

**Fachinformation des Landesumweltamtes**  
(Internetpräsentation)

**Nr. 7**

## **Altlastenbearbeitung im Land Brandenburg**

**Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)**

**Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten  
für das Grundwasser**



LANDESUMWELTAMT  
BRANDENBURG



Der Bericht zur „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“ wurde im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) vom Unterausschuss „Geringfügigkeitsschwellen“ des Ständigen LAWA-Ausschusses „Grundwasser und Wasserversorgung“ erarbeitet. Mit Umlaufbeschluss der Umweltministerkonferenz (UMK) Nr. 20 / 2004 gemäß Ziffer 7 der Geschäftsordnung der UMK nahm diese den Bericht der LAWA zur „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“- Stand 30.09.2004 - mit den Datenblättern zur Kenntnis und stimmte der Veröffentlichung zu.

### **Fachinformation des Landesumweltamtes (Internetpräsentation) - Nr. 7**

#### **Redaktion:**

LUA, Referat Altlasten, Dipl. Dipl.-Ing. André Wünsch  
Tel.: 0331/2776-138 (144)  
Fax. 0331/2776-306  
E-Mail: [andre.wuensch@lua.brandenburg.de](mailto:andre.wuensch@lua.brandenburg.de)

**Download:** <http://www.mlur.brandenburg.de/info/lua-publikationen>

#### **Herausgeber:**

Landesumweltamt Brandenburg (LUA)  
Abt. Technischer Umweltschutz, Ref. Altlasten – T 6  
Berliner Straße 21 - 25  
14467 Potsdam

Potsdam, im März 2005

Diese Internetpräsentation erfolgt im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Der Bericht einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit den Meinungen des Herausgebers übereinstimmen.

## Vorbemerkung

Der vom Unterausschuss "Geringfügigkeitsschwellen" des Ständigen LAWA-Ausschusses „Grundwasser und Wasserversorgung“ erarbeitete Bericht

### **„Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“ - mit den zugehörigen Datenblättern - Stand 30.09.2004**

wird hiermit im Land Brandenburg bekannt gegeben und ist bei der Einzelfallprüfung bzgl. der Beurteilung von *Grundwasserverunreinigungen*, soweit sie durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten hervorgerufen wurden, im Rahmen der Altlastenbearbeitung als Orientierungshilfe<sup>1</sup> zu berücksichtigen. Die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) können unmittelbar für die Beurteilung von Grundwasseruntersuchungen im Einwirkungsbereich einzelner, lokal begrenzter Schadstoffeinträge herangezogen werden, d.h. für die Beurteilung des Vorhandenseins und des Umfangs von Grundwasserschäden nach dem Maßstab des Wasserrechts.

Nicht anwendbar sind die GFS auf Grundwasserverunreinigungen, welche auf einen flächenhaften Stoffeintrag aus diffusen Quellen (z.B. durch atmosphärische Stoffeinträge und landwirtschaftliche Nutzung) beruhen und bei erhöhten regionalen geogenen Hintergrundwerten. Weiterhin sind die GFS nicht als allgemeingültige Sanierungszielwerte geeignet. Bei der Festlegung von Sanierungszielen/-werten ist immer eine Abwägung aller Umstände des jeweiligen Einzelfalles notwendig.

Mit dem Erscheinen dieser Informationsschrift werden die in der bisher erschienenen Dokumentation

**- Nr. 5 - April 2004**

### **„Fachinformationen zur Altlastenbearbeitung im Land Brandenburg Handlungsempfehlung zur Beurteilung der Gefahrenlage anhand von Prüf- und Maßnahmenwerten sowie sonstiger Erkenntnisse im Rahmen der Altlastenbearbeitung und der Bearbeitung von anlagenbezogenen schädlichen Bodenveränderungen sowie dadurch verursachter Gewässerverunreinigungen“**

zu dieser Thematik veröffentlichten Orientierungshilfen aktualisiert. Als bisherige Erkenntnisquelle dienten die Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von Grundwasserschäden und ihre Begründung, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) Ad-hoc-Arbeitskreis „Prüfwerte“, 21.12.98, in Verbindung mit Beschluss der 114. LAWA-Sitzung zu TOP 4.1 vom 17./18.02.2000<sup>2</sup>.

#### Hinweis:

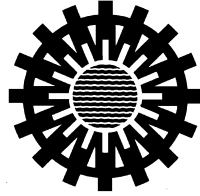
Die Prüfwerte der BBodSchV für den dort geregelten Geltungsbereich sind allgemein verbindlich. Neue Prüfwerte oder eine Änderung von Prüfwerten bedürfen des geordneten und geregelten Verfahrens einer Novellierung der BBodSchV.

---

<sup>1</sup> Bei der Anwendung der GFS zur Beurteilung von Grundwassermessergebnissen sind die Datenblätter zu den einzelnen Stoffen zu beachten.

<sup>2</sup> Die 114. LAWA-Vollversammlung (TOP 4.1) hat am 17./18.02.2000 den bisher noch gültigen Beschluss gefasst, zunächst die Prüfwerte der BBodSchV in Form der konkreten Zahlenwerte für die Konzentration als GFS zu übernehmen.

**Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)**



**Ableitung von  
Geringfügigkeitsschwellenwerten  
für das Grundwasser**

Herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) unter Vorsitz von Nordrhein-Westfalen

Düsseldorf, im Dezember 2004

Nachdruck und Vervielfältigung auch auszugsweise nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Die vorliegende Veröffentlichung kann von der LAWA-Homepage ([www.LAWA.de](http://www.LAWA.de)) heruntergeladen werden oder ist einschließlich der Datenblätter gegen Kostenerstattung ab Anfang des Jahres 2005 zu beziehen bei der:

Kulturbuch-Verlag GmbH  
Postfach 47 04 49, 12313 Berlin  
Telefon: 030/661 8484, Fax: 030/661 7828  
E-mail: [kbvinfo@kulturbuch-verlag.de](mailto:kbvinfo@kulturbuch-verlag.de)

## **Erarbeitet vom Unterausschuss "Geringfügigkeitsschwellen" des Ständigen Ausschusses „Grundwasser und Wasserversorgung“ der LAWA**

Dr. Michael Altmayer (Obmann)	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Dipl.-Ing. Thomas Bach	Landesamt für Umweltschutz Sachsen Anhalt
PD Dr. Hermann H. Dieter	Umweltbundesamt
Dipl.-Ing. Klaus Häfner	Staatliches Umweltfachamt Leipzig
Dr. Wolfgang Leuchs	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
Dipl.-Chem. Brigitte Moll	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg
Dr. Günther Siegert	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
Dr. K. Theo von der Trenck	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Dipl.-Hydr. Ellen Six	Umweltbundesamt
Dr. Klaus-Michael Wollin (LABO)	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie

### Gäste:

Dr. Rolf Altenburger	UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Dr. Thilo Hauck (LABO)	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

### Endredaktion:

Herr Dr. Altmayer, Herr Böhme (Obmann), Herr Dr. Dieter, Herr Dr. Leuchs, Frau Moll, Frau Six

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Auftrag und Problemstellung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Grundsätze und Konzept</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Methodik für Einzelstoffe</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 Beurteilung in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung .....	8
2.2.2 Beurteilung im Hinblick auf ökotoxische Wirkungen .....	9
2.2.3 Prüfung der abgeleiteten Werte auf Plausibilität .....	15
<b>2.3 Methodik für Stoffsummen</b> .....	<b>16</b>
<b>3 Anwendungsregeln für die Geringfügigkeitsschwellenwerte</b> .....	<b>17</b>
<b>4 Erläuterung der Anhänge</b> .....	<b>18</b>
<b>5 Literatur</b> .....	<b>20</b>
<b>Anhang 1 Ableitungsschema der Geringfügigkeitsschwellenwerte</b> .....	<b>24</b>
<b>Anhang 2 Geringfügigkeitsschwellenwerte zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen:</b> .....	<b>25</b>
<b>Teil 1 anorganische Parameter</b> .....	<b>25</b>
<b>Teil 2 organische Parameter</b> .....	<b>26</b>
<b>Teil 3 Pflanzenschutzmittel, biozide Wirkstoffe sowie sprengstofftypische Verbindungen</b> .....	<b>27</b>
<b>Anhang 4 Bestimmungsmethoden mit Angabe der unteren Grenze des Anwendungsbereichs</b> .....	<b>28</b>
<b>Teil 1 Metallionen, Halbmetallionen und sonstige Kationen, Anionen</b> .....	<b>28</b>
<b>Teil 2 Organische Stoffgruppen und organische Einzelstoffe</b> .....	<b>30</b>

**Anhang 3 Datenblätter Geringfügigkeitsschwellenwerte ist nur in Broschürenform beim Kulturbuchverlag ab Februar 2005 erhältlich und steht nicht als Download zur Verfügung.**

## 1 Auftrag und Problemstellung

Zur bundeseinheitlichen Bewertung von Grundwasserverunreinigungen, die bereits eingetreten sind oder die es zu verhindern gilt, werden nachvollziehbare und einheitliche Bewertungskriterien benötigt. Hierzu gehört vor allem ein Maßstab, bis zu welchen Stoffkonzentrationen anthropogene, räumlich begrenzte Änderungen der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers als geringfügig einzustufen sind und ab welcher Konzentration eine Grundwasserverunreinigung (= Grundwasserschaden) vorliegt. Ein hierfür von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) als geeignet angesehener Maßstab ist die Geringfügigkeitsschwelle (GFS). Sie bildet die Grenze zwischen einer geringfügigen Veränderung der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers und einer schädlichen Verunreinigung.

