



# PFC - Die GFS-Werte der LAWA

Workshop „PFC-Kontaminationen – Bewertungsmaßstäbe für Wasser und Boden,  
Augsburg, 21. November 2017



# Inhaltsübersicht

1. Anlass und Auftrag
2. Allgemeines zur Ableitung von GFS-Werten:
  - Definition der Geringfügigkeitsschwelle
  - Datengrundlagen und Datenpriorität
3. Priorisierung der PFC
4. GFS-Vorschläge LAWA/LABO
5. Summenbewertung



# PFC - GFS-Werte für das Grundwasser

## Anlass:

Die Ständigen Ausschüsse „Altlasten“ (ALA) der LABO und „Grundwasser und Wasserversorgung“ der LAWA beschließen im Zuge eines Erfahrungsaustausches von acht Bundesländern zu PFC-Belastungen im Boden und Grundwasser, Beurteilungskriterien einschließlich Analysenstandards für PFC zu konkretisieren.

## Auftrag an die

LAWA/LABO-Kleingruppe „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für PFC“ des Ständigen Ausschusses Grundwasser und Wasserversorgung (AG)“:

- **Priorisierung:** Auswahl relevanter per- und ggf. polyfluorierter Einzelverbindungen (Ausgangsbasis: DIN 38407-42)
- **Recherche** der human- und ökotoxikologischen Studien und Daten zu den ausgewählten Verbindungen
- **Ableitung** von GFS-Werten für die einzelnen Verbindungen ggf. einschließlich einer Summenbewertung
- Aufzeigen und ggf. Schließen von Datenlücken (gezielte Ökotoxizitätstests)



# Definition der Geringfügigkeitsschwelle

Die **Geringfügigkeitsschwelle** (GFS) stellt den Bewertungsmaßstab dar, bis zu welcher Stoffkonzentration anthropogene, räumlich begrenzte Änderungen der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers als **geringfügig** einzustufen sind bzw. ab welcher Konzentration eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit des Grundwassers (Grundwasserverunreinigung) vorliegt.

Konkret wird die GFS definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten

- **keine relevanten ökotoxischen Wirkungen** auftreten und außerdem
- die **Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten** werden.

## Damit soll das Grundwasser

1. überall für den menschlichen Gebrauch als Trinkwasser nutzbar bleiben  
und
2. als Lebensraum intakt gehalten werden, u.a. weil Grundwasser Bestandteil des Naturhaushalts ist und den Basisabfluss von Oberflächenwasser bildet oder den Charakter grundwasserabhängiger Landökosysteme beeinflusst.



# Datengrundlagen und Datenpriorität

## Schutzgut Trinkwasser:

- ✓ Grenzwert der Trinkwasserverordnung (sofern humantoxikologisch oder ästhetisch bezüglich Geschmack, Geruch begründet)
- ✓ Leitwert (LW) für lebenslange Aufnahme mit dem Trinkwasser
  - Ableitung analog TrinkwV: - 10 % Allokation (Aufnahme mit dem Trinkwasser)
  - 70 kg Körpergewicht
  - 2 Liter Trinkwasseraufnahme pro Tag
  - Kanzerogen: Krebsrisiko  $10^{-6}$
- ✓ Kein GFS-Wert auf der Basis eines „Gesundheitlichen Orientierungswertes“ (GOW)
- ✓ Steht nur ein ökotoxikologisch begründeter Wert für eine GFS zur Verfügung, wird dieser als GFS-Wert akzeptiert, wenn er bis zu einem Faktor 3 über dem GOW liegt.

## Ökotoxische Wirkungen:

- ✓ Umweltqualitätsnorm (UQN) nach OGeV (sofern auf dem Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft beruhend) vor
- ✓ EU-konsenterte PNEC zum Schutz der aquat. Lebensgemeinschaft (RAR Altstoffe, UQN IKSR) vor
- ✓ Sonstige in der Fachöffentlichkeit diskutierte und akzeptierte Bewertungen von EU-Mitgliedsstaaten und deren Organisationen (z.B. NL: RIVM; D: LAWA)



# Priorisierung der PFC

## Auswahlkriterien:

### 1. DIN 38407-42

(Bestimmung ausgewählter PFC in Wasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) nach Fest-Flüssig-Extraktion)

→ 10 Verbindungen (+ weitere 13)

### 2. Grundwasseruntersuchungen in den Bundesländern:

a) Funde über der Bestimmungsgrenze (0,01 µg/l)

→ **Priorität 1: 10 (DIN) + 3 (PFHpS, H4PFOS, PFOSA)**  
(kurzkettig und langkettig bis C10)

b) Funde unter der Bestimmungsgrenze

→ **Priorität 2: 10 Verbindungen**  
(längerkettig > C10, stark bioakkumulierend)



