

Neue GFS-Werte für das Grundwasser

**Fachliche Grundsätze – Stand Oktober 2015 –
und Anwendungsregeln für den Altlastenbereich**

Dr. Andreas Zeddel

↳ Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR)

Abteilung Geologie und Boden – Geologischer Dienst – Dezernat Altlasten

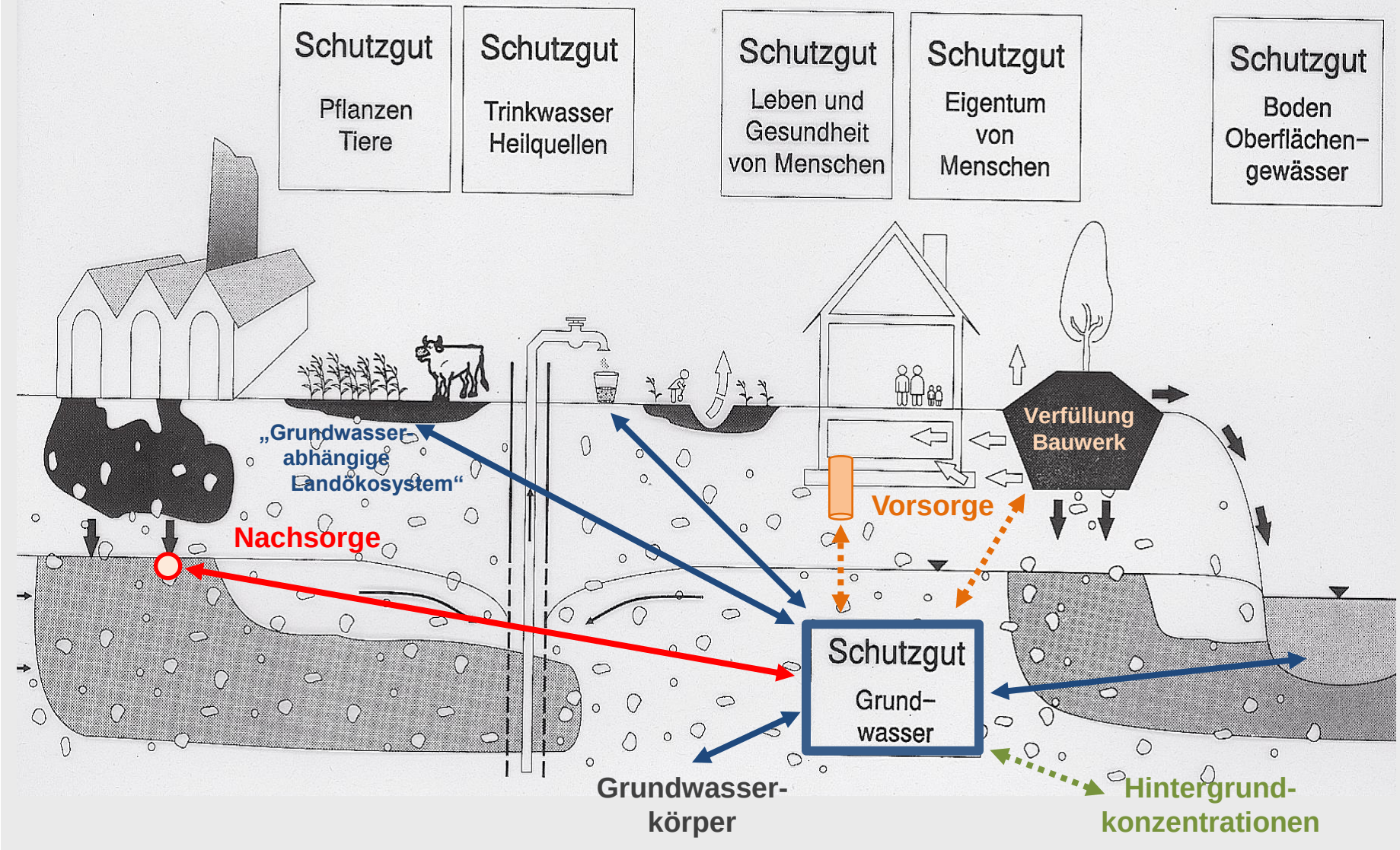
↳ D-24220 Flintbek, e-mail: andreas.zeddel@llur.landsh.de

Inhalt

- Bedeutung der GFS
- Beauftragungen und Verfahrensstand
- Änderungen der aktuellen GFS-Ableitung gegenüber 2004
- Anwendungsbereiche der GFS
- Anwendungsregeln für den nachsorgenden Bodenschutz
- Verdeutlichung am Beispiel

Schutzgüter und Regelungsbedarf

©,Hinweise zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten“, NRW, 1991

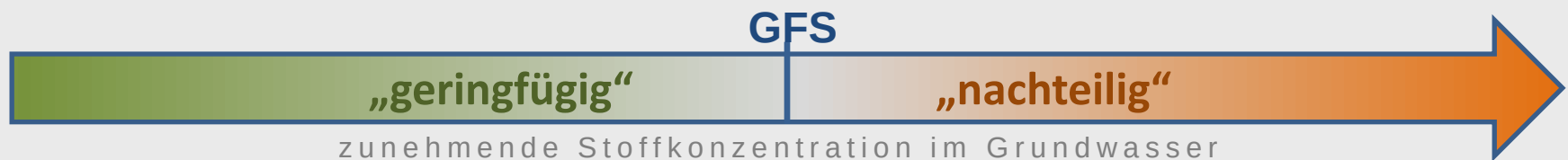


Die GFS-‘Definition’ (LAWA 2015)

Zur **bundeseinheitlichen** Bewertung von Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit, 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 nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit** des Grundwassers (Grundwasserverunreinigung) vorliegt.

Ein hierfür ... geeigneter Maßstab ist die Geringfügigkeitsschwelle (GFS).



Die Geringfügigkeitsschwelle wird definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten **keine relevanten ökotoxischen Wirkungen** auftreten können und die **Anforderungen der Trinkwasserverordnung ... eingehalten** werden.

Fachinformationen

- Humantoxikologische Wirkungsdaten
- Ökotoxikologische Wirkungsdaten
- Regeln für eine Plausibilitätsbetrachtung bei schlechter Datenlage
- Informationen über Hintergrundkonzentrationen der Stoffe im Grundwasser

GFS

Harmonisierung!

Rechtsbereiche

- WHG: „... nachhaltige Gewässerbewirtschaftung“
... echte Benutzungen...
... unechte Benutzungen...
- EBV: „nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit ... nicht zu besorgen“
- BBodSchV: schädli. Bodenveränderung und sonstige Gefahren
- GrwV: „...guter Grundwasserzustand ... Schwellenwerte“

„Die GFS sind wie ein (fachlicher) Strom, mit dem die verschiedenen (rechtlichen) ‚Werkzeuge‘ betrieben werden können – jedes Werkzeug setzt diesen Strom anders um“

Bedeutung der GFS

Beauftragungen und Verfahrensstand

Änderungen der aktuellen GFS-Ableitung gegenüber 2004

Anwendungsbereiche der GFS

Anwendungsregeln für den nachsorgenden Bodenschutz

Verdeutlichung am Beispiel

LAWA-Orientierungswerte für Leitparameter bei der Untersuchung von Grundwasser
- Stand 04.12.96 -

Anorganische Leitparameter	Einheit	Prüfwert	Maßnahmenwert
Antimon (Sb)	µg/l	10	10 - 50
Arsen (As)	µg/l	10	10 - 50
Barium (Ba)	µg/l	300	300 - 1.500
Blei (Pb)	µg/l	10	10 - 50
Cadmium (Cd)	µg/l	5	5 - 25
Chrom, gesamt (Cr)	µg/l	50	50 - 250
Chromat (Cr)	µg/l	8	8 - 40
Kobalt (Co)	µg/l	50	50 - 250
Kupfer (Cu)	µg/l	50	50 - 250
Molybdän (Mo)	µg/l	50	50 - 250
Nickel (Ni)	µg/l	50	50 - 250

Anlage

Prüfwerte zur Beurteilung des Pfades Boden-Grundwasser

Die Werte entsprechen den aktualisierten Prüfwerten der LAWA-Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasser (Stand 04.12.96).
(Endredaktion durch ...)

Anorganische Parameter	Einheit	Prüfwert
Antimon (Sb)	µg/l	10
Arsen (As)	µg/l	10
Barium (Ba)	µg/l	300
Blei (Pb)	µg/l	10
Cadmium (Cd)	µg/l	5
Chrom, gesamt (Cr)	µg/l	50

Statusberichte

Statusberichte

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen*

Teil I: Anorganische Parameter (Umweltmed. Forsch. Prax. 4 (3) 1999, S. 168-183)
Teil II: Organische Parameter

Karl Theodor von der Trenck¹, R. Röder², Hana Slama², Christiane Markard³, Christiane Kühl³

¹ Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Griesbachstr. 1, D-76185 Karlsruhe
² Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstr. 67, D-80636 München
³ Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, D-14193 Berlin

* von der Trenck; e-mail: theo.v.d.trenck@lfu.lfu.bwl.de

3.1 Prüfwerte zur Beurteilung des Wirkungspfad: Boden - Grundwasser nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (in myg/l, Analytik nach Anhang 1)

Anorganische Stoffe	Prüfwert (myg/l)
Antimon	10
Arsen	10
Blei	25
Cadmium	5
Chrom, gesamt	50
Chromat	8
Kobalt	50
Kupfer	50
Molybdän	50
Nickel	50
Quecksilber	50
Selen	50
Zink	50
Zinn	50
Cyanid, gesamt	50
Cyanid, leicht freisetzbar	50
Fluorid	50

Organische Stoffe
Mineralölkohlenwasserstoffe
BTEX 2)
Benzol
LHKW 3)
Aldrin
DDT
Phenole
PCB, gesamt 4)

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser

LAWA 2004



LAWA LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER



Schleswig-Holstein

Ein Service des Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH - www.juris.de

BBodSchV 1999

- Rechtliche Änderungen sowie neue fachliche Erkenntnisse seit 2004 machen eine Überprüfung der Werte notwendig
- Mit dem WHG (2009) wurde auch eine Anpassung der Begriffe erforderlich und es erweiterte sich der (pot.) Anwendungsbereich (*Schwellenwerte nach GrwV/EU-Grw-RL/ 'Mantelverordnung'*).
- Der **Ständige Ausschuss Grundwasser und Wasserversorgung** der LAWA (**LAWA-AG**) beschloss im Juni 2010 den **Ad-hoc-Unterausschuss „Aktualisierung GFS“** einzurichten
- **2013** wurde eine **erste Neufassung** des GFS-Papiers LAGA (Abfall) und LABO (Boden) mit der Bitte um Stellungnahme zugeleitet
- In Folge wurde es – neben fachlichen Anmerkungen – von LAGA wie LABO für notwendig gehalten, die **Anwendung der GFS in allen Rechtsbereichen** im GFS-Papier näher zu beschreiben

Erarbeitet vom Unterausschuss "Aktualisierung der Geringfügigkeitsschwellenwerte" des Ständigen Ausschusses „Grundwasser und Wasserversorgung“ der LAWA vom 25.11.2010 bis 22.2.2013

PD Dr. Hermann H. Dieter*	Umweltbundesamt
Dr. Dieter Frank	Saarländisches Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz
Regine Gühr	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Dipl.-Biol. Rainer Konietzka*	Umweltbundesamt
Dipl.-Chem. Brigitte Moll (Obfrau)	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg
Dr. Rudolf Stockerl	Bayerisches Landesamt für Umwelt
Dr. K. Theo von der Trenck	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Dieter Schudoma	Umweltbundesamt
Beate Zedler	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Obfrau des LAWA-Expertenkreises „Stoffe“)

Gast:

Dr. Jan Brodsky	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
-----------------	--

*Humantoxikologie

Endredaktion: Regine Gühr, Brigitte Moll, Beate Zedler, Dr. Arnold Quadflieg (Obmann LAWA-AG seit 1.10.2013)

Ergänzungen insbesondere des Kap. 3 wurden durch eine LAWA-LABO-LAGA-Arbeitsgruppe unter Leitung von Herrn Dr. Arnold Quadflieg vorgenommen (2013-2015).

