



Gesamtüberblick über die PFC- Untersuchungen in NRW

Referentin: Dr. Sabine Bergmann, LANUV NRW

Fachgespräch des MUNLV und UBA zu
Polyfluorierten organischen Verbindungen (PFC)
- am 19. Juni in der Landesvertretung Nordrhein-
Westfalen in Berlin



Vorkommen, Häufigkeit und Relevanz der verschiedenen PFC in den untersuchten Matrices

Einführung

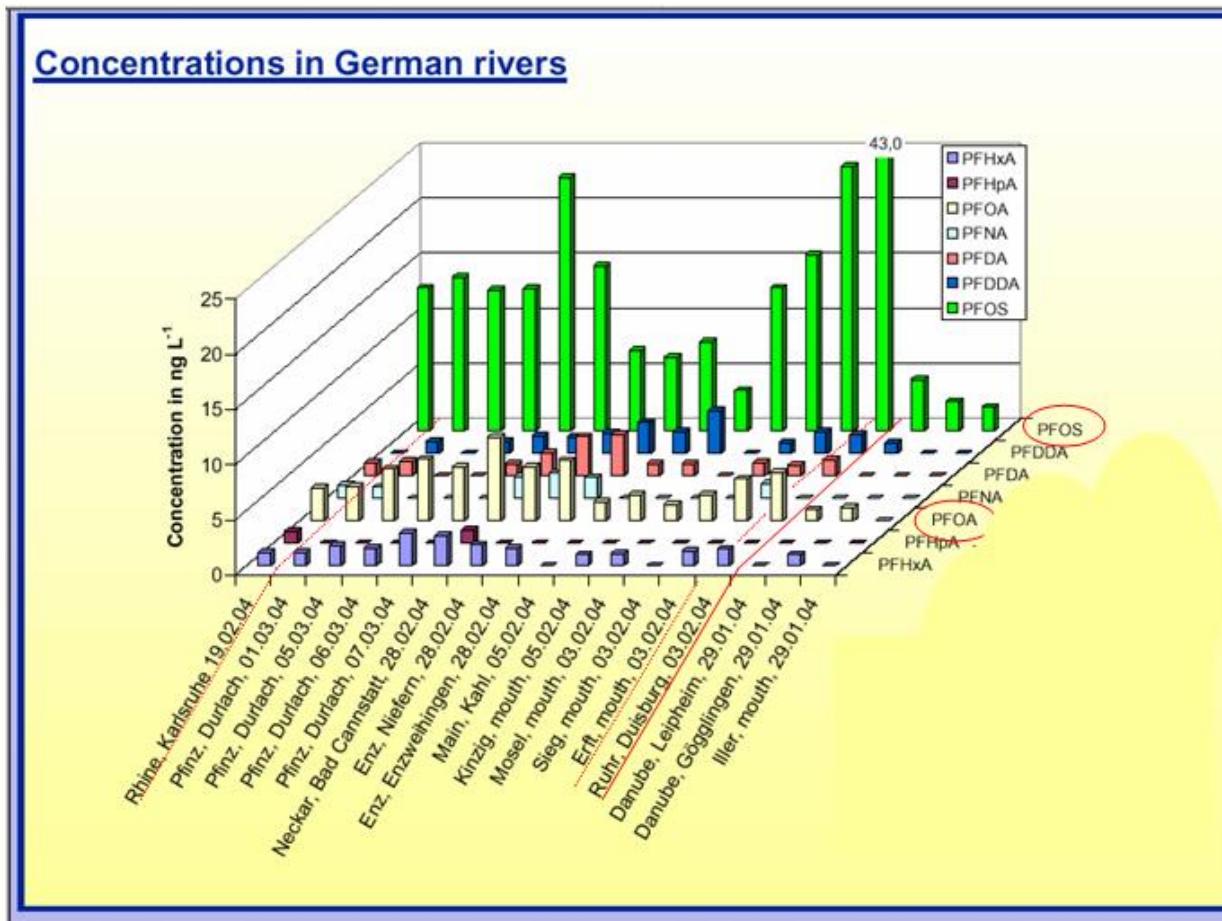
Probenstatistiken, mengenmäßige Verteilung

Schlussfolgerungen



Einführung - PFC-Messwerte vor Bekanntwerden der Belastungssituation (Untersuchung 2004)

[1] Lange F. T. et al (2004): Determination of perfluorinated carboxylates and sulfonates from aqueous samples by HPLC-ESI-MS-MS and their occurrence in surface waters in Germany, SETAC Europe, 14th Annual Meeting, Abstract Book, Prague, Czech Republic



Im Jahr 2004:

Dominierende PFC-Verbindung in deutschen Flüssen: PFOS

(ca. 0,002 bis 0,043 µg/l).

Ruhr:

PFOS: 0,043 µg/l

PFOA: ca. 0,004 µg/l

- PFOA im Jahr 2004 an der Ruhr noch völlig unauffällig;

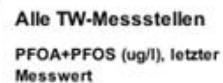
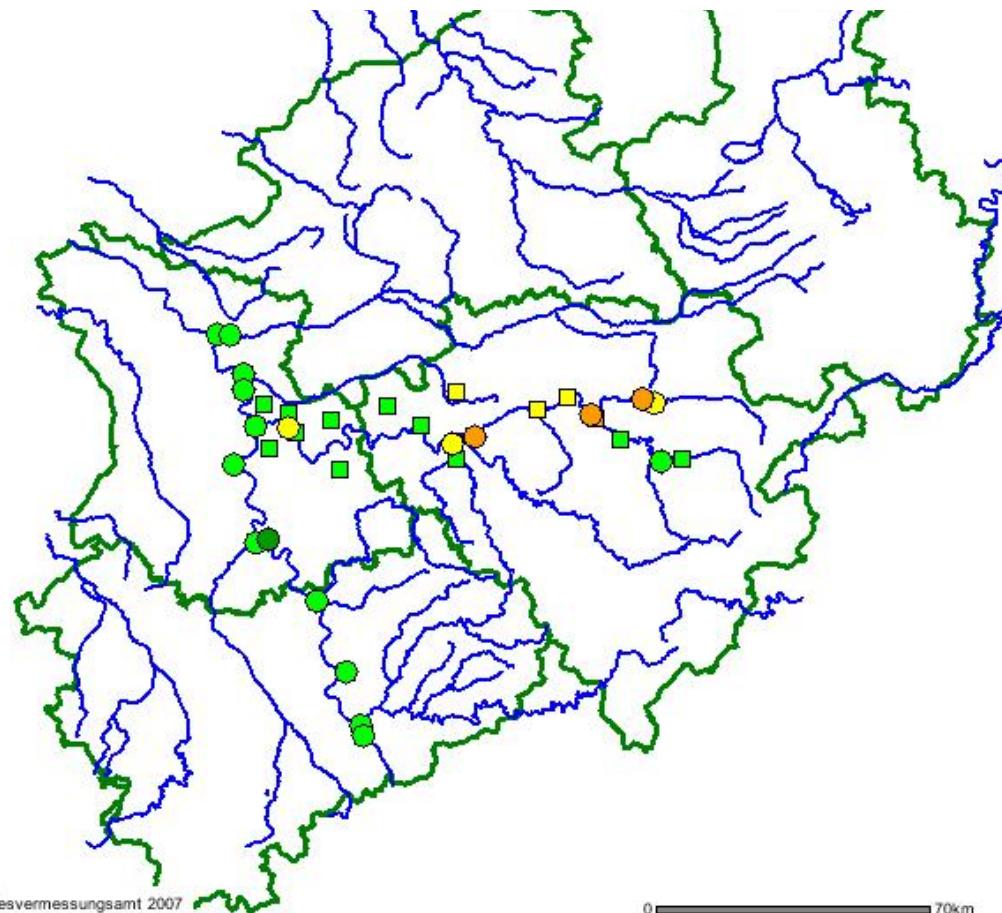
- PFOS etwa im Bereich auch heutiger Messwerte;