## GFS-Vorschläge LAWA/LABO für PFC (Stand: Juli 2016)

Lfd. Nr.	Name, Abkürzung (CAS-Nr.)	GFS [µg/L]	Basis [µg/L]	
			Humantox.	Ökotox.
1	Perfluorbutansäure, PFBA (375-22-4)	21	21	1260
2	Perfluorpentansäure, PFPeA (2706-90-3)	-	-(GOW: 3,0)	320
3	Perfluorhexansäure, PFHxA (307-24-4)	6	6	1000
4	Perfluorheptansäure, PFHpA (375-85-9)	-	-(GOW: 0,3)	-
5	Perfluoroktansäure, PFOA (335-67-1)	0,1	0,1	570
6	Perfluornonansäure, PFNA (375-95-1)	0,06	0,06	0,8
7	Perfluordecansäure, PFDA (335-76-2)	-	-(GOW: 0,1)	10
8	Perfluorbutansulfonsäure, PFBS (375-73-5)	6	6	3700
9	Perfluorhexansulfonsäure, PFHxS (355-46-4)	0,1	0,1	250
10	Perfluorheptansulfonsäure, PFHpS (375-92-8)	-	-(GOW: 0,3)	-
11	Perfluoroktansulfonsäure, PFOS (1763-23-1)	0,1	0,1	0,23
12	H4-Polyfluorooctansulfonsäure, H4PFOS (27619-97-2)	-	-(GOW: 0,1)	870
13	Perfluorooctansulfonamid, PFOSA (754-91-6)	-	-(GOW: 0,1)	-

	GFS möglich, da Bewertung Humantox (Leitwert Trinkwasser) und Ökotox (PNEC aquatisch) zur Verfügung
	GFS nicht möglich, da für Humantox kein Leitwert zur Verfügung und GOW mehr als Faktor 3 < PNEC
	GFS nicht möglich, da weder Leitwert noch PNEC zur Verfügung



# Summenbewertung: „Quotientensumme“

Voraussetzungen:

1. Die GFS-Werte sind für alle Einzelverbindungen humantoxikologisch begründet,
2. Der schädigende Wirkmechanismus ist für alle Verbindungen gleich bzw. sehr ähnlich

→ „Quotientensumme“:

Bei mehreren gleichzeitig auftretenden Stoffen werden Stoffindizes I aus den jeweiligen Messwerten und GFS-Werten gebildet und zu einem Bewertungsindex BI summiert:

$$BI_{\text{GFS(PFC)}} = \sum I_i = \frac{c_1}{GFS_{\text{PFC } 1}} + \frac{c_2}{GFS_{\text{PFC } 2}} + \frac{c_3}{GFS_{\text{PFC } 3}} + \dots + \frac{c_n}{GFS_{\text{PFC } n}} \leq 1$$





Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission am 20.09.2016

## Fortschreibung der vorläufigen Bewertung von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) im Trinkwasser

Begründungen der vorgeschlagenen Werte im Einzelnen.

### Inhalt

1	Perfluorbutansäure, PFBA (375-22-4).....	2
2	Perfluorpentansäure, PFPeA (2706-90-3).....	7
3	Perfluorhexansäure, PFHxA (307-24-4).....	8
4	Perfluorheptansäure, PFHpA (375-85-9).....	13
5	Perfluoroktansäure, PFOA (335-67-1).....	15
6	Perfluorononsäure, PFNA (375-95-1).....	35
7	Perfluordecansäure, PFDA (335-76-2).....	41
8	Perfluorbutansulfonsäure, PFBS (375-73-5).....	44
9	Perfluorhexansulfonsäure, PFHxS (355-46-4).....	48
10	Perfluorheptansulfonsäure, PFHpS (375-92-8).....	53
11	Perfluoroktansulfonat, PFOS (1763-23-1).....	54
12	H4-Polyfluoroktansulfonsäure, H4PFOS (27619-97-2).....	68
13	Perfluoroktansulfonamid, PFOSA (754-91-6).....	69

### Bekanntmachungen – Amtliche Mitteilungen

Bundesgesundheitsbl 2017 · 60:350–352  
DOI 10.1007/s00103-016-2508-3  
Online publiziert: 2. Januar 2017  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017

### Empfehlung des Umweltbundesamtes

## Fortschreibung der vorläufigen Bewertung von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) im Trinkwasser

### Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission

#### 1. Anlass für diese Empfehlung

Die Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt hat zur Problematik der PFC im Trinkwasser zuletzt am 13.7.2006 in Form einer „vorläufige Bewertung von Perfluorierten Tensiden (PFT) im Trinkwasser am Beispiel ihrer Leitsubstanzen Perfluoroktansulfonsäure (PFOA) und Perfluordecansulfonsäure (PFOS)“ Stellung genommen.