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)



Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser

Aktualisierte und überarbeitete Fassung
Stand: 01. Juni 2015

LABO-Vertreter in der AG 2013-2015:

Dr. Gernot Huber	Landesamt für Umweltschutz, Bayern
Dr. Axel Lietzow	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Niedersachsen
Dr. Jens Utermann	Umweltbundesamt
Frank Wilhelm	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt
Dr. Andreas Zeddel	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume Schleswig-Holstein

und aktuelle Beschlüsse

- ▶ **Zentrales Ziel:** Erarbeitung eines zwischen LAWA, LABO und LAGA abgestimmten **Kapitels zu Anwendungsgrundsätzen** für GFS im Wasser-, Abfall und Bodenschutzrecht (Vorsorge und Nachsorge).
- ▶ **Fertigstellung des neuen Entwurfes, Stand 1. Juni 2015 :**
 - Anpassung an die Terminologie des neuen WHG und weitere Anpassungen
 - **Neues Kapitel 3 „Grundsätze für die Anwendung der GFS“**
- ▶ **Beschluss LAWA-Vollversammlung Sep. 2015:**

Die LAWA-VV nimmt den GFS-Bericht 2015 inkl. der Datenblätter **zustimmend zur Kenntnis**. Sie dankt der LAWA-LABO-LAGA-Kleingruppe ...

Die LAWA-Vollversammlung bittet den AG-Obmann, **den GFS-Bericht 2015** unter Beteiligung von LABO und LAGA **der Fachöffentlichkeit vorzustellen** und über die Ergebnisse ... zu berichten.

Die LABO empfiehlt am 24.9.2015, die Anwendungsgrundsätze **bei der Novellierung der BBodSchV zu berücksichtigen und befürwortet eine Veröffentlichung.**

Änderungen der aktuellen GFS- Ableitung gegenüber 2004

**Ableitung von
Geringfügigkeitsschwellenwerten
für das Grundwasser**

Aktualisierte und überarbeitete Fassung

Stand: 01. Juni 2015

Hinweis: veröffentlicht ist auf der Seite der LAWA
aktuell noch die Fassung von 2004

Die GFS-‘Definition‘ (LAWA 2015)

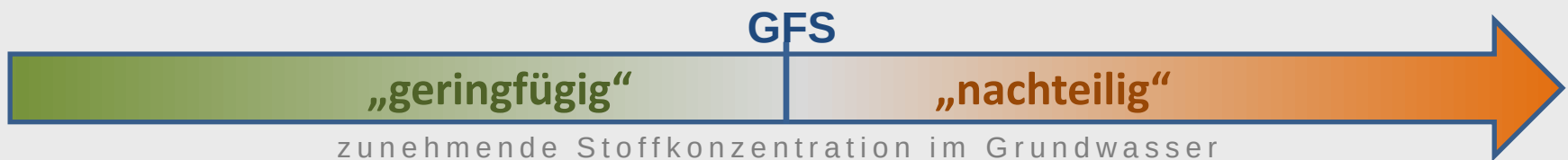
Zur bundeseinheitlichen Bewertung von Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit, die bereits eingetreten sind oder die es zu verhindern gilt,

werden nachvollziehbar ... und ab welcher Konzentration eine Grundwasserverunreinigung
 Hierzu gehört ... (= Grundwasserschaden) vorliegt.

[LAWA 2004]

anthropogene Veränderungen der Beschaffenheit des Grundwassers als geringfügig einzustufen sind und ab welcher Konzentration eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit des Grundwassers (Grundwasserverunreinigung) vorliegt.

Ein hierfür ... geeigneter Maßstab ist die Geringfügigkeitsschwelle (GFS).



**Keine (direkte) Verknüpfung
 der Geringfügigkeitsschwelle
 mit dem Begriff des Grundwasserschadens!**

Der „neue Schädlichkeitsbegriff“

Aus: Berendes, K.: WHG – Kurzkommentar, 2010, zu § 3 WHG :

aus Rn 16

„... Der Begriff „**schädlich**“ bekommt nunmehr im WHG 2009 einen eigenständigen Inhalt und wird dort anders als im alten WHG **einheitlich verwendet** Er orientiert sich an dem im Immissionsschutzrecht bewährten Begriff der schädlichen Umwelteinwirkungen (... Schwelle für die Schädlichkeit im Sinne der erläuternden Ausführungen des BImSchG) und hat damit **normativen Charakter**.“

Rn 18

„Für alle Veränderungen der Gewässereigenschaften, die den Wasserhaushalt real (in naturwissenschaftlichem Sinne) negativ beeinflussen, verwendet das WHG 2009 wie bisher, jetzt aber einheitlich den Begriff „**nachteilig**“.

„**Schädlich**“ hat nur noch die **normative Bedeutung** i S d Rn 16, das WHG hat einen **neuen wasserrechtlichen Schädlichkeitsbegriff** eingeführt.“

- ▶ **Nachteilige Veränderungen** der chemischen Grundwasserbeschaffenheit liegen i.d.R. vor, wenn die GFS im Grundwasser überschritten werden.
- ▶ **Schädliche Gewässerveränderungen** sind (u.a.) Veränderungen der chemischen Wasserbeschaffenheit des Grundwassers, die das Wohl der Allgemeinheit, **insbesondere die öffentliche Wasserversorgung**, beeinträchtigen oder die nicht den Anforderungen aus ... wasserrechtlichen Vorschriften entsprechen (§ 3 **Nr. 10** WHG)

GFS sind auf Grund von europaweit vereinbarten Konventionen fachlich (naturwissenschaftlich) abgeleitete Schwellenwerte

**Überschreitungen der GFS können,
müssen aber nicht gleichzeitig schädliche Veränderungen
der Grundwasserbeschaffenheit darstellen.**

„nachteilig“ ≠ „schädlich“ ...

Was heißt:

„schädlich hat nur noch die normative Bedeutung“ ?

Aus: Berendes, K.: WHG – Kurzkommentar, 2010, zu § 3 WHG :

Beispiel:

Abwassereinleitungen in oberirdische Gewässer, die das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigen, dem Stand der Technik entsprechen und nicht gegen verbindliche Qualitätsnormen oder sonstige Vorschriften verstoßen, **können zwar die Wasserbeschaffenheit nachteilig verändern**, erfüllen aber nicht die Voraussetzungen der **Nr. 10**, **gelten also nicht als schädlich**, weil für diesen **Benutzungstatbestand die bloße nachteilige Veränderung von Gewässer-eigenschaften gesetzlich nicht verboten ist. ...“**

Nachteilige vs. schädliche Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit

z. B. im Bereich des nachsorgenden Bodenschutzes :

- ▶ **Nachteilige Veränderung** der chemischen Grundwasserbeschaffenheit liegt i. d. R. vor, wenn GFS im Grundwasser – **nach Messung oder aufgrund einer Sickerwasserprognose** überschritten werden. (⇒ Anhaltspunkt für eine schädliche Grundwasserveränderung)
- ▶ **Schädliche Veränderung** der chemischen Grundwasserbeschaffenheit **im Rahmen der Nachsorge** liegt vor, wenn
 - unter Berücksichtigung der**
 - in Kap. 3.3 aufgeführten Anwendungsgrundsätze**
 - im konkreten Einzelfall -**
 - eine **schädliche Bodenveränderung**
 - oder **schädliche Gewässerveränderung**
 - begründet werden kann.

Neuer Umgang mit Hintergrundkonzentrationen bei anorganischen Spurenstoffen

Humantox.

Ökotox.

Ableitungsschema Geringfügigkeitsschwellenwerte

I. Beurteilung der gesundheitlichen/ästhetischen Wirkung (nach Priorität)

1. Grenzwert der TrinkwV
2. In Anlehnung an TrinkwV: Grundlagen Basisdaten Toxikologie

II. Beurteilung der ökotoxischen Wirkung (nach Priorität)

1. Umweltqualitätsnorm
 2. $PNEC_{(aq,at)} + \text{Basiswert}^*$
 3. $LAWA_{(V)} + \text{Basiswert}^*$
 4. MPC bzw. MPA + Basiswert*
- * nur für anorg. Spurenstoffe

Aufgabe des „Added Risk Approaches“ (ARA)

LAWA 2004

LAWA 2015

Erniedrigung einiger GFS-Werte bei den Elementen

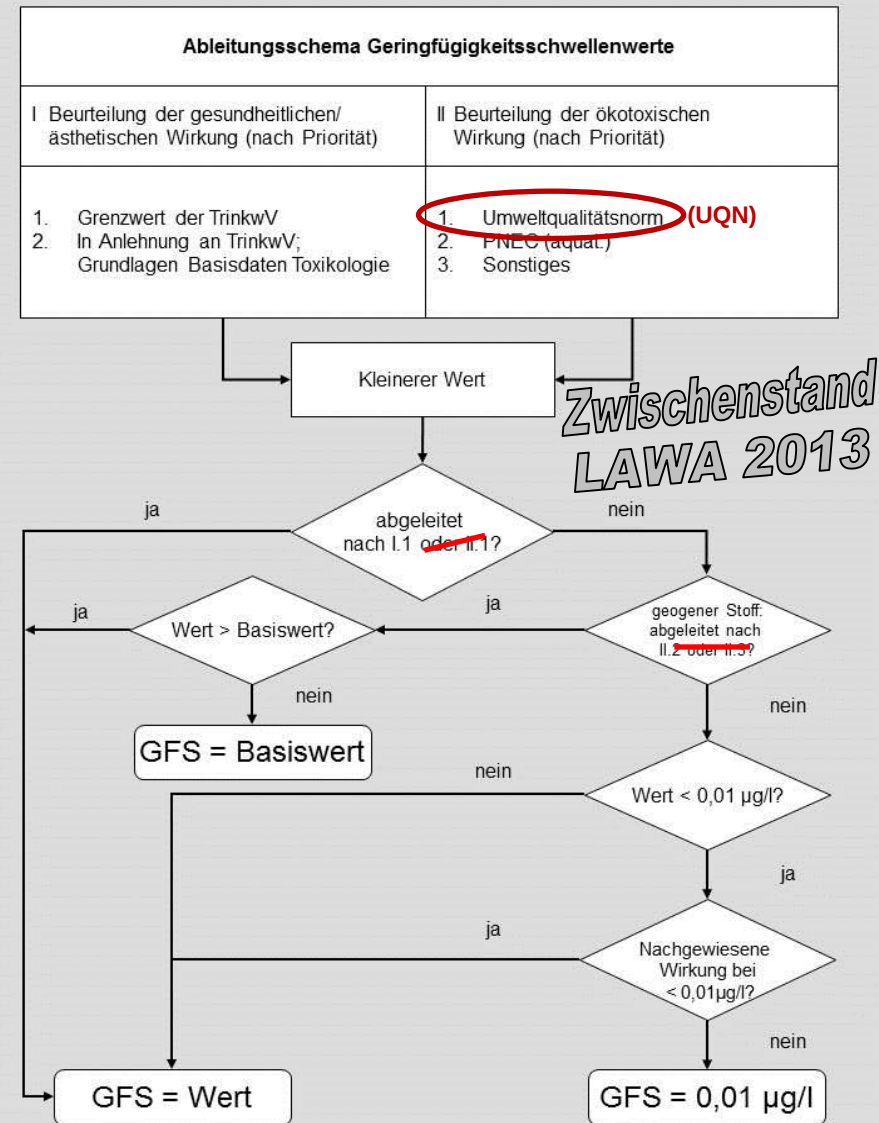
* Basiswert: Die geogene Hintergrundkonzentration eines Elements im unbelasteten Grundwasser, ermittelt als flächengewichtetes Mittel der 90. Perzentilwerte von 15 hydrogeologischen Bezugsräumen

**Sollen Umweltqualitätsnormen - UQN
(für das Oberflächengewässer) mit
den natürlichen Stoffkonzentrationen
im Grundwasser (Basiswerten)
abgeglichen werden?**

Beschluss:

- ▶ Abgleich von PNEC und UQN mit den Basiswerten
- ▶ Verwendung der von den staatlichen geologischen Diensten (SGD) 2014 neu abgeleiteten Hintergrundwerten zur Berechnung der Basiswerte

www.bgr.bund.de/DE/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/Beratung/Hintergrundwerte/wagner2014.pdf?__blob=publicationFile&v=9



Absenkung von GFS 2015 gegenüber GFS 2004 (Spurenelemente)

	GFS 2004	GFS 2015	Prüfwert BBodSchV 1999
Arsen	10 µg/l	3,2 µg/l	10 µg/l
Barium	340 µg/l	175 µg/l	-
Blei *	7 µg/l	1,2 µg/l	25 µg/l
Bor	740 µg/l	180 µg/l	-
Cadmium	0,5 µg/l	0,3 µg/l	5 µg/l
Chrom (gesamt)	7 µg/l	3,4 µg/l	50 µg/l
Kobalt	8 µg/l	2,0 µg/l	50 µg/l
Kupfer *	14 µg/l	5,4 µg/l	50 µg/l

* Berücksichtigt sind auch die UQN aus der Richtlinie 2013/39/EU die in der neuen OGewV in deutsches Recht umgesetzt werden

(Stand Okt. 2015: OGewV noch ausstehend, inhaltlicher Sachstand dazu siehe z. B.:
www.uni-trier.de/fileadmin/fb5/prof/OEF003/Institut/GK/VortragOGewVProf.Reinhardt.pdf)

Zink	58 µg/l	60 µg/l	500 µg/l
------	---------	---------	----------

Anwendungsbereiche der GFS



Kap. 3 wurde nun mit

„Grundsätze für die Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte “
überschrieben!

