; VOGT, J. (1988): Literaturstudie zur human- und ökotoxikologischen Bewertung von Naphthalin im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- KALBERLAH, F.; GRAHL, B.; VOGT, J. (1989): Literaturstudie zur human- und ökotoxikologischen Bewertung von Kupfer(II) im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- KALBERLAH, F. (1999): Cadmium und Verbindungen. In: Th. Eikmann, U. Heinrich, B. Heinzow, R. Konietzka (Hrsg.): Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen. Ergänzbare Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung; Textzahl D 172, S. 1-44, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- KERNDORFF, H.; SCHLEYER, R.; MÜLLER-WEGENER, U. (1998): Beeinflussungen, Schäden und Gefahren für das Grundwasser und seine Nutzung durch Altlasten. altlasten spektrum 1/98
- KLAMANN, D.; ROST, R.R.; NODOP, G.; RUNGE, G.; ENDOM, L.; SIEBERT, H.H.; EHLERS, G.A.; WILHELMI, K.-H. (1981): Schmierstoffe. In: Ullmann – Enzyklopädie der Technischen Chemie. 4. Aufl., 20, 457-671
- LAGA (1989): Analytische Verfahren zur Bestimmung von PCB und PCT gemäß §5 der PCB-Verbotsverordnung vom 18.7.89. Gemeinsames Ministerialblatt 36, 789ff
- LAWA (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland – Chemische Gewässergüteklassifikation. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA-Arbeitskreis "Zielvorgaben" in Zusammenarbeit mit LAWA-Arbeitskreis "Qualitative Hydrologie der Fließgewässer", Berlin, August 1998
- LAWA (1998a): Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer, Band III, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Berlin. August 1998
- LAMBERT, J.L.; RAMASAMY, J.; PAUKSTELIS, J.V. (1975): Stable reagents for colorimetric determination of cyanide by modified König reactions. Anal. Chem. 47, 916-918
- LfU BW (1992): Verfahren und Bestimmungsgrenzen von häufig im Altlastenbereich zu analysierenden Parametern. In: Materialien zur Altlastenbearbeitung (Orange Ordner), Ordner 2, Kapitel 4; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- LfU BW (1993): Sanierungsziel für Kohlenwasserstoffe im Bodeneluat/Grundwasser. Vermerk über eine landesinterne Konvention zur Bestimmungsgrenze für Mineralöl-KW vom 29.3.93, Az.: 53-8984.01-1.90/T; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- LfU BW (1994): Kompendium Stoffdatenblätter – Zusammenstellung spezifischer Kenndaten zu altlastentypischen Substanzen. Red.: K.T. v.d. Trenck, in: Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung von J. Oltmanns, M. Hassauer, K. Schneider & F. Kalberlah, Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH (FoBiG), Freiburg, im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- LfU BW (1997): Bestimmung von Chrom(VI) über Komplexbildung und Extraktion (nach der EPA-Methode 7197, 9/1986) Erfahrungsbericht K.T. v.d. Trenck vom 03.03.1997; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- LOMBECK, I.; MENZEL, H. (1991): Selen – Vorkommen und Stoffwechsel beim Menschen. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 325-332
- MCGEACHY, S.M.; LEDUC, G. (1988): The influence of season and exercise on the lethal toxicity of cyanide to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Arch. Environ. Contam. Toxicol. 17, 313-318
- MENGEL, K.; FRIEDBERG, K.D. (1991): Toxikologische und ökotoxikologische Bewertung von Cyanid-Kontaminationen in Gaswerksböden. GWF 132, 20-23
- MENZER, R.E.; NELSON, J.O. (1986): Water and soil pollutants. In C.D. Klaassen, M.O. Amdur, J. Doull (Hrsg.): Toxicology – The Basic Science of Poisons. Macmillan, New York, 825-853
- MERIAN, E.; STEMMER, K.L. (1984): Antimon. In: E. Merian et al. (Hrsg.): Metalle in der Umwelt. VCH, Weinheim, 309-317
- MEYER, E.; ROßKAMP, E. (1991): Zink - Vorkommen, Bedeutung und Nachweis. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 459-471
- MÜLLER, L.; KAISER, B.; OHNESORGE, F.K. (1991): Vorkommen und Bedeutung von Quecksilber. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 259-268
- NERGER, M.; ROSSKAMP, E. (1991): Zum Vorkommen von Vinylchlorid in Grund- und Trinkwasser. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 298-301
- OLSSON, M.; BERGMAN, A.; JENSEN, S.; KIHLLSTRÖM, J.E. (1990): Effects of various fractions of PCB on mink reproduction. Preliminary results from experimental studies within the Swedish Seal Project. In: Organohalogen Compounds, Vol. 1. O. Hutzinger; H. Fiedler (Hrsg.) Ecoinforma Press, Bayreuth, 393-396
