



# Leitlinien zur PFC-Bewertung in Bayern



## Inhalt

- Historie der Leitlinien
- Stoffspektrum
- Gesetzliche Grundlagen
- Gewässerschutz
- Boden
- Abfall



# Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden

Stand: April 2017



## Werdegang der PFC-Leitlinien in Bayern

- September 2006: Greenpeace bei Fa. Dyneon (PFOA)
- Januar 2012: Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden
- März 2013: 1. Überarbeitung (u.a. neue UQN PFOS 0,23 µg/l)
- Oktober 2014: 2. Überarbeitung (Berücksichtigung PFOS-UQN 0,65 ng/l)
- Januar 2015: 3. Überarbeitung Anpassung Z-Werte, PFOA
- April 2017: 4. Überarbeitung Neue Trinkwasser-/ GFS-Werte



## Stoffspektrum – 13 DIN-PFC

- Substanzname
- Substanzname
- Perfluorbutansäure PFBA
- Perfluorbutansulfonsäure PFBS
- Perfluorpentansäure PFPeA
- Perfluorhexansulfonsäure PFHxS
- Perfluorhexansäure PFHxA
- Perfluorheptansulfonsäure PFHpS
- Perfluorheptansäure PFHpA
- Perfluoroktansulfonsäure PFOS
- Perfluoroktansäure PFOA
- H4-Polyfluoroktansulfonsäure H4PFOS
- Perfluornonansäure PFNA
- Perfluoroktansulfonamid PFOSA
- Perfluordekansäure PFDA
- (Daneben noch routinemäßig PFUdA, PFDoA, 4:2-FTS, 8:2 FTS)
- Weitere polyfluorierte PFC wie Capstone, GenX ?! ☹️



## (Gesetzliche) Grundlagen

### Europaweit:

- PFOS: Einschränkung durch Richtlinie 2006/122/EG, POP-Verordnung seit 2010
- EU-Umweltqualitätsnorm PFOS
  - (Anwendung ab 2018, Zielerreichung 2027):
  - Oberflächengewässer 0,00065 µg/l
  - Küstengewässer 0,00013 µg/l
  - Biota (Fisch) 9,1 µg/kg
- C8 – C14  
Carbonsäuren: Einstufung als SVHC nach REACH



## PFC und REACH

**Einstufung SVHC-Stoffe als PBT-Stoff (bzw. vPvB oder reprotox):**

**Schwellenwert als „sichere“ Konzentration in der Umwelt aufgrund ihrer Eigenschaften nicht ableitbar → keine PNEC-Werte!**

- **Gilt für alle Perfluorcarbonsäuren von C8 – C14 + PFOS**

**→ Minimierungsgebot**

## Gesetzliche Grundlagen

### **Bundesweit:**

- Düngemittelverordnung 100 µg/kg PFOS + PFOA

## PFC-Leitlinien: Bewertung Grundwasser





## Trinkwasserleitwerte und GOW als Basis für GFS

Lfd. Nr.	Name, Abkürzung (CAS Nr.)	TW <sub>LW</sub> [µg/l]	GOW <sup>a</sup> [µg/l]
1	Perfluorbutansäure, PFBA (375-22-4)	10	–
2	Perfluorpentansäure, PFPeA (2706-90-3)	–	3,0
3	Perfluorhexansäure, PFHxA (307-24-4)	6	–
4	Perfluorheptansäure, PFHpA (375-85-9)	–	0,3
5	Perfluoroktansäure, PFOA (335-67-1)	0,1	–
6	Perfluornonansäure, PFNA (375-95-1)	0,06	–
7	Perfluordekansäure, PFDA (335-76-2)	–	0,1
8	Perfluorbutansulfonsäure, PFBS (375-73-5)	6	–
9	Perfluorhexansulfonsäure, PFHxS (355-46-4)	0,1	–
10	Perfluorheptansulfonsäure, PFHpS (375-92-8)	–	0,3
11	Perfluoroktansulfonat, PFOS (1763-23-1)	0,1	–
12	H4-Polyfluoroktansulfonsäure, H4PFOS (27619-97-2)	–	0,1
13	Perfluoroktansulfonamid, PFOSA (754-91-6)	–	0,1

## PFC-Bewertungsleitlinien Grundwasser

Stoff	Vorläufiger Schwellenwert (SW) in µg/l	Summenbedingung	Begründung
Perfluornonansäure <b>PFNA</b>	0,06	$\sum (C_n / SW_n) \leq 1$	Jeweils Übernahme des aktuell vorliegenden GFS-Wert-Vorschlages der LAWA
Perfluoroktansulfonsäure <b>PFOS</b>	0,1		
Perfluoroktansäure <b>PFOA</b>	0,1		
Perfluorhexansulfonsäure <b>PFHxS</b>	0,1		
Perfluorhexansäure <b>PFHxA</b>	6,0		
Perfluorbutansulfonsäure <b>PFBS</b>	6,0		
Perfluorbutansäure <b>PFBA</b>	10,0		
Perfluordekansäure <b>PFDA</b>	0,1		Jeweils Übernahme des GOW
H4-Polyfluoroktansulfonsäure <b>H4PFOS</b>	0,1		
Perfluoroktansulfonamid <b>PFOSA</b>	0,1		
Perfluorheptansulfonsäure <b>PFHpS</b>	0,3		
Perfluorheptansäure <b>PFHpA</b>	0,3		
Perfluorpentansäure <b>PFPeA</b>	3,0		