- aus heutiger Sicht keine besondere Auffälligkeit

* Determination of Perfluorinated Carboxylates and Sulfonates from Aqueous Samples by HPLC-ESI-MS-MS and their occurrence in surface waters in Germany, DVGW (TZW), Karlsruhe, 2004

Datengrundlage aus:

[2] Skutlarek D. et al. (2006): Perfluorinated surfactants in surface and drinking waters,
Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 13, 299-307

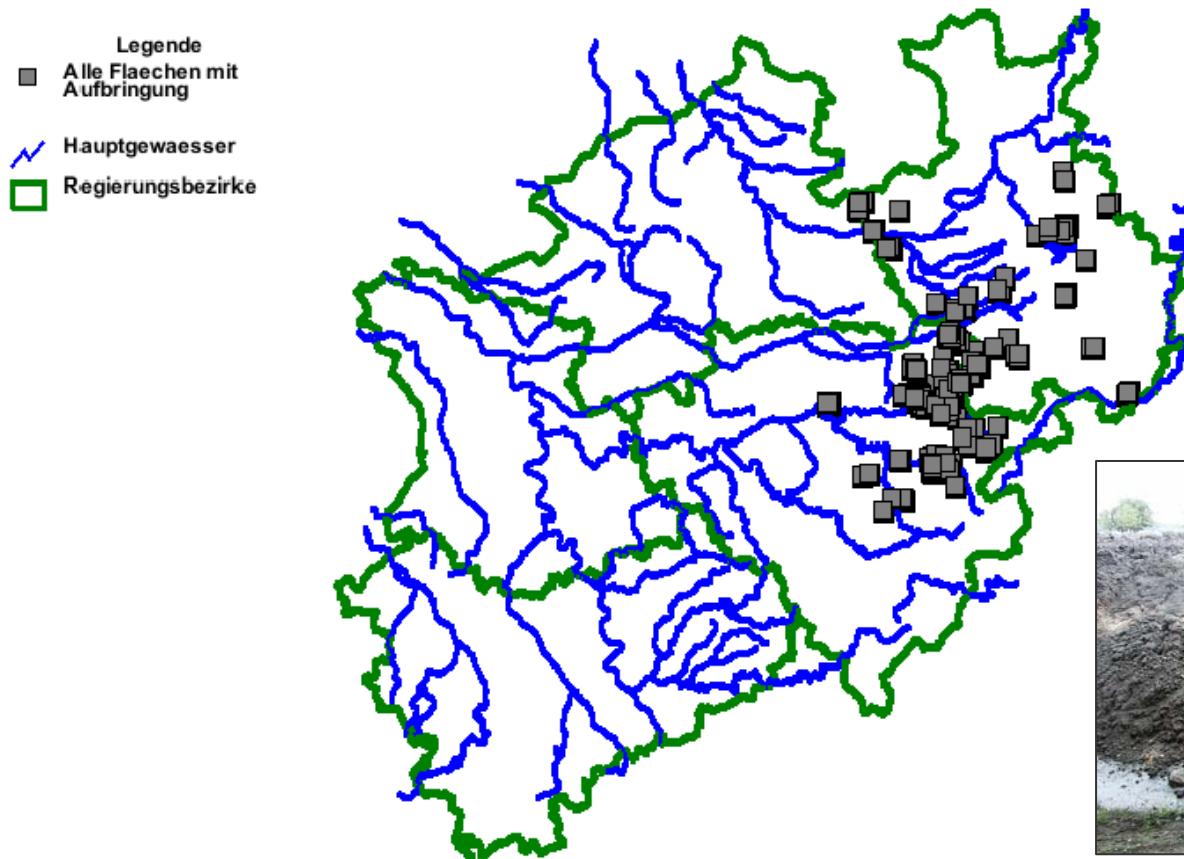


LANUV NRW/ Landesvermessungsamt 2007

0 70km

Verteilung der mit Bioabfallgemischen „Terrafarm“ beaufschlagten Flächen
in NRW

(Ursachenermittlung im Jahr 2006)



Beprobung eines Haufwerkes „Terrafarm“ in Kellinghausen im Jahr 2006



LANUV NRW / Landesvermessungsamt 2007

Intensiv-Gewässermonitoring seit 05/2006 im Möhne- und Ruhreinzugsgebiet im Einflussbereich der durch „Bioabfallgemische“ („TerraFarm“) belasteten Böden

