



Foto: © Umweltamt Düsseldorf

PFC-Bewertungsmaßstäbe in NRW

Stefan Schroers, LANUV NRW

21.11.2017, Augsburg

Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

- **Einleitung**
 - Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
 - PFC-Parameterumfang im LANUV
- **Bewertungsmaßstäbe**
 - Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
 - Grundwasser
 - Einleitungen in Oberflächengewässer
 - Boden
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
 - Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
 - Deponierung / Verwertung von Boden

Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

➤ Einleitung

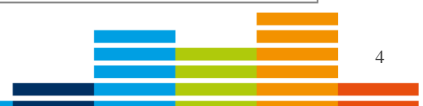
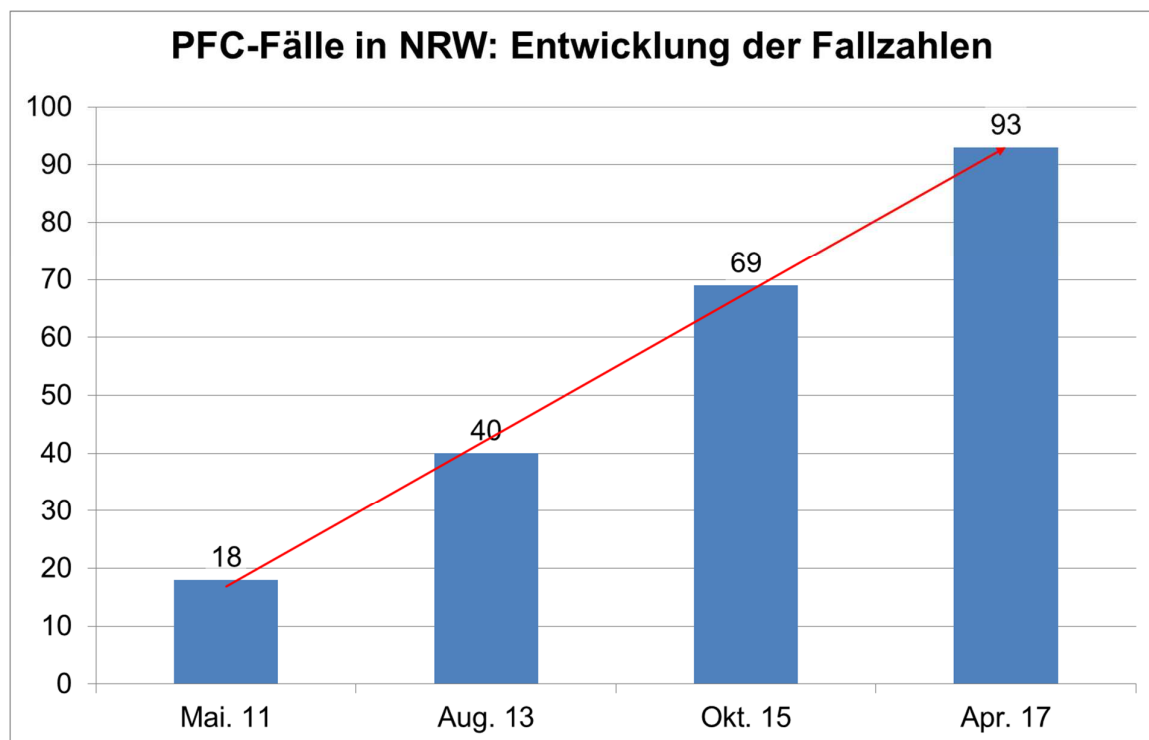
- Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
- PFC-Parameterumfang im LANUV