Ein LAWA – ad-hoc-Arbeitskreis hatte am 21.12.98 den Bericht „Geringfügigkeitsschwellen (Prüfwerte) zur Beurteilung von Grundwasserschäden und ihre Begründung“ vorgelegt, der seinerzeit allerdings nicht verabschiedet wurde. Mit Inkrafttreten des Gesetzes zum Schutz des Bodens (BBodSchG) vom 17. 03.1998 und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999 hatten sich die einschlägigen gesetzlichen Vorschriften geändert, durch die das Sickerwasser zum Bodenschutzrecht und das Grundwasser zum Wasserrecht zugeordnet wurden.

Die 24. Amtschefkonferenz (ACK) beauftragte am 13./14.10.1999 die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) sowie die Länder- Arbeitsgemeinschaften Wasser, Abfall und Immissionsschutz (LAWA, LAGA und LAI) unter Federführung der LABO, die bestehenden Werteregulungen des Bodenschutzes sowie Werteregulungen anderer Rechtsbereiche, die den Schutz des Bodens berühren, zu überprüfen.

In der 114. Vollversammlung am 17./18.02.2000 wurde von der LAWA in einem ersten Schritt beschlossen, als Geringfügigkeitsschwellenwerte zunächst die Werte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) zu übernehmen und Vorschläge zur Fortschreibung der den Pfad Boden - Grundwasser betreffenden Werteregulungen auszuarbeiten.

In ihrem Bericht "Harmonisierung der den Boden betreffenden Werteregulungen" vom Oktober 2000 machte die von der ACK eingesetzte Arbeitsgruppe zum Wirkungspfad Boden-Grundwasser u.a. folgenden Harmonisierungsvorschlag:

"Die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach Anhang 2 Nr. 3.1 BBodSchV sind nicht in allen Parametern deckungsgleich mit den Arbeitsergebnissen des LAWA-ad-hoc-AK „Prüfwerte“ (Stand: 21.12.1998, L A W A 1 9 9 8). Die LAWA sollte gebeten werden, eine



aktualisierte Liste der Geringfügigkeitsschwellen für die Beurteilung eines Grundwasserschadens, incl. Darlegung der Ableitungsmaßstäbe, ggf. unter Einbeziehung auch weiterer altlastrelevanter Stoffe, zu erstellen, die bei einer Fortschreibung der BBodSchV zu berücksichtigen ist."

Dieser Vorschlag wurde u.a. wie folgt begründet:

"Die Ableitungsmaßstäbe für Prüfwerte zur Beurteilung des Wirkungspfads Boden-Grundwasser ergeben sich aus dem Wasserrecht. Dabei wird davon ausgegangen, dass es im Wasser- und im Bodenschutzrecht keine unterschiedlichen Beurteilungsmaßstäbe hinsichtlich der Gefahren für das Grundwasser durch Stoffeinträge aus dem Sickerwasser des Bodens geben kann.

Um Inkonsistenzen bei der Ableitung und Begründung der Werte untereinander, bei der Beurteilung von Grundwasserschäden, bei der Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser und bei der Beurteilung von Verwertungsmaßnahmen zu vermeiden, sollen die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser mit den Werten der LAWA- Liste harmonisiert werden."

Die Amtschefkonferenz stimmte auf ihrer 26. Sitzung am 11./12.10.2000 diesem Bericht zu und beauftragte die LAWA, eine aktualisierte Liste der Geringfügigkeitsschwellenwerte für die Beurteilung eines Grundwasserschadens zu erstellen.

Diesem Auftrag kam der Ständige Ausschuss "Grundwasser und Wasserversorgung" der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA- AG) mit der Einrichtung des Unterausschusses "Geringfügigkeitsschwellenwerte" nach.

Der vorliegende Bericht basiert auf den vom Unterausschuss entwickelten Kriterien für die Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten, den entsprechenden Literaturlauswertungen und enthält die auf dieser Basis abgeleiteten und begründeten Werte. Die ausgewählten Stoffe umfassen die meisten Parameter des Anhang 2 Nr. 3 BBodSchV (Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser) sowie weitere altlast- oder verwertungsrelevante Parameter, für die eine ausreichende Datenbasis vorlag.

Die LAWA hat den Bericht mit den Datenblättern in ihrer 127. LAWA-Vollversammlung am 08./09. September 2004, die LAGA in ihrer 83. Sitzung am 13./14. September sowie die LABO in ihrer 26. Sitzung am 28./29. September 2004 zur Kenntnis genommen. Die Umweltministerkonferenz hat im Umlaufverfahren 20/2004 der Veröffentlichung des Berichts mit den Datenblättern zugestimmt.

## 2 Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten

### 2.1 Grundsätze und Konzept

Der Ständige Ausschuss „Grundwasser und Wasserversorgung“ der LAWA hat in seiner 35. Sitzung am 26./27.06.2001 in Bonn beschlossen, die Konzentrationswerte für die Geringfügigkeitsschwelle wirkungsorientiert, d.h. human- und ökotoxikologisch begründet, abzuleiten. Die 29. Amtschefkonferenz am 16./17.05. 2002 hat dieser Vorgehensweise durch Verabschiedung des GAP-Papiers (LAWA 2002) zugestimmt.

Die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) wird demnach definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden.

Damit soll das Grundwasser

- überall für den menschlichen Gebrauch als Trinkwasser nutzbar bleiben

und

- als Lebensraum intakt gehalten werden, unter anderem weil Grundwasser Bestandteil des Naturhaushalts ist und den Basisabfluss von Oberflächenwasser bildet oder den Charakter grundwasserabhängiger Feuchtgebiete beeinflusst.

Zur Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte werden dementsprechend human- und ökotoxikologische Daten mit folgenden Vorgaben zusammengetragen und beurteilt. Vorrangig werden breit konsentrierte Daten verwendet, d. h. gesetzlich geregelte Werte werden gegenüber Werten auf der Basis einer gutachterlichen Bewertung bevorzugt. In der Regel werden keine Veröffentlichungen einzelner Testergebnisse herangezogen, sondern bewertete, in der Fachöffentlichkeit diskutierte und akzeptierte Datenzusammenstellungen.

Werden bei der Ableitung im Hinblick auf die Trinkbarkeit und im Hinblick auf ökotoxikologische Kriterien unterschiedliche Werte abgeleitet, entspricht der Geringfügigkeitsschwellenwert dem niedrigeren Wert. Liegen entweder nur human- oder nur ökotoxikologische Daten vor, erfolgt die Ableitung allein auf diesen Erkenntnissen.

Da die so begründeten Werte in Einzelfällen in sehr niedrigen Konzentrationsbereichen liegen können, wurden sie in einem nachfolgenden Schritt nach unten begrenzt, sofern es sich nicht um rechtsverbindliche Werte oder um Werte handelt, bei denen eine Wirkung nachgewiesen ist.

## 2.2 Methodik für Einzelstoffe

### 2.2.1 Beurteilung in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung

Wasser, in dem die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001, Bundesministerium für Gesundheit 2001) überschritten sind, darf gem. § 9 TrinkwV 2001 nur unter strengen Auflagen und nicht dauerhaft als Trinkwasser in Verkehr gebracht werden. Soweit die dort genannten Werte entweder der Begründungsoption "Unbedenklich für die menschliche Gesundheit" oder der Option "Ästhetisch einwandfreie Qualität des Trinkwassers" entsprechen, also weder aufbereitungs- noch verteilungstechnisch begründet sind, werden sie bei der Festlegung der Geringfügigkeitsschwellenwerte vorrangig und unverändert berücksichtigt.

Sind die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung aufbereitungs- oder verteilungstechnisch begründet oder fehlen Grenzwerte für relevante Parameter, wird eine gesundheitliche und ästhetische Bewertung im Einzelfall analog nach TrinkwV vorgenommen. Grundlage der vorgenommenen eigenen humantoxikologischen Ableitungen sind vor allem die toxikologischen Basisdaten nach (EIKMANN et al. 1999). Sofern dort keine Informationen vorlagen, wurde auf toxikologische Stoffdaten zurückgegriffen, wie sie bei der Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten verwendet worden sind (UBA 1999). Darüber hinaus wurden weitere geeignete Quellen wie z. B. die Stoffberichte der WHO (Environmental Health Criteria monographs, <http://www.who.int/peh-emf/publications/monographs/en/>) oder das Integrated Risk Information System (IRIS, <http://www.epa.gov/iris/>) der U.S. EPA genutzt. Die im einzelnen ausgewerteten Quellen sind im Falle eigener humantoxikologischer Ableitungen unmittelbar den Datenblättern der Einzelstoffe zu entnehmen.

Die anteilige Ausschöpfung der tolerablen Körperdosis über den Trinkwasserpfad wurde in der Regel auf 10 % geschätzt (SCHELLSCHMIDT & DIETER 2000). Diese Schätzung geht davon aus, dass die Aufnahme von Stoffen, die nicht dem Gesamtsystem Trinkwasser entstammen oder die als Umweltkontaminanten nicht trinkwassergängig sind, hauptsächlich auf dem Nahrungs- und nicht auf dem Trinkwasserpfad stattfindet. Für trinkwassergängige Stoffe und für Stoffe, die im Gesamtsystem Trinkwasser natürlicherweise vorhanden sind, können Zuteilungsquoten von bis zu 100 % akzeptabel sein. Der Berechnung einer duldbaren Konzentration für nicht kanzerogen wirkende Stoffe in Wasser wurde eine tägliche Aufnahme von 2 Litern Wasser und eine Körpermasse von 70 kg zugrunde gelegt. Bei Kanzerogenen werden grundsätzlich als qualitativ geeignet beurteilte Krebsrisikoabschätzungen nach oraler Aufnahme verwendet. In Übereinstimmung mit der EG-Trinkwasserrichtlinie wurde bei den kanzerogenen Stoffen von einem Lebenszeit-Zusatzrisiko von  $1 \cdot 10^{-6}$  als Risikoniveau ausgegangen.

