

Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser

Aktualisierte und überarbeitete Fassung

2016

Herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Kernerplatz 9
D-70182 Stuttgart

© Stuttgart, im Januar 2017

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

Die vorliegende Veröffentlichung kann mit Ausnahme des Anhangs 3 von der LAWA-Homepage (www.lawa.de) heruntergeladen werden.

Kulturbuch-Verlag GmbH
Postfach 47 04 49, 12313 Berlin
Telefon: 030/661 84 84, Fax: 030/661 78 28
E-Mail: kbvinfo@kulturbuch-verlag.de

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag und Problemstellung	7
2	Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten	7
2.1	Grundsätze und Konzept	7
2.2	Methodik für Einzelstoffe	8
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	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	17
3.1.3	Beurteilung des chemischen Grundwasserzustandes nach Grundwasserverordnung (GrwV, 2010)	17
3.2	Anwendungsbereich Bodenschutzrecht/Abfallrecht – Vorsorge	17
3.3	Gefahrenbeurteilung und Gefahrenabwehr im Anwendungsbereich des Bodenschutzrechts – Nachsorge	18
4	Analytik	19
5	Erläuterung der Anhänge	20
6	Literatur	20
Anhang 1	Ableitungsschema der Geringfügigkeitsschwellenwerte	24
Anhang 2	Geringfügigkeitsschwellenwerte zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen	25
Teil 1	Anorganische Parameter	25
Teil 2	Organische Parameter	26
Anhang 3	Datenblätter der Geringfügigkeitsschwellenwerte ist nur in Broschürenform beim Kulturbuch-Verlag ab April 2017 erhältlich und steht nicht als Download zur Verfügung	

1 Auftrag und Problemstellung

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 vorliegt. Ein hierfür von der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) als geeignet angesehener Maßstab ist die Geringfügigkeitsschwelle (GFS).

Die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) veröffentlichte 2004 mit Zustimmung der Umweltministerkonferenz den Bericht „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“. Der Bericht umfasst das Konzept zur Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte, Anwendungsgrundsätze und Stoffdatenblätter. Letztere enthalten die Begründungen für die abgeleiteten Geringfügigkeitsschwellenwerte. Die Werte sind öko- und humantoxikologisch (insbesondere gemäß den Anforderungen der Trinkwasserverordnung) begründet.

Rechtliche Änderungen durch EU und Bund sowie neue fachliche Erkenntnisse seit der Veröffentlichung im Jahr 2004 machen eine Überprüfung der Werte notwendig. Maßgeblich als Folge des Inkrafttretens der Richtlinie 2008/105/EG, die Umweltqualitätsnormen (UQN) für prioritäre Stoffe und bestimmte andere Schadstoffe für Oberflächenwasserkörper festlegt, waren die Geringfügigkeitsschwellenwerte zu überprüfen. Der LAWA-AG hat deshalb am 08./09. Juni 2010 auf seiner 61. Sitzung unter TOP 5.2 beschlossen, einen Ad-hoc-Unterausschuss „Aktualisierung der Datenblätter der Geringfügigkeitsschwellenwerte (Kurztitel: Aktualisierung GFS)“ einzurichten. Die LAWA-Vollversammlung hat auf ihrer 140. Sitzung zugestimmt. Die Aufgabe des Unterausschusses umfasste die Überprüfung der Stofflisten, die Erfassung von Änderungsbedarf durch a) die Richtlinie 2008/105/EG, b) die Oberflächengewässerverordnung und c) neue (öko)toxikologische Erkenntnisse sowie die sich aus diesen Schritten ergebende Aktualisierung der Datenblätter zur LAWA-Veröffentlichung „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“. Der vorliegende Bericht „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“ basiert auf den Kriterien von 2004, die für diese Aktualisierung weiterentwickelt wurden.

Mit dem fortentwickelten Wasserrecht wurde eine Anpassung der im Bericht von 2004 verwendeten Begriffe an die des neuen WHG (2009) erforderlich und erweitert sich der Anwendungsbereich (*Schwellenwerte nach GrwV/EU-Grw-RL*).

Die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaften Wasser (LAWA), Abfall (LAGA) und Bodenschutz (LABO) haben im Rahmen einer Kleingruppe Grundsätze für die Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte in den unterschiedlichen Rechtsbereichen erarbeitet (Kap. 3).

2 Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten

2.1 Grundsätze und Konzept

Die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) 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 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 Landökosysteme beeinflusst.

Zur Ableitung der GFS-Werte werden vorrangig breit konsentrierte human- und ökotoxikologische Daten verwendet. D.h. gesetzlich geregelte Werte gelten als festgelegt und haben somit Vorrang gegenüber Werten auf der Basis einer gutachterlichen Bewertung. Weiterhin werden in der Regel keine Veröffentlichungen einzelner Testergebnisse herangezogen, sondern in der Fachöffentlichkeit, insbesondere auf EU-Ebene, diskutierte und akzeptierte Stoffbewertungen.

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 nur ökotoxikologische Daten vor, erfolgt hinsichtlich der humantoxikologischen Wirkung eine Plausibilitätsprüfung mithilfe des GOW-Konzepts (s. Kap. 2.2.3). Liegen nur humantoxikologische Daten vor, erfolgt hinsichtlich der ökotoxikologischen Wirkung eine Plausibilitätsprüfung im Einzelfall, da für diese Konstellation noch kein systematisches Prüfkonzept entwickelt wurde.

Der Schutz von „fischfressenden“ Tierarten sowie der menschlichen Gesundheit über Fischkonsum wird bei der Wertefestlegung nicht berücksichtigt, da für das Grundwasser diese Aspekte keine Rolle spielen. Dies erklärt, weshalb an die Umweltqualitätsnorm (UQN) für Biota und ihre korrespondierenden Konzentrationen im Oberflächengewässer bei Quecksilber, Hexachlorbenzol und Hexachlorbutadien strengere Anforderungen als an das Grundwasser gestellt werden.

Da die abgeleiteten Werte in Einzelfällen in sehr niedrigen Konzentrationsbereichen liegen können, wurden sie in einem nachfolgenden Schritt nach unten auf 0,01 µg/l begrenzt, sofern es sich nicht um rechtsverbindliche Werte, europaweit konsentrierte PNECaquat. (= predicted no effect concentration) 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 Grenzwerte der Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 2001) überschritten sind, darf gem. § 9 TrinkwV 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 übernommen.

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 (Eikmann et al., 1999). Sofern dort keine Informationen vorliegen, wird auf toxikologische Stoffdaten zurückgegriffen, wie sie bei der Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten verwendet worden sind (UBA, 1999). Darüber hinaus werden weitere geeignete Quellen wie z.B. die Stoffberichte der WHO (2012) oder das Integrated Risk Information System (IRIS, 2012) der U.S. EPA genutzt. Die im Einzelnen ausgewerteten Quellen sind im Falle eigener humantoxikologischer Ableitungen unmittelbar den Begründungen in den Datenblättern der Stoffe zu entnehmen.

Die anteilige Ausschöpfung der tolerablen Körperdosis über den Trinkwasserpfad wurde in der Regel auf 10 % gesetzt (Schellschmidt und Dieter, 2000). Dabei wird davon ausgegangen, dass Stoffe hauptsächlich über den Nahrungs- und nicht über den Trinkwasserpfad aufgenommen werden. 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 Trinkwasserrichtlinie (RL 98/83/EG)

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 nach bestimmten Qualitätskriterien (Kalberlah et al., 1999) als wissenschaftlich nicht belastbar bewertet wurden, können alternative Berechnungen zur Ableitung der GFS durchgeführt werden. Dies kann nach dem Benchmark-Verfahren der U.S. EPA erfolgen, mit dem unteren 5 %-Vertrauensbereich des 10 % Benchmark-Response als Startpunkt (Qualitätskriterien für die Kurvenanpassung: i.d.R. mindestens die Daten zur Kontrollgruppe und drei Dosisgruppen, Modellfit: $p > 0,1$, Chi-Quadrat innerhalb -2 bis +2, Verhältnis BMD/BMDL < 10), oder, wenn dies nicht möglich ist, nach dem T25-Konzept der EU (Santer et al., 2001; Dybing et al., 1997). Das T25-Konzept ersetzt als umfassend konsentrierte Methode insoweit das bisher entsprechend für die Ableitung von GFS vorgesehene Konzept der in 10 % des Kollektivs kanzerogen wirksamen Dosis CEL_{min} („minimal carcinogenic effect level“; Konietzka, 1999). Grundsätzlich sind mit beiden Methoden vergleichbare Ergebnisse zu erwarten.