➤ Bewertungsmaßstäbe

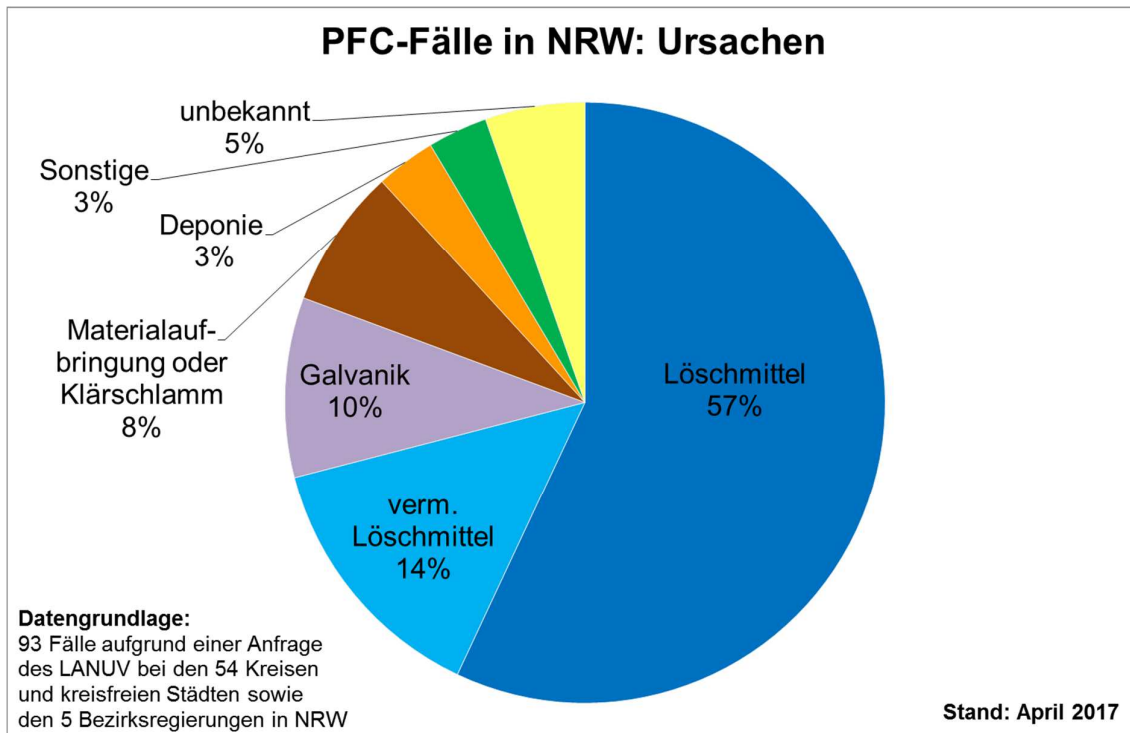
- Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
- Grundwasser
- Einleitungen in Oberflächengewässer
- Boden
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
- Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
- Deponierung / Verwertung von Boden



Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW



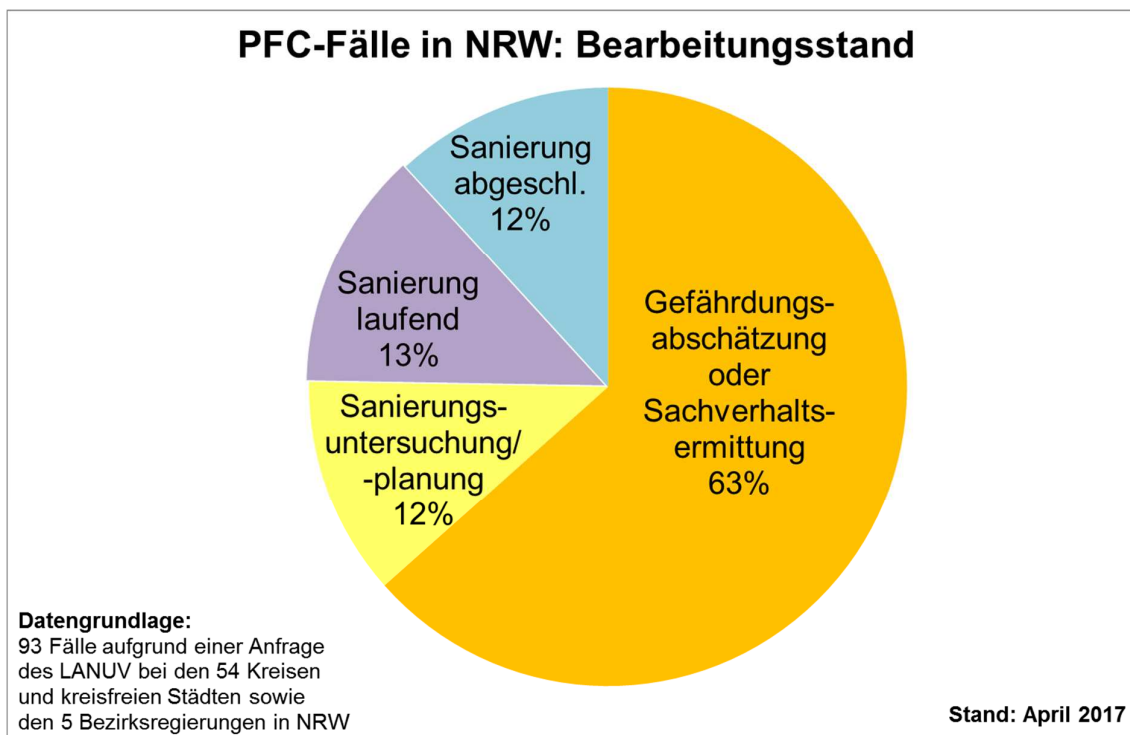
Ursachen



LANUV 24.11.2017



Bearbeitungsstand



Parameterumfang im LANUV

■ PFC = Per- und polyfluorierte Chemikalien

- PFC bestehen aus Kohlenstoffketten verschiedener Längen, bei denen die Wasserstoffatome vollständig (perfluoriert = PFT) oder teilweise (polyfluoriert = polyFT) durch Fluoratome ersetzt sind.

DIN 38407-14 (Sediment, Klärschlamm) / DIN 38407-42 (Wasser)

10 DIN-PFT:	Zusätzlich im LANUV analysierte PFC:
Perfluorbutansäure (PFBA)	Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)
Perfluorpentansäure (PFPeA)	Perfluorundekansäure (PFUdA)
Perfluorhexansäure (PFHxA)	Perfluordodekansäure (PFDoA)
Perfluorheptansäure (PFHpA)	Perfluordekansulfonsäure (PFDS)
Perfluoroctansäure (PFOA)	1H, 1H, 2H, 2H-Perfluoroctansulfonsäure (6:2 FTS, H4PFOS)
Perfluorononansäure (PFNA)	Capstone Produkt A
Perfluordekansäure (PFDA)	Capstone Produkt B
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	

Untere Anwendungsgrenzen

Boden: 10 µg/kg
Wasser: 10 ng/l



Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

➤ Einleitung

- Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
- PFC-Parameterumfang im LANUV

➤ Bewertungsmaßstäbe

- Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
- Grundwasser
- Einleitungen in Oberflächengewässer
- Boden
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
- Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
- Deponierung / Verwertung von Boden



Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen

- **Aktuelle Leitwerte (LW) und Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW)**

- **Veröffentlicht im Bundesgesundheitsblatt 3 / 2017**

Lfd. Nr.	Name, Abkürzung (CAS Nr.)	TW _{LW} [µg/l]	GOW [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	Perfluorononansäure, 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



9

Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen

- **Stoffsummen:**

- Keine wissenschaftlich schlüssige Methode für die humantoxikologische Bewertung von Mehrstoffbelastungen.
- Auf das Schutzgut menschliche Gesundheit bezogen, gibt die TRGS 402 für Arbeitsplatzexpositionen eine praktische Anleitung (Quotientenregel):

$$BI_{LW_h} = \frac{C_1}{LW_{h1}} + \frac{C_2}{LW_{h2}} + \frac{C_3}{LW_{h3}} + \dots$$

Wenn als Summe aller Quotienten (Konzentration zu Leitwert) ein Wert von „kleiner oder gleich 1“ erhalten wird, ist das betreffende Trinkwasser lebenslang gesundheitlich duldbar. Bei Summen „größer 1“ ist dies dagegen nicht der Fall, wohl aber möglicherweise für kürzere als lebenslange Zeiträume.