Liegen nur solche Risikohochrechnungen vor, die vom UBA als wissenschaftlich nicht belastbar bewertet wurden, werden alternative Berechnungen zur Ableitung der GFS, ausgehend von der in 10 % der Versuchstiere noch kanzerogen wirksamen Dosis  $CEL_{min}$  (carcinogenic effect level) mit der Körperdosis vorgenommen. Hierzu wird der  $CEL_{min}$  durch 100000 (entsprechend einem zusätzlichen Risiko  $10^{-5}$  in 10 % der Exponierten,  $\Rightarrow$  rechnerisches Lebenszeit-Zusatzrisiko, also  $1 \cdot 10^{-6}$ ) dividiert und das Rechenergebnis als lebenslang gesundheitlich akzeptable Körperdosis in die Berechnung der GFS eingesetzt. Wegen der erhöhten Empfindlichkeit von Kindern gegenüber genotoxischen Kanzerogenen wurde bei genotoxischen kanzerogenen Stoffen mit wissenschaftlich belastbaren Risikohochrechnungen ein die gesamte mittlere Lebenserwartung von 70 Jahren abdeckender zusätzlicher Sicherheitsfaktor von 5,87 berücksichtigt (DIETER UND HENSELING, 2003), es sei denn, der Geringfügigkeitsschwellenwert für einen solchen Stoff (Benzol, Benzo(a)pyren und Vinylchlorid) wurde direkt der TrinkwV 2001 entnommen.

## 2.2.2 Beurteilung im Hinblick auf ökotoxische Wirkungen

Für die Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerte wird auf ökotoxikologische Daten aus Tests mit Oberflächenwasserorganismen zurückgegriffen. Dies ist angemessen, weil:

- es keine normierten Testverfahren mit Grundwasserorganismen gibt, und
- angenommen werden kann, dass die Lebensgemeinschaft des Grundwassers durch das Empfindlichkeitsspektrum der Organismen in Oberflächengewässern in erster Näherung repräsentiert wird.

Nach einem Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes (UBA 2001) treten ökotoxikologische Wirkungen der im Vorhaben betrachteten Pflanzenschutzmittel bei Grund- und Oberflächenwasserspezies in Konzentrationsbereichen vergleichbarer Größenordnungen auf. Die Schadwirkungen auf die Grundwasserorganismen dauern jedoch über wesentlich längere Zeiträume an (oder müssen ggf. sogar als irreversibel angesehen werden). Dies wird bei der Übernahme von ökotoxikologischen Daten der Standardorganismen für die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellen nicht berücksichtigt.

Oberflächengewässer werden vielfach aus dem Grundwasser gespeist. Deshalb sind deren Qualitätskriterien in der Regel auch für das Grundwasser anwendbar. Dies wird auch durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) bekräftigt. In Anhang V Nr. 2.3.2 dieser Richtlinie wird ausgeführt, dass „die chemische Zusammensetzung des Grundwasserkörpers ... so beschaffen (sein muss), dass die Schadstoffkonzentrationen ... nicht derart hoch sind, dass die in Artikel 4 spezifizierten Umweltziele für in Verbindung stehende Oberflächengewässer nicht erreicht werden.“

Für die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte werden ökotoxikologische Daten in folgender Reihenfolge berücksichtigt:

1. Rechtlich verbindliche, ökotoxikologisch begründete Umweltqualitätsnormen für aquatische Lebensgemeinschaften der Oberflächengewässer werden bei der Festlegung der Geringfügigkeitsschwellenwerte vorrangig und unverändert berücksichtigt. Sie stammen insbesondere aus Anhang 5 (Umweltqualitätsnormen für die Einstufung des chemischen Zustands) des Entwurfs der LAWA-Musterverordnung zur Umsetzung der Anhänge II und V der WRRL (LAWA 2003). Eine Übernahme erfolgt nicht, wenn die Hintergrundwerte oder Schwebstoffgehalte der Oberflächengewässer maßgebend für die Ableitung der Umweltqualitätsnorm waren.
2. Die PNEC - Werte stehen nach den gesetzlich verankerten Umweltqualitätsnormen an zweiter Stelle. Diese Daten sind auf dem aktuellsten Stand des Wissens nach strengen, EU-weit einheitlichen und transparenten Prinzipien (Technical Guidance Document TGD 2003) abgeleitet, durch eine große Zahl von Experten entsprechend den Regelungen des Europäischen Chemikalienrechts überprüft sowie mit dem Vorliegen des Endberichtes zum „risk assessment report“ (RAR 2002) auch akzeptiert worden.
3. Die Zielvorgaben der LAWA waren der Ausgangspunkt für die Qualitätszieldiskussion in Deutschland. Die Daten sind entsprechend in die Umweltqualitätsnormen eingeflossen. Liegt für einen Stoff weder eine Umweltqualitätsnorm noch ein PNEC- Werte vor, wird auf die LAWA- Zielvorgaben zurückgegriffen (LAWA 1997, LAWA 1998 a und b).
4. Liegen auch diese nicht vor, werden MPC- bzw. MPA- Werte eines niederländischen Reports Grundlage der Geringfügigkeitsschwellenwerte (Crommentuijn et al. 1997, de Bruijn et al., 1999). Das statistische Extrapolationsverfahren, das der Ableitung dieser Werte zugrunde liegt, ist nach TGD ein anerkanntes Verfahren zur Ableitung von PNEC.

Im Folgenden werden die Ableitungskriterien der o.g. Daten zusammengefasst dargestellt. Für ausführlichere Informationen wird auf die entsprechende Literatur sowie auf (UBA 2000) verwiesen, wo alle bekannten Qualitätskriterien, -ziele und -standards für das Medium Wasser zusammengestellt sind.

#### Umweltqualitätsnormen:

Zu den Umweltqualitätsnormen zählen zunächst die Stoffe und Stoffgruppen, für die bereits durch EG- Rechtsakte Umweltqualitätsnormen festgelegt sind und die Stoffe, die prioritäre Stoffe nach der WRRL sind. Sie wurden aus dem Anhang 5 des Entwurfs der LAWA-Musterverordnung zur Umsetzung der Anhänge II und V der WRRL (LAWA 2003) übernommen.

Des Weiteren wurde auf die chemischen Qualitätskomponenten für Umweltqualitätsnormen zur Einstufung des ökologischen Zustandes nach Anhang 4 der LAWA-Musterverordnung, die den guten und sehr guten ökologischen Zustand eines Gewässers kennzeichnen, zurückgegriffen, soweit sie sich auf die aquatische Lebensgemeinschaft beziehen. Diese Umweltqualitätsnormen wurden entweder nach dem „Verfahren zur Festlegung chemischer Qualitätsnormen durch die Mitgliedsstaaten“ gemäß Anhang V 1.2.6 WRRL in Übereinstimmung mit Prinzipien der europäischen Stoffbewertung festgelegt, oder sie basieren auf LAWA – Zielvorgaben. Damit sind die Ableitungsprinzipien vergleichbar mit den anderen für die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte verwendeten Datenquellen.

Außerdem werden alle Qualitätsziele der Richtlinie 76/464/EWG vom 4.5.1976 „betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft“ und der Tochterrichtlinien, die durch die Länder nach der Musterverordnung der LAWA (LAWA 2000) in nationales Recht umgesetzt sind, für die Ableitung der GFS berücksichtigt.

➤ PNEC (Predicted No Effect Concentration) für die aquatische Lebensgemeinschaft:

Die Ableitung einer PNEC für den aquatischen Bereich ist im Rahmen der Europäischen Risikobewertung für Chemikalien notwendig und erfolgt entsprechend dem Technischen Leitfaden (TGD 1996). Grundlage sind die Ergebnisse aus längerfristigen Monospezies tests an Vertretern dreier unterschiedlicher Trophiestufen: Algen, Kleinkrebse und Fische. Die Testergebnisse lassen eine Aussage über höchste Konzentration zu, die bei längerfristiger Exposition ohne Wirkung bleibt. (**No Observed Effect Concentration**, NOEC). Die PNEC (Predicted No Effect Concentration) ergibt sich aus dem niedrigsten Testergebnis (für die empfindlichste Art) dividiert durch einen Ausgleichsfaktor. Dieser Faktor ist bei Vorliegen aller erforderlicher Daten 10 und wird mit wachsenden Datenlücken entsprechend größer. Über diesen Faktor sollen die Unsicherheiten der Übertragung einzelner Laborergebnisse an wenigen Organismenarten auf reale Verhältnisse in Gewässern berücksichtigt werden (in der Regel: PNEC = kleinste NOEC dividiert durch 10).

Für den Geringfügigkeitsschwellenwert wird zu der PNEC, die sich auf die gelöste Fraktion der Metalle bezieht, der deutsche Basiswert addiert („added risk approach“ gem. Anhang VIII des TGD, Erläuterung s.u.).