Von dem jeweiligen Startpunkt aus wird linear auf ein rechnerisches Lebenszeit-Zusatzrisiko von $1 \cdot 10^{-6}$ extrapoliert und das Rechenergebnis als lebenslang gesundheitlich tolerierbare Körperdosis in die Berechnung der GFS eingesetzt. Wegen der erhöhten Empfindlichkeit von Kindern gegenüber genotoxischen Kanzerogenen wird bei diesen 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 humantoxikologisch begründete Wert für einen solchen Stoff (Benzol, Benzo(a)pyren und Vinylchlorid) wurde direkt der TrinkwV entnommen.

Die ästhetische Bewertung analog TrinkwV berücksichtigt Parameter wie Geschmack, Geruch, Färbung und Trübung des Wassers. Für die Begründung von GFS-Werten stand bisher der Geruch im Vordergrund. Ausschlaggebend für eine Bewertung der sensorischen Wahrnehmbarkeit ist jedoch nicht der niedrigste beschriebene Geruchsschwellenwert. In Anlehnung an die US-amerikanischen SMCL-Werte („secondary maximum contaminant level“; US EPA, 1996; Stocking et al., 2001), die verhindern sollen, dass eine nennenswerte Anzahl an Personen den Verbrauch von öffentlich bereitgestelltem Trinkwasser aus ästhetischen Gründen aufgibt, werden die Schwellenwerte als maximal das 30. Perzentil der Empfindlichkeitsverteilung ermittelt. Bei einem solchen Wert hat die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung (70 %) keine sensorische Empfindung.

Bei Mischungen von geruchlich störenden Kontaminanten werden die Einzelkomponenten addiert. Dabei bleibt der von Rosen et al. (1963) gefundene Synergismus neutraler Geruchskomponenten unberücksichtigt, weil eine von diesen Autoren beschriebene überadditive Wirkung der einzelnen Bestandteile aufgrund fehlender Daten nicht quantitativ zu fassen ist.

2.2.2 Beurteilung im Hinblick auf ökotoxische Wirkungen

Für die Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten 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.

Ein Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes (UBA, 2001) hat gezeigt, dass ökotoxikologische Wirkungen der im Vorhaben betrachteten Pflanzenschutzmittel bei Grund- und Oberflächenwasserspezies in Konzentrationsbereichen vergleichbarer Größenordnungen auftreten. 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.

Überdies werden Oberflächengewässer aus dem Grundwasser gespeist. Deshalb sind deren Qualitätsanforderungen in der Regel auch für das Grundwasser anwendbar. Dies wird auch durch die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL (RL 2000/60/EG)) bekräftigt. In Anhang V Nr. 2.3.2 WRRL 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.“

2004 wurden für die Beurteilung der ökotoxischen Wirkung vorrangig und unverändert Umweltqualitätsnormen berücksichtigt und danach mit absteigender Priorität $PNEC_{Caquat}$, LAWA-Zielvorgaben zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften und MPA-Werte (Maximum Permissible Addition) herangezogen. Da die LAWA-Zielvorgaben durch die UQN der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2011) ersetzt worden sind und der MPA-Ansatz zwischenzeitlich EU-weit abgelehnt wird, werden für die Aktualisierung der Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte ökotoxikologische Daten in folgender Reihenfolge berücksichtigt:

1. Rechtlich verbindliche, ökotoxikologisch begründete Umweltqualitätsnormen (UQN) für aquatische Lebensgemeinschaften der Oberflächengewässer werden bei der Festlegung der GFS wie 2004 vorrangig berücksichtigt.

In dem GFS-Bericht 2004 umfasste der Begriff Umweltqualitätsnormen Qualitätsziele der LAWA-Musterverordnung zur Umsetzung der Richtlinie 76/464/EWG und ihrer Tochterrichtlinien und die UQN der Anhänge 4 und 5 der LAWA-Musterverordnung zur Umsetzung der Anhänge II und V der WRRL. Diese 2004 noch in 16 Länderverordnungen umgesetzten Umweltqualitätsnormen sind seit 2011 in der OGewV als nationale UQN gesetzlich verankert. Bereits überarbeitete UQN (2013/39/EU) sind bis September 2015 umzusetzen.

Falls die Festlegung einer UQN nicht auf ökotoxikologisch, sondern auf z.B. humantoxikologisch begründeten Werten beruht, wird der von der EU für die Ökotoxikologie vorgeschlagene Wert verwendet.

2. Die Werte für die „Predicted No Effect Concentration“ (PNEC) aus den Risk-Assessment-Reports (RAR) im Rahmen der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 zur Bewertung und Kontrolle der Umweltrisiken chemischer Altstoffe sowie PNEC-Werte auf Grundlage der Richtlinie 98/8/EU für Biozide stehen nach den gesetzlich verankerten UQN an zweiter Stelle. Die PNEC-Werte sind nach 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 RAR auch akzeptiert worden. Seit 2004 wurden RAR aktualisiert bzw. weitere RAR veröffentlicht. Im Rahmen der Arbeiten zu REACH wurde das TGD 2003 durch neue Leitdokumente (u.a. ECHA, 2008; TGD-EQS 2011 (EU, 2011)) ersetzt.
3. Liegen für einen Stoff weder eine UQN noch ein PNEC-Wert nach Nr. 2 vor, kann auf Vorschläge für UQN zurückgegriffen werden, wenn sie analog Lepper (2005) und zukünftig dem TGD-EQS (2011) von Staaten der Europäischen Union oder anerkannten Institutionen (z.B. IKSR, RIVM) zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften vorgeschlagen worden sind. Anderenfalls werden wie 2004 in der Fachöffentlichkeit, insbesondere auf EU-Ebene diskutierte und akzeptierte Stoffbewertungen berücksichtigt.

Im Folgenden werden die Grundprinzipien für die Ableitung von UQN, PNEC-Werten und Qualitätskriterien zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften zusammengefasst dargestellt. Ziel ist es hierbei, diejenige Konzentration zu ermitteln, die für ein aquatisches Ökosystem kein nachhaltiges Risiko darstellt.

Grundlage für die Werteableitung sind in der Regel die Ergebnisse aus akuten und längerfristigen Monospezies-tests an Vertretern dreier unterschiedlicher Trophiestufen (Primärproduzenten, Primärkonsumenten und Sekundärkonsumenten): Algen, Wirbellose und Fische. Die Testergebnisse lassen eine Aussage oder Extrapolation über die jeweils höchste Konzentration zu, die bei längerfristiger Exposition ohne Wirkung bleibt (**No Observed Effect Concentration** – NOEC). Die PNEC ergibt sich aus dem niedrigsten Testergebnis (für die empfindlichste Art) dividiert durch einen Aus-

gleichsfaktor². Dieser Faktor variiert zwischen 10 und 1.000 je nach Datenlage. Über diesen Faktor sollen die Unsicherheiten der Übertragung einzelner Laborergebnisse an wenigen Organismenarten auf reale Verhältnisse in Gewässern berücksichtigt werden. Die im TGD (2003) festgelegten Prinzipien wurden für die Entwicklung von UQN nach WRRL herangezogen (Lepper, 2005) und im Leitdokument TGD-EQS (2011) an den aktuellen wissenschaftlichen Stand angepasst. Neben der Verwendung von fest vorgegebenen Ausgleichsfaktoren sind auch statistische Verfahren, die auf der Verteilung der Empfindlichkeit der Arten (SSD-Methode: „species sensitivity distribution“) beruhen, zulässig, wenn eine gute Datenbasis (mindestens 10 NOEC-Werte aus unterschiedlichen Artengruppen) dies erlaubt. In Anpassung an die Datenbasis können in diesen Fällen von den Experten Ausgleichsfaktoren zwischen 2 und 5 berücksichtigt werden.