Prämissen für die Ausarbeitung der Anwendungsgrundsätze:

- ▶ **NUR Grundsätze** für Anwendungsregeln, keine Festlegungen im Detail
- ▶ Grundsätze sollen als „**Türöffner**“ für Festlegungen in entsprechenden Verordnungen oder Vollzugshilfen fungieren
- ▶ Ausführungen in den jeweiligen Rechtsbereichen werden von den jeweils „zuständigen“ Vertretern in der GFS-Kleingruppe konzipiert und formuliert, sie müssen aber von allen fachlich betroffenen LAWA-, LABO- und LAGA - Fachgremien akzeptiert werden

Umfang des Kapitel 3

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag und Problemstellung.....	4
2	Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten.....	5
2.1	Grundsätze und Konzept.....	5
2.2	Methodik für Einzelstoffe	6
2.2.1	Beurteilung in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung.....	6
2.2.2	Beurteilung im Hinblick auf ökotoxische Wirkungen	8
2.2.3	Prüfung der abgeleiteten Werte auf Plausibilität	12
2.3	Methodik für Stoffsummen.....	13
3	Grundsätze für die Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte....	14
3.1	Anwendungsbereich Wasserrecht.....	15
3.1.1	Vorsorgender Gewässerschutz	15
3.1.2	Nachsorgender Gewässerschutz	18
3.1.3	Beurteilung des chemischen Grundwasserzustandes nach Grundwasserverordnung (GrwV, 2010).....	18
3.2	Anwendungsbereich Bodenschutzrecht / Abfallrecht – Vorsorge.....	19
3.3	Gefahrenbeurteilung und Gefahrenabwehr im Anwendungsbereich des Bodenschutzrechts – Nachsorge.....	20
4	Analytik.....	22
5	Erläuterung der Anhänge.....	23
6	Literatur.....	24
	Anhang 1 Ableitungsschema der Geringfügigkeitsschwellenwerte.....	27
	Anhang 2 Geringfügigkeitsschwellenwerte zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen.....	28
	Teil 1 anorganische Parameter	28
	Teil 2 organische Parameter.....	29
	Anhang 3 Datenblätter	

3.1 Anwendungsbereich Wasserrecht

3.1.1 Vorsorgender Gewässerschutz

Grundsätzlich bedarf jede Benutzung eines Gewässers der Erlaubnis. Benutzungstatbestände, die zu Veränderungen von Stoffkonzentrationen im Grundwasser führen können, sind insbesondere

- das Einbringen und Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (§ 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG) sowie
- Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Beschaffenheit des Grundwassers herbeizuführen (§ 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG).

Immerhin 8 Seiten

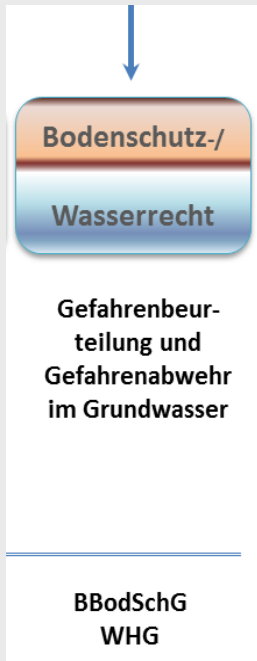
(8 von 23, d.h. 35 % des Textteils)

3.1.3 Beurteilung des chemischen Grundwasserzustandes nach Grundwasserverordnung (GrwV, 2010)

Die Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) definiert „Schwellenwerte“ als Konzentration eines Schadstoffes oder einer Schadstoffgruppe, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und Umwelt festgelegt werden (§ 1 Nr. 1 GrwV). Die Schwellenwerte sind Grundlage für die Beurteilung des chemischen Grundwasserzustandes (§§ 5, 13 GrwV).

Die deutschen Schwellenwerte in der GrwV wurden aufgrund der Ableitungssystematik für die GFS-Werte entwickelt, enthalten aber aktuell ein geringes Parameterspektrum. Die GFS-Werte können für die Festlegung weiterer Schwellenwerte durch die zuständige Behörde herangezogen werden, wenn für einen Grundwasserkörper ein Risiko in Bezug auf den chemischen Zustand durch einen nicht in der Anlage 2 zur GrwV aufgeführten Stoff oder eine Stoffgruppe ausgeht.





3.1.2 Nachsorgender Gewässerschutz

Da die Überschreitung der GFS-Werte nur ein Bewertungsfaktor bei der Beurteilung der Nachteiligkeit einer Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit ist, löst ein festgestelltes Erreichen oder Überschreiten der GFS-Werte im Grundwasser durch eine bereits eingetretene Immission noch kein Präjudiz bei der Beurteilung aus, ob **Sanierungsmaßnahmen** erforderlich sind. Hierbei verbleibt den Vollzugsbehörden ein Ermessensspielraum bei der Gesamteinschätzung der Situation.

Zum Eintritt einer schädlichen Gewässerveränderung wird auch auf Kap. 3.3 hingewiesen.

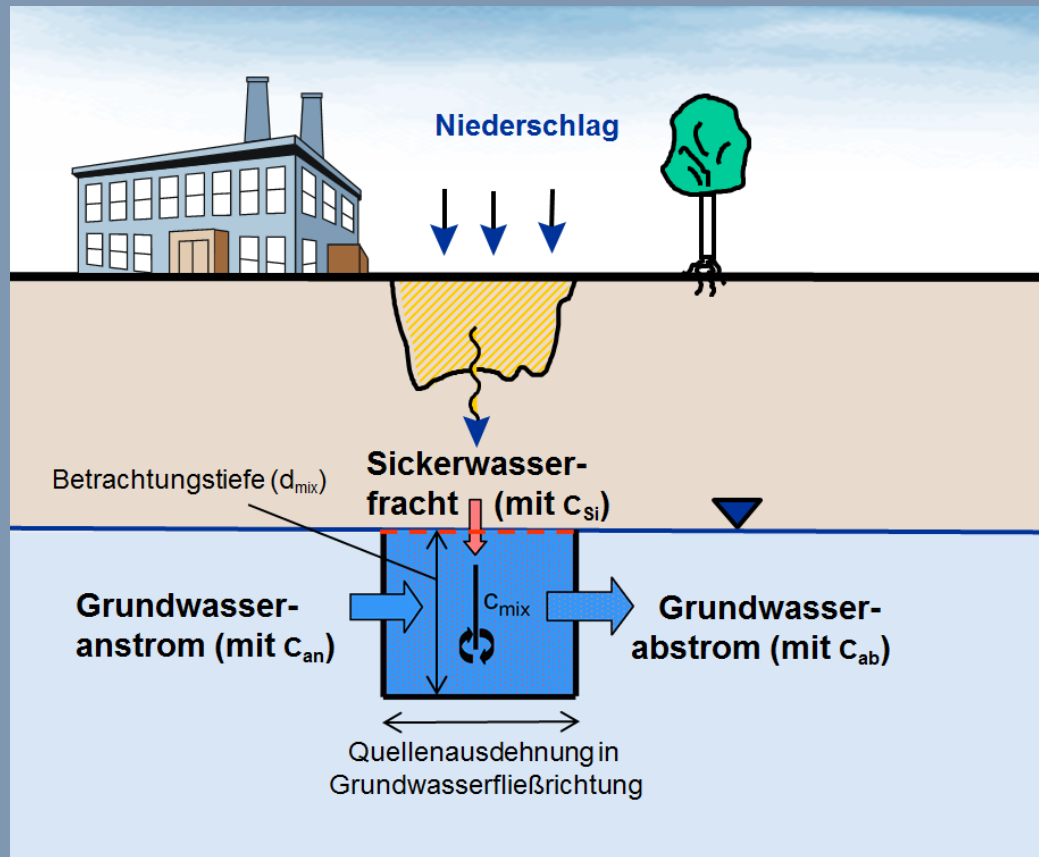
Der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz ist zu beachten.

3. Grundsätze für die Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte :

.... Auch können die GFS-Werte Basis für Beurteilungen von Grundwasserbelastungen sein, die **nicht nachweislich** über den Boden eingetragen wurden.....

Gleiche Maßstäbe im Boden- und Wasserrechts somit gesichert!

GFS- Anwendungsregeln für den nachsorgenden Bodenschutz



Grundsätze und Eckpunkte für die Entwicklung von Anwendungsregeln im Bereich Nachsorge

Die Verschärfungen der GFS-Werte 2013 der LAWA, die im Wesentlichen auf die ökotoxikologische Ableitung zurückzuführen sind, werden für die Altlastenbearbeitung als nicht praktikabel bzw. umsetzbar eingestuft.

Die Entwicklung von **Anwendungsregeln im Nachsorgebereich** benötigt eine **nachvollziehbare rechtliche und fachliche Systemvorstellung**, um zu einem breiten Konsens zu gelangen. ...

Es wurden folgende **Eckpunkte für Anwendungsregeln** formuliert:

1. Die Gefahrenbeurteilung für das Grundwasser sollte **vorrangig aufgrund humantoxikologischer Maßstäbe** erfolgen. 
2. Zu den abgeleiteten Werten sollte ein Abgleich mit [**aktuellen SGD-**] Hintergrundwerten im Grundwasser vorgenommen werden. 
3. Für Sickerwasserprüfwerte in der BBodSchV ist ein zusätzlicher Abgleich mit **natürlichen Sickerwasser-Hintergrundwerten**, z. B. über methodenspezifische Prüfwerte gemäß Entwurf BBodSchV-Novelle (Mantelverordnung) erforderlich. 
4. Bei der Anwendung im Einzelfall kann eine Berücksichtigung der **Einmischung des Sickerwassers** in ein Betrachtungsvolumen des Grundwassers („Rührkesselmodell“ / Einmischprognose) erfolgen. 