Tabelle 2.2-1: Für die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte recherchierte Berichte der EU-Altstoffbewertung ( Risk Assessment Reports gem. EEC 793/93 und EC 1488/94 ) (Redaktionsschluss Mai 2004)

<b>Stoffe</b>	<b>CAS-Nummer</b>	<b>Prioritätenliste und verantwortlicher EU-Mitgliedsstaat<sup>i</sup></b>	<b>Berichte im Rahmen der EU-Altstoffbewertung</b> RAR= risk assessment report : Teil Env. (environment) = Umweltbewertung Teil HH (human health) = gesundheitliche Bewertung
Borsäure (crude, natural)	10043-35-3	4./ A	Es liegt noch kein Entwurf vor
Borsäure	11113-50-1	4./ A	Es liegt noch kein Entwurf vor
Cadmium Cd)	7440-43-9	3./ B	RAR <b>Final Draft</b> , July 2003 (Env. + HH)
Cadmiumoxid	1306-19-0	3./ B	RAR <b>Final Draft</b> , July 2003 (Env. + HH)
Chromtrioxid (Chrom VI )	1333-82-0	3./ UK	RAR <b>Preliminary Draft</b> , November 2002 (Env. + HH)
Natriumchromat	7775-11-3	3./ UK	RAR <b>Preliminary Draft</b> , November 2002 (Env. + HH)
Natriumdichromat	10588-01-9	3./ UK	RAR <b>Preliminary Draft</b> , November 2002 (Env. + HH)
Kaliumdichromat	7778-50-9	3./ UK	RAR <b>Preliminary Draft</b> , November 2002 (Env. + HH)
Ammoniumdichromat	7789-09-5	3./ UK	RAR <b>Preliminary Draft</b> , November 2002 (Env. + HH)
Fluoride RAR für Flusssäure HF)	7664-39-3	1./ NL	RAR <b>Final Report</b> , October 2001 (Env. + HH)
Naphthalin	91-20-3	1./ UK	RAR <b>Final Report</b> , 2003 (Env + HH)
PER=Tetrachlorethen	127-18-4	1./ UK	RAR <b>Final Environment Report, August 2001</b>
TRI= Trichlorethen	79-01-6	1./ UK	<b>Final Report, September 2001</b> (Env.+HH)
Ethylbenzol	100-41-4	1. / D	Bericht liegt noch nicht vor
Styrol =Vinylbenzol = Ethenylbenzol	100-42-5	1. / UK	<b>Final Report, 2002</b> (Env.)
Benzol als Einzelstoff	71-43-2	1./ D	<b>Draft</b> of 13.05.2002 (Env.)
Toluol	108-88-3	2. / DK	<b>Final Report, 2003</b> (Env.+HH)
Isopropylbenzol = cumene	98-82-8	1./ E	<b>Final Report , November 2001</b> ( Env.+HH )
Phenol	108-95-2	1./ D	<b>Final Draft</b> von 11/2002 (Env. )
MTBE	1634-04-4	3./ FIN	<b>Final Report, 2002</b> ( Env.+HH )
2,4-Dinitrotoluol (2,4-DNT)	121-14-2	4./ E	Draft, Mai 2004
2-Nitrotoluol (2-NT)	88-72-2	4./ E	Draft, Mai 2004

<b>Stoffe</b>	<b>CAS-Nummer</b>	<b>Prioritätenliste und verantwortlicher EU-Mitgliedsstaat<sup>1</sup></b>	<b>Berichte im Rahmen der EU-Altstoffbewertung</b> RAR= risk assessment report : Teil Env. (environment) = Umweltbewertung Teil HH (human health) = gesundheitliche Bewertung
Nitrobenzol	98-95-3	3./ D	Es liegt noch kein Entwurf vor
Diphenylamin	122-39-4	3. / D	Es liegt noch kein Entwurf vor
4--Nonylphenol verzweigt	84852-15-3	2./ UK	<b>RAR Final Report, 2002</b> ( Env.+HH )
Nonylphenol	25154-52-3	2./ UK	<b>RAR Final Report, 2002</b> ( Env.+HH )
1-Propanol	71-23-8	2./ D	Entwurf vom 19.08.2003
1,4-Dichlorbenzol	106-46-7	1./ F	<b>Final Report , 5/2001</b> (Env.+HH)
1,2,4-Trichlorbenzol	120-82-1	2./ DK	<b>RAR Final Report, 2003</b> (Env.+HH )
Anilin = Aminobenzol	62-53-3	1./ D	RAR Draft von 13.2.2002 (Env.+HH )
2-Methoxyanilin = o-anisidine	90-04-0	2./ A	RAR Final Report, 2002 (Env.+HH )
4,4'-Methyldianilin =MDA	101-77-9	1./ D	RAR Final Report, November 2001 (Env.+HH)
3,4-Dichloranilin	95-76-1	1. / D	<b>RAR</b> vom 18.7.2001 ( Env.+HH )
dibutyl phthalate = DBP	84-74-2	1./ NL	<b>Final Report, 2003</b> (Env + HH)
Bisphenol A	80-05-7	3./ UK	RAR draft (Env.) 2/ 2002
Nickel	7440-02-0	3./ DK	Draft, Mai 2004
Zink	7440-66-6	2./ NL	Draft, Mai 2004

<sup>1</sup>: A-Österreich, B- Belgien, D – Deutschland, DK – Dänemark, E – Spanien, F – Frankreich, FIN – Finnland, I – Italien, N – Norwegen, NL – Niederlande, S – Schweden, UK – Großbritannien,

➤ Zielvorgaben der LAWA zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften:

Die Zielvorgaben werden wie die PNEC auf der Basis stoffbezogener ökotoxikologischer Tests, allerdings an Vertretern von vier unterschiedlichen Trophiestufen festgelegt. Berücksichtigt werden Grünalgen, Kleinkrebse, Fische und – um die Selbstreinigungskraft der Gewässer zu schützen – auch Bakterien. (Im Rahmen der EU- Risikobewertung gehen Tests an Bakterien in die PNEC für Abwasserbehandlungsanlagen ein, die für die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte ebenso wie die Zielvorgabe oder PNEC für Sedimente nicht berücksichtigt werden.) Die Zielvorgabe für die aquatische Lebensgemeinschaft ergibt sich aus dem niedrigsten Testergebnis dividiert durch den Faktor 10. Wenn ökotoxikologische Daten fehlen, kommt ein größerer Faktor zur Anwendung. Diese Faktoren weichen geringfügig vom TGD ab.

Die auf die Situation der Oberflächengewässer, insbesondere die natürlichen Hintergrundkonzentrationen oder die Schwebstoff-gebundenen Stoffkonzentrationen Bezug nehmenden Ziel-



vorgaben wurden bei der Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte des Grundwassers ausgeschlossen. Auch bei Zugrundelegen der LAWA-Zielvorgaben wurde der Ansatz des „added risk approach“ verfolgt (s.u.).

➤ MPC (Maximum Permissible Concentration), MPA (Maximum Permissible Addition)

Bei der Anwendung statistischer Extrapolationsverfahren zur Risikoabschätzung wird die Häufigkeitsverteilung ökotoxikologischer Testergebnisse für den zu bewertenden Stoff dargestellt. Das Schutzniveau wird durch den gewählten Endpunkt der Daten (NOEC, LC50 ) und den Anteil der Arten, die geschützt werden sollen, bestimmt. Die MPC repräsentiert das 95 % Schutzniveau der Verteilung der Wirkungsschwellen (NOEC). Das heißt, das Risiko einer Schädigung des aquatischen Systems kann toleriert werden, wenn für 5% der Arten (95% Schutzniveau) die Expositionskonzentration höher ist als die Gefährdungskonzentration (NOEC). In den Niederlanden wurden für die Festlegung von Umweltqualitätsstandards unterschiedliche Risikoniveaus definiert. Die MPC repräsentiert das maximal zulässige Risikoniveau.

Für die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte wurden die MPC- Werte für Oberflächengewässer und Grundwasser recherchiert (Crommentuijn et al.1997, de Brujin et al., 1999), da diese Risikowerte mit den PNEC- Werten verglichen werden können (UBA 2000). Reichte die Datenbasis für eine statistische Behandlung nicht aus, wurde – ähnlich der Ableitung der PNEC – mit Ausgleichsfaktoren gearbeitet. Tests mit Grundwasserorganismen lagen für eine statistische Behandlung nie in ausreichender Zahl vor, so dass die MPC- Werte für das Grundwasser aus den Werten für Oberflächengewässern und ggf. grundwasserspezifischen Hintergrundwerten ermittelt wurden (Crommentuijn et al. 1997). In diesen Fällen wird für die GFS- Ableitung nur der MPA- Wert ( **Maximum Permissible Addition**) berücksichtigt und zu diesem der für Deutschland ermittelte Basiswert für Grundwässer addiert („added risk approach“ s.u.).

Sofern keine Werte aus den o.g. Datenquellen verfügbar waren, wurde auf Qualitätskriterien für aquatische Lebensgemeinschaften anderer Staaten zurückgegriffen, die in UBA 2000 veröffentlicht sind.

Bei der Risikobewertung von anorganischen Spurenelementen, insbesondere von Metallen, muss im Unterschied zu organischen Stoffen berücksichtigt werden, dass sie geogen bedingt im Grundwasser vorkommen und die Organismen diesen in der Regel geringen Konzentrationen natürlicherweise ausgesetzt sind. Die in der aquatischen Umwelt natürlich vorhandenen Spurenelementkonzentrationen unterliegen einer zeitlichen Dynamik und können bis zu mehreren Größenordnungen schwanken. In diesem gesamten Schwankungsbereich halten Organismen ihr intrazelluläres Niveau weitgehend konstant. Um dieses berücksichtigen zu können, und um zu vermeiden, dass anthropogen unbeeinflusstes Grundwasser beim Vergleich mit

den Geringfügigkeitsschwellenwerten als belastet zu bewerten wäre, wurde bei den anorganischen Spurenstoffen nach dem „added risk approach“ zu den ökotoxikologisch abgeleiteten Werten ein Basiswert addiert, der die Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland charakterisiert. Zur Bestimmung dieses Basiswertes wurde in einem Forschungsprojekt der LAWA die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungsprogramme der Bundesländer ausgewertet (KUNKEL ET AL. 2004). In Tabelle 2.2-2 sind die Basiswerte für anorganische Spurenelemente und Fluorid als flächengewichtetes Mittel der 90. Perzentilwerte der 15 hydrogeologischen Bezugsräume dargestellt. Diese Werte werden zur ökotoxikologischen Wirkungsschwelle addiert und ergeben dann die Geringfügigkeitsschwellenwerte (vgl. Erläuterungen der PNEC, LAWA-Zielvorgaben bzw. MPC/MPA).