Bei der Risikobewertung von Spurenelementen, insbesondere von Metallen, muss 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 um mehrere Größenordnungen schwanken. In diesem gesamten Schwankungsbereich halten Organismen ihr intrazelluläres Niveau weitgehend konstant. Zur Berücksichtigung des geogenen Hintergrunds wurden 2004 im Auftrag der LAWA aus den von den zuständigen 16 Länderbehörden zusammengestellten Grundwasseruntersuchungen sogenannte Basiswerte ermittelt. Diese wurden für anorganische Spurenelemente und Fluorid als flächengewichtetes Mittel der 90. Perzentilwerte von 15 hydrogeologischen Bezugsräumen (Kunkel et al., 2004 mit Zusammenfassung der Sande der norddeutschen Tiefebene zu einem Bezugsraum) errechnet. Die „nichtrepräsentativen“ Basiswerte für die Parameter Molybdän, Thallium und Vanadium in 2004 wurden aufgrund systematisch erhobener Grundwasserdaten durch die zuständigen Länderbehörden vom Ausschuss Grundwasser und Wasserversorgung der LAWA (LAWA AG) für Molybdän (Mo, 2012) und Vanadium (V, 2008) als repräsentativ bestätigt. Für Thallium wurde vom LAWA AG 2014 (TI, 2014) ein Basiswert von $< 0,1 \mu\text{g/l}$ aufgrund der aktuellen Erhebungen der Länder festgesetzt. 2012/2013 wurde der Gesamtdatenbestand der zuständigen Länderbehörden von den Staatlichen Geologischen Diensten erneut ausgewertet (Wagner et al., 2014). Diese neu ermittelten Basiswerte wurden für die Ableitung der GFS-Werte übernommen.

Für die GFS-Werte-Ableitung 2004 wurde der Basiswert immer dann additiv berücksichtigt, wenn die Summe aus ökotoxikologisch abgeleitetem Wert und Basiswert niedriger war als der gesundheitlich-ästhetisch abgeleitete Wert. Diese added-risk-approach (ARA) genannte Vorgehensweise, ist nach dem TGD-EQS 2011 nicht zulässig. Die Vorgehensweise, wurde deshalb dahingehend geändert, dass nun der Basiswert den ökotoxikologisch abgeleiteten Wert ersetzt, wenn letzterer niedriger ist als des Basiswert (total-risk-approach gemäß TGD EQS 2011).

Entsprechendes sieht § 5 Abs. 2 Grundwasserverordnung vor, der die Vorgehensweise bei Überschreitung des Schwellenwertes aufgrund geogener Hintergrundgehalte regelt: „... legt die zuständige Behörde einen abweichenden Schwellenwert unter Berücksichtigung des Hintergrundwertes für diesen Grundwasserkörper fest. Der Hintergrundwert ist das neunzigste Perzentil der Verteilung der Stoffkonzentrationen im Grundwasser der für den Grundwasserkörper maßgeblichen hydrogeologischen Einheit.“

Für die aktuelle Ableitung der GFS-Werte wurde dementsprechend der Basiswert anstelle der ökotoxikologischen Wirkungsschwelle als GFS-Wert herangezogen, wenn die Umweltqualitätsnorm bzw. der PNEC-Wert kleiner oder gleich dem Basiswert ist.

² Synonym zu dem Begriff Ausgleichsfaktor werden in anderen Veröffentlichungen z.T. die Begriffe Sicherheitsfaktor oder Übertragungsfaktor verwendet.

Tabelle 1: Vergleich der GFS-Ableitung 2004 und 2016.

Ableitung GFS 2004		Ableitung GFS 2016
1. Umweltqualitätsnorm	===	1. UQN der OGewV (ohne menschlichen Fischkonsum und "secondary poisoning")
2. PNEC _{aquat.}	===	2. EU-konsenterte PNEC _{aquat.} (RAR final. o. draft); UQN IKSR)
3. LAWA ZV	≠	LAWA ZV spielen keine Rolle mehr und sind durch UQN (OGewV) ersetzt worden
4. MPA	≠	Niederlande legen wie die anderen Mitgliedstaaten UQN fest; noch gültige MPA werden unter Sonstige aufgeführt
5. Sonstige: In Fachöffentlichkeit, insb. auf EU-Ebene, diskutierte und akzeptierte Stoffbewertungen; in der Regel keine Berücksichtigung einzelner Testergebnisse	===	3. Sonstige: Vorschläge für UQN, wenn analog Lepper 2005 und zukünftig TGD-EQS 2011 von Staaten der EU oder anerkannten Institutionen (z.B. IKSR, RIVM) zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften vorgeschlagen; als Ausnahme nicht konsenterte PNEC (z.B. Ableitung durch Länderbehörden)
2), 3), 4) + 5) zum Wert wird der Basiswert addiert	≠	Addition des Basiswerts entfällt. Bei 1), 2) + 3) wird der GFS-Wert auf den Basiswert begrenzt.

2.2.3 Prüfung der abgeleiteten Werte auf Plausibilität

Grundlage für die Ableitung der PNEC sind in der Regel die Ergebnisse aus akuten und längerfristigen Monospezies-tests an Algen, Wirbellosen und Fischen. Die PNEC ergibt sich aus dem niedrigsten Testergebnis dividiert durch einen Ausgleichsfaktor, der je nach Datenlage zwischen 10 und 1.000 variiert. Mit verbesserter Datenbasis können sich deshalb PNEC-Werte ändern. Deshalb wurde die Möglichkeit eingeführt, von der Übernahme eines PNEC_{aquat.} abzuweichen, wenn die Berücksichtigung aktueller Daten zu einer wesentlichen Änderung des abgeleiteten Wertes führt oder bei einem essentiellen Stoff der abgeleitete Wert deutlich unterhalb des Hintergrund/Basiswerts liegt.

Auch wenn ökotoxikologisch begründete GFS häufig unterhalb von humantoxikologisch begründeten Werten liegen, muss für Fälle, für die nur ökotoxikologische Bewertungen vorliegen, plausibel dargestellt sein, dass derartig begründete GFS auch das allgemein als hoch angesehene Schutzniveau der menschlichen Gesundheit ausreichend berücksichtigen. Eine solche Plausibilitätsprüfung soll anhand des Konzepts des gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW) des Umweltbundesamtes erfolgen (UBA, 2003; Dieter, 2003). GOW sind je nach toxikologischer Datenbasis und bekannter Wirkung einer zu bewertenden Substanz zwischen 0,01 und 10 µg/l gestaffelt. Diese Spanne deckt die gesamte Menge der bisher beurteilten vollständig bewertbaren wasserlöslichen Stoffe ab. Die Staffelung der GOW erfolgt dergestalt, dass ein Stoff damit richtig bewertet ist, selbst wenn sich bei Vervollständigung seiner Datenbasis die ungünstigste Möglichkeit als zutreffend herausstellen sollte. Sind zu einem Stoff z.B. gentoxische Wirkungen bekannt, kann der GOW tiefer liegen oder, sind negative neurotoxische Studien zu einem nachweislich nicht gentoxischen Stoff bekannt, höher (UBA, 2003; Dieter, 2003). Entsprechend diesem Konzept liegt der GOW sehr wahrscheinlich im Vorsorgebereich. Daher wird festgelegt, dass das Ergebnis der ökotoxikologischen Bewertung noch als GFS akzeptiert wird, wenn es bis zu einem Faktor drei über dem entsprechenden GOW liegt. Dieser Unterschied liegt noch in einem als toxikologisch gleichwertig anzusehenden Bereich. Reichen die humantoxikologischen Kriterien nicht zur Ableitung eines GFS-Wertes aus, dann verhindert der GOW durch seinen Vorsorgecharakter die Festsetzung eines eventuell zu hohen, allein auf der ökotoxikologischen Bewertung basierenden Wertes.

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

diese Begrenzung dient wiederum der GOW, der auch nach einer Empfehlung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherheit (BMG) die Anwesenheit von Stoffen im Trinkwasser, die humantoxikologisch nicht oder nur unvollständig bewertbar sind, auf eine Höhe von 0,1 µg/l begrenzt. Ausgenommen sind „stark genotoxische Stoffe“ für die bei lebenslanger Belastung ein Wert von 0,01 µg/l gilt (UBA, 2003; Dieter, 2003). Da ökotoxische Wirkungen oftmals bei niedrigeren Belastungen auftreten als humantoxische Wirkungen, wird die Untergrenze der GFS niedriger gewählt als der 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 GFS 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 Umweltqualitätsnormen und Stoffe mit einer europaweit konzentrierten $PNEC_{\text{aquat.}}$ von weniger als 0,01 µg/l.

2.3 Methodik für Stoffsummen

Die Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte erfolgt auf der Basis von Wirkdaten für Einzelstoffe. In der Praxis werden chemisch ähnliche Verbindungen häufig zu Stoffgruppen zusammengefasst (z.B. polyzyklische 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 Stoffdatenblättern im Anhang 3 enthalten.

3 Grundsätze für die Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte

Die GFS-Werte dienen dem Schutz des Grundwassers im Bereich der Vor- und der Nachsorge. Anwendungsbereiche sind punktuelle Schadstoffeinträge bzw. Grundwasserbelastungen aus Punktquellen.

Mögliche Anwendungsbereiche der GFS-Werte sind in der Abbildung 1 dargestellt.