UND: „... man benötigt eine nachvollziehbare rechtliche und fachliche Systemvorstellung“

- ▶ GFS sind wesentliche fachliche Grundlage für die Ableitung von Prüfwerten für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser;
- 1. Bei Untersuchung von Bodenmaterial (2:1 Eluat) liegt (für anorganische Stoffe) ein Gefahrenverdacht erst dann vor, wenn das Konzentrationsniveau oberhalb des natürlichen Werteniveaus liegt (**Methodenspezifische Prüfwerte**).
- 2. Bei einer **Sickerwasserprognose** ist Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone zu berücksichtigen;
- 3. Bei Überschreitung zulässiger Sickerwasserkonzentrationen am OdB kann ein **Vermischungsvorgang** Sickerwasser – Grundwasser in Rechnung gestellt werden;
- 4. Für Gefahrenbeurteilung: Begrenzung Prüfwerte (Pfad Boden-Grundwasser) auf minimal **doppelte Basiswerte (bei ökotoxikologisch begründeten GFS)**;
- 5. Im Einzelfall **Prüfung**, ob bei **ökotoxikologisch** begründeten GFS das **Schutzgut Oberflächengewässer** betroffen sein kann;
- ▶ GFS nicht unmittelbar als Sanierungsziele für das Grundwasser heranziehen

- ▶ GFS sind wesentliche fachliche Grundlage für die Ableitung von Prüfwerten für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser;
- 1. Bei Untersuchung von Bodenmaterial (2:1 Eluat) liegt (für anorganische Stoffe) ein Gefahrenverdacht erst dann vor, wenn das Konzentrationsniveau oberhalb des natürlichen Werteniveaus liegt (**Methodenspezifische Prüfwerte**).
- 2. Bei einer **Sickerwasserprognose** ist Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone zu berücksichtigen;
- 3. Bei Überschreitung zulässiger Sickerwasserkonzentrationen am OdB kann ein **Vermischungsvorgang** Sickerwasser – Grundwasser in Rechnung gestellt werden;
- 4. Für Gefahrenbeurteilung: Begrenzung Prüfwerte (Pfad Boden-Grundwasser) auf minimal **doppelte Basiswerte (bei ökotoxikologisch begründeten GFS)**;
- 5. Im Einzelfall **Prüfung**, ob bei **ökotoxikologisch** begründeten GFS das **Schutzgut Oberflächengewässer** betroffen sein kann;
- ▶ GFS nicht unmittelbar als Sanierungsziele für das Grundwasser heranziehen

Im Einzelnen:

1. Anwendungsgrundsatz (AG 1):

Hintergrundkonzentrationen im Sickerwasser

- ▶ Bei Untersuchung von Bodenmaterial (2:1 Eluat) liegt (für anorganische Stoffe) ein Gefahrenverdacht erst dann vor, wenn das Konzentrationsniveau oberhalb des natürlichen Wertenniveaus liegt (▶ **Methodenspezifische Prüfwerte**).

Aktuelle Textformulierung in Kap. 3.3:

Weiterhin sollen folgende Anwendungsregeln **bei der Festlegung und Anwendung von Prüfwerten (Verdachtsbewertung)**, bzw. bei der Frage ob eine schädliche Gewässer- veränderung des Grundwassers vorliegt oder zu erwarten ist (**Gefahrenbewertung**) berücksichtigt werden

1. Der Stoffeintrag in das Grundwasser erfolgt über das Sickerwasser. Eluate von unbelasteten Böden Deutschlands weisen bei einem Wasser-/Feststoffverhältnis (W/F) von 2 l*kg⁻¹ für eine Reihe von anorganischen Stoffen Konzentrationen deutlich oberhalb der GFS auf (Utermann 2011). Wird das Sickerwasser durch ein nach dieser Methode gewonnenes Eluat charakterisiert, zeigt daher erst eine Überschreitung der oberen Grenze des in der ungesättigten Bodenzone natürlicherweise zu erwartenden Konzentrationsniveaus einen **Gefahrenverdacht** an.

Methodenspezifische Prüf-/ Hintergrundwerte

Vergleich der GFS mit methodenspezifischen Prüfwerten gemäß E-BBodSchV (2012); **gelbe Felder:** methodenspezif. Prüfwert > GFS !

		< 1 Masse-% Humus		1 - < 4 Masse-% Humus	
	GFS 2015	95. Perz.	Methodenspez. Prüfwert	95. Perz.	Methodenspez. Prüfwert
	[µg L ⁻¹]	[µg L ⁻¹]	[µg L ⁻¹]	[µg L ⁻¹]	[µg L ⁻¹]
As	3,2	7,3	8 (10)	13	13
Cd	0,3	2,0	2	3,7	4
Co	2	25,7	26	61,4	62
Cr	3,4	9,9	10	18,2	19
Cu	5,4	18,8	20	40,3	41
Hg	0,1	0,03	0,1 (0,05)	0,03	0,1 (0,05)
Mo	35	2,3	35	9,0	35
Ni	13	19	20	30,4	31
Pb	1,2	22,3	23	42,8	43
Sb	5	1,0	5 (7)	3,3	5 (7)
Se	3	4,9	5	5,0	5
Tl	0,2	0,2	0,2 (0,8)	0,3	0,3 (0,8)
V	4	19	20	34,6	35
Zn	60	94	100	208	210

Folie: Jens Utermann, UBA, auf der ATA-Sitzung Freiburg, 16.6.2015

2. Anwendungsgrundsatz: Sickerwasserprognose (AG 2)

4. Anwendungsgrundsatz: Doppelter Basiswert (AG 4)

- ▶ Bei einer **Sickerwasserprognose** ist Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone zu berücksichtigen;
- ▶ Für Gefahrenbeurteilung: **Begrenzung der Prüfwerte** (Pfad Boden-Grundwasser) auf minimal doppelte Basiswerte;

4. ...

Für anorganische Substanzen, deren ökotoxikologische Wirkungsschwellen unterhalb geogener Hintergrundkonzentrationen im Grundwasser liegen, wurden die Basiswerte als GFS-Werte ausgewiesen. Um einen geeigneten Abstand zu Hintergrundkonzentrationen zu erhalten, wird **bei der Bewertung von Stoffkonzentrationen am Ort der Beurteilung** erst bei einer Überschreitung des doppelten Basiswertes von einem Gefahrenverdacht ausgegangen. **Diese Vorgehensweise gilt nicht für humantoxikologische begründete Bewertungen.**

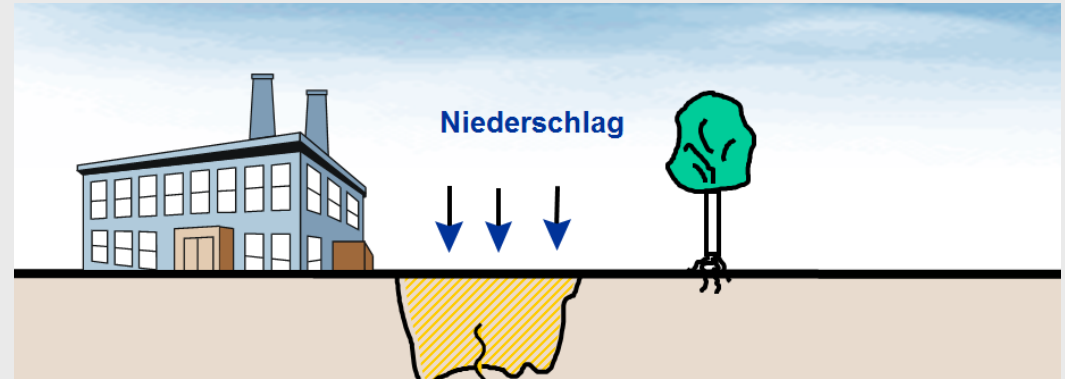
Relevanz von AG 4? (Vorgriff auf AG 5:) Der Abgleich mit doppeltem Basiswert erfolgt im Einzelfall nur dann, WENN keine Schutzgut-Informationen verfügbar sind, bzw. Oberflächengewässer real betroffen sein können !

Daher ist dieser Grundsatz insbesondere für die – Einzelfallunabhängige – Prüfwertefestlegung relevant

3. Anwendungsgrundsatz: Einmischprognose

- ▶ Bei Überschreitung zulässiger Sickerwasserkonzentrationen am OdB kann der **Vermischungsvorgang** Sickerwasser – Grundwasser in Rechnung gestellt werden;

Aktuelle Textformulierung in Kap. 3.3:



...

3. Der Ort der Beurteilung des Sickerwassers als Gefahrenquelle für das Grundwasser gemäß BBodSchV ist grundsätzlich der Übergangsbereich von der ungesättigten in die gesättigte Zone. Die GFS für das Grundwasser beziehen sich auf ein für Messungen zugängliches Grundwasservolumen. Bei einer Überschreitung der zulässigen Sickerwasserkonzentration am Ort der Beurteilung kann **bei geeigneten hydrogeologischen Randbedingungen** der Vermischungsvorgang des Sickerwassers mit dem Grundwasser in einem begrenzten Volumen **in Rechnung gestellt werden** (Einmischprognose).

5. Anwendungsgrundsatz: Schutzgutbezug

- Im Einzelfall **Prüfung**, ob bei **ökotoxikologisch** begründeten GFS das **Schutzgut Oberflächengewässer** betroffen sein kann;

Aktuelle Textformulierung in Kap. 3.3:

5. Um die relevanten Schutzgüter bei der Gefahrenbeurteilung gezielt berücksichtigen zu können, kann im Einzelfall unter Berücksichtigung der Ableitungsmethodik der GFS-Werte geprüft werden, welche der beiden Schutzziele gemäß Anhang 1 (I oder

Überschreiten die Stoffkonzentrationen im Grundwasser die Schwellen der *TrinkwV...*, **liegt in jedem Fall eine schädliche Gewässeränderung vor.**

Unterschreiten die Stoffkonzentrationen die Schwellen der *TrinkwV...*, überschreiten jedoch die Schwellen für die ökotoxische Wirkung, **ist zu prüfen, inwieweit Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern oder grundwasserabhängigen Landökosystemen vorliegen können.**

In der bodenschutzrechtlichen **Nachsorge** wird der Boden als Lebensraum für Organismen nicht geschützt – gleiches gilt damit auch für das Grundwasser!

Aus dem Sachstand zur 52. ALA-Sitzung:

Die in Nr. 5 dargestellten gestaffelten Maßstäbe seien auch vor dem Hintergrund plausibel, dass EG-WRRL und WHG einen guten ökologischen Zustand für oberirdische Gewässer fordern, bei Grundwasser eine Einbeziehung des ökologischen Zustands hingegen fehlt.

Soweit diesen Erfordernissen bei der Beurteilung von Altlastverdachtsfällen gefolgt werde, wie es in Nr. 5 durch die Bezugnahme auf die oberirdischen Gewässer erfolge, sei die Vorgehensweise konsequent.

Wesentliche Klarstellungen in Kap. 3.3!

Unbeschadet der Anwendungsgrundsätze ist die Tatsache, dass bei Überschreitung der GFS-Werte im Grundwasser eine **nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit** vorliegt.

Ob das Ausmaß einer solchen Veränderung hinreichend ist, den Verdacht oder den **Tatbestand einer schädlichen Bodenveränderung** bezüglich des Wirkungspfades Boden-Grundwasser bzw. einer **schädlichen Gewässerveränderung** im Rahmen der wasserrechtlichen Nachsorge (3.1.2) zu begründen, **kann** unter Berücksichtigung der vorgenannten Grundsätze bestimmt werden.

Durch die Anwendungsgrundsätze wird jedoch auch **nicht abschließend** ein Gefahrenverdacht, ein Gefahrentatbestand bzw. eine schädliche Gewässerveränderung beschrieben. Gefahrenauslösende Schwellen können weitere Kriterien und einzelfallspezifische Randbedingungen berücksichtigen. So ist z.B. zu berücksichtigen, wenn **im Einzelfall lokal oder regional höhere geogene Hintergrundkonzentrationen** als die des doppelten Basiswertes in einer Grundwasserregion bzw. einer hydrogeochemischen Einheit vorliegen.

Bedeutung der GFS

Beauftragungen und Verfahrensstand

Änderungen der aktuellen GFS-Ableitung gegenüber 2004

Anwendungsbereiche der GFS

GFS- Anwendungsregeln für den nachsorgenden Bodenschutz

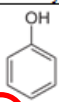
Verdeutlichung am Beispiel

Wo stehen die Informationen? – Datenblätter!