Farbig hinterlegt: Spitzenwerte

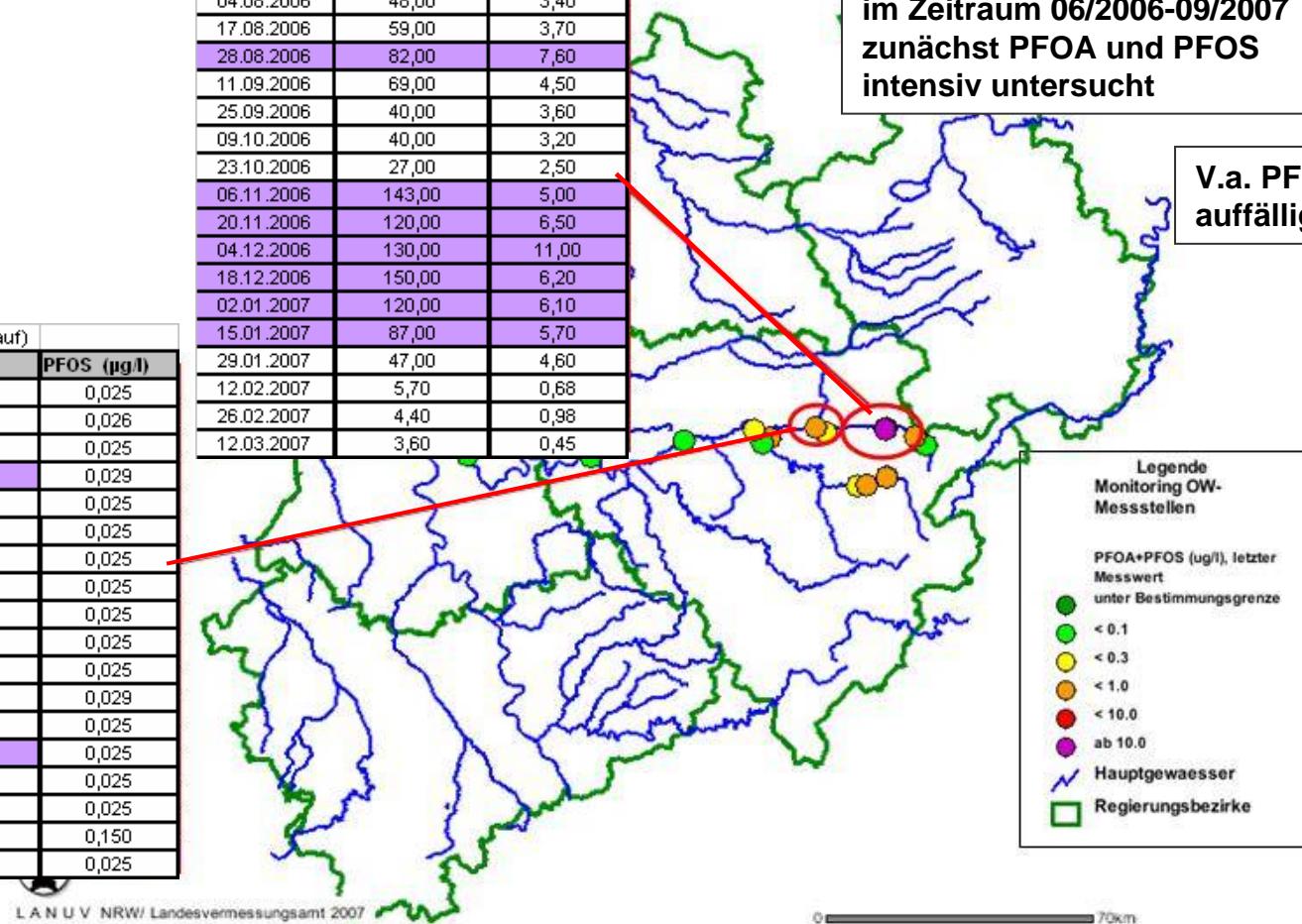
Spitzenwerte

WH2_Steinbecke (Möhnezulauf)		
Datum	PFOA (µg/l)	PFOS (µg/l)
26.07.2006	10,20	2,97
04.08.2006	48,00	3,40
17.08.2006	59,00	3,70
28.08.2006	82,00	7,60
11.09.2006	69,00	4,50
25.09.2006	40,00	3,60
09.10.2006	40,00	3,20
23.10.2006	27,00	2,50
06.11.2006	143,00	5,00
20.11.2006	120,00	6,50
04.12.2006	130,00	11,00
18.12.2006	150,00	6,20
02.01.2007	120,00	6,10
15.01.2007	87,00	5,70
29.01.2007	47,00	4,60
12.02.2007	5,70	0,68
26.02.2007	4,40	0,98
12.03.2007	3,60	0,45

WS2_Silberbach (Möhnezulauf)		
Datum	PFOA (µg/l)	PFOS (µg/l)
26.07.2006	8,58	0,025
04.08.2006	11,00	0,026
17.08.2006	11,60	0,025
28.08.2006	24,00	0,029
11.09.2006	10,30	0,025
25.09.2006	8,20	0,025
09.10.2006	5,00	0,025
23.10.2006	6,10	0,025
06.11.2006	3,30	0,025
20.11.2006	2,10	0,025
04.12.2006	9,70	0,025
18.12.2006	9,10	0,029
02.01.2007	7,10	0,025
15.01.2007	19,00	0,025
29.01.2007	13,00	0,025
12.02.2007	6,70	0,025
26.02.2007	4,50	0,150
12.03.2007	6,90	0,025

Als „Leitsubstanzen“ wurden im Zeitraum 06/2006-09/2007 zunächst PFOA und PFOS intensiv untersucht

V.a. PFOA auffällig



Überblick über die PFC-Untersuchungen in NRW

A PFC-Spektrum, beprobte Umweltmedien und Bewertungsmaßstäbe in NRW



A.1 Auf PFC untersuchte Umweltproben in NRW

Probengüter

Boden, Bioabfallgemischproben, Oberflächenwasser*, Grundwasser, Trinkwasser*, Abwasser*, Klärschlamm*, Fische*, Lebens- und Futtermittel; humanmedizinische Untersuchungen*

Transferprozesse

Boden-Gewässer, Boden-Pflanze*, Pflanze-Tier (Anreicherung in der Nahrungskette), Abreicherung bei Regenbogenforellen

Im Bereich Lebensmittel

Fisch-Monitoring: belastete Gewässer und landesweit, ein Kartoffel-Monitoring im Rahmen des BÜP, Analysen bei Milch, Schlachtvieh und Wildschweinen.

Humanbiomonitoring

Muttermilch* und Blutplasma* von exponierten Personen und von Referenzkollektiven

Datengrundlage:

behördliche Untersuchungen; * +bereitgestellte Daten von Wasserversorgern, Wasserverbänden und Instituten



A.1

Monitoring der verschiedenen Probengüter

Untersuchungsstrategie

1. Gewässer	landesweit im gesamten Gewässernetz NRW nach einem mehrstufigen Plan; belastungsorientiert (strategisches Intensivmonitoring Möhne, Ruhr, Lippe; incl. Abflussbestimmung zur Mengenabschätzung)
2. Grund- und Rohwasser	belastungsorientiert, vornehmlich im Bereich der Bodenbelastungen
3. Trinkwasser	Schwerpunkt: Wasserwerke an Möhne- und Ruhr (mind. 4-wöchig)
4. Abwasser	landesweit alle kommunalen Kläranlagen > 2000 EW (kleinere bei Verdacht), industrielle Direkteinleitungen nach Auswahlkriterien (relevante Branchen)
	industrielle Indirekteinleitungen zur Ursachenermittlung und –bekämpfung bei Zielwertüberschreitung im Abwasser oder Klärschlamm
5. Klärschlamm (kommunal)	landesweit alle Klärschlämme, soweit landwirtschaftl./landschaftsbau. Verwertung
6. Boden	belastungsorientiert, Schwerpunkt: Ausbringungsflächen TerraFarm
7. Fische	landesweites Messnetz und belastungsorientiert
8. Lebens- und Futtermitteluntersuchungen (Fleischproben, Aufwuchsproben)	im Rahmen des BÜP und belastungsorientiert sowie Spezialuntersuchungen zur Anreicherung in der Nahrungskette
9. Humanmedizinische Untersuchungen (Blutproben, Muttermilch)	belastungsorientiert und Referenzdatenkollektive
10. Deponien, Klärschlammplätze, Lagerplätze von „Bioabfallgemischen“	(Abfall- und Bodenuntersuchungen, Sickerwasser, Abwasser, Grundwasser): belastungsorientiert bzw. nach Auswahlkriterien z.B. Lage im Wasserschutzgebiet