Bei Überschreitung dieser Werte im Grundwasser liegt in der Regel eine schädliche Veränderung des Grundwassers im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) vor



## PFC-Leitlinien: Bewertung Oberflächengewässer



## Oberflächengewässer

Stoff	PNEC <sub>aquatisch</sub> (Predicted No Effect Concentration, in µg/l)	Quelle
H4-Polyfluoroktansulfonsäure <b>H4PFOS</b>	870	LAWA/LABO *
Perfluorhexansulfonsäure <b>PFHxS</b>	250	
Perfluorhexansäure <b>PFHxA</b>	1000	
Perfluorpentansäure <b>PFPeA</b>	320	
Perfluorbutansulfonsäure <b>PFBS</b>	3700	
Perfluorbutansäure <b>PFBA</b>	1260	

**SVHC-PFC → Minimierungsgebot, keine PNEC möglich**



## UQN für PFOS

- Tochterrichtlinie „Prioritäre Stoffe“ (2013/39/EU) zur WRRL:  
Umweltqualitätsnorm (UQN) PFOS für Oberflächengewässer mit
- 0,65 ng/l als Jahresdurchschnittswert (JD-UQN)
- 36 µg/l als zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN)
- Basis „Menschlicher Fischverzehr“ als empfindlichstes Schutzgut.

Wie entsteht ein Grenzwert ?

**UQN für PFOS**

aus Biotest LC 50

3,6 mg/l

SF=100

**Akute Toxizität**

Maximal akzeptable Konzentration

36 µg/l

$$QS_{biota\ Humans} = \frac{\text{Faktor} \times \text{TDI}}{\text{Durchschnittlicher täglicher Fischverzehr}} = \frac{0,1 \times 0,15 \times 70 \text{ kg}}{0,115 \text{ kg/d}}$$

= 9,1 µg/kg

Fisch für den menschlichen Verzehr

$$/ (2800 (BCF_{fish}) \times 5 (BMF_{human})) = 14.000$$

**Chronische Toxizität**

0,00065 ng/l

**Umweltqualitätsnorm (WRRL) 0,65 ng/l**



## Einleitungen in Oberflächengewässer I

### 1. Fall Oberflächengewässer < UQN

→ UQN im Oberflächengewässer ist auch nach Einleitung einzuhalten

$$C_{\text{Im}} = \frac{MNQ \cdot C_{\text{HG}} + A_{\text{Abw}} \cdot C_{\text{Abw}}}{MNQ + A_{\text{Abw}}}$$

$MNQ$  = Mittlerer Niedrigwasserabfluss (Volumen/Zeit)

$C_{\text{HG}}$  = Hintergrundkonzentration (Masse/Volumen)

$A_{\text{Abw}}$  = Abwasserfluss (Volumen/Zeit)

$C_{\text{Abw}}$  = Stoffkonzentration im Abwasser (Masse/Volumen)

## Einleitungen in Oberflächengewässer II

### 2. Fall Oberflächengewässer > UQN

→ Verschlechterungsverbot ( § 27 WHG)

- Aufbereitung mit Reinigungsgrad für PFC mindestens 90 %
- Summe aller PFC < 200 ng/l
- PFOS < 20 ng/l
  
- → zusätzlich eingetragene Fracht vertretbar gering

## Boden - schädliche Bodenveränderungen und Altlasten



## Bewertung Pfad Boden - Grundwasser

- Feststoffwerte wg. Matrix-effekten nicht aussagekräftig
- Rückhalt langfristig vernachlässigbar
- Bewertung anhand von Eluatwerten
- Verfahren S4 1:10 (nach BBodSchV)
- Eluatwerte ~ Sickerwasser am Ort der Beurteilung