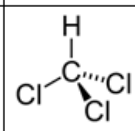
Kobalt

Substanzname	Kobalt (Co)
CAS-Nr.	7440-48-4
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/l)	2,0
Maßgebliche Basis für den Vorschlag	☐ TrinkwV ☐ Analog TrinkwV ☐ Ökotoxizität ☒ Basiswert/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/l)	-
Vorschlag analog TrinkwV (µg/l)	10
Humantoxikologisch begründeter Wert	
Ästhetisch begründeter Wert	
Ökotoxikologische Kriterien (µg/l):	
Umweltqualitätsnorm	
PNEC _{aq}	
Sonstige	0,5 (van Vlaardingen und Verbruggen, 2009)
Basiswert (µg/l)	2,0

Phenol

Substanzname	Phenol
CAS-Nr.	108-95-2
Synonyme	Karbonsäure, Monohydroxybenzene, Phenylalkohol
Strukturformel	
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/l)	8
Maßgebliche Basis für den Vorschlag*	☐ TrinkwV ☐ Analog TrinkwV ☒ Ökotoxizität ☐ Basiswert/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/l)	
Vorschlag analog TrinkwV (µg/l)	210
Humantoxikologisch begründeter Wert	Wollin und Dieter, 2004)
Ästhetisch begründeter Wert	
Ökotoxikologische Kriterien (µg/l):	
Umweltqualitätsnorm	
PNEC _{aq}	7,7 (EU, 2006)
Sonstige	

Trichlormethan

Substanzname	Trichlormethan
CAS-Nr.	67-66-3
Synonyme	Chloroform
Strukturformel	
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/l)	2,5
Maßgebliche Basis für den Vorschlag	☐ TrinkwV ☐ Analog TrinkwV ☒ Ökotoxizität ☐ Hintergrundkonzentration/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/l)	50 (Σ Trihalomethane)
Vorschlag analog TrinkwV (µg/l)	
Humantoxikologisch begründeter Wert	
Ästhetisch begründeter Wert	
Ökotoxikologische Kriterien (µg/l):	
Umweltqualitätsnorm	2,5 (OGewV, 2011)
PNEC _{aq}	
Sonstige	

Erläuterung

Ausschlaggebend für die Festlegung des Geringfügigkeitsschwellenwertes ist die Umweltqualitätsnorm der Oberflächengewässerverordnung.

Humantoxikologische Bewertung

Trichlormethan (Chloroform) ist in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 2001) und Trinkwasserrichtlinie (RL 98/83/EG) über die Gruppe der Trihalomethane geregelt. Nach der Trinkwasserrichtlinie soll die Summe der Konzentrationen der spezifizierten Verbindungen insgesamt 100 µg/l nicht überschreiten, der Grenzwert der TrinkwV ist für die gleiche Konstellation 50 µg/l. Zu den spezifizierten Verbindungen gehören Chloroform, Bromoform, Dibromchlormethan und Bromdichlormethan. Nach der Trinkwasserrichtlinie soll nach Möglichkeit ein niedrigerer Wert angestrebt werden, allerdings ohne die Desinfektion zu beeinträchtigen. Die TrinkwV lässt aus seuchenhygienischen Gründen infolge von Desinfektionsmaßnahmen befristet höhere Konzentrationen bis zu 100 µg/l zu.

Phenol 210 µg/l statt 8 µg/l ??

Datenblätter Geringfügigkeitsschwellenwerte

Phenol

Substanzname	Phenol
CAS-Nr.	108-95-2
Synonyme	Karbonsäure, Monohydroxybenzen, Phenylalkohol
Strukturformel	
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/l)	8
Maßgebliche Basis für den Vorschlag*	☐ TrinkwV ☐ Analog TrinkwV ☒ Ökotoxizität ☐ Basiswert/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/l)	
Vorschlag analog TrinkwV (µg/l)	210 (Wollin und Dieter, 2004)
Vorschlag Humantoxikologisch begründeter Wert	
Vorschlag Ästhetisch begründeter Wert	
Ökotoxikologische Kriterien (µg/l):	
Umweltqualitätsnorm	
PNEC _{aquat.}	7,7 (EU, 2006)
Sonstige	

Erläuterung

Ausschlaggebend für die Festlegung des Geringfügigkeitsschwellenwertes ist der PNEC-Wert.

Humantoxikologische Bewertung

Phenol wird zu 80 bis 90 % über die Haut, den Magen-Darm-Trakt und den Atemtrakt resorbiert. Der überwiegende Teil wird mit Sulfat oder Glucuronsäure konjugiert und rasch über den Urin ausgeschieden. Als weitere Metaboliten entstehen nach Oxidation Hydrochinon und Catechol (BUA, 1998). Verteilung, Metabolismus und Ausscheidung von Phenol sind bei Mensch und Tier meist sehr ähnlich, es gibt aber auch beträchtliche speziespezifische Unterschiede im Metabolismus.

Die Substanz führt zu schweren Augenschäden, eine 5 %ige Lösung (30 Sekunden Instilliert) reizt die Augen. Beim Menschen wirkte eine 10 %ige Lösung auf der Haut ätzend. Weder an Versuchspersonen noch im Tierversuch zeigte Phenol eine sensibilisierende Wirkung. In Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG ist Phenol mit den Gefährlichkeitsmerkmalen „ätzend: C“ sowie „giftig: T“ eingestuft.

In Untersuchungen zur akuten Toxizität erwies sich Phenol nach einmaliger Gabe als toxisch. Orale LD₅₀-Werte liegen in einem Bereich von 300 bis 650 mg/kg (U.S. EPA, 2002). Bei wiederholter oraler Verabreichung der Substanz wurden nach subakuter, subchronischer und chronischer Exposition neurotoxische, immuntoxische, nephrotoxische und hepatotoxische Effekte sowie Veränderungen hämatologischer Parameter beobachtet (ausführliche Darstellungen in: BUA, 1998; ATSDR, 2008; U.S. EPA, 2002; EU, 2006).

Seite 117

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Stand: 27.07.2015

Phenol wirkt bei findlicheren Spezies wiederholter Applikationen reichlich aus; deshalb erfolgt

Mutagenität

Phenol ist in den eukaryotischen Zellen klastogene Wirkung metabolische Aktivität der Zytotoxizität (BUA, 1998). In vivo zeigt Phenol schwach klastogene Wirkung melanogaster. Nach i.p. In Phenolgabe, wurden von den Autoren allerdings ist Phenol nachgewiesen in der Literatur, dessen Ergebnis. Gemäß EU Phenol in die mu

Kanzerogenität

Phenol ist kein K-Tumor-Promotor. Abweichung von 5 rigen Dosierung, C-Zell-Karzinom, Kriterien nicht für (C: -) (AGS, 200

Ästhetisch einwa

Brauer (1998) ne reich von 16 bis Schwellenwertes „American Soole und gefiltertem V betrug 21 °C, die Wert von 500 µg Wegen der sehr der 2,4- und 2,6-nigung mit Phenol Leitwert von 1 µg

Humantoxikologi

Gegenwärtige V von Phenol differ U.S. EPA (2003) zur Entwicklungs Dose-Konzeptes NOAEL in Höhe

Datenblätter Geringfügigkeitsschwellenwerte

entwicklung.

Ein Vorschlag von Wollin und Dieter (2004) führt auf der Grundlage eines LOAEL von 1,8 mg/kg · d für den Endpunkt Neurotoxizität (erniedrigte Dopaminkonzentration im Corpus striatum) aus der subakuten Studie an der Maus von Hsieh et al. (1992) zu einem vorläufigen TDI von 60 µg/kg · d. Die gewählten Sicherheitsfaktoren SF waren 3 zur Extrapolation von einem LOAEL auf einen NOAEL, SF 1 zur Extrapolation von subakuter auf chronische Exposition (keinerlei Kumulationstendenz erkennbar), SF 1 zur interspeziesextrapolation (sehr empfindlicher Endpunkt und vergleichbare Toxikokinetik von Versuchstier und Mensch) sowie SF 10 zur Berücksichtigung empfindlicher Personengruppen. BUA (1998) bewertet bezüglich neurochemischer und hämatologischer Endpunkte die niedrigste Dosis von 1,8 mg/kg · d aus der Studie von Hsieh et al. (1992) als LOAEL; der NOAEL für immuntoxische Effekte liegt BUA zufolge bei ebenfalls 1,8 mg/kg · d.

Demgegenüber kann nach U.S. EPA (2002) auf gleicher Grundlage (Hsieh et al., 1992) die höchste getestete Dosis von 33,6 mg/kg · d als LOAEL und die mittlere Dosis in Höhe von 6,2 mg/kg · d als NOAEL für den Endpunkt Immuntoxizität angesehen werden, allerdings würden Unsicherheiten bezüglich der Identifizierung eines NOAEL wegen fehlender Leitlinien zur Bewertung der Immuntoxizität und der kleineren Tierzahlen von 5 pro Gruppe gegenüber den üblicherweise verwendeten 8 Tieren resultieren. Im Risk Assessment Report Phenol (EU, 2006) wurde im Rahmen der europäischen Stoffbewertung in Bezug auf die langfristige orale Aufnahme aus der Studie von Hsieh et al. (1992) ein LOAEL in Höhe von 1,8 mg/kg · d für die Endpunkte Hämato- und Immuntoxizität ermittelt, eine tolerable Körperdosis ist nicht ausgewiesen.

Als grobe Abschätzung ließe sich nach Beschreibung von Hassauer et al. (2001) ein mit hohen Unsicherheiten behafteter Wert der langfristigen oralen Aufnahme von 2 µg/kg · d auf der Basis des TRD-Wertes für kurzfristige orale Exposition mit einem zusätzlichen SF 10 ableiten; Grundlage der Abschätzung des Kurzzeit-Wertes war wiederum die Studie von Hsieh (1992). Hassauer et al. (2001) bewerteten dabei die mittlere Dosis von 6,2 mg/kg · d in der subakuten Trinkwasserstudie als LOAEL für den Endpunkt Immuntoxizität. Die in der Studie von Hsieh et al. (1992) beschriebenen hämatologischen Veränderungen bereits bei der niedrigsten getesteten Dosis von 1,8 mg/kg · d sind von Hassauer et al. (2001) trotz beobachteter Dosis-Wirkungsbeziehung nur als Verdachtsmomente gewertet worden, da derartige Befunde in längerfristigen tierexperimentellen Studien und nach Humanexposition nicht beobachtet wurden.

In anderen, bis zu zwei Jahre dauernden Studien waren hämatologische Wirkungen nicht aufgetreten, u. a. auch deshalb, weil die entsprechenden Parameter teilweise nicht erhoben wurden (RAR 2002). Ryan et al. (2001) fanden in einer 2-Generations-Studie an der Ratte bei deutlich höheren Dosen im Vergleich zu Hsieh et al. (1992) keine Hämatoxizität. Phenol wird endogen im Darm infolge bakterieller Aktivität gebildet; die Bildungsraten betragen etwa 1-10 mg/d bzw. 14-140 µg/kg · d und liegen damit deutlich oberhalb der von von Hassauer et al. (2001) vorgeschlagenen Abschätzung eines TRD-Wertes in Höhe von 2 µg/kg · d.

ATSDR hat mit Bewertungsstand 1996 wegen unzureichender Datenlage keinen chronischen Minimal Risk Level (MRL) der oralen Exposition abgeleitet (ITER, 2004).

Ausgehend von einem NOAEL in Höhe von 12 mg/kg · d für Nierentoxizität aus der (subakuten) 14 Tage – Studie an F 344 Ratten (Berman et al., 1995) und Anwendung eines Gesamtsicherheitsfaktors von 100 (jeweils 10 für Intra- und interspeziesvariation) benennt Health Canada (1997) einen Tolerable Intake (TI) - Wert von 120 µg/kg · d (ITER, 2004). RIVM hat 2000 einen TDI-Wert in Höhe von 40 µg/kg · d auf der Basis eines NOAEL von 40 mg/kg · d aus einer Studie zur Entwicklungstoxizität an der Ratte (Narotsky und Kavlock, 1995) abgeleitet; der Gesamtsicherheitsfaktor beträgt hier 1000 (ITER, 2004).

Der humantoxikologisch begründete Wert wird auf Basis der (vorläufigen) tolerablen Körperdosis von 60 µg/kg · d (Wollin und Dieter, 2004) abgeleitet und führt mit den üblichen Annahmen zu einem Wert von 210 µg Phenol/l.

Seite 119

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Stand: 27.07.2015

Phenol 210 µg/l statt 8 µg/l ??

Datenblätter Geringfügigkeitsschwellenwerte

Phenol

Substanzname	Phenol
CAS-Nr.	108-95-2
Synonyme	Karbonsäure, Monohydroxybenzen, Phenylalkohol
Strukturformel	
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/l)	8
Maßgebliche Basis für den Vorschlag*	☐ TrinkwV ☐ Analog TrinkwV ☒ Ökotoxizität ☐ Basiswert/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/l)	
Vorschlag analog TrinkwV (µg/l)	210 (Wollin und Dieter, 2004)
Humantoxikologisch begründeter Wert	
Ästhetisch begründeter Wert	
Ökotoxikologische Kriterien (µg/l):	
Umweltqualitätsnorm	
PNEC _{aq}	7,7 (EU, 2006)
Sonstige	

Erläuterung

Ausschlaggebend für die Festlegung des Geringfügigkeitsschwellenwertes ist der PNEC-Wert.