A.2 Untersuchte Parameter, Stoffkürzel

- Ab 06/2006 zunächst die Leitsubstanzen PFOS und PFOA,
- Seit Oktober 2007 werden routinemäßig noch weitere PFC analysiert (s.u.), Isomerengemische einschließlich der verzweigten Isomeren („g-PFOA“, „g-PFOS“) werden entsprechend gekennzeichnet.
- PFC-Summen werden als SUM2PFC (Summe PFOA+PFOS) bzw. SUM10PFC (Summe der routinemäßig gemessenen PFC) angegeben

Stoffkürzel und -bezeichnungen der behördlichen PFC-Untersuchungen in NRW:

PFBA	Perfluorbutansäure;
g-PFBS	Perfluorbutansulfonsaeure Isomerengemisch;
PFPA	Perfluorpentansäure;
PFHxA	Perfluorhexansäure;
g-PFHxS	Perfluorhexansulfonsaeure Isomerengemisch
PFHpA	Perfluorheptansäure;
g-PFOA	Perfluoroctansaeure Isomerengemisch;
g-PFOS	Perfluoroctansulfonsaeure Isomerengemisch;
PFNA	Perfluorononansäure;
PFDA	Perfluordecansäure;
PFUA	Perfluorundecansäure;
PFDoA	Perfluordodecansäure;

Fett: Routineparameter bei Wasser- und Feststoffuntersuchungen, seit 10/2007

Die nachfolgenden Datenauswertungen zu den behördlichen Probenstatistiken beziehen sich daher auf den bisher verfügbaren Auswertezeitraum ab 10/2007).



A.3 Bewertungsmaßstäbe für PFC-Konzentrationen in NRW

Trinkwasser:

Die Bewertung richtet sich nach der *Stellungnahme der Trinkwasserkommission (TWK) vom 21.06.2006, überarbeitet am 13.07.06 und bestätigt am 07.08.07*:

Trinkwasserleitwert LW ≤0,3 µg/l (Summe PFOA+PFOS): bis zu dieser Höhe gelten PFOA- und PFOS-Konzentrationen im Trinkwasser für die lebenslange Aufnahme für alle Bevölkerungsgruppen als gesundheitlich unbedenklich.

Gesundheitlicher Orientierungswert GOW ≤0,1 µg/l (Summe PFOA+PFOS u. evtl. weitere PFC): wird als langfristiger Zielwert unter dem Aspekt des vorsorgeorientierten und generationsübergreifenden Trinkwasserschutzes verfolgt.

Für die Einzelsubstanz PFBA hat die TWK im Jahr 2008 einen **GOW von 7,0 µg/l** abgeleitet.

Vorsorglicher Maßnahmenwert für Säuglinge und sensible Gruppen VMWS 0,5 µg/l (Summe PFOA+PFOS) bzw. 1 µg/l (Summe aller PFC): Bei Überschreitung dieses Wertes (auch bei kurzfristiger Überschreitung) soll das Wasser aus Vorsorgegründen nicht mehr für die Zubereitung von Säuglingsnahrung und von stillenden Müttern verwendet werden.

*Die angegebenen Konzentrationen werden jeweils auf die Isomerengemische bezogen.



Grundwasser, Oberflächenwasser, Rohwasser, Abwasser:

Der für Trinkwasser empfohlene **LW von 0,3 µg/l (Summe PFOA+PFOS)** wird auch für Grundwasser, Oberflächenwasser, Rohwasser und Abwassereinleitungen (Kläranlagen, industrielle Direkt- und Indirekteinleitungen) als Orientierungswert verwendet. Bei Überschreitung erfolgt eine Ursachenermittlung und werden Gegenmaßnahmen eingeleitet.

Als langfristiges **Mindestqualitätsziel für Trinkwasser, Rohwasser und Gewässer** gilt der **GOW, von ≤0,1 µg/l (Summe PFOA, PFOS und evtl. weitere PFC)** (vgl. Pressemitteilung des UBA vom 07.08.2007).

Immissionsseitig:
PFOS u. PFOA
incl. Schutz vor
weiteren PFC

Boden: Die Bewertung belasteter Böden erfolgt **Einzelfall bezogen** hinsichtlich festzustellender schädlicher Wirkungen, insbesondere auf Gewässer und Pflanzen.

Emissionsseitig:
bislang nur PFOS
und PFOA mit
Orientierungswerten
belegt

Klärschlamm: Für die landwirtschaftliche oder landschaftsbauliche Verwertung gilt seit Ende 2006 bis auf Weiteres ein **PFC-Gehalt von 100 µg/kg TS (Summe PFOA+PFOS)** als zulässiger Höchstgehalt.

Lebensmittel: Ggf. erforderliche Verzehrsempfehlungen orientieren sich an der täglich tolerierbaren Aufnahmedosis (**TDI-Wert**) von **0,1 Mikrogramm (PFOS, PFOA) pro Kilogramm Körpergewicht und Tag** (BfR, 2006).

*Die angegebenen Konzentrationen werden jeweils auf die Isomerengemische bezogen.