- ROSSKAMP, E. (1991): Biologische Relevanz der Trihalogenmethane und leichtflüchtiger Chlorkohlenwasserstoffe. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 285-297
- SACHER, F.; RAUE, B.; KLINGER, J.; BRAUCH, H.-J. (1998): Simultaneous determination of Cr(III) and Cr(VI) in ground and drinking waters by IC-ICP-MS. Intern. J. Environ. Anal. Chem., im Druck
- SCHAEFFER, F. et al. (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. 13. von P. Schachtschabel, H.-P. Blume, G. Brümmer K.-H. Hartge, U. Schwertmann, W.R. Fischer, M. Renger, O. Strelbel neu bearbeitete Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- SCHLEYER, R.; KERNDORFF, H. (1992): Die Grundwasserqualität westdeutscher Trinkwasserressourcen. VCH-Verlag, Weinheim
- SCHLIPKÖTER, H.-W.; ABEL, J.; BROCKHAUS, A.; DEHNEN, W.; TOMINGAS, R.; WIEGAND, H.; WINNEKE, G. (1985): Gutachten zur Frage des Gesundheitsrisikos durch Bodenverunreinigungen in Dortmund-Dorstfeld. Medizinisches Institut für Umwelthygiene, Düsseldorf, 56 Seiten sowie Anlagen
- SCHMÄHL, D. (1955): Prüfung von Naphthalin und Anthracen auf cancerogene Wirkung an Ratten. Zeitschrift für Krebsforschung 60, 697-710, zit. in Kaberlah et al. (1988)
- SCHRAUZER, G.N. (1984): Cobalt. In: E. Merian et al. (Hrsg.): Metalle in der Umwelt. VCH, Weinheim, 425-433
- SCHRENK, D.; FÜRST, P. (1999): WHO setzt Werte für die tolerierbare tägliche Aufnahme an Dioxinen neu fest. Nachr. Chem. Tech. Lab. 47, 313-316
- SCHROEDER, H.A.; MITCHENER, M.; NASON, A.P. (1970): Zirconium, Niobium, Antimony, Vanadium and Lead in rats: Life term studies. J. Nutr. 100, 59-68
- SEEGER, R. (1988): Chrom, Cobalt, Nickel. In: Giftlexikon. Ergänzbare Handbuch, Teil 2, Monographien. R. Seeger; H.G. Neumann (Hrsg.). Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart
- SEEGER, R. (1990): Molybdän. In: Giftlexikon. Ergänzbare Handbuch, Teil 2, Monographien, 1. Ergänzungslieferung. R. Seeger; H.G. Neumann (Hrsg.). Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart

- SEIGNEUR, C.; CONSTANTINOU, E. (1995): Chemical kinetic mechanism for atmospheric chromium. *Environ. Sci. & Technol.* 29, 222-231
- STREIT, B. (1992): Lexikon Ökotoxikologie. VCH, Weinheim
- THRON, H.L. (1991): Vorkommen, Bedeutung und Nachweis von Antimon. In: K. Aurand et al. (Hrsg.) 318-324
- TICHOWA, T.S. (1967): Thallium und seine Verbindungen (russ.). In: Nowyje dannije po toksikologii redkich metallow i jich sojedinanii. Red. S.I. Israelson, Moskau, 24-34
- V.D. TRENCK, K.T. (1975): Mercury and cadmium binding proteins in marine mammal tissues. Dissertation zur Erlangung des Grades "Master of Science" an der Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331, USA
- V.D. TRENCK, K.T.; FUHRMANN, P. (1990): Standardverfahren zur Ermittlung von Sanierungszielen (SES). In F. Arendt, M. Hinsenveld, W.J. van den Brink (Hrsg.): Altlastensanierung '90, Bd. 1, 297-304, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London
- V.D. TRENCK, K.T.; FUHRMANN, P. (1991): Environmental cleanup objectives standard procedure (ECOSP) *Chemosphere* 23, 1323-1335
- V.D. TRENCK, K.T.; RUF, J.; DIETER, H.H. (1993): Zusammenführung von Altlastenbewertung und Sanierungszielfindung. *Z. Umweltchem. Ökotox.* 5, 135-144
- V.D. TRENCK, K.T.; RUF, J.; FLITNER, M. (1994): Guide values for contaminated sites in Baden-Württemberg. *Environ. Sci. & Pollut. Res.* 1, 253-261
- V.D. TRENCK, K.T.; MARKARD, C.; KÜHL, C.; SLAMA, H.; RÖDER, R. (1999): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen. *Umweltmed Forsch Prax* 4, 168-183
- TrinkwV (1990): Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung, TrinkwV) vom 12. Dezember 1990; BGBl. I, S. 2613-2629
- UBA (1992): Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungsbericht 102 03 443/01. Zusammenfassungen der Einzelberichte, M. Hassauer, F. Kalberlah, J. Oltmanns & K. Schneider, Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH (FoBiG), Freiburg, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin
- UBA (1993): Berichte 4/93: Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Forschungsbericht 102 03 443/01. M. Hassauer, F. Kalberlah, J. Oltmanns & K. Schneider, Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH (FoBiG), Freiburg, und AG "Gefahrenbeurteilung bei Altlasten (GefA)" im Auftrag des Umweltbundesamtes, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- UBA (1994): Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink, Texte 52/94, Hrsg. Umweltbundesamt