10

Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

- **Einleitung**
 - Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
 - PFC-Parameterumfang im LANUV
- **Bewertungsmaßstäbe**
 - Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
 - Grundwasser
 - Einleitungen in Oberflächengewässer
 - Boden
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
 - Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
 - Deponierung / Verwertung von Boden

11

Grundwasser

- Die für **Trinkwasser / Rohwasser** empfohlenen Leitwerte / GOW können orientierend auch für die Bewertung von Grundwasser herangezogen werden.
- Für 7 Einzel-PFC wurden **GFS-Werte** abgeleitet (Entwurfssfassung) (Basis: humantoxikologische Ableitung):

Lfd. Nr.	Name, Abkürzung	GFS [µg/L]	Basis [µg/L]	
			Humantox.	Ökotox.
1	Perfluorbutansäure, PFBA	10	10	1.260
2	Perfluorpentansäure, PFPeA	-	- (GOW: 3,0)	320
3	Perfluorhexansäure, PFHxA	6	6	1.000
4	Perfluorheptansäure, PFHpA	-	- (GOW: 0,3)	-
5	Perfluoroktansäure, PFOA	0,1	0,1	570
6	Perfluornonansäure, PFNA	0,06	0,06	8
7	Perfluordecansäure, PFDA	-	- (GOW: 0,1)	10
8	Perfluorbutansulfonsäure, PFBS	6	6	3.700
9	Perfluorhexansulfonsäure, PFHxS	0,1	0,1	250
10	Perfluorheptansulfonsäure, PFHpS	-	- (GOW: 0,3)	-
11	Perfluoroktansulfonsäure, PFOS	0,1	0,1	0,23
12	H4-Polyfluoroktansulfonsäure, H4PFOS	-	- (GOW: 0,1)	870
13	Perfluoroktansulfonamid, PFOSA	-	- (GOW: 0,1)	-

- Charakter GFS: nachteilige Veränderung des Grundwassers

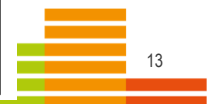
12

Grundwasser

- Leitlinien Bayern vom April 2017



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



Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

- **Einleitung**
 - Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
 - PFC-Parameterumfang im LANUV
- **Bewertungsmaßstäbe**
 - Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
 - Grundwasser
 - Einleitungen in Oberflächengewässer
 - Boden
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
 - Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
 - Deponierung / Verwertung von Boden



Einleitungen in Oberflächengewässer

■ NRW-Erlass vom 16.06.2014

(„Neubewertung der PFT-Substanzen“)

- Für **Direkteinleitungen** in Oberflächengewässer gilt in NRW ein Orientierungswert von **0,3 µg/l für die Summe PFOA+PFOS** und ein Orientierungswert von **1,0 µg/l für die Summe aller gemessenen PFC**
- Maßstab Oberflächengewässer:
Hinweis auf die Richtlinie 2013/39/EU:
UQN PFOS = 0,65 ng/l
 - Um diese Anforderung zu erreichen, müssen alle Maßnahmen auf eine **Vermeidung bzw. Verminderung von analytisch messbaren PFOS-Emissionen** (und anderer per- und polyfluorierten Verbindungen) ausgerichtet werden.
 - Einleitungen sind nach dem **Stand der Technik** aufzubereiten.
 - Es gilt das Verschlechterungsverbot.
 - Einzelfallentscheidung!



Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

➤ Einleitung

- Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
- PFC-Parameterumfang im LANUV

➤ Bewertungsmaßstäbe

- Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
- Grundwasser
- Einleitungen in Oberflächengewässer
- Boden
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
- Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
- Deponierung / Verwertung von Boden



Boden

- Keine allgemeingültigen Werte für den Boden
- Die Bewertung belasteter Böden erfolgt auf den **Einzelfall bezogen** hinsichtlich festzustellender schädlicher Wirkungen, insbesondere auf Gewässer und Pflanzen
(„**Wirkungspfad-Betrachtung**“).



Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

- **Einleitung**
 - Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
 - PFC-Parameterumfang im LANUV
- **Bewertungsmaßstäbe**
 - Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
 - Grundwasser
 - Einleitungen in Oberflächengewässer
 - **Boden**
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
 - Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
 - Deponierung / Verwertung von Boden



Wirkungspfad Boden-Grundwasser

- Untersuchungen haben gezeigt, dass auch unterhalb der UAWG des Analysenverfahrens (10 µg/kg) relevante **Eluatgehalte** von mehreren Hundert ng/L auftreten können.
- Bei UAWG (10 µg/kg) relevantes Inventar und relevante Freisetzung möglich.
- Folgerung **NRW**: Zur Beurteilung des WP Boden-GW reichen Feststoffkonzentrationen nicht aus. **Eluate erforderlich**.
- Empfehlung NRW: Elution mit W/F 2:1
- **Prüfwerte am OdB** im E-BBodSchV (E-Stand 03.05.2017) vorgesehen:

Stoff	Prüfwert
	[µg/l]
Perfluorbutansäure (PFBA)	10
Perfluorhexansäure (PFHxA)	6
Perfluoroktansäure (PFOA)	0,1
Perfluoromonansäure (PFNA)	0,06
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	6
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	0,1
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	0,1



19

Wirkungspfad Boden-Grundwasser

- Leitlinien **Bayern** vom April 2017:
 - Elution W/F 10:1 bis zum Inkrafttreten Mantelverordnung
 - Stufe-1- und Stufe-2-Werte
(Stufe 1 = GW, entsprechen GFS und Prüfwerte am OdB im E-BBodSchV)
(Stufe 2 = Sickerwasser am OdB, d. h. Einmischung eingerechnet)

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



20

Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

- **Einleitung**
 - Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
 - PFC-Parameterumfang im LANUV
- **Bewertungsmaßstäbe**
 - Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
 - Grundwasser
 - Einleitungen in Oberflächengewässer
 - Boden
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
 - Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
 - Deponierung / Verwertung von Boden



21

Wirkungspfad Boden-Pflanze

- **Prüfwerte für PFC existieren nicht.**
- Untersuchungen an Gras, Silomais, Kartoffeln und Weizen im Auftrag des MKULNV **NRW** zeigen, dass mit höherer Bodenbelastung auch die PFT-Gehalte in den Pflanzen steigen (Fraunhofer, 2008).
- Untersuchungen des **Hessischen Landeslabors (LHL)** haben gezeigt:
 - Die Aufnahme von PFC von Pflanzen und die Verlagerung innerhalb der Pflanzen ist kettenlängenabhängig.
 - Kurzkettinge PFC werden sehr schnell in die vegetativen Teile der Pflanze verlagert.
- **Im Einzelfall** anhand der Belastungssituation: Beurteilung anhand eines **Vorerntemonitorings**
- Baden-Württemberg: Erlasse mit Beurteilungswerten im Rahmen eines Vorerntemonitorings



22

Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

- **Einleitung**
 - Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
 - PFC-Parameterumfang im LANUV
- **Bewertungsmaßstäbe**
 - Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
 - Grundwasser
 - Einleitungen in Oberflächengewässer
 - Boden
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
 - Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
 - Deponierung / Verwertung von Boden



23

Sanierungsziele / Sanierungszielwerte

- **Sanierungsziele**
 - werden **im Einzelfall** auf Basis der rechtlichen Regelungen festgelegt
 - **Formulierung von Sanierungszielen** wie üblich:
 - Grundwasser, z. B.:
 - Keine weitere Schadstoffausbreitung
 - Wiederherstellen eines guten chem. Zustandes
 - Erhalt der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten
 - Boden, z. B.:
 - Keine Schadstoffausbreitung in das Grundwasser oder in Pflanzen