B

Ergebnisse der PFC-Untersuchungen in NRW

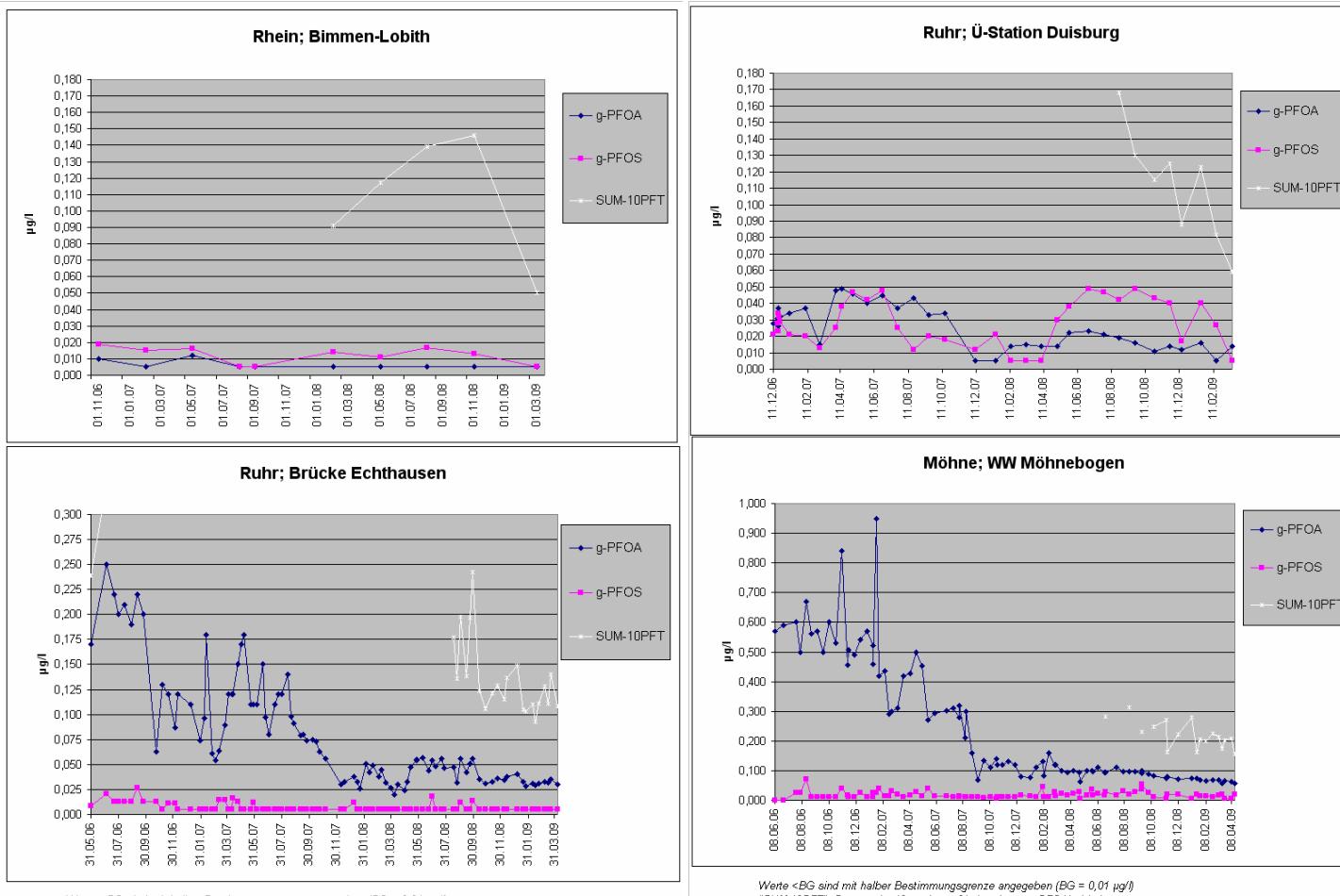
Hot-spot-Untersuchungen und heutige Belastung

Probenstatistiken

**spezielle Untersuchungen zur Verteilung der PFC in
den verschiedenen Umweltmatrices**



Entwicklung der PFC-Konzentrationen in Gewässern NRW



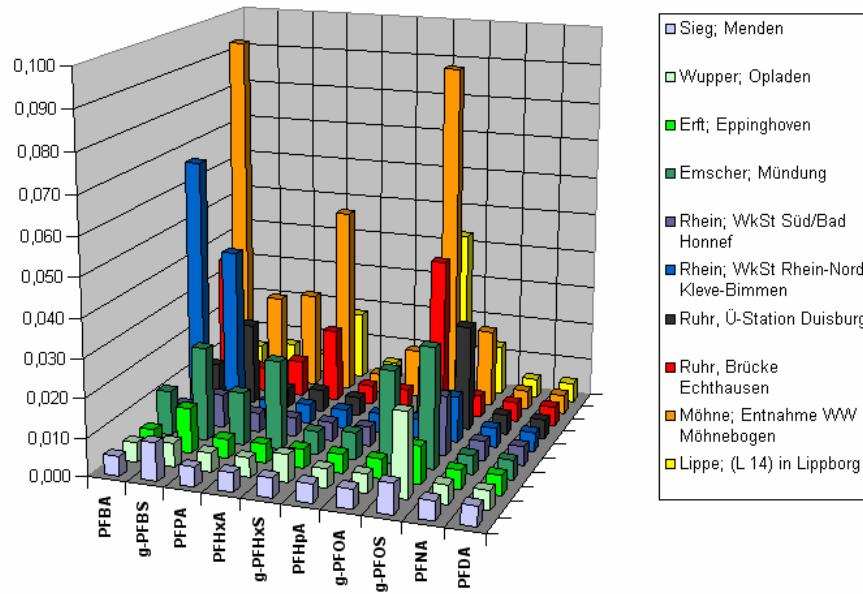
Die PFC-Belastungen (v.a. : PFOA) an der oberen und mittleren Ruhr und an der Möhne (hier: Ruhr Brücke Echthausen und Möhne, WW Möhnebogen) sind auf Emissionen aus den Bodenbelastungen (Ausbringungsflächen Terrafarm) im Hochsauerland zurückzuführen.

Die Abnahme (PFOA) korreliert zeitlich mit den verschiedenen Maßnahmen an den Haupteintragsflächen, die zur Senkung dieser Einträge ergriffen worden sind.



Heutige mittlere PFC-Belastung der Gewässer in NRW

PFC-Konzentrationen (Mittelwerte) [$\mu\text{g/l}$] in ausgewählten Fließgewässern NRW
(Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFHxS	PFHpA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
Sieg; Menden	0,005	0,010	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,008	0,005	0,005
Wupper; Opladen	0,005	0,006	0,005	0,005	0,007	0,005	0,005	0,022	0,005	0,005
Erft; Eppinghoven	0,005	0,012	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,010	0,005	0,005
Emscher; Mündung	0,012	0,024	0,014	0,023	0,006	0,007	0,024	0,031	0,005	0,005
Rhein; WkSt Süd/Bad Honnef	0,005	0,009	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,016	0,005	0,005
Rhein; WkSt Rhein-Nord Kleve-Bimmen	0,067	0,044	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,012	0,005	0,005
Ruhr, Ü-Station Duisburg	0,009	0,021	0,005	0,006	0,005	0,005	0,015	0,027	0,005	0,005
Ruhr, Brücke Echthausen	0,036	0,006	0,010	0,019	0,005	0,005	0,041	0,006	0,005	0,005
Möhne; Entnahme WW Möhnebogen	0,093	0,023	0,025	0,049	0,005	0,013	0,090	0,020	0,005	0,005
Lippe; (L 14) in Lippborg	0,006	0,007	0,005	0,018	0,005	0,005	0,043	0,013	0,005	0,005

Werte < BG wurden bei der Berechnung der Mittelwerte mit halber Bestimmungsgrenze berücksichtigt (BG = 0,010 $\mu\text{g/l}$).