Abb. 1: Anwendungsbereiche der Geringfügigkeitsschwellenwerte

Zu den Anwendungsbereichen im Wasserrecht zählen vor allem Gewässerbenutzungen wie die Direkteinleitung und das Einbringen von festen Stoffen in das Grundwasser.

Ferner können die GFS-Werte Basis für Beurteilungen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie sein (s. Kap. 3.1.3). Hierbei ist zu beachten, dass die Bezugsebenen unterschiedlich sind (lokal auf das Grundwasser bezogen oder Zustandsbeurteilung auf die Grundwasserkörper bezogen).

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

Die GFS-Werte sind auch relevant für die Verwertung von Abfällen sowie das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden. Auch die Stofffreisetzung aus Bauwerken oberhalb des Grundwassers ist zu betrachten. Hierbei geht es um die Bewertung der Auswirkungen auf das Grundwasser unter Berücksichtigung z.B. der Material- bzw. Produktspezifika, der Art und Weise des Einbaus in den Boden bzw. in technischen Bauwerken und der (natürlichen) Bodenbeschaffenheit (einschließlich Beschaffenheit des Bodensickerwassers) (s. Kap. 3.2).

Im nachsorgenden Bodenschutz sind die GFS-Werte Basis für die Fortschreibung der Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser und die Vorgaben zu deren Anwendung in der BBodSchV.

Die folgenden Kapitel 3.1 bis 3.3 enthalten erläuternde Ausführungen zu den Grundsätzen der Anwendung der GFS-Werte in den jeweiligen Rechtsbereichen des Wasser-, Abfall- und Bodenschutzrechtes.

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).

Die Erteilung einer Erlaubnis für die Grundwasserbenutzung ist ausgeschlossen (§ 12 Abs. 1 WHG), wenn **schädliche**, auch durch Nebenbestimmungen nicht vermeidbare oder nicht ausgleichbare Gewässerveränderungen zu erwarten sind oder andere Anforderungen nach öffentlich-rechtlichen Vorschriften nicht erfüllt werden. Der Begriff der **schädlichen Gewässerveränderungen** (§ 3 Nr. 10 WHG) bezeichnet Veränderungen von Gewässereigenschaften (z.B. Wasserbeschaffenheit, Wassermenge, s. § 3 Nr. 7, 9 WHG), die das Wohl der Allgemeinheit, insbesondere die öffentliche Wasserversorgung, beeinträchtigen oder die nicht den Anforderungen entsprechen, die sich aus

- dem Wasserhaushaltsgesetz,
- auf Grund des Wasserhaushaltsgesetzes erlassenen Vorschriften oder
- sonstigen wasserrechtlichen Vorschriften

ergeben.

Zur Reinhaltung des Grundwassers sind dabei insbesondere die Anforderungen des § 48 WHG zu beachten (Besorgnisgrundsatz): Eine Erlaubnis für das Einbringen und Einleiten von Stoffen in das Grundwasser darf nur erteilt werden, wenn eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit nicht zu besorgen ist (§ 48 Abs. 1 WHG). Auch dürfen Stoffe nur so gelagert oder abgelagert werden, dass eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit nicht zu besorgen ist (§ 48 Abs.2 WHG). Eine **Besorgnis** liegt bereits dann vor, wenn eine noch so entfernte Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer nachteiligen Veränderung nach menschlicher Erfahrung gegeben ist.

Nachteilig ist die Veränderung der Wasserbeschaffenheit, wenn sie eine **nicht nur geringfügige Beeinträchtigung** im Vergleich zur natürlichen Grundwasserbeschaffenheit darstellt. Die GFS-Werte werden bei der Prüfung der Frage herangezogen, ob mit den prognostizierten oder ermittelten Stoffkonzentrationen aufgrund einer beabsichtigten Handlung oder konkret beantragten Grundwasserbenutzung **eine nachteilige Veränderung** der (Grund-) Wasserbeschaffenheit zu besorgen ist. Für die Erlaubnis von Grundwasserbenutzungen können darüber hinaus weitere Maßstäbe bedeutsam sein, die die Dauerhaftigkeit der Stoffeinträge bzw. die Stofffrachten betreffen.

Dies im Einzelnen zu beurteilen, ist Aufgabe der zuständigen Wasserbehörde. Dabei leistet der Maßstab des GFS-Konzeptes Hilfe. Dies bewirkt Vollzugserleichterungen und für den Gewässerbenuzter vorhersehbare Entscheidungen. Damit wird Planungssicherheit geschaffen, ob beabsichtigte Handlungen voraussichtlich den wasserrechtlichen Anforderungen entsprechen und zulassungsfähig sind oder nicht zugelassen werden können.

3.1.1.1 Einbringen oder Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (Benutzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG)

Werden die GFS-Werte im einzuleitenden Medium ggf. bei insgesamt geringen Frachten eingehalten, so gilt entsprechend § 48 Abs. 1 WHG, dass eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit nicht zu besorgen ist und somit ein Versagungsgrund i.S.d. § 12 Abs. 1 WHG – bezogen auf einen möglichen, nach dem Maßstab der GFS-Werte zu bewertenden Schadstoffeintrag – nicht gegeben ist.

Werden die GFS-Werte erreicht oder überschritten oder werden nicht nur geringe Stofffrachten in das Grundwasser eingebracht, so bedeutet dies nicht, dass eine Erlaubnis nicht erteilt werden kann. Vielmehr ist die Erlaubnisfähigkeit einer Grundwasserbenutzung bei einer etwaigen Überschreitung der GFS-Werte unter Einbeziehung der örtlichen bzw. regionalen Gegebenheiten, der Dauer und der räumlichen Ausdehnung der Überschreitung sowie der verlagerbaren **Stofffrachten** weiter zu prüfen.

Kommt die Wasserbehörde bei Prüfung des Einzelfalls unter Heranziehung der GFS-Werte und der Frachten zu dem Ergebnis, dass eine nachteilige Veränderung der maßgeblichen Grundwasserbeschaffenheit nach § 48 Abs. 1 WHG zu besorgen ist, so dass die Erteilung einer Erlaubnis für das Einleiten oder Einbringen von Stoffen in das Grundwasser ausscheidet (§ 48 Abs. 1 WHG), liegt nach der Systematik des Wasserrechts normativ eine zu erwartende schädliche Veränderung des Grundwassers gemäß § 12 Abs. 1 Nr. 1 i.V.m. § 3 Nr. 10 WHG vor.

Konkretisierte Informationen enthalten die 2006 erschienenen „*LAWA-Hinweise für die Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte bei Benutzungen des Grundwassers in bestimmten Fallgestaltungen*“ (LAWA, 2006), die sich mit dem Einleiten von Stoffen in das Grundwasser befassen. Die Einhaltung der GFS-Werte im Kontaktbereich zwischen Bauprodukt und Grundwasser ist auch Bestandteil der DIBt-Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser (DIBt, 2011), nach denen Stoffeinträge durch Bauprodukte in das Grundwasser beurteilt werden. Bei einer entsprechenden Beurteilung von Bauprodukten, die im Grundwasser verwendet werden, gelten die GFS-Werte auch dann als eingehalten, wenn die nur über einen kurzen Zeitraum und über ein räumlich begrenztes Volumen gemittelten Stoffkonzentrationen die GFS-Werte nicht überschreiten. Die unbestimmten Begriffe „kurzer Zeitraum“ und „räumlich begrenztes Volumen“ sind im Einzelfall im wasserrechtlichen Verfahren sowie als generelle Regeln von der LAWA zu präzisieren.

3.1.1.2 Eintrag von Stoffen in das Grundwasser (unechte Benutzung nach § 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG)

Aktivitäten und Sachverhalte, die auf indirektem Weg zu einem Eintrag von Stoffen in das Grundwasser führen können, sind gemäß § 48 Abs. 2 WHG nach dem Besorgnisgrundsatz oder in bestimmten Fällen gemäß § 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG auch als Benutzungstatbestand zu beurteilen. Erfolgt der Stoffeintrag durch die wasserungesättigte Bodenzone, so liegt der Ort der Beurteilung bzw. Prognose, ob die GFS-Werte unterschritten werden, im Sickerwasser beim Eintritt in das Grundwasser. Zusätzlich kann es erforderlich sein, die in das Grundwasser eintretenden Stofffrachten zu berücksichtigen, damit dauernd oder in einem nicht unerheblichen Ausmaß hervorgerufene nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit nicht zu besorgen sind.

Ergibt die Prognose, dass die GFS-Werte beim Eintritt in das Grundwasser überschritten oder nicht nur geringe Stofffrachten vorliegen werden, liegt auf jeden Fall ein Benutzungstatbestand nach § 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG vor. Die Erlaubnisfähigkeit ist im Einzelfall weitergehend zu prüfen.