24

Sanierungsziele / Sanierungszielwerte

■ Sanierungszielwerte

- werden **im Einzelfall** auf Basis der Sanierungsziele festgelegt
- keine allgemeingültigen Sanierungszielwerte
- **Formulierung von Sanierungszielwerten** wie üblich:
 - **Orientierung** z. B.
 - Grundwasser:
z. B. GFS, LW, GOW
 - Boden:
z. B. SW-Werte für den OdB
 - **Einzelfall-Begründung** und **Anpassung** des Ziels bei Unverhältnismäßigkeit, dann Konsequenzen beachten (ggf. Nutzungseinschränkungen)

25

Bewertungsmaßstäbe - Inhalt

➤ Einleitung

- Stand der Bearbeitung von PFC-Fällen in NRW
- PFC-Parameterumfang im LANUV

➤ Bewertungsmaßstäbe

- Trinkwasser, Rohwasser, Wasserressourcen
- Grundwasser
- Einleitungen in Oberflächengewässer
- Boden
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Pflanze
 - Wirkungspfad Boden-Mensch
- Sanierungsziele, Sanierungszielwerte
- Deponierung / Verwertung von Boden

26

Externe Ablagerung, Deponierung von Boden

- **NRW-Ablagerungsempfehlungen** für Abfälle mit organischen Schadstoffen (Vollzugshilfe des MKULNV **NRW** vom 06.12.2011) (<http://www.lanuv.nrw.de/abfall/deponierung/vollzugshilfe.htm>): Grenzwert für die oberirdische Ablagerung von **50 mg/kg (PFOS)** (Deponieklasse III) auf Grundlage der EU-POP-Verordnung, Anhang IV
- Darüber hinaus: keine generelle Festlegung differenzierter Feststoffwerte für einzelne Deponieklassen



Externe Ablagerung, Deponierung von Boden

Ablagerungsempfehlungen NRW (2011):

- Entscheidung im Einzelfall anhand von Eluatwerten
- Entscheidungskriterien:
 - Dichtungssystem der Deponie
 - Art und Umfang der Sickerwasserbehandlung der Deponie
 - getrennte Ablagerung in oberen Deponiebereichen
 - Sofortige Abdeckung nach der Ablagerung auf der Deponie.



Externe Ablagerung, Deponierung von Boden

- Leitlinien **Bayern** vom April 2017
 - Orientierende Werte analog DepV, Anh. 3, Tab. 2:
 - $DK0 \leq Z1.1$ (entsprechen LW/GFS/GOW)
 - $DK I \leq 50 \mu\text{g/l}$ (Summe definierter PFC)
 - $DK II \leq 100 \mu\text{g/l}$
(Elution mit W/F 10:1 bis zum Inkrafttreten Mantelverordnung)
 - Im Einzelfall Sickerwasseraufbereitung betrachten, das in die Vorflut einzuleitende Wasser muss die Anforderungen an die Einleitung erfüllen.
- **Zusammenfassung:**
 - NRW: Obergrenze DKIII, ansonsten Einzelfallentscheidung
 - BY: Orientierungswerte für DK 0, I und II



29

Verwertung außerhalb von Deponien

- **NRW:**
Dienstbesprechung Bodenschutz / Altlasten 2014:
 - Aufgrund des ausgeprägten Löslichkeitsverhaltens ist von einer **Verwertung** von PFC-beeinflusstem Bodenmaterial in **Gebiete, die nicht mit PFC vorbelastet sind, abzusehen.**
 - Die Zulässigkeit einer Umlagerung von PFC-beeinflusstem Bodenmaterial **innerhalb von mit PFC vorbelasteten Gebieten** ist **im Einzelfall** durch die zuständige Behörde zu prüfen. Sofern hier eine Verwertung ermöglicht wird, ist diese derzeit bis zu einem **maximalen Eluatgehalt von $0,3 \mu\text{g/L}$** (Summe der 10 DIN-PFT zzgl. H4PFOS, 2:1-Elution) möglich.



30

Verwertung außerhalb von Deponien

- Leitlinien **Bayern** vom April 2017
 - Z1.1/Z1.2-Werte (eingeschr. offener Einbau) in Höhe der GFS bzw. Stufe-1-GW-Werte
 - Z0- und Z2- Werte vermindert bzw. erhöht.