Auffällige PFC-Belastungen in Hauptgewässern NRW sind auch derzeit noch in den durch Ausbringungsflächen (Terrafarm) beeinflussten Gewässern-/abschnitten (Möhne , Lippe, obere und mittlere Ruhr (hier: Brücke Echthausen) festzustellen.

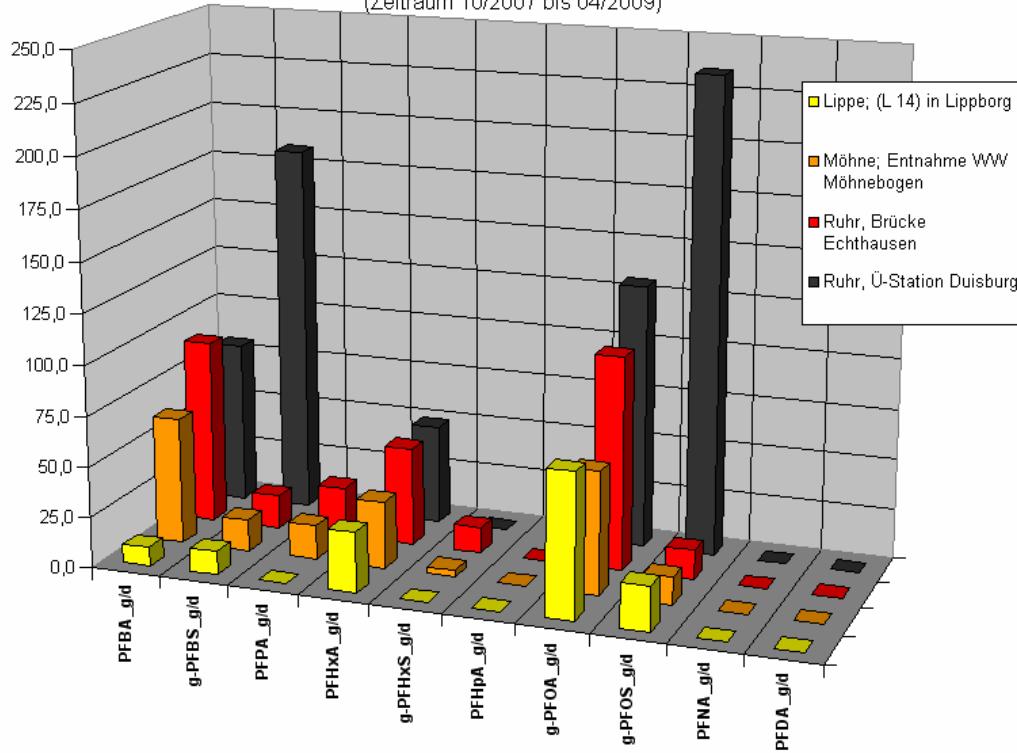
Im jüngsten Zeitraum 10/2008 bis 05/2009 lag die Summe der 10 PFC an der Möhne (Rohwasser WW Möhnebogen) stets unterhalb von 0,3 $\mu\text{g/l}$, die Summe PFOA+PFOS unterhalb von 0,1 $\mu\text{g/l}$.

Industriebürtige PFBA- und PFBS-Konzentrationen am Rhein (Rhein-Nord), sind seit 12/2008 deutlich gesunken.

Im jüngsten Zeitraum 12/2008 bis 05/2009 lag die Summe der 10 PFC am Rhein stets unterhalb von 0,1 $\mu\text{g/l}$.

mittlere PFC-Tagesfrachten in Gewässern [g/Tag]

Mittlere PFC-Frachten [g/Tag] in der Ruhr,
und Gewässerabschnitten im Einflussbereich von Bioabfallgemisch-Flächen
(Ruhr/Brücke Echthausen, Möhne/WW Möhnebogen und Lippe/Lippborg)
(Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



Die durch **Einträge aus Bioabfallgemischen „TerraFarm“ kontaminierten Gewässer (-abschnitte)** (hier: Lippe/Lippborg, Möhne, Ruhr/Echthausen) sind im dargestellten Zeitraum v.a. mit **PFOA, PFBA und PFHxA** belastet.

Der zusätzlich durch **Emissionen aus Abwassereinleitungen (v.a. Galvanik)** belastete Gewässerabschnitt der Ruhr (hier: *Ruhr, Ü-Station Duisburg*) ist zusätzlich **mit vergleichbaren bzw. noch höheren Mengen PFOS und PFBS** belastet.

	PFBA_g/d	g-PFBS_g/d	PFPA_g/d	PFHxA_g/d	g-PFHxS_g/d	PFHpA_g/d	g-PFOA_g/d	g-PFOS_g/d	PFNA_g/d	PFDA_g/d
Lippe; (L 14) in Lippborg	9,3	11,6	0,0	29,8	0,0	0,0	71,6	21,9	0,0	0,0
Möhne; Entnahme WW Möhnebogen	63,0	15,7	16,9	33,1	3,4	0,0	60,6	13,6	0,0	0,0
Ruhr, Brücke Echthausen	91,6	16,6	24,5	48,7	12,9	0,0	105,4	14,7	0,0	0,0
Ruhr, Ü-Station Duisburg	80,9	183,4	0,0	49,3	0,0	0,0	130,6	234,9	0,0	0,0

B

Ergebnisse der PFC-Untersuchungen in NRW

B.1 Probenstatistiken



B.1.1 Vorkommen in Fließgewässerproben NRW

B.1.2 Vorkommen in Grund- und Rohwasserproben

B.1.3 Vorkommen in Trinkwasserproben

B.1.4 Vorkommen in Abwasserproben

4.1 kommunales Abwasser, 4.2 industr. Direkteinleitungen, 4.3 industr. Indirekteinleiter

B.1.5 Vorkommen in Klärschlammproben

B.1.6 Vorkommen in Bodenproben

B.1.7 Vorkommen in Fischproben (Fischmuskulatur)

B.1.8 Ergebnisse aus der Lebens- und Futtermittelüberwachung

8.1 Wildschweineleber, 8.2 Rinder, 8.3 Futtermittel- und Aufwuchsproben

B.1.9 Ergebnisse aus dem Humanbiomonitoring (HBM)



B.1

Vorkommen in Fließgewässerproben NRW

Stand der Untersuchungen 10-12-2008, Datenbasis: LINOS-ERG, Probengut 100, Messstellentyp Fließgewässer/Kanäle