Nähere Informationen enthalten hierzu auch die 2002 erschienenen „*Grundsätze des vorsorgenden Grundwasserschutzes bei Abfallverwertung und Produkteinsatz*“ (sogenanntes GAP-Papier, LAWA, 2002), die sich insbesondere mit den Anforderungen an das indirekte Einleiten von Stoffen in das Grundwasser befassen. Die Einhaltung der GFS-Werte ist auch für solche Fallgestaltungen Bestandteil der DIBt-Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser (DIBt, 2011).

Zur Beurteilung flächenhafter (diffuser) Einträge – z.B. atmosphärischer Depositionen oder der Folgen landwirtschaftlicher Düngemaßnahmen – sind die GFS-Werte nicht abgeleitet worden und daher nicht vorgesehen.

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. Weitergehende Hinweise enthalten derzeit die 2006 gemeinsam von LAWA und LABO verfassten „*Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen*“ (LAWA-LABO, 2006) sowie von den Bundesländern erarbeitete Arbeitshilfen (z.B. Einstufung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen GWS-VwV, 2005). Auf die Berücksichtigung des geogenen Hintergrundwertes für jene Stoffe, die geogen im Grundwasser vorkommen, wird hingewiesen (Wagner et al., 2014; siehe auch Kap. 2.2.2).

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 Grundwasser-Zustandes und dienen der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie und der EU-Grundwasser-Richtlinie aus dem Jahre 2006 in nationales Recht. Insbesondere wird auf die §§ 5, 13 GrwV hingewiesen.

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.

Anorganische Spurenelemente können natürlicherweise in erhöhten Konzentrationen vorkommen. Überschreiten die regionalen oder lokalen geogenen Hintergrundwerte im Grundwasser die GFS-Werte, können von den zuständigen Behörden nach den Vorgaben der Grundwasserverordnung abweichende Schwellenwerte festgelegt werden.

3.2 Anwendungsbereich Bodenschutzrecht / Abfallrecht – Vorsorge

Die Vorsorge gegen nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit richtet sich nach § 48 WHG (siehe auch Kap. 3.1). § 7 BBodSchG und § 7 Abs. 3 KrWG nehmen Bezug auf vorsorgende wasserrechtliche Vorschriften, die auch Stofffreisetzung aus mineralischen Materialien betreffen. Insofern ist sicherzustellen, dass die Geringfügigkeitsschwellen bei Eintritt in das Grundwasser eingehalten werden. Hierzu wird aus Sicht des vorsorgenden Grundwasserschutzes das Wertenniveau der GFS auf den Ort der Beurteilung, also den Eintritt des Sickerwassers aus der ungesättigten Zone in das Grundwasser übertragen. Bodenschutz- und wasserrechtliche Vorsorgevorschriften stehen nebeneinander. Die bodenschutzrechtliche Vorsorgeverpflichtung begrenzt die Stofffreisetzung in den Boden wirkungspfadunabhängig bei Überschreitung der Vorsorgewerte und ist gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen gerichtet (§§ 7 und 8 BBodSchG).

Bodenmaterial, das die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält und bei dem kein Verdacht auf sonstige spezifische Verunreinigungen besteht, erfüllt neben den Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes auch die Anforderungen des vorsorgenden Grundwasserschutzes. Stofffreisetzung in Folge der Verwertung mineralischer Ersatzbaustoffe in technischen Bauwerken sowie des

Einbringen von Material unter-/außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht sind so zu begrenzen, dass die GFS-Werte am Ort der Beurteilung sicher und dauerhaft eingehalten werden. Bei Verwendung von Ersatzbaustoffen in definierten Einbauweisen gelten die GFS-Werte für nicht retardierbare Stoffe auch dann als eingehalten, wenn die nur über einen kurzen Zeitraum und über ein räumlich begrenztes Volumen gemittelten Stoffkonzentrationen die GFS-Werte überschreiten. Bei der Abschätzung der Stoffkonzentrationen im Sickerwasser beim Eintritt in das Grundwasser kann das Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone in begrenztem Maß berücksichtigt werden. Dabei sollte der Aspekt von Variabilität und von Unsicherheit der bestimmenden Bodenkenngrößen und der Stoffkonzentrationen einbezogen werden.

In Abhängigkeit von sorptionsbestimmenden Bodenkenngrößen sowie dem physiko-chemischen Milieu werden in der ungesättigten Bodenzone anorganische Stoffe auch aus natürlichen, unbelasteten Böden in die gelöste Phase überführt. Hierdurch wird nach heutigem Kenntnisstand die chemische Grundwasserbeschaffenheit nicht nachteilig verändert. Für die Bewertung von Stofffreisetzungen in der ungesättigten Bodenzone gelten die GFS-Werte am Ort der Beurteilung als eingehalten, wenn die Konzentrationen der Schadstoffe im Sickerwasser das natürliche Hintergrundwerteniveau für Stoffe im Sickerwasser nicht überschreiten. Die Konzentration der Stoffe im Sickerwasser wird durch die Untersuchung von Eluaten abgeschätzt. Die Bewertung von Stofffreisetzungen in wässrigen Eluaten muss sich dabei auf das gleiche Wasser-/Feststoffverhältnis beziehen, das auch zur Ableitung der Hintergrundwerte herangezogen wurde.

3.3 Gefahrenbeurteilung und Gefahrenabwehr im Anwendungsbereich des Bodenschutzrechts – Nachsorge

Bei der Behandlung von schädlichen Bodenveränderungen, Altlasten, Verdachtsflächen und altlastverdächtigen Flächen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser ergeben sich Überschneidungen zwischen Wasser- und Bodenschutzrecht.

Die gemäß § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 BBodSchG festzulegenden bodenschutzrechtlichen Prüfwerte dienen der Gefährdungsabschätzung. Ein hinreichender Gefahrenverdacht liegt in der Regel dann vor, wenn Prüfwerte überschritten sind. In diesem Fall kann die zuständige Behörde nach § 9 Abs. 2 BBodSchG eine Detailuntersuchung gegenüber dem Pflichtigen anordnen. Die Prüfwerte können auch eine Grundlage für die abschließende Bewertung sein, ob Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit bezüglich des jeweiligen Wirkungspfades bestehen (schädliche Bodenveränderung bzw. Altlast), soweit andere Maßstäbe nicht vorliegen. Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser beziehen sich auf den Übergangsbereich von der ungesättigten in die gesättigte Bodenzone (Ort der Beurteilung).

Die mit diesem Bericht abgeleiteten Geringfügigkeitsschwellenwerte sind die wesentliche fachliche Grundlage für die künftige Festlegung der Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser.

Folgende Anwendungsgrundsätze sollen bei der Festlegung und Anwendung von Prüfwerten (Verdachtsbewertung), bzw. bei der Frage ob eine schädliche Gewässeränderung 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 $2 \text{ l} \cdot \text{kg}^{-1}$ 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 bei diesen Stoffen erst eine deutliche Überschreitung des in der ungesättigten Bodenzone natürlicherweise zu erwartenden Konzentrationsniveaus einen Gefahrenverdacht an.
2. Bei der Abschätzung des Stoffeintrags in den Übergangsbereich von der ungesättigten in die gesättigte Bodenzone ist das Abbau- und Rückhaltevermögen der ungesättigten Zone zu berücksichtigen (Sickerwasserprognose).

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-Werte 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).
4. Für die Bewertung von bestehenden oder in überschaubarer Zukunft zu erwartenden Stoffkonzentrationen im Grundwasser im Rahmen der Untersuchung von Verdachtsflächen oder alllastverdächtigen Flächen sind die GFS-Werte grundsätzlich geeignet. 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.
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 II) für die Ableitung bestimmend war. Überschreiten die Stoffkonzentrationen im Grundwasser die Schwellen der gesundheitlichen/sensorischen Wirkung (I) liegt in jedem Fall eine schädliche Gewässeränderung vor. Unterschreiten die Stoffkonzentrationen die Schwellen der gesundheitlichen/sensorischen Wirkung (I), überschreiten jedoch die Schwellen für die ökotoxische Wirkung (II), ist zu prüfen, inwieweit Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern oder grundwasserabhängigen Landökosystemen vorliegen können.

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 Wirkungspfadef Boden-Grundwasser bzw. einer schädlichen Gewässeränderung 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 Gewässeränderung beschrieben. Gefahre auslösende 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.