Humantoxikologische Bewertung

Phenol wird zu 80 bis 90 % über die Haut, den Magen-Darm-Trakt und den Atemtrakt resorbiert. Der überwiegende Teil wird mit Sulfat oder Glucuronsäure konjugiert und rasch über den Urin ausgeschieden. Als weitere Metaboliten entstehen nach Oxidation Hydrochinon und Catechol (BUA, 1998). Verteilung, Metabolismus und Ausscheidung von Phenol sind bei Mensch und Tier meist sehr ähnlich, es gibt aber auch beträchtliche speziespezifische Unterschiede im Metabolismus.

Die Substanz führt zu schweren Augenschäden, eine 5 %ige Lösung (30 Sekunden instilliert) reizt die Augen. Beim Menschen wirkte eine 10 %ige Lösung auf der Haut ätzend. Weder an Versuchspersonen noch im Tierversuch zeigte Phenol eine sensibilisierende Wirkung. In Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG ist Phenol mit den Gefährlichkeitsmerkmalen „ätzend: C“ sowie „giftig: T“ eingestuft.

In Untersuchungen zur akuten Toxizität erwies sich Phenol nach einmaliger Gabe als toxisch. Orale LD₅₀-Werte liegen in einem Bereich von 300 bis 650 mg/kg (U.S. EPA, 2002). Bei wiederholter oraler Verabreichung der Substanz wurden nach subakuter, subchronischer und chronischer Exposition neurotoxische, immuntoxische, nephrotoxische und hepatotoxische Effekte sowie Veränderungen hämatologischer Parameter beobachtet (ausführliche Darstellungen in: BUA, 1998; ATSDR, 2008; U.S. EPA, 2002; EU, 2006).

Seite 117

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Stand: 27.07.2015

Phenol wirkt bei niedrigeren Spezies wiederholter Applikationen reicht dies aus; deshalb erfolgt

Mutagenität

Phenol ist in den eukaryotischen Zellen klastogene Wirkung metabolische Aktivität der Zytotoxizität (BUA, 1998). In vivo zeigt Phenol schwach klastogene Wirkung bei *Salmonella typhimurium* (S. typhimurium) nach i.p. In Phenolgabe, wurde von den Autoren allerdings ist Phenol nachgewiesen in Wasser, dessen Konzentration 1996). Gemäß EU-Phenol in die mu

Kanzerogenität

Phenol ist kein K-Tumor-Promotor, aber die Abbrechung von niedrigen Dosierungen. C-Zell-Karzinom Kriterien nicht für (C: -) (AGS, 200

Ästhetisch einwirkend

Brauer (1998) neigt zu 16 bis 18 Schwellenwerten. American Society of Water Engineers und gefiltertem Wasser beträgt 21 °C, die Wert von 500 µg/l. Wegen der sehr hohen 2,4- und 2,6-Nitrophenol mit Phenol Leitwert von 1 µg/l

Humantoxikologische Bewertung

Gegenwärtige Werte von Phenol differieren von U.S. EPA (2003) zur Entwicklung von Dose-Konzepten NOAEL in Höhe

Datenblätter Geringfügigkeitsschwellenwerte

entwicklung.

Ein Vorschlag von Wollin und Dieter (2004) führt auf der Grundlage eines LOAEL von 1,8 mg/kg · d für den Endpunkt Neurotoxizität (erniedrigte Dopaminkonzentration im Corpus striatum) aus der subakuten Studie an der Maus von Hsieh et al. (1992) zu einem vorläufigen TDI von 60 µg/kg · d. Die gewählten Sicherheitsfaktoren SF waren 3 zur Extrapolation von einem LOAEL auf einen NOAEL, SF 1 zur Extrapolation von subakuter auf chronische Exposition (keinerlei Kumulationstendenz erkennbar), SF 1 zur interspeziesextrapolation (sehr empfindlicher Endpunkt und vergleichbare Toxikokinetik von Versuchstier und Mensch) sowie SF 10 zur Berücksichtigung empfindlicher Personengruppen. BUA (1998) bewertet bezüglich neurochemischer und hämatologischer Endpunkte die niedrigste Dosis von 1,8 mg/kg · d aus der Studie von Hsieh et al. (1992) als LOAEL; der NOAEL für immuntoxische Effekte liegt BUA zufolge bei ebenfalls 1,8 mg/kg · d.

Demgegenüber kann nach U.S. EPA (2002) auf gleicher Grundlage (Hsieh et al., 1992) die höchste getestete Dosis von 33,6 mg/kg · d als LOAEL und die mittlere Dosis in Höhe von 6,2 mg/kg · d als NOAEL für den Endpunkt Immuntoxizität angesehen werden, allerdings würden Unsicherheiten bezüglich der Identifizierung eines NOAEL wegen fehlender Leitlinien zur Bewertung der Immuntoxizität und der kleineren Tierzahlen von 5 pro Gruppe gegenüber den üblicherweise verwendeten 8 Tieren resultieren. Im Risk Assessment Report Phenol (EU, 2006) wurde im Rahmen der europäischen Altstoff-Bewertung in Bezug auf die langfristige orale Aufnahme aus der Studie von Hsieh et al. (1992) ein LOAEL in Höhe von 1,8 mg/kg · d für die Endpunkte Hämato- und Immuntoxizität ermittelt, eine tolerable Körperdosis ist nicht ausgewiesen.

Als grobe Abschätzung ließe sich nach Beschreibung von Hassauer et al. (2001) ein mit hohen Unsicherheiten behafteter Wert der langfristigen oralen Aufnahme von 2 µg/kg · d auf der Basis des TRD-Wertes für kurzfristige orale Exposition mit einem zusätzlichen SF 10 ableiten; Grundlage der Abschätzung des Kurzzeit-Wertes war wiederum die Studie von Hsieh (1992). Hassauer et al. (2001) bewerteten dabei die mittlere Dosis von 6,2 mg/kg · d in der subakuten Trinkwasserstudie als LOAEL für den Endpunkt Immuntoxizität. Die in der Studie von Hsieh et al. (1992) beschriebenen hämatologischen Veränderungen bereits bei der niedrigsten getesteten Dosis von 1,8 mg/kg · d sind von Hassauer et al. (2001) trotz beobachteter Dosis-Wirkungsbeziehung nur als Verdachtsmomente gewertet worden, da derartige Befunde in längerfristigen tierexperimentellen Studien und nach Humanexposition nicht beobachtet wurden.

In anderen, bis zu zwei Jahre dauernden Studien waren hämatologische Wirkungen nicht aufgetreten, u. a. auch deshalb, weil die entsprechenden Parameter teilweise nicht erhoben wurden (RAR 2002). Ryan et al. (2001) fanden in einer 2-Generations-Studie an der Ratte bei deutlich höheren Dosen im Vergleich zu Hsieh et al. (1992) keine Hämatotoxizität. Phenol wird endogen im Darm infolge bakterieller Aktivität gebildet; die Bildungsrate betragen etwa 1-10 mg/d bzw. 14-140 µg/kg · d und liegen damit deutlich oberhalb der von von Hassauer et al. (2001) vorgeschlagenen Abschätzung eines TRD-Wertes in Höhe von 2 µg/kg · d.

ATSDR hat mit Bewertungsstand 1996 wegen unzureichender Datenlage keinen chronischen Minimal Risk Level (MRL) der oralen Exposition abgeleitet (ITER, 2004).

Ausgehend von einem NOAEL in Höhe von 12 mg/kg · d für Nierentoxizität aus der (subakuten) 14 Tage – Studie an F 344 Ratten (Berman et al., 1995) und Anwendung eines Gesamtsicherheitsfaktors von 100 (jeweils 10 für Intra- und interspeziesvariation) benennt Health Canada (1997) einen Tolerable Intake (TI) - Wert von 120 µg/kg · d (ITER, 2004). RIVM hat 2000 einen TDI-Wert in Höhe von 40 µg/kg · d auf der Basis eines NOAEL von 40 mg/kg · d aus einer Studie zur Entwicklungstoxizität an der Ratte (Narotsky und Kavlock, 1995) abgeleitet; der Gesamtsicherheitsfaktor beträgt hier 1000 (ITER, 2004).

Der humantoxikologisch begründete Wert wird auf Basis der (vorläufigen) tolerablen Körperdosis von 60 µg/kg · d (Wollin und Dieter, 2004) abgeleitet und führt mit den üblichen Annahmen zu einem Wert von 210 µg/l.

Seite 119

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Stand: 27.07.2015

Hilfreich werden Vollzugshilfen sein ...

Parameter	GFS-Wert 2015	Humantoxikologische Wirkung		Ökotoxikologische Wirkung		Basiswert 2004 (µg/l)	Basiswert SGD 2014 (µg/l)	Basis- wert *2	Humantoxi- kologisch begründeter Prüfwert	Bei Eintrag in Oberflächen- gewässer	Methodenspezifische Prüfwerte (µg/l) für die ungesättigte Zone		Prüfwert am OdB "BBodSchV 2015" (GFS und Anw.- regel doppelter Basiswert)	Prüfwert BBodSchV 1999
		Grenzwert TrinkwV (µg/l)	analog TrinkwV Humantox (µg/l)	UQN (µg/l)	PNEC (µg/l) / Sonstiges						Humusgehalt < 1% (fett gerundet !)	> 1 %		
Antimon (Sb)	5	5	20		113	0,4	0,16	0,32	5	110	5	5	5	10
Arsen (As)	3,2	10			0,5 UQN- Rhein	2,6	3,21	6,42	10	6,5	10	13	6,5	10
Barium (Ba)	175	--			29 (MR)	186	175	350	-	350	340	340	350	-
Blei (Pb)	1,2	10		7,2 (aktuell) 1,2 (Sep. 15)		3,9	1,05	2,1	10	2	20	40	2	25
Bor (B)	180	1000	500 (WHO)		180 (2004: 650 MPA)	88	116	232	-	230	740	740	230	-
Cadmium (Cd)	0,3	3		0,25	0,19	0,3	0,3	0,6	3	0,6	2	4	0,6	5
Chrom (Cr)	3,4	50			3,4 UQN- Rhein	2,4	1,75	3,5	50	4	10	20	4	50
Kobalt (Co)	2	10			0,5 (MR)	5,7	1,999	4,0	10	4	25	60	4	50
Kupfer (Cu)	5,4	2000 techn			3,8 (MR)	10	5,44	10,9	- (50?)	11	20	40	11	50
Molybdän (Mo)	35		35		340 (Lit.)	1,2	1,34	2,7	35	340	35	35	35	50
Nickel (Ni)	7	20		20 (aktuell) 4 (Sep. 15)	3,6	12,6	7,14	14,3	20	14	20	30	20	50
Quecksilber (Hg)	0,1	1		0,05 / 0,07		0,15	0,088	0,18	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1
Selen (Se)	3	10		3		1,6	1,26	2,5	10	3	7	7	3	10
Thallium (Tl)	0,2		0,8	0,2			0,0626	0,13	0,8	0,2	0,8	0,8	0,2	-
Vanadium (V)	4		4		5,1 (MR)	1,6	1,68	3,4	4	5	20	35	4	-
Zink (Zn)	60		5000		7,8	49,8	57,6	115	- (500?)	120	100	200	120	500
Chlorid (Cl-)	250000	250000			94 (Lit.)				250000	-	250 000	250 000	250000	-
Cyanid (CN-) leicht freisetzbar (gesamt)	10 (50)	(50)		10					(50)	10	(50)	(50)	10 (50)	10 (50)
Fluorid (F -)	750	1500	750 (50% Fluoidauf- nahme über andere Pfade)		400 weiches Wasser < 50 mg/l CaCO3; 900 >50 mg CaCO3	270	269	538	-	-	(750) entfällt	(750) entfällt	-	-
Sulfat (SO4 2-)	250000	250000			675 (Lit.)				250000	675000	250 000	250 000	250000	-