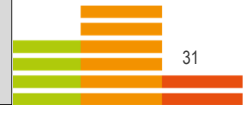
(Elution W/F 10:1 bis zum Inkrafttreten Mantelverordnung)

Stoff	Z 0 in µg/l	Z 1.1 / Z 1.2 in µg/l	Z 2 in µg/l
Perfluornonansäure PFNA	0,03	0,06	0,25
Perfluoroktansulfonsäure PFOS	0,05	0,1	0,4
Perfluoroktansäure PFOA	0,05	0,1	0,4
Perfluorhexansulfonsäure PFHxS	0,05	0,1	0,4
Perfluorhexansäure PFHxA	2,0	6,0	24,0
Perfluorbutansulfonsäure PFBS	2,0	6,0	24,0
Perfluorbutansäure PFBA	3,0	10,0	40,0
Perfluordekansäure PFDA	0,1	0,1	0,4
ggf. Summe mit allen PFC > C10 H4-Polyfluoroktansulfonsäure H4PFOS	0,1	0,1	0,4
Perfluoroktansulfonamid PFOSA	0,1	0,1	0,4
Perfluorheptansulfonsäure PFHpS	0,3	0,3	1,0
Perfluorheptansäure PFHpA	0,3	0,3	1,0
Perfluorpentansäure PFPeA	3,0	3,0	12,0

$\Sigma (C_n / Z_{0n}) \leq 1$

$\Sigma (C_n / Z_{1.1n}) \leq 1$

$\Sigma (C_n / Z_{2n}) \leq 1$



Fazit

- Bewertungsmaßstäbe für **unterschiedliche Bereiche**
 - Vorsorge: Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Oberflächengewässer, Verwertung
 - Gefahrenbeurteilung: Boden (Wirkungspfade)

- **Unterschiedliche Regelungen** in einzelnen Bundesländern (Deponierung, Verwertung, Elutionsverfahren)

- **Informationslücken**



Fazit

- **Beschlüsse von UMK, LABO und LAWA** hinsichtlich **einheitlicher Vorgaben für die Bewertung und Sanierung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFC-haltiger Materialien** :
 - **UMK-Beschluss** zu TOP 25, 88. UMK, 05.05.2017:
„Die Umweltministerinnen, -minister, -senatorin und -senatoren der Länder bitten den Bund, in der bereits existierenden LAWA-LABO Kleingruppe PFC mitzuwirken, um zum Schutz vor PFC-Verunreinigungen Grenz- und Zielwerte für Wasser und Boden abzuleiten. Sie bitten um Beteiligung der LAGA.“
 - **LABO-Beschluss** zu TOP 14.2, 52. LABO, 13.09.2017:
„LABO bittet BMUB, zu einer Bund-Länder-Besprechung unter Einbindung von Vertretern der LABO, der LAWA und der LAGA einzuladen, in der die Aufgabenstellung und der erforderliche Zeitraum für die Umsetzung des UMK-Auftrags geklärt werden.“

33

Fazit

Koordinierter Forschungsbedarf in den Bereichen PFC-Bewertung und Analytik zielführend, insbesondere:

- Bewertung Transfer Boden-Pflanze:
 - zu wenige Daten zum Transfer
 - systematische Untersuchungen unter Feldbedingungen (Einfluss physikalischer-chemischer Bodeneigenschaften und klimatische Einflüsse)
- Bewertung Wirkungspfad Boden-Grundwasser:
 - Weitere humantoxikologische Grundlagen zur Ableitung von GFS bzw. Prüfwerten
- Einheitliche Bewertungsmaßstäbe für die Verwertung und Deponierung
- Analytik:
 - Weiterentwicklung und Normung der Precursoroxidation
 - Forschung zum AOF, um Differenzen aus dem AOF-Wert (Gesamtfluorgehalt) zu den aus mittels LC/MS bestimmten PFC erklären zu können
 - Bewertungsmaßstäbe für AOF-Gehalte und weitere PFC-Beurteilungswerte nach Precursor-Oxidation erforderlich

34