Tab. 2.2-2: Basiswerte der natürliche Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland für anorganische Spurenelemente und Fluorid als flächengewichtetes Mittel der 90. Perzentilwerte von 15 hydrogeologischen Bezugsräumen (nach KUNKEL ET AL. 2004)

Parameter	Flächengew. Mittel der 90 Perzentile (in µg/l)	Parameter	Flächengew. Mittel der 90 Perzentile (in µg/l)
Arsen	2,6	Kupfer	10,1
Antimon	0,4	Molybdän	(1,2)
Barium	186	Nickel	12,6
Blei	3,9	Quecksilber	0,15
Bor	88	Selen	1,6
Cadmium	0,3	Thallium	(<0,5)
Chrom (Cr-ges) <sup>*)</sup>	2,4	Vanadium	(1,6)
Fluorid	270	Zink	49,8
Kobalt	5,7		

\*) Die Chromgehalte der Grundwasserüberwachung geben überwiegend ChromIII wieder.  
( ): Werte aus Baden-Württemberg und Bayern (nicht repräsentativ für Deutschland)

### 2.2.3 Prüfung der abgeleiteten Werte auf Plausibilität

Für Stoffe, die derzeit noch nicht abschließend bewertbar sind oder deren abgeleitete Geringfügigkeitsschwellenwerte im sehr niedrigen Konzentrationsbereich liegen, werden diese nach unten begrenzt.

Die Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherheit (BMG) empfiehlt zur Bewertung der Anwesenheit von Stoffen im Trinkwasser, deren human-

toxikologisch bewertbare Datenbasis nicht gegeben oder unvollständig ist, einen gesundheitlichen Orientierungswert (GOW) in Höhe von 0,1 µg/L. Ausgenommen hiervon sind „stark genotoxische Stoffe“. Für letztere gilt bei lebenslanger Belastung ein Wert von 0,01 µg/L (UBA 2003, Dieter 2003a)

Da ökotoxische Wirkungen oftmals bei niedrigeren Belastungen auftreten als humantoxische Wirkungen, wird die Untergrenze der Geringfügigkeitsschwellenwerte niedriger gewählt als der von der Trinkwasserkommission empfohlene GOW von 0,1 µg/L. Um der häufig maßgeblichen ökotoxikologischen Relevanz von Stoffen einerseits und der analytischen Bestimmbarkeit andererseits Rechnung zu tragen, wird die Untergrenze der Geringfügigkeitsschwellenwerte auf 0,01 µg/L gesetzt.

Ausgenommen sind

- Stoffe, für die Wirkungen bei Konzentrationen von weniger als 0,01 µg/L nachweisbar sind, und
- Stoffe mit rechtlich verbindlichen EU-Qualitätszielen von weniger als 0,01 µg/L.

### **2.3 Methodik für Stoffsummen**

Die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte erfolgt auf der Basis von human- und ökotoxikologischen Daten für Einzelstoffe. In der Praxis werden chemisch ähnliche Verbindungen häufig zu Stoffgruppen zusammen gefasst (z.B. Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK, Polychlorierte Biphenyle, PCB, alkylierte Monoaromaten BTEX einschließlich Benzol und leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe LHKW) und treten in der Umwelt auch gemeinsam auf. Die Zusammensetzung der zu bewertenden Mischungen variiert, daher ist die Wirkungsstärke von Mischungen nur schwierig vorhersagbar. Wegen der nicht oder nur unzureichend bewertbaren Wirkung von Mischungen muss die Summe von Einzelstoffen nach oben begrenzt werden.

Bei den im Anhang 2 angegebenen Werten sind dem entsprechend sowohl Geringfügigkeitsschwellenwerte für Einzelstoffe – soweit vorhanden - als auch Stoffsummen berücksichtigt. Die Begründung für die Verwendung der Stoffsummen ist bei den jeweiligen Stoffen im Anhang 3 enthalten.

### **3 Anwendungsregeln für die Geringfügigkeitsschwellenwerte**

Der Nachweis der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellenwerte erfolgt grundsätzlich durch Vergleich der ermittelten oder prognostizierten Stoffkonzentrationen mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten, muss jedoch für jeden Anwendungsfall spezifisch erfolgen. Vergleichbar zu Anhang 2 Nr. 3.2 der Bundesbodenschutzverordnung, in dem verbindliche Anwendungsregeln für Prüfwerte getroffen werden, wird für bestimmte Anwendungsfälle wasserrechtlich präzisierend zu bestimmen sein, welche Randbedingungen dabei gelten. So weisen z.B. nach nicht flächendeckenden Untersuchungen Sickerwässer von natürlichen/naturnahen Böden (insbesondere Oberböden) bei Schwermetallen teilweise höhere Konzentrationen als im Grundwasser auf. Bei der Erarbeitung von technischen Regelungen zur Verwertung muss dieser Sachverhalt deshalb berücksichtigt und die Korrektur der toxikologisch abgeleiteten Werte anhand der Basiswerte aus den Daten zur natürlichen Grundwasserbeschaffenheit abgeändert werden. In dieser Weise an bestimmte Sonderfälle angepasste Regelungen sind mit der LAWA abzustimmen, sofern sie von der LAWA nicht selber erarbeitet werden.

Überschreiten die regionalen geogenen Hintergrundwerte im Grundwasser die Geringfügigkeitsschwellenwerte, können von den zuständigen Behörden unter Berücksichtigung der hier aufgestellten Ableitungskriterien (vgl. Anhang 1) für den Einzelfall Werte festgelegt werden.

Kommt es in einem Grundwasserkörper zu einer Häufung einzelner, lokal begrenzter Schadstoffeinträge und treten ggf. auch weitere flächenhafte Schadstoffeinträge hinzu, ist den Wasserbehörden darüberhinaus ein Bewirtschaftungsinstrument an die Hand zu geben, mit dem die Schadstoffeinträge zusätzlich begrenzt werden können, wenn sich auch bei der Grundwasserüberwachung Auffälligkeiten zeigen. Hierfür wird die LAWA eine konkretisierende Regel vorlegen.

Zur Beurteilung flächenhafter Einträge – z.B. atmosphärischer Depositionen oder der Folgen landwirtschaftlicher Düngemaßnahmen – dürfen die Geringfügigkeitsschwellenwerte nicht herangezogen werden. Auch dürfen sie nicht als Qualitätsziele für das Grundwasser missbraucht werden, da sie als Maßstab für die Beurteilung lokal begrenzter Schadstoffeinträge abgeleitet wurden und deshalb eine andere Zweckbestimmung haben.

## 4 Erläuterung der Anhänge

Im Anhang 1 ist ein Übersichtsschema der in Kapitel 2 vorgestellten Methodik zur Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte beigefügt. Die nach dieser Methodik für Einzelstoffe und für Summenparameter abgeleiteten Geringfügigkeitsschwellenwerte sind in einer tabellarischen Übersicht im Anhang 2 dokumentiert. Die Tabelle ist zur besseren Übersichtlichkeit dreigeteilt. Im Teil 1 sind anorganische, in Teil 2 organische Stoffe, im Teil 3 Pflanzenschutzmittel, Biozide sowie sprengstofftypische Verbindungen aufgeführt.

Anhang 3 enthält die Datenblätter zu den einzelnen Stoffen und Stoffgruppen, für die Geringfügigkeitsschwellenwerte abgeleitet wurden. Allen Datenblättern ist eine tabellarische Kurzfassung mit Informationen zum Geringfügigkeitsschwellenwert, zum verfügbaren Datenmaterial und zu den Kriterien, die die Ableitung des Geringfügigkeitsschwellenwertes maßgeblich begründen, vorangestellt. Ergibt sich daraus eindeutig, welche Kriterien zur Ableitung des GFS-Wertes geführt haben, wird in der Regel auf eine ausführliche Begründung verzichtet. Die Begründung ergibt sich in diesen Fällen entsprechend der im Kapitel 2 beschriebenen allgemeinen Ableitungsmethodik nach den im Datenblatt zitierten Literaturquellen.

Eine ausführliche Begründung ist dann erforderlich, wenn nicht auf entsprechende Quellen (z.B. TrinkwV) verwiesen werden kann. Das Datenblatt enthält in diesem Fall neben einer ausführlichen Begründung des Geringfügigkeitsschwellenwertes auch die verwendeten Literaturquellen. Basiswerte sind nur für anorganische Spurenstoffe angegeben, wenn bei den ökotoxikologisch begründete Wirkungsschwellen nicht gesetzlich verankerte Werte herangezogen wurden.

Im Anhang 4 sind Bestimmungsmethoden für die Untersuchung der in Anhang 2 aufgeführten Stoffe und Summenparameter zusammengestellt. Bei einigen der angegebenen Verfahren liegt die untere Anwendungsgrenze höher oder gleich dem Geringfügigkeitsschwellenwert. Dort muss im Einzelfall auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Bestimmungsmethoden zu validieren sind.

In Spalte 1 sind die zu untersuchenden Stoffe bzw. Parameter aufgelistet. Spalte 2 enthält die analytische Bestimmungsmethode. Es handelt sich dabei nahezu ausschließlich um "Deutsche Einheitsverfahren (DEV)", die größtenteils in DIN-Normen und zum Teil in Europäische (EN) oder internationale Normen (ISO) übergeführt wurden. Sind in der Tabelle für einen Parameter mehrere Bestimmungsmethoden angegeben, so kann unter Berücksichtigung der ergänzenden Angaben in den Spalten 3 und 4, das für die jeweilige Untersuchung bestgeeignete Verfahren ausgesucht werden. In der Spalte 3 werden Hinweise zu den anzuwendenden

Methoden zur Bestimmung der verschiedenen Parameter gegeben. Spalte 4 enthält Angaben zur unteren Anwendungsgrenze der Methoden und die zugehörige Einheit für die Angabe der Untersuchungsergebnisse. Der Wert der Bestimmungsgrenze kann im Einzelfall matrixbedingt höher liegen als in der Tabelle angegeben. Zudem ist die Bestimmungsgrenze vom jeweiligen Einzelstoff, von den Randbedingungen und der Detektierbarkeit abhängig.