Ein Zahlenspiel zu Blei

GFS 2015 und deren aktuelle Grunddaten

[µg/l]	GFS-Wert 2015	Humantoxi- kologische Wirkung: Grenzwert TrinkwV	Ökotoxi- kologische Wirkung: UQN	Basiswert SGD 2014	Doppelter Basiswert (ungerundet)	Bewertung im Einzelfall:		Methodenspezifische Prüfwerte (2:1-Eluat)		Prüfwert am OdB "BBodSchV 2015" (GFS und Anw.regel doppelter Basiswert)	Prüfwert BBodSchV 1999
						Humantoxi- kologisch begründeter Prüfwert	Bei Eintrag in Oberflächen- gewässer	Humusgehalt < 1%	Humusgehalt > 1%		
Blei (Pb)	1,2	10	1,2	1,05	2,1	10	2	20	40	2	25

Untersuchung von Blei-belastetem Oberboden (Wald/Humus > 1 %): **30 µg/l im 2:1 Eluat** (repräsentativ) **keine weitere Sachverhaltsermittlung** (Anwendungsgrundsatz Nr. 1)

Untersuchung von Blei-belastetem Oberboden: > **50 µg/l im 2:1 Eluat**

→ Sickerwasserprognose - Anwendungsgrundsatz Nr. 2 und Nr. 4 (doppelter Basiswert)

1,5 µg/l am OdB -> **keine weitere Sachverhaltsermittlung**

25 µg/l am OdB -> **hinreichender Verdacht schädliche Boden-/Grundwasserveränderung**

→ Einmischprognose nach Anwendungsgrundsatz Nr. 3

1,5 µg/l im Betrachtungsvolumen -> **keine weitere Sachverhaltsermittlung**
da **Unterschreitung des doppelten Basiswertes** (Anwendungsgrundsatz Nr. 4)

7 µg/l im Betrachtungsvolumen -> **keine weitere Sachverhaltsermittlung** (keine
schädliche Boden-/Grundwasserveränderung) – wenn keine Beeinträchtigung von OG

15 µg/l im Betrachtungsvolumen -> **schädliche Boden-/Grundwasserveränderung**
da **Überschreitung des humantoxikologisch begründeten Wertes/ TrinkwV** (Nr. 5)

→ Verhältnismäßigkeitsbetrachtung (lokal begrenzt und auf Dauer geringe Frachten?)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

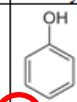


Wo stehen die Informationen? – Datenblätter!

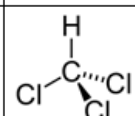
Kobalt

Substanzname	Kobalt (Co)
CAS-Nr.	7440-48-4
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/l)	2,0
Maßgebliche Basis für den Vorschlag	☐ TrinkwV ☐ Analog TrinkwV ☐ Ökotoxizität ☒ Basiswert/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/l)	-
Vorschlag analog TrinkwV (µg/l)	10
Humantoxikologisch begründeter Wert	
Ästhetisch begründeter Wert	
Ökotoxikologische Kriterien (µg/l):	
Umweltqualitätsnorm	
PNEC _{aq}	
Sonstige	0,5 (van Vlaardingen und Verbruggen, 2009)
Basiswert (µg/l)	2,0

Phenol

Substanzname	Phenol
CAS-Nr.	108-95-2
Synonyme	Karbonsäure, Monohydroxybenzene, Phenylalkohol
Strukturformel	
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/l)	8
Maßgebliche Basis für den Vorschlag*	☐ TrinkwV ☐ Analog TrinkwV ☒ Ökotoxizität ☐ Basiswert/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/l)	
Vorschlag analog TrinkwV (µg/l)	210
Humantoxikologisch begründeter Wert	Wollin und Dieter, 2004)
Ästhetisch begründeter Wert	
Ökotoxikologische Kriterien (µg/l):	
Umweltqualitätsnorm	
PNEC _{aq}	7,7 (EU, 2006)
Sonstige	

Trichlormethan

Substanzname	Trichlormethan
CAS-Nr.	67-66-3
Synonyme	Chloroform
Strukturformel	
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/l)	2,5
Maßgebliche Basis für den Vorschlag	☐ TrinkwV ☐ Analog TrinkwV ☒ Ökotoxizität ☐ Hintergrundkonzentration/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/l)	50 (Σ Trihalomethane)
Vorschlag analog TrinkwV (µg/l)	
Humantoxikologisch begründeter Wert	
Ästhetisch begründeter Wert	
Ökotoxikologische Kriterien (µg/l):	
Umweltqualitätsnorm	2,5 (OGewV, 2011)
PNEC _{aq}	
Sonstige	

Erläuterung

Ausschlaggebend für die Festlegung des Geringfügigkeitsschwellenwertes ist die Umweltqualitätsnorm der Oberflächengewässerverordnung.

Humantoxikologische Bewertung

Trichlormethan (Chloroform) ist in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 2001) und Trinkwasserrichtlinie (RL 98/83/EG) über die Gruppe der Trihalomethane geregelt. Nach der Trinkwasserrichtlinie soll die Summe der Konzentrationen der spezifizierten Verbindungen insgesamt 100 µg/l nicht überschreiten, der Grenzwert der TrinkwV ist für die gleiche Konstellation 50 µg/l. Zu den spezifizierten Verbindungen gehören Chloroform, Bromoform, Dibromchlormethan und Bromdichlormethan. Nach der Trinkwasserrichtlinie soll nach Möglichkeit ein niedrigerer Wert angestrebt werden, allerdings ohne die Desinfektion zu beeinträchtigen. Die TrinkwV lässt aus seuchenhygienischen Gründen infolge von Desinfektionsmaßnahmen befristet höhere Konzentrationen bis zu 100 µg/l zu.

Phenol 210 µg/l statt 8 µg/l ??