- UBA (1996): Umweltqualitäts- und Umwelthandlungsziele im Gewässerschutz. Texte 63/96, Hrsg. Umweltbundesamt
- UBA (1998): Methoden zur Ableitung von Umweltqualitätszielwasserwirtschaftliche Zielvorgaben für gefährliche Stoffe im internationalen Bereich, Schudoma UBA II 1.3; UBA-Texte 1998 in Vorbereitung:
- (1) CCREM (1987): Canadian Council of Resource and Environment Ministers. Canadian water quality guidelines. Environment Canada, Ottawa
 - (4) CCME (1991): Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian water quality guidelines: Updates (April 1991), Appendix VII. Guidelines Division, Eco-Health Branch, Ecosystem Sciences and Evaluation Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A OE7
 - (6) CCME (1992): Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian water quality guidelines: Updates (March 1992), Appendix X. Guidelines Division, Eco-Health Branch, Ecosystem Sciences and Evaluation Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A OE7
- (23) U.S. EPA (1986): Quality criteria for Water, PB 87-226759
 - (25) VROM (1991): Stoffen en Normen - Oversicht van belangrijke stoffen in het milieubeleid. Directoraat - Generaal Milieubeheer, Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Niederlande
 - (26) BEHRA, R.; GENONI, G.P.; SIGG, L. (1994): Festlegung von Qualitätszielen für Metalle in Fließgewässern. EAWAG news 36 D, März
 - (30) MANCE, G.; NORTON, R.; O'DONNELL, A.R. (1988): Proposed environmental quality standards for List II substances in water. Vanadium. WRc report no. TR 253, Water Research Centre, Marlow
 - (38) Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft (1991): RdErl. des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft, Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA). Entscheidungshilfe für die Wasserbehörden in wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren. Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, Nr. 42, v. 3. Juli 1991, 863-874
 - (63) NRA - National River Authority (1994): Environmental quality standards for the United Kingdom Waters (nach Informationen der NRA Bristol)
 - (67) U.S. EPA (1988): Ambient aquatic life water quality criteria for Antimony (III). U.S. EPA, NTIS: PB 93-202778
 - (52) U.S. EPA (1993): Great lakes water quality initiative criteria documents for the protection of aquatic life in ambient water. PB 93-154656
- UBA (1998a): Vermerk des UBA, WaBoLu, Forschungsstelle Bad Elster, Dr. Stottmeister: Zur Bestimmungsgrenze für Vinylchloridspuren im Trinkwasser. Persönliche Kommunikation mit K.T. v.d. Trenck; 17.9.1998
- UBA (1998b): unveröffentlicht, Umsetzung der EG-76/464-Richtlinie in der Bundesrepublik Deutschland - Teil: Qualitätsziele
- UBA (1998c): unveröffentlicht, Anhörung zu Zielvorgaben für Pflanzenschutzmittel
- UM & SM BW (1993): Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen. Gemeinsames Amtsblatt des Landes Baden-Württemberg vom 30.11.93, Nr. 33, 1115-1123
- WHO (1976): Environmental Health Criteria: Mercury. In der deutschen Übersetzung: Umwelt- und Gesundheitskriterien für Quecksilber. Berichte 5/80, UBA (Hrsg.). Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1980
- WHO (1991): Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. Report of the 1st Review Group Meeting on Inorganics, Bilthoven, NL, 18-22 March 1991, World Health Organisation, Geneva
- WHO (1993): Guidelines for drinking-water quality. Volume 1: Recommendations; 2nd edition, World Health Organisation, Geneva
- WHO (1996): Guidelines for drinking-water quality. Volume 2: Health criteria and other supporting informations; 2nd edition, World Health Organisation, Geneva
- WILHELM, M.; LOMBECK, I.; KOUROS, B.; WUTHE, J.; OHNESORGE, F.-K. (1995): Duplikatstudie zur alimentären Aufnahme von einigen Metallen/Metalloiden bei Kindern in Deutschland. Teil II: Aluminium, Cadmium und Blei. *Zbl. Hyg.* 197, 357-369
- ZIMMERMANN, G.M.; DIETER, H.H. (1994): Wie problemgerecht ist die humantoxikologische Bewertung von Pestiziden (PBSM) im Trinkwasser? *Z. Umweltchem. Ökotox.* 6, 341-349

Eingegangen am: 27.04.1999
Akzeptiert am: 28.05.1999