## 5 Literatur

Crommentuijn et al 1997: Crommentuijn, T; Polder, MD; van de Plassche, EJ : Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for metals, taking background concentrations into account. Report No. 601 501 001, National Institute of Public Health and the Environment, NL-Bilthoven, October 1997

de Bruijn et al. 1999 : J. de Bruijn, T. Crommentuijn, K. van Leeuwen, E. van de Plassche : Environmental risk limits in The Netherlands. National Institute of Public Health and Environment, RIVM-Report 601 640 001, NL-Bilthoven 1999

Dieter, HH 2003a: Kommentar zur Bewertung der Anwesenheit nicht oder nur teilbewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht. Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. - Gesundheitsschutz 46(3), 245-248

Dieter, HH, Henseling, M. 2003: Kommentar zur Empfehlung: Maßnahmewerte (MW) für Stoffe im Trinkwasser während befristeter Grenzwert-Überschreitungen gem. § 9 Abs. 6-8 TrinkwV 2001. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 46: 701-706, *einschließlich Erratum in 46: 915-916.*

EEC 1993: COUNCIL REGULATION (EEC) No 793/93 of 23 March 1993 on the evaluation and control of the risks of existing substances, Official Journal of the European Communities No. L 84

EC 1994: COMMISSION REGULATION (EC) No 1488/94 of 28 June 1994 laying down the principles for the assessment of risks to man and the environment of existing substances in accordance with Council Regulation (EEC) No 793/93, Official Journal of the European Communities No.L 161

The risk assessment carried out under Regulation 793/93 is conducted following the principles of the Regulation 1488/94 and following the detailed methodology laid down in the Technical Guidance Document on Risk Assessment for New and Existing Substances ( TGD )

Eikmann et al 1999: Eikmann Th., Heinrich U., Heinzow B., Konietzka R.: Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen ergänzbares Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1. Erg. Lfg. 12/99;

EUROPEAN CHEMICALS BUREAU under <http://ecb.jrc.it> last update: 2.5.2000 (risk assessment reports/ existing substances)

Kunkel, R., Voigt, H.-J., Wendland, F. Hannappel, S. 2004: Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt Band 47

LAWA 1997: Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer, Band I: Teil I: Konzeption zur Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer vor gefährlichen Stoffen, Teil II: Erprobung der Zielvorgaben von 28 gefährlichen Wasserinhaltsstoffen in Fließgewässern. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Berlin 1997

LAWA 1998: Geringfügigkeitsschwellen (Prüfwerte) zur Beurteilung von Grundwasserschäden und ihre Begründung. Bericht des ad-hoc-Arbeitskreises „Prüfwerte“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) vom 21. 12. 1998, unveröffentlicht

LAWA 1998a: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer, Band II: Ableitung und Erprobung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink. Berlin 1998

LAWA 1998b: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer, Band III: Teil I: Konzeption zur Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer vor gefährlichen Stoffen, Teil II: Erprobung der Zielvorgaben für Wirkstoffe in Bioziden und Pflanzenbehandlungsmitteln für trinkwasserrelevante oberirdische Binnengewässer. Berlin 1998.

LAWA 2000: Musterverordnung über Qualitätsziele für bestimmte gefährliche Stoffe und zur Verringerung der Gewässerverschmutzung durch Programme. Umsetzung der Richtlinie



76/464/EWG vom 4.5.1976 in deutsches Recht, TOP 3.7 der 115. LAWA-Sitzung am 7.-8.9.2000 in Rostock

LAWA 2002: „Grundsätze des vorsorgenden Grundwasserschutzes bei Abfallverwertung und Produkteinsatz (GAP-Papier)“ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Mai 2002

LAWA 2003: „Musterverordnung zur Umsetzung der Anhänge II und V der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Entwurf Stand 2.7.2003

RAR 2002: Risk Assessment Report gem. EEC 793/93 und EC 1488/94, recherchiert 2002 über European Chemicals Bureau, ggf. ergänzt durch Informationen des Umweltbundesamtes Berlin

Schellschmidt, B. & Dieter, HH. Gesundheitlich duldbare Höchstkonzentrationen für die Kontamination von Trinkwasser durch Pflanzenschutzmittel (Gesundheitliche Leitwerte), Gesundheitsbl – Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 43(7): 494-504.

TGD2003: Technical Guidance Document on Risk Assessment for New and Existing Substances, siehe EC 1994 (<http://ecb.jrc.it/>)

TrinkwV 2001: Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001. Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 24, 959 ff

UBA 1994: Zielvorgaben für gefährliche Stoffe in Oberflächengewässern. Bearbeitet von Gottschalk, Ch.; UBA-Texte 44/94, Umweltbundesamt, Berlin; zit. in UBA 2000

UBA 1999: Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten: Ableitung und Berechnung von Prüfwerten der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung für den Wirkungspfad Boden - Mensch aufgrund der Bekanntmachung der Ableitungsmethoden und -maßstäbe im Bundesanzeiger Nr. 161a vom 28. August 1999. Hrsg.: Umweltbundesamt, bearbeitet von Bachmann G, Oltmanns J, Konietzka R, Schneider K., Erich Schmidt Verlag, Berlin

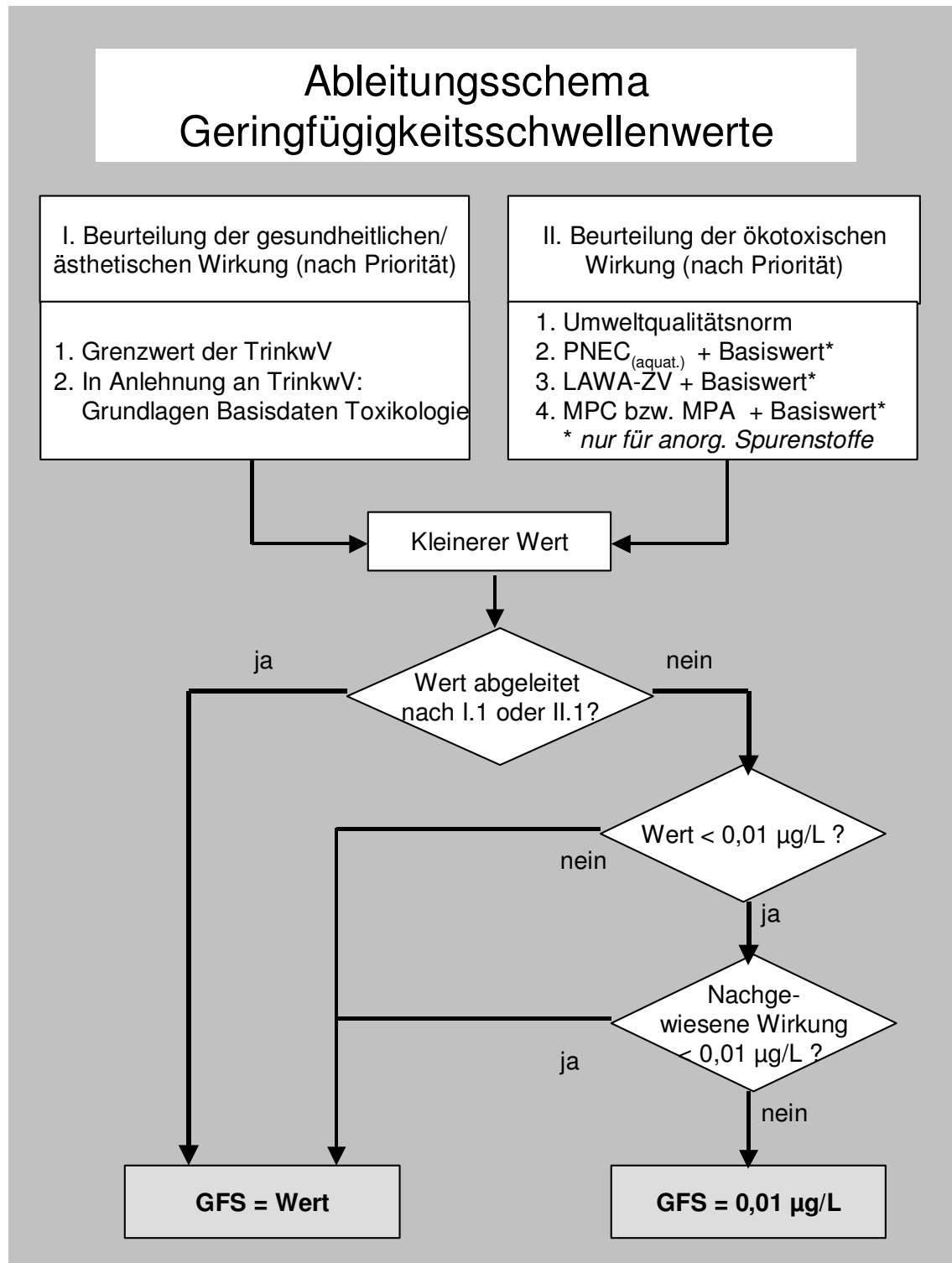
UBA 2000: Umweltqualitätsziele für gefährliche Stoffe in Gewässern - Internationaler Vergleich der Ableitungsmethoden. Bearbeitet von Schudoma, D; UBA-Texte 24/00, Umweltbundesamt, Berlin

UBA 2001: Forschungsvorhaben FKZ: 298 28 415 „Ökotoxikologische Prüfung von Pflanzenschutzmitteln hinsichtlich ihres Potentials zur Grundwassergefährdung“; Auftragnehmer: Institut für Umweltchemie und Toxikologie der Fraunhofer Gesellschaft, Schmallenberg, UBA-TEXTE 76/01, Umweltbundesamt Berlin

UBA 2003: Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht – Empfehlung der Trinkwasserkommission des Umweltbundesamtes. Bundesgesundheitsbl- Gesundheitsforsch- Gesundheitsschutz 46 (3): 249 - 251

WRRL 2000: Richtlinie 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 327 vom 22.12.2000, S.1