Datenblätter Gefährlichkeitschwellenwerte																											
Phenol <table border="1"> <tr> <td>Substanzname</td><td>Phenol</td></tr> <tr> <td>CAS-Nr.</td><td>108-95-2</td></tr> <tr> <td>Synonyme</td><td>Carbolsäure, Monohydroxybenzol, Phenylalkohol</td></tr> <tr> <td>Strukturformel</td><td></td></tr> <tr> <td>Gefährlichkeitschwellenwert (µg/l)</td><td> ☐ Trinkwv ☐ Analog Trinkwv ☐ Okotoxizität ☐ Basisswert/Untergrenze </td></tr> <tr> <td>Maisgültige Basis für den Vorschlag</td><td></td></tr> <tr> <td>Grenzwert der Trinkwv (µg/l)</td><td>210 (Wollin und Dieter, 2004)</td></tr> <tr> <td>Vorschlag analog Trinkwv (µg/l)</td><td></td></tr> <tr> <td>Humanökotoxikologischer Grenzwert</td><td></td></tr> <tr> <td>Ökotoxikologische Kriterien (µg/l)</td><td> Umweltqualitätsnorm PNEC-aus Sonstige </td></tr> <tr> <td>Erklärung</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2"> Auslegungsbasis für die Festlegung des Gefährlichkeitschwellenwertes ist der PNEC-Wert. Humanökotoxikologische Bewertung Phenol wird zu 80 bis 90 % über die Haut, Magen-Darm-Trakt und den Atemtrakt resorbiert. Der überwiegende Teil wird mit Sulfat- oder Glucuronidaten konjugiert und nach über den Urin ausgeschieden. Als weitere Metaboliten entstehen nach Oxidation Hydroquinon und Catechol (BIA, 1995). Verätzung, Metabolismus und Ausscheidung von Phenol sind bei Mensch und Tier meist sehr ähnlich, es gibt aber auch bedrohliche speciespezifische Unterschiede im Metabolismus. Die Substanz führt zu schweren Augenschäden, eine 5 %ige Lösung (20 Sekunden instilliert) wird die Augen. Beim Menschen würde eine 10 %ige Lösung auf der Haut abtöten. Weiter an Verunreinigungen nach im Tierversuch zeigte Phenol eine sensibilisierende Wirkung. In Anhang der Richtlinie 87/609/EG ist Phenol mit den Gefährlichkeitskriterien „Ätzend“, „C“ sowie „GPH“ eingestuft. In Untersuchungen zur akuten Toxizität erwies sich Phenol nach einmaliger Dosis als toxisch. Eine LD₅₀-Werte liegen in einem Bereich von 300 bis 650 mg/kg (U.S. EPA, 2002). Bei wiederholter oder Verzehrerhöhung der Substanz wurden nach subakuter, akutochronischer und chronischer Exposition neurotoxische, immunologische, reproduktive und hepatotoxische Effekte sowie Veränderungen hämatologischer Parameter beobachtet (ausführliche Darstellungen in: BIA, 1995; ATSDR, 2005; U.S. EPA, 2002; EU, 2006). </td></tr> <tr> <td colspan="2"> Seite 117 Ableitung von Gefährlichkeitschwellenwerten für das Grundwasser – Stand 27.07.2015 </td></tr> </table>		Substanzname	Phenol	CAS-Nr.	108-95-2	Synonyme	Carbolsäure, Monohydroxybenzol, Phenylalkohol	Strukturformel		Gefährlichkeitschwellenwert (µg/l)	☐ Trinkwv ☐ Analog Trinkwv ☐ Okotoxizität ☐ Basisswert/Untergrenze	Maisgültige Basis für den Vorschlag		Grenzwert der Trinkwv (µg/l)	210 (Wollin und Dieter, 2004)	Vorschlag analog Trinkwv (µg/l)		Humanökotoxikologischer Grenzwert		Ökotoxikologische Kriterien (µg/l)	Umweltqualitätsnorm PNEC-aus Sonstige	Erklärung		Auslegungsbasis für die Festlegung des Gefährlichkeitschwellenwertes ist der PNEC-Wert. Humanökotoxikologische Bewertung Phenol wird zu 80 bis 90 % über die Haut, Magen-Darm-Trakt und den Atemtrakt resorbiert. Der überwiegende Teil wird mit Sulfat- oder Glucuronidaten konjugiert und nach über den Urin ausgeschieden. Als weitere Metaboliten entstehen nach Oxidation Hydroquinon und Catechol (BIA, 1995). Verätzung, Metabolismus und Ausscheidung von Phenol sind bei Mensch und Tier meist sehr ähnlich, es gibt aber auch bedrohliche speciespezifische Unterschiede im Metabolismus. Die Substanz führt zu schweren Augenschäden, eine 5 %ige Lösung (20 Sekunden instilliert) wird die Augen. Beim Menschen würde eine 10 %ige Lösung auf der Haut abtöten. Weiter an Verunreinigungen nach im Tierversuch zeigte Phenol eine sensibilisierende Wirkung. In Anhang der Richtlinie 87/609/EG ist Phenol mit den Gefährlichkeitskriterien „Ätzend“, „C“ sowie „GPH“ eingestuft. In Untersuchungen zur akuten Toxizität erwies sich Phenol nach einmaliger Dosis als toxisch. Eine LD ₅₀ -Werte liegen in einem Bereich von 300 bis 650 mg/kg (U.S. EPA, 2002). Bei wiederholter oder Verzehrerhöhung der Substanz wurden nach subakuter, akutochronischer und chronischer Exposition neurotoxische, immunologische, reproduktive und hepatotoxische Effekte sowie Veränderungen hämatologischer Parameter beobachtet (ausführliche Darstellungen in: BIA, 1995; ATSDR, 2005; U.S. EPA, 2002; EU, 2006).		Seite 117 Ableitung von Gefährlichkeitschwellenwerten für das Grundwasser – Stand 27.07.2015	
Substanzname	Phenol																										
CAS-Nr.	108-95-2																										
Synonyme	Carbolsäure, Monohydroxybenzol, Phenylalkohol																										
Strukturformel																											
Gefährlichkeitschwellenwert (µg/l)	☐ Trinkwv ☐ Analog Trinkwv ☐ Okotoxizität ☐ Basisswert/Untergrenze																										
Maisgültige Basis für den Vorschlag																											
Grenzwert der Trinkwv (µg/l)	210 (Wollin und Dieter, 2004)																										
Vorschlag analog Trinkwv (µg/l)																											
Humanökotoxikologischer Grenzwert																											
Ökotoxikologische Kriterien (µg/l)	Umweltqualitätsnorm PNEC-aus Sonstige																										
Erklärung																											
Auslegungsbasis für die Festlegung des Gefährlichkeitschwellenwertes ist der PNEC-Wert. Humanökotoxikologische Bewertung Phenol wird zu 80 bis 90 % über die Haut, Magen-Darm-Trakt und den Atemtrakt resorbiert. Der überwiegende Teil wird mit Sulfat- oder Glucuronidaten konjugiert und nach über den Urin ausgeschieden. Als weitere Metaboliten entstehen nach Oxidation Hydroquinon und Catechol (BIA, 1995). Verätzung, Metabolismus und Ausscheidung von Phenol sind bei Mensch und Tier meist sehr ähnlich, es gibt aber auch bedrohliche speciespezifische Unterschiede im Metabolismus. Die Substanz führt zu schweren Augenschäden, eine 5 %ige Lösung (20 Sekunden instilliert) wird die Augen. Beim Menschen würde eine 10 %ige Lösung auf der Haut abtöten. Weiter an Verunreinigungen nach im Tierversuch zeigte Phenol eine sensibilisierende Wirkung. In Anhang der Richtlinie 87/609/EG ist Phenol mit den Gefährlichkeitskriterien „Ätzend“, „C“ sowie „GPH“ eingestuft. In Untersuchungen zur akuten Toxizität erwies sich Phenol nach einmaliger Dosis als toxisch. Eine LD ₅₀ -Werte liegen in einem Bereich von 300 bis 650 mg/kg (U.S. EPA, 2002). Bei wiederholter oder Verzehrerhöhung der Substanz wurden nach subakuter, akutochronischer und chronischer Exposition neurotoxische, immunologische, reproduktive und hepatotoxische Effekte sowie Veränderungen hämatologischer Parameter beobachtet (ausführliche Darstellungen in: BIA, 1995; ATSDR, 2005; U.S. EPA, 2002; EU, 2006).																											
Seite 117 Ableitung von Gefährlichkeitschwellenwerten für das Grundwasser – Stand 27.07.2015																											
Datenblätter Gefährlichkeitschwellenwerte																											
Phenol wirkt bei Ratte und Maus embryonal- oder fetotoxisch. Der NOAEL bei Ratten, der empfindlicheren Spezies, liegt bei 60 mg/kg d. Diese Konzentration führte in Untersuchungen mit wiederholter Applikation bereits zu toxischen Effekten (BIA, 1995). Gemäß EC-Einstufungskriterien reicht die Datenlage bezüglich reproduktionstoxikologischer Effekte jedoch nicht aus, weshalb erfolgt mit R _{45/43} - keine Einstufung (AUS, 2002; EU, 2006). Mutagenität Phenol ist in den meisten Untersuchungen an bakteriellen Testsystemen nicht mutagen. An eukaryotischen Zellen erwies sich Phenol jedoch in allen Genmutationstests und Tests auf klastogene Wirkung mit metabolischer Aktivierung sowie den meisten Untersuchungen ohne metabolische Aktivierung als genotoxisch. Dabei wird die genotoxische Wirkung meist unterhalb der Zytotoxizitätsgrenze erreicht. Außerdem inhibiert Phenol die Topoisomerase II (BIA, 1995). In vivo zeigt Phenol in mehreren Mikrokerntests und zytogenetischen Untersuchungen eine schwach klastogene Wirkung. In anderen Untersuchungen wie dem SCE-Test an Erythrozyten.																											
Gefährlichkeitschwellenwert (µg/l) Ein Vorschlag von Wollin und Dieter (2004) führt auf der Grundlage eines LOAEL von 1,8 mg/kg d für den Endpunkt Neurotoxicität (einmalige Dosisapplikation im Corpus callosum) aus der subakuten Studie an der Maus von Hsieh et al. (1992) zu einem vorläufigen TOV von 60 µg/kg d. Die gewählten Sicherheitsfaktoren SF waren 3 zur Extrapolation von einem LOAEL auf einen NOAEL, SF 1 zur Extrapolation von subakuter auf chronische Exposition (keine Kumulationsdosis erkennbar), SF 1 zur Interpolationsextrapolation (sehr empfindlicher Endpunkt und vergleichbare Toxizitätsdaten von Verunreiniger und Mensch) sowie SF 10 zur Berücksichtigung empfindlicher Personengruppen. BIA (1995) bewertet basierend neurotoxischer und hämatologischer Endpunkte die niedrigste Dosis von 1,8 mg/kg d aus der Studie von Hsieh et al. (1992) als LOAEL; der NOAEL für immunologische Effekte liegt BIA zufolge bei ebenfalls 1,8 mg/kg d. Gefährlichkeitschwellenwert kann nach U.S. EPA (2002) auf gleicher Grundlage (Hsieh et al. 1992) die höchste getestete Dosis von 3,6 mg/kg d als LOAEL und die mittlere Dosis in Höhe von 6,2 mg/kg d als NOAEL für den Endpunkt Immuntoxizität angesehen werden, allerdings würden Unsicherheiten bezüglich der Identifizierung eines NOAEL, wegen fehlender Leitlinien zur Bewertung der Immuntoxizität und der kleineren Tierzahlen von 3 pro Gruppe gegenüber der Zytotoxizitätswerte von 10 Tieren resultieren. Im Risk Assessment Report Phenol (EU, 2006) wurde im Rahmen der europäischen Akuttoxikobewertung in Bezug auf die langfristige orale Aufnahme auf der Studie von Hsieh et al. (1992) ein LOAEL in Höhe von 1,8 mg/kg d für die Endpunkte hämatologische und Immuntoxizität ermittelt, eine toxische Körperdosis ist nicht gegeben. Als große Abschwächung ließe sich nach Beschreibung von Hassauer et al. (2001) ein mit hohen Unsicherheiten behafteter Wert der langfristigen oralen Aufnahme von 2 µg/kg d auf der Basis des THD-Wertes für kurzfristige orale Exposition mit einem zusätzlichen SF 10 ableiten. Grundlage der Abschwächung des Kurzzeit-Wertes war wiederum die Studie von Hsieh (1992). Hassauer et al. (2001) bewerten die hämatologischen Veränderungen bereits bei der niedrigsten getesteten Dosis von 1,8 mg/kg d sind von Hassauer et al. (2001) trotz beobachteter Dosis-Wirkungsbeziehung nur als Verdachtsmerkmale gewertet worden, da derartige Befunde in doppelblinden Tierexperimentellen Studien und nach Humanexposition nicht beobachtet wurden. In anderen, bis zu zwei Jahre dauernden Studien waren hämatologische Wirkungen nicht aufgetreten, u. a. auch deshalb, weil die entsprechenden Parameter teilweise nicht erhoben wurden (KAR, 2002). Ryan et al. (2001) fanden in einer 2-Generations-Studie an der Ratte bei deutlich höheren Dosen im Vergleich zu Hsieh et al. (1992) keine hämatologische Effekte. Phenol wird endogen im Darm mittels bakterieller Aktivität gespalten; die Blutspiegel betragen etwa 1-10 mg/l bzw. 14-142 µg/kg d und liegen damit deutlich oberhalb der von von Hassauer et al. (2001) vorgeschlagenen Abschwächung eines THD-Wertes in Höhe von 2 µg/kg d. ATSDR hat mit Bewertungsstand 1995 wegen unzureichender Datenlage keinen chronischen Minimal Risk Level (MRL) der oralen Exposition abgeleitet (ITER, 2004). Ausgehend von einem NOAEL in Höhe von 12 mg/kg d für Neurotoxizität auf der (subakuten) 14 Tage - Studie an F-344 Ratten (Bernstein et al., 1995) und Anwendung eines Gesamtsicherheitsfaktors von 100 (jeweils 10 für intra- und interspeziesextrapolation) leitet Health Canada (1997) einen Toxische Intake (TI) - Wert von 120 µg/kg d (ITER, 2004). Rivett hat 2000 einen TOV-Wert in Höhe von 40 µg/kg d auf der Basis eines NOAEL von 40 mg/kg d aus einer Studie zur Entkalkungstoxizität an der Ratte (Humbly und Kuvack, 1999) abgeleitet; der Gesamtsicherheitsfaktor beträgt hier 1000 (ITER, 2004). Der Humanökotoxikologischer Grenzwert wird auf Basis der vorliegenden toxischen Körperdosis von 60 µg/kg d (Wollin und Dieter, 2004) abgeleitet und führt mit den üblichen Annahmen zu einem Wert von 210 µg/l Phenol.																											
Seite 119 Ableitung von Gefährlichkeitschwellenwerten für das Grundwasser – Stand 27.07.2015																											

Die **Ökotoxizität** von Phenol wurde in zahlreichen Untersuchungen mit aquatischen Organismen verschiedener systematischer Klassen untersucht, ... Ergebnisse aus Langzeittests liegen für Organismen aller drei Trophiestufen vor.
Die empfindlichste Art sind Fische.



... wurde die niedrigste NOEC von Verma (1984) für *Cirrhinus mrigala* [ind. Karpfen] mit 77 µg/l bestimmt.
Diese Werte werden durch Testergebnisse an anderen Fischarten bestätigt: für *Cyprinus carpio* [eur. Karpfen] MATC/NOEC= 110-130 µg/l und **NOEC = 100 µg/l** für *Oncorhynchus mykiss* [Regenbogenforelle].

Da Daten aus Langzeittests für die Spezies von mindestens drei trophischen Ebenen vorliegen, bestimmt sich die PNEC_{aq.} aus der niedrigsten NOEC dividiert durch den Abstands faktor 10:
PNEC_{aq.} = 77 µg/l / 10 = 7,7 µg/l.

(NOEC - No observed effect concentration - : Die höchste Konzentration eines Stoffes, die in einem def. Zeitraum keine erkennbaren Effekte am Versuchsorganismus auslöst)



... Der **humantoxikologisch** begründete Wert wird auf Basis der (vorläufigen) tolerablen Körperdosis von 60 µg/kg·d (Wollin und Dieter, 2004) abgeleitet und führt mit den üblichen Annahmen zu einem Wert von **210 µg Phenol/l**.



Ein Zahlenspiel zu Blei

GFS 2015 und deren aktuelle Grunddaten

[µg/l]	GFS-Wert 2015	Humantoxi- kologische Wirkung: Grenzwert TrinkwV	Ökotoxi- kologische Wirkung: UQN	Basiswert SGD 2014	Doppelter Basiswert (ungerundet)	Bewertung im Einzelfall:		Methodenspezifische Prüfwerte (2:1-Eluat)		Prüfwert am OdB "BBodSchV 2015" (GFS und Anw.regel doppelter Basiswert)	Prüfwert BBodSchV 1999
						Humantoxi- kologisch begründeter Prüfwert	Bei Eintrag in Oberflächen- gewässer	Humusgehalt < 1%	Humusgehalt > 1%		
Blei (Pb)	1,2	10	1,2	1,05	2,1	10	2	20	40	2	25

Untersuchung von Blei-belastetem Oberboden (Wald/Humus > 1 %): **30 µg/l im 2:1 Eluat** (repräsentativ) **keine weitere Sachverhaltsermittlung** (Anwendungsgrundsatz Nr. 1)

Untersuchung von Blei-belastetem Oberboden: > **50 µg/l im 2:1 Eluat**

→ Sickerwasserprognose - Anwendungsgrundsatz Nr. 2 und Nr. 4 (doppelter Basiswert)

1,5 µg/l am OdB -> **keine weitere Sachverhaltsermittlung**

25 µg/l am OdB -> **hinreichender Verdacht schädliche Boden-/Grundwasserveränderung**

→ Einmischprognose nach Anwendungsgrundsatz Nr. 3

1,5 µg/l im Betrachtungsvolumen -> **keine weitere Sachverhaltsermittlung**
da **Unterschreitung des doppelten Basiswertes** (Anwendungsgrundsatz Nr. 4)

7 µg/l im Betrachtungsvolumen -> **keine weitere Sachverhaltsermittlung** (keine
schädliche Boden-/Grundwasserveränderung) – wenn keine Beeinträchtigung von OG

15 µg/l im Betrachtungsvolumen -> **schädliche Boden-/Grundwasserveränderung**
da **Überschreitung des humantoxikologisch begründeten Wertes/ TrinkwV** (Nr. 5)

→ Verhältnismäßigkeitsbetrachtung (lokal begrenzt und auf Dauer geringe Frachten?)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