## Bewertung Pfad Boden - Grundwasser

Stoff	Vorläufiger Stufe-1-Wert in µg/l	Summenbedingung für Stufe-1	Vorläufiger Stufe-2-Wert in µg/l	Summenbedingung für Stufe-2
Perfluornonansäure <b>PFNA</b>	0,06	$\Sigma (C_n / \text{Stufe-1}_n) \leq 1$	0,25	$\Sigma (C_n / \text{Stufe-2}_n) \leq 1$
Perfluoroktansulfonsäure <b>PFOS</b>	0,1		0,4	
Perfluoroktansäure <b>PFOA</b>	0,1		0,4	
Perfluorhexansulfonsäure <b>PFHxS</b>	0,1		0,4	
Perfluorhexansäure <b>PFHxA</b>	6,0		24,0	
Perfluorbutansulfonsäure <b>PFBS</b>	6,0		24,0	
Perfluorbutansäure <b>PFBA</b>	10,0		40,0	
Perfluordekansäure <b>PFDA</b> (ggf. Summe mit allen PFC > C10)	0,1		0,4	
H4-Polyfluoroktansulfonsäure <b>H4PFOS</b>	0,1		0,4	
Perfluoroktansulfonamid <b>PFOSA</b>	0,1		0,4	
Perfluorheptansulfonsäure <b>PFHpS</b>	0,3		1,0	
Perfluorheptansäure <b>PFHpA</b>	0,3		1,0	
Perfluorpentansäure <b>PFPeA</b>	3,0		12,0	



## Grenzwertprobleme am Beispiel PFOS

### Prüfwert lt. Bodenschutzverordnung für Szenario "Kinderspielplatz"

- Szenario Kinderspielplatz, nicht kalkulierbar
- Direktpfad Boden-Mensch orale Aufnahme
- Kleinkind 10 kg, Aufnahme 0,5 g Boden/d an 240 Tagen

**TDI**  
(tolerable daily intake)  
**0,03 µg/kg KG\*Tag**  
↓  
**Neubewertung!**

### Grenzwert Klärschlamm 100 µg/kg

- Pfad Boden-Grundwasser
- hohe Versickerungsneigung
- Richtwert (alt) Trinkwasser 0,3 µg/l

**TDI**  
(tolerable daily intake)  
**0,1 µg/kg KG\*Tag**



## Verwertung / Entsorgung von PFC-belastetem Material





# Verwertung / Entsorgung von PFC-belastetem Material

Stoff	Z 0 in µg/l		Z 1.1 / Z 1.2 in µg/l		Z 2 in µg/l	
		$\Sigma (C_n / Z 0_n) \leq 1$		$\Sigma (C_n / Z 1.1_n) \leq 1$		$\Sigma (C_n / Z 2_n) \leq 1$
Perfluorononansäure <b>PFNA</b>	0,03				0,06	
Perfluoroktansulfonsäure <b>PFOS</b>	0,05	0,1				
Perfluoroktansäure <b>PFOA</b>	0,05	0,1				
Perfluorhexansulfonsäure <b>PFHxS</b>	0,05	0,1				
Perfluorhexansäure <b>PFHxA</b>	2,0	6,0				
Perfluorbutansulfonsäure <b>PFBS</b>	2,0	6,0				
Perfluorbutansäure <b>PFBA</b>	3,0	10,0				
Perfluordekansäure <b>PFDA</b> ggf. Summe mit allen PFC > C10	0,1		0,1		0,4	
H4-Polyfluoroktansulfonsäure <b>H4PFOS</b>	0,1		0,1			
Perfluoroktansulfonamid <b>PFOSA</b>	0,1		0,1			
Perfluorheptansulfonsäure <b>PFHpS</b>	0,3		0,3			
Perfluorheptansäure <b>PFHpA</b>	0,3		0,3			
Perfluorpentansäure <b>PFPeA</b>	3,0		3,0			



## Verwertung / Entsorgung von PFC-belastetem Material

### Gruben und Brüche

- ~ uneingeschränkt < Z0
- eingeschränkt bis max. Z1.1
- > Z 1.1 eingeschränkt mit technischen Sicherungsmaßnahmen



## Verwertung / Entsorgung von PFC-belastetem Material

### Deponien

- DK 0 → Einzelfallentscheidung je nach Deponie (Sickerwasserfassung)
- DK I  $\leq 50 \mu\text{g/l}$
- DK II  $\leq 100 \mu\text{g/l}$
  
- Sickerwasser für Verfrachtung in die Umwelt entscheidend  
→ Einzelfallbetrachtung notwendig



## Gesetzliche Grenzwerte?

### Deutscher Bundestag

18. Wahlperiode

Drucksache 18/5905

03.09.2015

## Per- und polyfluorierte Chemikalien in der Umwelt

*Hält die Bundesregierung eine Implementierung entsprechender Schwellenwerte (zu den bayerischen Leitlinien) auf nationaler Ebene für sinnvoll? Wenn nein, warum nicht? Wenn ja, bis wann sollte eine Implementierung sinnvollerweise abgeschlossen sein?*

Antwort:

Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte werden in der Bundes-Bodenschutzverordnung festgelegt, wenn nicht nur vereinzelt Bedarf für solche Werte besteht. Zeigt sich aufgrund häufigerer Fälle ein Bedarf für spezifische Werte, wird die Bundesregierung solche Werte festlegen.