## Anhang 1 Ableitungsschema der Geringfügigkeitsschwellenwerte



## Anhang 2 Geringfügigkeitsschwellenwerte zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen:

### Teil 1 anorganische Parameter

<b>Anorganische Parameter</b>	<b>Geringfügigkeitsschwellenwert (<math>\mu\text{g/L}</math>)</b>
Antimon (Sb)	5
Arsen (As)	10
Barium (Ba)	340
Blei (Pb)	7
Bor (B)	740
Cadmium (Cd)	0,5
Chrom (Cr III)	7 s. Anhang 3
Kobalt (Co)	8
Kupfer (Cu)	14
Molybdän (Mo)	35
Nickel (Ni)	14
Quecksilber (Hg)	0,2
Selen (Se)	7
Thallium (Tl)	0,8
Vanadium (V) <sup>1)</sup>	4
Zink (Zn)	58
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	250 mg/L
Cyanid (CN <sup>-</sup> )	5 (50) s. Anhang 3
Fluorid (F <sup>-</sup> )	750
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	240 mg/L

- 1) Die Anwendung des GFSwertes für Vanadium ist bis zum 31.12.2007 ausgesetzt. Diese GFS entspricht zwar dem aktuellen Wissen über die Humantoxizität von Vanadium und dem lebenslangen Schutz vor möglichen Wirkungen. Sie beruht jedoch auf einer unvollständigen und nur strittig zu bewertenden Datenbasis. Durch die Aussetzung soll insbesondere der Industrie die Gelegenheit gegeben werden, die experimentelle Datenbasis zur Human- und Ökotoxizität zu ergänzen. Es wird vermutet, dass auf verbesserter Datenbasis die GFS für Vanadium erhöht werden kann.

## Anhang 2 Geringfügigkeitsschwellenwerte zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen:

### Teil 2 organische Parameter

<b>Organische Parameter</b>	<b>Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/L)</b>
Σ PAK <sup>1)</sup>	0,2
Anthracen, Benzo[a]pyren, Dibenz(a,h)anthracen	jeweils 0,01
Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]-fluoranthen, Benzo[ghi]perylen, Fluoranthen, Indeno(123-cd)pyren	jeweils 0,025
Σ Naphthalin u. Methylnaphthaline	1
Σ LHKW <sup>2)</sup>	20
Σ Tri- und Tetrachlorethen	10
1,2 Dichlorethan	2
Chlorethen (Vinylchlorid)	0,5
Σ PCB <sup>3)</sup>	0,01
Kohlenwasserstoffe <sup>4)</sup>	100
Σ Alkylierte Benzole	20
Benzol	1
MTBE	15
Phenol <sup>5)</sup>	8
Nonylphenol	0,3
Σ Chlorphenole	1
Hexachlorbenzol	0,01
Σ Chlorbenzole	1
Epichlorhydrin	0,1

- 1) 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 Heterocyclen wie Chinoline)
- 2) LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d.h. Summe der halogenierten C<sub>1</sub>- und C<sub>2</sub>-Kohlenwasserstoffe; einschließlich Trihalogenmethane. Die GFS zu Tri- und Tetrachlorethen, Dichlorethan und Chlorethen ist zusätzlich einzuhalten.
- 3) 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-F3), dann allerdings ohne Multiplikation
- 4) Bestimmung nach DEV H53. Bei höheren Konzentrationen kann die Gravimetrie (nach ISO 9377-1-Entwurf) eingesetzt werden. Bei GC-Analyse bezieht sich der o.a. Wert auf die KW-Summe zwischen C<sub>10</sub> und C<sub>40</sub>.
- 5) Derzeit steht kein genormtes Verfahren zur Verfügung, dessen untere Anwendungsgrenze niedriger oder gleich dem Geringfügigkeitsschwellenwert ist. Es muss daher auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Analysenverfahren zu validieren sind. Üblicherweise wird eine Bestimmung des Phenolindex durchgeführt. Bei positivem Befund ist eine Bestimmung der relevanten Einzelstoffe durchzuführen.

**Anhang 2 Geringfügigkeitsschwellenwerte zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen:**

**Teil 3 Pflanzenschutzmittel, biozide Wirkstoffe sowie sprengstofftypische Verbindungen**

<b>Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte (PSMBP)</b>	<b>Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/L)</b>	<b>Sprengstofftypische Verbindungen</b>	<b>Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/L)</b>
<b>Σ PSMBP</b>	0,5	<b>Nitropenta (PETN)</b>	10
<b>PSMBP Einzelstoff</b>	jeweils 0,1	<b>2-Nitrotoluol</b>	1
<b>Aldrin, Azinphos-methyl, Dichlorvos, Dieldrin, Endosulfan, Etrimfos, Fenitrothion, Fenthion, Parathion-ethyl</b>	jeweils 0,01	<b>3-Nitrotoluol</b>	10
<b>Chlordan</b>	0,003	<b>4-Nitrotoluol</b>	3
<b>Disulfoton</b>	0,004	<b>2-Amino-4,6-Dinitrotoluol</b>	0,2
<b>Diuron</b>	0,05	<b>4-Amino-2,6-Dinitrotoluol</b>	0,2
<b>Hexazinon</b>	0,07	<b>2,4-Dinitrotoluol</b>	0,05
<b>Malathion, Parathion-methyl</b>	jeweils 0,02	<b>2,6-Dinitrotoluol</b>	0,05
<b>Mevinphos</b>	0,0002	<b>2,4,6-Trinitrotoluol</b>	0,2
<b>Pentachlorphenol</b>	0,1	<b>Hexogen</b>	1
<b>Phoxim</b>	0,008	<b>2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure)</b>	0,2
<b>Triazophos, Trifluralin, Heptachlor, Heptachlorepoxyd</b>	jeweils 0,03	<b>Nitrobenzol</b>	0,7
<b>Tributylzinn<sup>1)</sup></b>	0,0001	<b>1,3,5-Trinitrobenzol</b>	100
<b>Trichlorphon</b>	0,002	<b>1,3-Dinitrobenzol</b>	0,3
<b>Triphenylzinnverbindungen, Dibutylzinn-Verbindungen</b>	0,01	<b>Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)</b>	2
		<b>Tetryl</b>	5
		<b>Octogen</b>	175

1) Derzeit steht kein genormtes Verfahren zur Verfügung, dessen untere Anwendungsgrenze niedriger oder gleich dem Geringfügigkeitsschwellenwert ist. Es muss daher auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Analysenverfahren zu validieren sind

## Anhang 4 Bestimmungsmethoden mit Angabe der unteren Grenze des Anwendungsbereichs

### Teil 1 Metallionen, Halbmetallionen und sonstige Kationen, Anionen

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>1)</sup>
Antimon (Sb)	DIN 38405-32-2	AAS-Hydridtechnik	0,001 mg/L
	DIN 38405-32-1	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/L
Arsen (As)	DIN EN ISO 11969	AAS-Hydridtechnik	0,001 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/L
Barium (Ba)	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/L
	DIN 38406-28	Flammen-AAS	0,1 mg/L
	analog DIN EN ISO 5961	Graphitrohr-AAS	0,5 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0005 mg/L
Blei (Pb)	DIN 38406-6-1	Flammen-AAS	0,5 mg/L
	DIN 38406-6-2	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0002 mg/L
Bor (B)	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,05 mg/L
	DIN 38405-17	Spektralphotometrie	0,05 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,01 mg/L
Cadmium (Cd)	DIN EN ISO 5961-HA2	Flammen-AAS	0,05 mg/L
	DIN EN ISO 5961-HA3	Graphitrohr-AAS	0,0003 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0005 mg/L
Chrom, gesamt (Cr, ges., Cr III)	DIN EN 1233-HA3	Flammen-AAS	0,5 mg/L
	DIN EN 1233-HA4	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/L
Chromat (Cr VI) <sup>2)3)</sup>	DIN 38405-24	Spektralphotometrie	0,05 mg/L
	DIN EN ISO 10304-3	Ionenchromatographie	0,05 mg/L
Kobalt (Co)	DIN 38406-24-1	Flammen-AAS	0,2 mg/L
	DIN 38406-24-2	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0002 mg/L

Kupfer (Cu)	DIN 38406-7-1	Flammen-AAS	0,1 mg/L
	DIN 38406-7-2	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/L
Molybdän (Mo)	analog DIN EN ISO 5961	Graphitrohr-AAS	0,001 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,03 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0003 mg/L
Nickel (Ni)	DIN 38406-11-1	Flammen-AAS	0,2 mg/L
	DIN 38406-11-2	Graphitrohr-AAS	0,005 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,002 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/L
Quecksilber (Hg)	DIN EN 1483	Kaltdampftechnik-AAS	0,0001 mg/L
	DIN EN 12383	Kaltdampf-AAS (nach Anreicherung durch Amalgamtechnik)	0,00001 mg/L
Selen (Se)	DIN 38405-23-2	AAS-Hydridtechnik	0,001 mg/L
	DIN 38405-23-1	Graphitrohr-AAS	0,005 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,01 mg/L
Thallium (Tl)	DIN 38406-26	Graphitrohr-AAS	0,005 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/L
Vanadium (V)	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/L
Zink (Zn)	E DIN 38406-8	Flammen-AAS	0,05 mg/L
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/L
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/L
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	DIN 38405-1	photometrisch	10 mg/L
	DIN EN ISO 10304-1	Ionenchromatographie	0,1 mg/L
	DIN EN ISO 10304-4	Ionenchromatographie	0,1 mg/L
	DIN EN ISO 15682	Fließanalytik	1 mg/L
Cyanid, gesamt (CN <sup>-</sup> , ges.)	DIN 38405-13-1,	Spektralphotometrie	0,02 mg/L
	DIN 38405-14-1		
	DIN EN ISO 14403	Fließanalytik	0,02 mg/L
Cyanid, leicht freisetzbar (CN <sup>-</sup> )	DIN 38405-13-2,	Spektralphotometrie	0,02 mg/L
	DIN 38405-14-2		
	DIN EN ISO 14403	Fließanalytik	0,02 mg/L
Fluorid (F <sup>-</sup> )	DIN EN ISO 10304-1/-2	Ionenchromatographie	0,1 mg/L
	DIN 38405-4-1	Fluorid-Ionenselekt. Elektrode	0,1 mg/L
	DIN 38405-4-2	Bestimmung nach Aufschluss u. Destillation	0,2 mg/L
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	DIN 38405-5	Gravimetrie	20 mg/L
	DIN EN ISO 10304-1	Ionenchromatographie	0,1 mg/L