Stoffkürzel	Anzahl Proben	>BG	>0,1 µg/l	>0,3 µg/l	>1,0 µg/l	>10 µg/l	>100 µg/l	Maximalwert [µg/l]	BG [µg/l]	Bemerkung / Herkunft Maximalwert
PFBA	171	69,0%	7,6%	4,1%	2,3%	1,2%	0,0%	13	0,01	Silberbach, Rüthen (2008)
g-PFBS	173	70,5%	5,8%	2,9%	1,7%	0,0%	0,0%	2,7	0,01	Silberbach, Rüthen (2008)
PFPA	177	41,8%	5,1%	2,3%	0,6%	0,0%	0,0%	1,1	0,01	vor Verrohrung an der L 741 (Bereich Kitzelbach), Rüthen (2008)
PFHxA	171	50,3%	8,2%	3,5%	1,2%	0,0%	0,0%	4,4	0,01	vor Verrohrung an der L 741 (Bereich Kitzelbach), Rüthen (2008)
g-PFHxS	171	19,3%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,12	0,01	vor Verrohrung an der L 741 (Bereich Kitzelbach), Rüthen (2008)
PFHpA	171	24,6%	2,3%	1,2%	1,2%	0,0%	0,0%	4,7	0,01	vor Verrohrung an der L 741 (Bereich Kitzelbach), Rüthen (2008)
(g-)PFOA	1443	72,1%	44,6%	32,2%	15,9%	3,7%	0,3%	150	0,01	Steinbecke, Brilon-Scharfenberg (01/2007)
(g-)PFOS	1434	52,4%	14,4%	7,6%	2,2%	0,1%	0,0%	11	0,01	Steinbecke, Brilon-Scharfenberg (01/2007)
PFNA	171	11,1%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,24	0,01	Reiherbach uh Windelsbleiche, 2008
PFDA	171	10,5%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,11	0,01	Reiherbach uh Windelsbleiche, 2008

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



B.2

Vorkommen in Grund- und Rohwasserproben

Stand der Untersuchungen 10-12-2008, Datenbasis: LINOS-ERG u. FIS-PFT, Probengut 103+110, Grundwasser+Rohwasser

Stoffkürzel	Anzahl Proben	>BG	>0,1 µg/l	>0,3 µg/l	>1,0 µg/l	>10 µg/l	>100 µg/l	Maximal wert [µg/l]	BG [µg/l]	Bemerkung / Herkunft Maximalwert
PFBA	12	58,3%	33,3%	16,7%	8,3%	0,0%	0,0%	8,9	0,01	Rüthen, "Brunnen 1" (2008)
g-PFBS	12	50,0%	16,7%	16,7%	8,3%	0,0%	0,0%	1,6	0,01	Rüthen, "Brunnen 1" (2008)
PFPA	12	58,3%	8,3%	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,79	0,01	Rüthen, "Brunnen 1" (2008)
PFHxA	12	58,3%	41,7%	25,0%	8,3%	0,0%	0,0%	6,0	0,01	Rüthen, "Brunnen 1" (2008)
g-PFHxS	12	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,048	0,01	
PFHpA	12	41,7%	25,0%	8,3%	8,3%	0,0%	0,0%	6,3	0,01	Rüthen, "Brunnen 1" (2008)
(g-)PFOA	153	50,3%	15,0%	2,6%	0,7%	0,0%	0,0%	3,0	0,01	Rüthen, "Brunnen 1" (2008)
(g-)PFOS	126	30,2%	1,6%	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%	2,3	0,01	Rüthen, "Brunnen 1" (2008)
PFNA	12	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<BG)	0,01	
PFDA	12	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<BG)	0,01	

*Anmerkung: Grund- und Rohwasseruntersuchungen wurden fast ausschließlich belastungsorientiert im Bereich von Ausbringungsflächen des kontaminierten Bioabfallproduktes „Terrafarm“ durchgeführt.

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



B.3

Vorkommen in Trinkwasserproben

Daten aus der Trinkwasserüberwachung NRW

Stand der Untersuchungen 12-12-2008, Datenbasis: FIS-PFT / TEIS

STOFF_ID	Anzahl Proben	>BG	>0,1 µg/l	>0,3 µg/l	Maximalwert [µg/l]	BG (von...) [µg/l]	BG (...bis) [µg/l]	Bemerkung / Herkunft Maximalwert
PFBA	112	28,6%	0,9%	0,0%	0,2	0,001	0,01	WW Möhnebogen, 2006
(g-)PFBS	150	65,3%	2,7%	0,0%	0,205	0,001	0,01	Trinkwasser v. Grundwasserwerk Eikeloh, 2006
PFPA	125	40,0%	2,4%	0,0%	0,21	0,001	0,01	Trinkwasser v. Grundwasserwerk Eikeloh, 2006
PFHxA	170	62,9%	2,4%	1,8%	0,63	0,001	0,01	Trinkwasser v. Grundwasserwerk Eikeloh, 2006
(g-)PFHxS	149	11,4%	0,0%	0,0%	0,025	0,001	0,01	Trinkwasser v. Grundwasserwerk Eikeloh, 2006
PFHpA	149	41,6%	2,7%	1,3%	0,31	0,001	0,01	Trinkwasser v. Grundwasserwerk Eikeloh, 2006
(g-)PFOA	979	77,9%	13,2%	1,1%	0,64	0,001	0,025	WW Möhnebogen, 2006
(g-)PFOS	927	44,2%	0,0%	0,0%	0,1	0,001	0,025	2 Ruhrwasserwerke: WW Fröndenberg (2007), Hengstey (2008)
PFNA	165	6,7%	0,0%	0,0%	0,01	0,001	0,01	WW Füchtorf, 2006
PFDA	160	1,9%	0,0%	0,0%	0,001	0,001	0,01	Stadtwerke Hamm, PW Warmen, 2006

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



B.4

Vorkommen in Abwasserproben

4.1 Abwasserproben bei kommunalen Kläranlagen

Abwasserproben kommunale Kläranlagen, FIS-PFT Stand 07.01.2009

Stoffkürzel	Anzahl Proben	> BG	>0,1 µg/l	>0,3 µg/l	>1,0 µg/l	>10 µg/l	Maximalwert [µg/l]	BG [µg/l]	Bemerkung / Herkunft Maximalwert
PFBA	206	37,9%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,22	0,01	
(g)-PFBS	208	70,7%	21,6%	13,5%	5,3%	0,5%	12	0,01	KA Iserlohn-Baarbachtal (Jul 2008)
PFPA	210	35,2%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,19	0,01	
PFHxA	203	43,3%	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,22	0,01	
(g)-PFHxS	206	30,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,11	0,01	
PFHpA	206	32,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1	0,01	
(g)-PFOA	1544	55,6%	8,1%	6,5%	2,3%	0,0%	5,5	0,01	KA Solingen-Ohligs (Jul 2006, nach Brandfall)
(g)-PFOS	1570	65,9%	35,8%	22,5%	9,8%	0,5%	18	0,01	KA Solingen-Ohligs (Jul 2006, nach Brandfall)
PFNA	207	31,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,09	0,01	
PFDA	206	31,1%	2,4%	0,5%	0,0%	0,0%	0,4	0,01	KA Rhede (2008)