Gemäß § 4 Abs. 4 BBodSchG bestimmen sich die **bei der Sanierung** von Gewässern zu erfüllenden Anforderungen nach dem Wasserrecht. Die Geringfügigkeitsschwellen, die zunächst nur eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit indizieren, sind nicht unmittelbar als Sanierungsziele für das Grundwasser heranzuziehen. Sanierungsziele sind einzelfallbezogen festzulegen. Sanierungsziele heben nicht nur auf Konzentrationen ab, sondern müssen weitere Bewertungskriterien (z.B. Fracht im Grundwasser) berücksichtigen sowie dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit folgen. Dabei können die vorstehenden Überlegungen mit herangezogen werden.

4 Analytik

Nähere Angaben zur Analytik der einzelnen Stoffe bzw. Parameter des Anhangs 2 werden am Ende des jeweiligen Datenblatts gemacht.

Es werden nahezu ausschließlich „Deutsche Einheitsverfahren (DEV)“, die größtenteils in DIN-Normen und zum Teil in Europäische (EN) oder internationale Normen (ISO) übergeführt wurden, angegeben. Die genannten Analysenverfahren sollen jeweils in der aktuellen Fassung angewendet

werden. Die Verwendung gleichwertiger Verfahren ist zulässig, wenn diese für den Zweck der Überwachung der Einhaltung der GFS geeignet sind. Die unteren Anwendungsgrenzen sind sowohl stoff- als auch matrixabhängig. Bei einigen der genannten 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 Analyseverfahren zu validieren und zu beschreiben sind.

5 Erläuterung der Anhänge

Im Anhang 1 ist ein Übersichtsschema der in Kapitel 2 vorgestellten Methodik zur Ableitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte beigelegt.

Die nach dieser Methodik für Einzelstoffe und für Summenparameter abgeleiteten Geringfügigkeitsschwellenwerte sind in einer tabellarischen Übersicht im Anhang 2 dokumentiert.

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. 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.

6 Literatur

DIBt (2011): Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser, Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt, Berlin 2011
https://www.dibt.de/de/Fachbereiche/Referat_II6.html

Dieter, H.H. (2003): Kommentar zur Bewertung der Anwesenheit nicht oder nur teilbewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz 46(3), 245-248, einschließlich Erratum in 46(10): 915-916

Dieter, H.H.; 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(8): 701-706, *einschließlich Erratum in 46(10): 915-916*

Dybing, E.; Sanner, T.; Roelfzema, H.; Kroese, D.; Tennant, R.W. (1997): T25: a simplified carcinogenic potency index: description of the system and study of correlations between carcinogenic potency and species/site specificity and mutagenicity, *Pharmacology & Toxicology*, 80, 272-279

ECHA (2008): The Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment. Guidance for the implementation of REACH, Helsinki, May 2008
<http://www.echa.europa.eu/web/guest/guidance-documents/guidance-on-information-requirements-and-chemical-safety-assessment>

Eikmann, T.; Heinrich, U.; Heinzow, B.; Konietzka, R. (1999): Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen, ergänzbares Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung, Erich Schmidt Verlag, Berlin, Grundwerk 2/99

EC (2000): European Chemicals Bureau, risk assessment reports/existing substances, last update: 2.5.2000, <http://ecb.jrc.it>

EU (2011): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 27: Technical guidance for deriving environmental quality standards. Technical Report – 2011 – 055; <https://circabc.europa.eu/d/a/workspace/SpacesStore/0cc3581b-5f65-4b6f-91c6-433a1e947838/TGD-EQS%20CIS-WFD%2027%20EC%202011.pdf>

GWS-VwV, 2005: Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserunreinigungen (GWS-VwV) Vom 30. September 2005 (StAnz. Hess. S. 4243)

IKSR (2009): Internationale Kommission zum Schutz des Rheins: Ableitung von Umweltqualitätsnormen für die Rhein-relevanten Stoffe, Bericht Nr. 164, http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_de/Berichte/Bericht_Nr.164.pdf

IRIS (2012): Integrated Risk Information System der U.S. EPA (Environmental Protection Agency), <http://www.epa.gov/iris/>

Kalberlah, F.; Hassauer, M.; Konietzka, R.; Schneider, K. (1999): Qualitätsbeurteilung von unit-risk-Berechnungen, in: Eikmann et al. (1999), Kennziffer B 010, Anhang 2

Konietzka, R. (1999): Handlungsorientierte Vorgehensweise zur Berücksichtigung kanzerogener Wirkungen bei Substanzen mit für die weitergehende Risikobetrachtung nicht geeigneter Risikoquantifizierung, in: Eikmann et al. (1999), Kennziffer B 010, Anhang 3

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

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

LAWA (2006): LAWA-Hinweise für die Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte bei Benutzungen des Grundwassers in bestimmten Fallgestaltungen, Berlin, 2006,

LAWA-LABO (2006): Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen, Mainz, 2006

Lepper, P. (2005): Manual on the methodological framework to derive environmental quality standards for priority substances in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/60/EC). Fraunhofer Institute Molecular Biology and Applied Ecology, Schmallenberg, Germany. 15 September 2005

Mo (2012): LAWA-Ausschuss Grundwasser und Wasserversorgung, Ableitung des Basiswerts für Molybdän im Grundwasser, unveröffentlicht

OGewV (2011): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429); <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ogewv.pdf>

RL 98/8/EG: Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten vom 16. Februar 1998 (ABl. EG, Nr. L 123, S. 1) zuletzt geändert durch Artikel 1 der Richtlinie vom 26. November 2012 (ABl. L 327, S. 34)

RL 2000/60/EG: 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 (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1)

RL 2008/105/EG: Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, (ABl. L 348 vom 24.12.2008, S. 84)

RL 2013/39/EU: Richtlinie 2013/39/EU vom 18. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 226 vom 24.8.2013, S.1)

Rosen, A.A.; Steel, R.F.; Ettinger, M.B. (1963): Relationship of river water odor to specific organic contaminants. J. Water Pollut. Control Fed. 35, 777-782

Sanner, T.; Dybing, E.; Willems, M.I.; Kroese, E.D. (2001): A simple method for quantitative risk assessment of non-threshold carcinogens based on the dose descriptor T25 Pharmacology & Toxicology, 88, 331-341

Schellschmidt, B. & Dieter, H.H. (2000): Gesundheitlich duldbare Höchstkonzentrationen für die Kontamination von Trinkwasser durch Pflanzenschutzmittel (Gesundheitliche Leitwerte), Gesundheitsbl – Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 43(7): 494-504

Stocking, A.J.; Suffet, I.H.; McGuire, M.J.; Kavanaugh, M.C. (2001): Implications of an MTBE odor study for setting drinking water standards. Journal of the American Water Works Association, March 2001, 95-105

TGD (2003): Technical Guidance Document on Risk Assessment for New and Existing Substances, siehe Commission Regulation (EC) No 1488/94:
http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_activities/public-health/risk_assessment_of_Biocides/doc/tgd

TI (2014): LAWA-Ausschuss Grundwasser und Wasserversorgung, Ableitung des Basiswerts für Thallium im Grundwasser unveröffentlicht

TrinkwV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 21. Mai 2001 (BGBl. I S. 959), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 3. Mai 2011 (BGBl. I S. 748)

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

UBA (2001): Umweltbundesamt: 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, Berlin

UBA (1999): Umweltbundesamt: 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, bearbeitet von Bachmann, G.; Oltmanns, J.; Konietzka, R.; Schneider, K.; Erich Schmidt Verlag, Berlin

US EPA (1996): Safe Drinking Water Act. As Amended by Congress, Aug. 6, 1998

Utermann J., 2011: : Hintergrundwerte gelöster Spurenelemente im wässrigen Eluat für Böden aus dem ländlichen Raum. Bodenschutz – Hrsg. König, Bachmann, Utermann BoS 50. Lfg. V/2011, 31 pp.