## Anhang 4 Bestimmungsmethoden mit Angabe der unteren Grenze des Anwendungsbereichs

### Teil 2 Organische Stoffgruppen und organische Einzelstoffe

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>1)</sup>
PAK <sup>4)</sup>	DIN 38407-18 ISO FDIS 17993  DIN 38407-7-1 <sup>5)</sup> (Screening) DIN 38407-7-2 <sup>5)</sup> DIN 38409-13-2 <sup>5)</sup> (Screening)	Hexan-Extraktion, HPLC-FLD Hexan-Extraktion, HPLC-FLD  HPTLC HPTLC HPLTC	0,005-0,01 µg/L 0,005-0,01 µg/L  0,04 µg/L
LHKW	DIN EN ISO 10301 (F 4)  DIN EN ISO 15680	Pentan-Extraktion, GC-ECD Headspace, GC-ECD, Purge- and Trap, GC-ECD oder GC-MS	0,01-50 µg/L 0,1-200 µg/L  0,01-1 µg/L
Chlorethen (Vinylchlorid)	DIN 38413-2 DIN EN ISO 15680	GC-FID Purge- and Trap, - GC-ECD oder GC-MS	5 µg/L 0,02 µg/L
PCB	DIN 38407-2 DIN EN ISO 6468 (F 1) DIN 38407-3-1 (Indikatorsubst.) DIN 38407-3-2 (Peakmuster) DIN 38407-3-3	Flüssigextraktion, GC-ECD Flüssigextraktion, GC-ECD Hexan-Extraktion, GC-ECD Hexan-Extraktion, GC-ECD Hexan-Extraktion, GC-MS	0,001-0,01 µg/L 0,001-0,01 µg/L 0,001 µg/l - 0,01-0,1µg/L
Kohlenwasserstoffe <sup>6)</sup>	DIN EN ISO 9377-2  Überblicksanalyse	Extraktion mit Aceton/ Petrol- ether /, GC-FID Fingerprintidentifizierung: GC-FID ohne Quantifizierung	0,1 mg/L
Alkylierte Benzole (BTEX)	ISO 11423-1 DIN 38407-9-1 ISO 11423-2 DIN 38407-9-2  E DIN EN ISO 15680	Dampfraum-, GC-FID Dampfraum, GC-FID Pentan-Extraktion, GC-FID Pentan-Extraktion, GC-FID Purge- and Trap, GC-ECD oder GC-MS	5 µg/L 5 µg/L 5 µg/L 5 µg/L  0,02–0,05 µg/L
MTBE	DIN EN ISO 15680 (muss für MTBE validiert werden) DIN 38 407-9	Purge and Trap, GC/FID oder GC/MS Dampfraum, GC-MS	0,05 µg/L 1 µg/L

Phenole <sup>2)</sup> - monovalente Phenole <sup>7)</sup>	(E) ISO 8165-1 (E) ISO 8165-2  analog DIN EN 12673 (F 15)	Flüssigextraktion, GC-FID od. GC-ECD Derivatisierung, GC-ECD Derivatisierung, GC-MS	0,1 µg/L 0,1 µg/L 0,1 µg/L
- Phenolindex <sup>8)</sup>	DIN 38409-16-2 DIN EN ISO 14402 (H 37)	Spektralphotometrie Fließanalytik	10 µg/L 10 µg/L
Nonylphenole	ISO /18857-1	Flüssigextraktion, GC/MS	0,02 µg/L
Chlorphenole	DIN EN 12673 (F 15)	extraktive Derivatisierung mit Acetanhydrid / GC-ECD	0,1 µg/L
Chlorbenzole – Cl <sub>1</sub> -Cl <sub>3</sub> -Chlorbenzole – Cl <sub>3</sub> -Cl <sub>6</sub> -Chlorbenzole	EN ISO 10301 (F 4)  DIN EN ISO 6468 (F 1) DIN 38407-2	Headspace, GC-ECD Flüssigextraktion / GC-ECD Flüssigextraktion / GC-ECD	0,2-0,5 µg/L 0,001-0,01 µg/L 0,001-0,01 µg/L
Epichlorhydrin	DIN EN 14207 (P 9)	Festphasenextraktion, GC/MS	0,1 µg/L
PSMBP -SHKW + Organochlor- pestizide <sup>9)</sup>  - Organ. N- und P- Verbindungen <sup>10)</sup>  - Phenoxyalkancarbonsäureherbizide	DIN EN ISO 6468 (F 1) DIN 38407-2  DIN EN ISO 10695 (F 6) DIN EN ISO 11369 (F 12)  DIN 38407-14, DIN ISO 15913 (F 20)	Flüssigextraktion, GC-ECD (ggf. auch GC-MS)  Flüssigextraktion, GC-PND Festphasenextraktion, GC-PND Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD Festphasenextraktion, GC-MS Festphasenextraktion, GC-MS	0,001-0,01 µg/L  0,1 – 1 µg/L 0,051 – 0,061 µg/L 0,025 – 0,1 µg/L 0,05 µg/L 0,05 µg/L
PSM (Auswahl)	DIN V 38407-11	Festphasenextraktion, HPTLC-AMD	0,05 µg/L
Organozinnverbindungen	DIN 38407-13	Hexan-Extraktion; GC/MS od. GC/FPD od. GC/AED	0,01 µg/L
Nitropenta (PETN)	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
2-Nitrotoluol	DIN 38407-21  DIN 38407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD  Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,1 - 0,5 µg/L  0,05 µg/L
3-Nitrotoluol	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
4-Nitrotoluol	DIN 38407-21  DIN 38407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD  Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,1 - 0,5 µg/L  0,05 µg/L
2-Amino-4,6-Dinitrotoluol	DIN 38407-21  DIN 38407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD  Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,1 - 0,5 µg/L  0,05 µg/L

4-Amino-2,6-Dinitrotoluol	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
	DIN 38407-17	Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,05 µg/L
2,4-Dinitrotoluol	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
	DIN 38407-17	Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,05 µg/L
2,6-Dinitrotoluol	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
	DIN 38407-17	Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,05 µg/L
2,4,6-Trinitrotoluol	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
	DIN 38407-17	Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,05 µg/L
Hexogen	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure)	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
Nitrobenzol	DIN 38407-17	Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,05 µg/L
1,3,5-Trinitrobenzol	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
1,3-Dinitrobenzol	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
	DIN 38407-17	Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,05 µg/L
Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
Tetryl	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L
Octogen	DIN 38407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1 - 0,5 µg/L

- 1) Die unteren Anwendungsgrenzen sind sowohl stoff- als auch matrixabhängig. Im Altlastenbereich sind diese Grenzen möglicherweise nach oben zu korrigieren.
- 2) Steht kein genormtes Verfahren zur Verfügung, mit dem die Geringfügigkeitsschwelle erreicht bzw. unterschritten werden kann, muss auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Analysenverfahren zu validieren sind. Das Verfahren ist zu beschreiben.
- 3) Die Bestimmung von Chromat sollte deshalb nach chromatographischer Abtrennung von Chrom (III) mittels atomspektrometrischer Methoden erfolgen.
- 4) Bei positivem Befund im Auswahltest z. B. mittels Dünnschichtchromatographie nach DIN 38409-13-2 (Ergebnis > 50 ng/l) oder bei anders begründetem Verdacht sind zu Beginn des Untersuchungsablaufes sowie zwischendurch Probenextrakte zur Identifizierung von PAK-haltigen technischen Produkten und sonstigen branchenspezifischen Parametern mittels GC-MS zu untersuchen (GC-MS-Screening). Auf Grund der dabei gewonnenen Kenntnisse ist die Bestimmungsmethode für die Routinemessung festzulegen.
- 5) Jeweils 4 PAK nach der Trinkwasserverordnung
- 6) Zur Bestimmung des Kohlenwasserstoffindex ist die gaschromatographische Methode der DIN EN ISO 9377-2 einzusetzen. Das GC-Verfahren ermöglicht es, neben der Summenauswertung, zusätzlich die Identifizierung von Einzelstoffen und ggf. die Bestimmung der Art des technischen Produktes. Wenn im Chromatogramm einzelne Messsignale auftreten, die üblicherweise in Mineralölgemischen nicht vorkommen, dann ist durch Wiederholung der Reinigung mit Florisil zu prüfen, ob es sich bei diesen Signalen um KW handelt. Im Falle von KW müssen die Signalintensitäten im Verhältnis zu den übrigen KW gleich bleiben. Bei verhältnismäßiger Abnahme der Signale ist die Reinigung ggf. mehrfach zu wiederholen. Höhere Konzentrationen (> 50 mg/L) können gravi-

metrisch nach E DIN EN ISO 9377-1 quantifiziert werden, wobei durch Verdunstung der niedersiedenden Anteile Minderbefunde in Betracht zu ziehen sind. Gleichzeitig erfasst diese Methode auch die höhersiedenden Kohlenwasserstoffe  $KW > C_{40}$ .

- 7) Ausgewählte monovalente Phenole
  - 8) Bei Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle für den Phenolindex (vgl. Tab. 3.1-1) ist eine Bestimmung der Einzelstoffe durchzuführen.
  - 9) Z.B. Aldrin, DDT, HCH-Gemisch
  - 10) Ausgewählte org. N- und P-Verbindungen, z.B.u.a. Triazinherbizide, Phenylharnstoffherbizide, Organophosphorsäurederivate
-