Seither sind sowohl zu PFOA und PFOS wie auch zu anderen PFC weitere Daten erarbeitet und veröffentlicht worden, die Anlass für eine Fortschreibung der damaligen vorläufigen Bewertung geben.

In Deutschland haben aktuell zu PFOA und PFOS die Kommission Human-Bio-Monitoring [1] des Umweltbundesamtes und auch zu weiteren PFC, die LAWA-LABO-Kleingruppe „Ableitung von Grenzwertempfehlungen für PFC“ des Ständigen Ausschusses „Grundwasser und Wasserversorgung“ der LAWA (LAWA-LABO-Kleingruppe PFC) humantoxikologische Bewertungen erarbeitet. Auf diese Bewertungen gründen die vorliegenden Empfehlungen.

#### 2. Empfehlungen

Die LAWA-LABO-Kleingruppe PFC hat aus Informationen zu Vorkommen und Verbreitung sowie aus Einzelfallberichten 13 PFC als für das Grundwasser prioritär benannt. Für sieben dieser 13 PFC erster

Priorität war die Datenlage ausreichend, um einen Leitwert nach den Kriterien der Trinkwasserverordnung abzuleiten. Die Bewertung von Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) wurde aber als grenzwertig angesehen. Ihr liegt nicht eine 90-Tages-Studie als übliches Mindestkriterium zugrunde, sondern eine Studie mit nur 42 Tagen Expositionszeit. Besonders vor dem Hintergrund des Bedarfs für Leitwerte wurde dieses Bewertungsergebnis noch akzeptiert.

Die Ergebnisse einer umfassenden Neubewertung im Sinne von Trinkwasser-Leitwerten (TW<sub>LW</sub>) oder Gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) zeigt nachstehende Tabelle.

Der deutlich niedrigste Wert ergibt sich für Perfluormononsäure (PFNA) mit 60 ng/l. In ihm ist allerdings wegen des reproduktionstoxischen (Einstufung Repr. 1B) und vermutlich krebszerzeugenden (Einstufung Carc. 2) Potentials ein besonderer Sicherheitsfaktor von zehn eingerechnet. Als bisher höchsten Wert ergibt sich 10 µg/l für Perfluorbutansäure (PFBA), der damit etwas höher liegt als der bisher vom UBA genannte Wert [2] (7 µg/l). Die verschiedenen Werte zu den einzelnen Verbindungen scheinen darüber hinaus in einem vernünftigen Verhältnis zueinander zu stehen, das ihre Struktur (Kettenlänge) widerspiegelt.

Bei Stoffen, für die keine ausreichenden Daten für eine humantoxikologische Bewertung für einen TW<sub>LW</sub> vorlagen, wurde hilfsweise das vom Umweltbun-

desamt für die Bewertung von human-toxikologisch nur teil- oder nicht bewertbaren Stoffen entwickelte Konzept der Gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) angewendet. GOW werden über Evidenzkriterien (z.B. genotoxisch ja oder nein) und Erfahrungswissen für ihre Höhe begründet [3]. Sie stellen insoweit semiquantitative Bewertungsergebnisse dar, die zwar besondere Unsicherheiten enthalten, im Grundsatz aber als protektiv anzusehen sind. GOW werden grundsätzlich stoffspezifisch und fallunabhängig abgeleitet. Werden sie in Einzelfällen überschritten, sollte das Gesundheitsamt im Zusammenhang mit Überlegungen zur Minderungs- oder Abhilfemaßnahmen neben ihrer fachlichen Grundlage auch stoffspezifische Besonderheiten (im Falle der PFC z.B. die biologischen Halbwertszeiten) und möglicherweise weitere Beurteilungskriterien bei der Einzelfallbeurteilung berücksichtigen.

PFC werden weder zur Gewinnung und Verteilung von Trinkwasser benötigt noch gehören sie zu seinen natürlichen Bestandteilen. Es sind Verunreinigungen, die die Beschaffenheit des Trinkwassers nachteilig beeinflussen und sie sind in ihrer Konzentration nach dem Minimierungsgebot gemäß § 6 Absatz 3 TrinkwV 2001 so niedrig zu halten, wie dies nach den Umständen des Einzelfalles auf Grundlage der allgemein anerkannten Regeln der Technik (aaRdT) möglich erscheint. Das Trinkwasser soll i.S. von § 1 TrinkwV 2001 die Verbraucher uneinge-