V (2008): LAWA-Ausschuss Grundwasser und Wasserversorgung, Hintergrundwerte für Vanadium im Grundwasser, unveröffentlicht

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, ABl. L 396 vom 30.12.2006, S. 1

Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission vom 28. Juni 1994 zur Festlegung von Grundsätzen für die Bewertung der von Altstoffen ausgehenden Risiken für Mensch und Umwelt gemäß der Verordnung (EWG) Nr. 793/93/EWG des Rates, ABl. L 161 vom 29. 6. 1994 S. 3

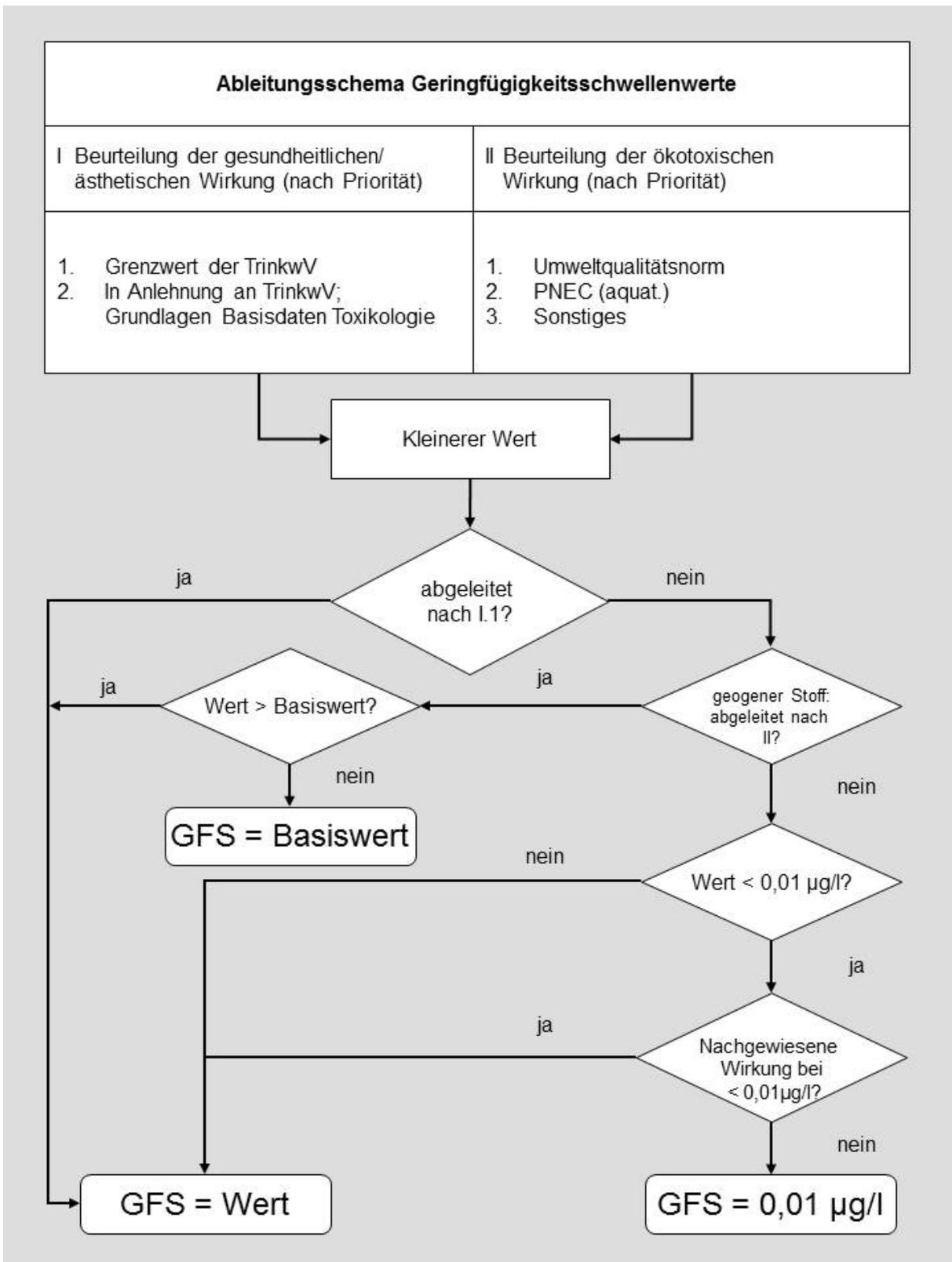
Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates vom 23. März 1993 zur Bewertung und Kontrolle der Umweltrisiken chemischer Altstoffe, ABl. L 84 vom 5. 4. 1993, S. 1

Wagner B., Beer A., Bitzer F., Brose D., Brückner L., Budziak D., Clos P., Fritsche H.G., Hörmann U., Hübschmann M., Moosmann L., Nommensen B., Panteleit B., Peters A., Prestel R., Schuster H., Schwerdtfeger B., Walter T., Wolter R. (2014): Hintergrundwerte im Grundwasser – Erläuterung zum Web Map Service (WMS), Ad-hoc AG Hydrogeologie der Staatlichen Geologischen Dienste von Deutschland (SGD), Stand: Oktober 2014

WHO (2012): Environmental Health Criteria. Monographien der Weltgesundheitsorganisation, http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/ehc_numerical/en/index.html

Anhang 1:

Ableitungsschema der Geringfügigkeitsschwellenwerte



Anhang 2:**Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasseränderungen****Teil 1 – Anorganische Parameter**

Parameter	CAS-Nr.	GFS-Wert µg/l	Analysenverfahren
Antimon	7440-36-0	5	DIN 38405-32:2000-05; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Arsen	7440-38-2	3,2	ISO 17378-2:2014-02; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Barium	7440-39-3	175	DIN EN ISO 11885:2009-09; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Blei	7439-92-1	1,2	DIN 38406-6-2:1998-07; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Bor	7440-42-8	180	DIN 38405-17:1981-03; DIN EN ISO 11885:2009-09; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Cadmium	7440-43-9	0,3	DIN EN ISO 5961-HA3:1995-05; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Chrom	7440-47-3	3,4	DIN EN 1233:1996-08; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Kobalt	7440-48-4	2,0	DIN 38406-24-2:1993-03; DIN EN ISO 15586:2004-02; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Kupfer	7440-50-8	5,4	DIN 38406-7-2:1991-09; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Molybdän	7439-98-7	35	analog DIN EN ISO 5961:1995-05; DIN EN ISO 11885:2009-09; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Nickel	7440-02-0	7	DIN 38406-11-2:1991-09; DIN EN ISO 11885:2009-09; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Quecksilber	7439-97-6	0,1	DIN EN ISO 12846:2012-08; DIN EN ISO 17852:2008-04
Selen	7782-49-2	3	DIN 38405-23-2:1994-10 DIN EN 17294-2:2005-02
Thallium	7440-28-0	0,2	DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Vanadium	7440-62-2	4	
Zink	7440-66-6	60	DIN EN ISO 11885:2009-09; DIN EN ISO 17294-2:2005-02
Chlorid	16887-00-6	250 mg/l	DIN EN ISO 10304-1:2009-07; DIN EN ISO 10304-4:1999-07
Cyanid leicht freisetzbar/ komplex	57-12-5	10 / 50	DIN 38405-7:2002-04; DIN 38405-13:2011-04; DIN EN ISO 14403:2012-10
Fluorid	16984-48-8	900	DIN 38405-4:1985-07; DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	14808-79-8	250 mg/l	DIN EN ISO 10304-1:2009-07

Anhang 2:
Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserveränderungen
Teil 2 – Organische Parameter

Parameter	CAS-Nr.	GFS-Wert µg/l	Analysenverfahren
Industriechemikalien und sonstige Parameter			
PAK ¹⁾ , gesamt		0,2	DIN EN ISO 17993:2004-03 ⁴⁾ ; DIN 38407-39:2011-09 ⁵⁾ DIN ISO 28540:2014-05 ⁴⁾
Anthracen	120-12-7	0,1	
Benzo[a]pyren	50-32-8	0,01	
Summe Benzo[b]fluoranthren und Benzo[k]fluoranthren	205-99-2 207-08-9	0,03	
Summe Benzo[ghi]perylen und Indeno[123-cd]pyren	191-24-2 193-39-5	0,002	
Dibenz[a,h]anthracen	53-70-3	0,01	
Fluoranthren	206-44-0	0,1	
Naphthalin u. Methyl-naphthaline, gesamt	91-20-3 90-12-0 91-57-6	2	
LHKW ²⁾ , gesamt		20	DIN EN ISO 10301:1997-08; DIN EN ISO 15680:2004-04 DIN 38407-43:2014-10
Tri-und Tetrachlorethen, Summe	79-01-6 127-18-4	10	
1,2-Dibromethan	106-93-4	0,02	
1,2-Dichlorethan	107-06-2	3	
Trichlormethan	67-66-3	2,5	
Chlorethen (Vinylchlorid)	75-01-4	0,5	DIN EN ISO 15680:2004-04 DIN 38407-43:2014-10
Polychlorierte Biphenyle (PCB) ³⁾ , gesamt	1336-36-3	0,01 (0,0005 jeweils für PCB-28, -52, -101, -118, -138, -153 und -180)	DIN 38407-2:1993-02 ⁴⁾ ; DIN EN ISO 6468:1997-02 ⁴⁾ ; DIN 38407-3-1:1998-07 ⁴⁾ DIN 38407-37:2013-11 ⁴⁾
Kohlenwasserstoffe		100	DIN EN ISO 9377-2:2001-07
Benzol und alkylierte Benzole, gesamt		20	ISO 11423:1997-06; DIN 38407-9:1991-05; DIN EN ISO 15680:2004-04; DIN 38407-43:2014-10
Benzol	71-43-2	1	DIN EN ISO 15680:2004-04 DIN 38407-43:2014-10
Etheroxygenate (insb. MTBE, ETBE und TAME), gesamt	1634-04-4 (MTBE) 637-92-3 (ETBE) 994-05-8 (TAME)	5, davon max. 2,5 µg/l ETBE	DIN 38407-41:2011-06 DIN 38407-43:2014-10
Epichlorhydrin	106-89-8	0,1	DIN EN 14207:2003-09 ⁴⁾
Phenol	108-95-2	8	ISO 8165-2:1999-07; DIN 38407-27:2012-10
Nonylphenol	25154-52-3 (Isomeren-gemisch) 84852 15-3 (4-Nonylphenol, verzweigt)	0,3	DIN EN ISO 18857-1:2007-02 DIN EN ISO 18857-2:2012-01

Parameter	CAS-Nr.	GFS-Wert µg/l	Analysenverfahren
Chlorphenole, gesamt		1	DIN EN 12673:1999-05
Pentachlorphenol	87-86-5	0,1	
Chlorbenzole, gesamt		1	DIN EN ISO 10301:1997-08; DIN 38407-43:2014-10 (nur für Cl ₁ -Cl ₃) DIN EN ISO 6468:1997-02; DIN 38407-2:1993-02; DIN 38407-37:2013-11 (nur für Cl ₃ – Cl ₆)
Trichlorbenzole		0,4	DIN EN ISO 10301:1997-08; DIN EN ISO 6468:1997-02; DIN 38407-37:2013-11; DIN 38407-43:2014-10
Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	DIN EN ISO 6468:1997-02; DIN 38407-2:1993-02; DIN 38407-37:2013-11
Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	

Wirkstoffe in Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukten einschließlich Abbauprodukte (PSMBP)			
PSMBP, gesamt		0,5	SHKW und Organochlorpestizide ⁶ :DIN 38407-2:1993-02; DIN EN ISO 6468:1997-02; DIN 38407-37:2013-11 Organ. N- und P-Verbindungen ⁷ :DIN EN ISO 10695:2000-11, DIN EN ISO 11369:1997-11; DIN EN 12918:1999-11 Phenoxyalkancarbonsäureherbizide:DIN 38407-14:1994-10, DIN ISO 15913:2003-05; DIN 38407-35:2010-10 Ausgewählte PSMBP mittels HPLC-MS/MS nach Direktinjektion: DIN 38407-36:2014-09
PSMBP, Einzelstoff		jeweils 0,1	
Azinphos-methyl	86-50-0	0,01	DIN EN 12918:1999-11 ⁴⁾
Chlordan	57-74-9	0,003	DIN 38407-37:2013-11
Cyclodien-pestizide, gesamt (Aldrin, Dieldrin, Endrin und Isodrin)	309-00-2 60-57-1 72-20-8 465-73-6	0,01	DIN 38407-2:1993-02 DIN EN ISO 6468:1997-02 DIN 38407-37:2013-11
Dichlorvos	62-73-7	0,0006	DIN EN 12918:1999-11 ⁴⁾
Disulfoton	298-04-4	0,004	Kein genormtes Verfahren vorhanden ⁵⁾ Empfehlung: DIN EN 12918:1999-11
Diuron	330-54-1	0,1	DIN EN ISO 11369:1997-11 DIN 38407-36:2014-09
Endosulfan	115-29-7	0,005	DIN 38407-2:1993-02; DIN EN ISO 6468:1997-02; DIN 38407-37:2013-11
Etrimfos	38260-54-7	0,004	Kein genormtes Verfahren vorhanden ⁵⁾ Empfehlung: DIN EN 12918:1999-11
Fenitrothion	122-14-5	0,009	DIN EN 12918:1999-11 ⁴⁾
Fenthion	55-38-9	0,004	
Heptachlor	76-44-8	0,03	DIN 38407-2:1993-02; DIN EN ISO 6468:1997-02; DIN 38407-37:2013-11
Heptachlorepoxyd	1024-57-3	0,03	
Hexazinon	51235-04-2	0,07	DIN EN ISO 11369:1997-11 DIN 38407-36:2014-09
Malathion	121-75-5	0,02	DIN EN 12918:1999-11 ⁴⁾
Mevinphos	7786-34-7	0,0002	Kein genormtes Verfahren vorhanden ⁵⁾ Empfehlung: DIN EN 12918:1999-11
Parathion-ethyl	56-38-2	0,005	DIN EN ISO 10695:2000-11; DIN EN 12918:1999-11 ⁴⁾
Parathion-methyl	298-00-0	0,02	
Pentachlorphenol	87-86-5	0,1	DIN EN 12673:1999-05 ⁴⁾

Parameter	CAS-Nr.	GFS-Wert µg/l	Analysenverfahren
Phoxim	14816-18-3	0,008	DIN 38407-36:2014-09 ⁴⁾
Triazophos	24017-47-8	0,03	Kein genormtes Verfahren vorhanden ⁵⁾ Empfehlung: DIN EN 12918:1999-11
Trichlorfon	52-68-6	0,002	Kein genormtes Verfahren vorhanden ⁵⁾
Trifluralin	1582-09-8	0,03	DIN EN ISO 10695:2000-11

Zinnorganische Verbindungen			
Dibutylzinn-Kation	14488-53-0	0,01	DIN EN ISO 17353:2005-11 ⁴⁾
Tributylzinn-Kation	36643-28-4	0,0002	
Triphenylzinn-Kation	668-34-8	0,0005	

Sprengstofftypische Verbindungen			
Nitropenta (PETN)	78-11-5	10	DIN EN ISO 22478:2006-07
2-Nitrotoluol	88-72-2	1	DIN 38407-17:1999-02 ⁴⁾ DIN EN ISO 22478:2006-07 ⁴⁾
3-Nitrotoluol	99-08-1	10	
4-Nitrotoluol	99-99-0	3	
2-Amino-4,6-Dinitrotoluol	35572-78-2	0,2	
4-Amino-2,6-Dinitrotoluol	19406-51-0	0,2	
1,3-Dinitrobenzol	99-65-0	0,3	
2,4-Dinitrotoluol	121-14-2	0,05	
2,6-Dinitrotoluol	606-20-2	0,05	
1,3,5-Trinitrobenzol	99-35-4	8	
2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure)	88-89-1	0,2	DIN EN ISO 22478:2006-07
2,4,6-Trinitrotoluol	118-96-7	0,2	DIN 38407-17:1999-02; DIN EN ISO 22478:2006-07
Hexogen	121-82-4	1	DIN EN ISO 22478:2006-07
Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)	131-73-7	2	
Nitrobenzol	98-95-3	0,1	DIN 38407-17:1999-02
Tetryl	479-45-8	5	DIN EN ISO 22478:2006-07
Octogen	2691-41-0	175	

- 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 Heterozyklen wie Chinoline)
- 2) LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d.h. Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe; einschließlich Trihalogenmethane. Die GFS-Werte zu Tri- und Tetrachlorethen, Dichlorethan und Chlorethen sind zusätzlich einzuhalten. (10 Σ Tri- und Tetrachlorethen, 10 Σ Sonstige LHKW)
- 3) PCB, gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; Summe der 6 PCB-Kongenere (PCB-28, -52, -101, -138, -153, und -180) multipliziert mit Faktor 5.
- 4) 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.
- 5) Für viele PSMBP-Verbindungen sind keine genormten Verfahren vorhanden. Alternativ können Normverfahren für die Bestimmung von strukturähnlichen Verbindungen eingesetzt werden, wie z.B. in der Gruppe der Organochlorpestizide oder der organischen N- und P-Verbindungen oder Normverfahren, welche die HPLC-MS/MS-Technik einsetzen, die eine sehr empfindliche und spezifische Bestimmung einer Vielzahl der Verbindungen erlaubt. Die Analysenverfahren müssen für die zu bestimmenden Verbindungen nach den einschlägigen Regeln validiert werden.
- 6) Z.B. Cyclodienpestizide (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin), DDT, HCH-Isomere, Endosulfan, Heptachlor.
- 7) Ausgewählte organische N- und P-Verbindungen, z.B. u.a. Triazinherbizide, Phenylharnstoffherbizide, Organophosphorsäurederivate