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



B.5

Vorkommen in Klärschlammproben

Klärschlammproben kommunale Kläranlagen, FIS-PFT Stand 07.01.2009

Stoffkürzel	Anzahl Proben	> BG	>100 µg/kg	>300 µg/kg	>1000 µg/kg	>10.000 µg/kg	Maximalwert [µg/kg]	BG [µg/kg]	Bemerkung / Herkunft Maximalwert
PFBA	3	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	30	10	
(g-)PFBS	4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	10	
PFPA	5	60,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	43	10	
PFHxA	5	40,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	24	10	
(g-)PFHxS	5	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	10	
PFHpA	5	40,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12	10	
(g-)PFOA	498	26,5%	1,6%	1,0%	0,0%	0,0%	620	10	KA Rhede (Aug 2008)
(g-)PFOS	498	75,7%	23,5%	16,1%	7,8%	0,0%	6.300	10	KA Werdohl (Dez 2007)
PFNA	5	60,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	144	10	KA Rhede (Jan 2008)
PFDA	5	100,0%	20,0%	20,0%	0,0%	0,0%	812	10	KA Rhede (Jan 2008)

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



B.6 Vorkommen in Bodenproben

Ausbringungsflächen von "Bioabfallgemischen" der Fa. GW Umwelt

Stand der laufenden Untersuchungen 10-12-2008, Datenbasis: LINOS-ERG, Probengut 201/Boden

Stoffname	Anzahl Proben	> BG	>100 µg/kg	>300 µg/kg	>1000 µg/kg	>10.000 µg/kg	Maximalwert [µg/kg]	BG [µg/kg]	Bemerkung / Herkunft Maximalwert
PFBA	58	53,4%	22,4%	6,9%	3,4%	0,0%	1.300	10	Oberboden, Ausbringungsfläche in Rüthen, 2007
(g-)PFBS	58	31,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	42	10	
PFPA	58	27,6%	5,2%	0,0%	0,0%	0,0%	150	10	Oberboden, Ausbringungsfläche in Rüthen, 2007
PFHxA	58	51,7%	6,9%	0,0%	0,0%	0,0%	130	10	Oberboden, Ausbringungsfläche in Rüthen, 2007
(g-)PFHxS	58	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		10	
PFHpA	58	51,7%	17,2%	0,0%	0,0%	0,0%	290	10	Oberboden, Ausbringungsfläche in Rüthen, 2007
(g-)PFOA	370	54,6%	14,3%	5,4%	0,5%	0,0%	2.400	10	Oberboden, Ausbringungsfläche Brilon-Scharfenberg, 2007
(g-)PFOS	370	66,2%	29,7%	17,6%	8,4%	1,1%	33.000	10	Oberboden, Ausbringungsfläche in Rüthen, 2007
PFNA	58	5,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	21	10	
PFDA	58	10,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	29	10	

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



B.7 Vorkommen in Fischproben (Fischmuskulatur)

Untersucht wurden ausschließlich für den Verzehr verwendete Fischartenkommen in Bodenproben

Fischmonitoring 2006-2007 (Gutachten 2006+2007, SVUA Arnsberg* und Fraunhofer Institut*)

Fischmuskulaturproben 2006-2007

	BG µg/kg	Anzahl Proben	>BG	>10 µg/kg	>50 µg/kg	>100 µg/kg	>1000 µg/kg	Maximalwe rt (µg/kg)	Bemerkung / Herkunft Maximalwert
PFOS	k.A.	501	86,4%	61,3%	17,8%	7,8%	0,2%	1180	Bachforelle, Teichanlage Brilon-Scharfenberg, 2006
PFOA	k.A.	499	13,4%	2,6%	0,2%	0,0%	0,0%	54	Bachforelle, Steinbecke, 2006
PFDA	k.A.	472	3,4%	2,8%	0,0%	0,0%	0,0%	49	Hasel, Rheder Bach uh KA Rhede, 2006
PFUA	k.A.	472	2,8%	2,5%	0,2%	0,0%	0,0%	59	Hasel, Rheder Bach uh KA Rhede, 2006
PFDoA	k.A.	472	1,3%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	22	Hasel, Rheder Bach uh KA Rhede, 2006
PFNA	k.A.	k.A.							
PFHxS	k.A.	k.A.							
PFBS	k.A.	k.A.							
PFHpA	k.A.	k.A.							
PFHxA	k.A.	k.A.							

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



B.7 Vorkommen in Fischproben (Fischmuskulatur)

Untersucht wurden ausschließlich für den Verzehr verwendete Fischartenkommen in Bodenproben

Fischmonitoring 2008

Landesweites Biota-Monitoring an WRRL-Überblicks- und Zusatzmessstellen in Fließgewässern NRW, 2008

Fischmuskulaturproben, Landesweites PFT-Fischmonitoring 2008 (Teilergebnisbericht, Zwischenstand 10-12-08)*

	BG µg/kg	Anzahl Proben	>BG	>10 µg/kg	>50 µg/kg	>100 µg/kg	>1000 µg/kg	Maximal wert (µg/kg)	Bemerkung / Herkunft Maximalwert
PFOS	0,4	241	95,9%	50,2%	17,4%	7,1%	0,4%	1098	Bachforelle, Rahmede uh Kläranlage Rahmedetal
PFOA	1,5	241	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<1,5)	
PFNA	5,1	241	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,6	Aal, Lutter v. Mdg. in die Ems (uh KA Obere Lutter u Windelsbleiche)
PFDA	8,8	241	0,8%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	11,3	Aal, Lutter v. Mdg. in die Ems (uh KA Obere Lutter u Windelsbleiche)
PFUA	7,9	241	1,7%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	14,7	Aal, Lutter v. Mdg. in die Ems (uh KA Obere Lutter u Windelsbleiche)
PFDoA	7,2	241	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<7,2)	
PFHxS	0,2	241	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<0,2)	
PFBS	0,6	241	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<0,3)	
PFHpA	1,5	241	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<0,7)	
PFHxA	2,2	241	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<1,1)	

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



B.8

Ergebnisse aus der Lebens- und Futtermittelüberwachung

8.1 Wildschweinleberproben*, BÜP 2007

*belastungsorientierte Auswahl der Gebiete (Schwerpunkt: Kreise HSK, Soest)

Wildschweinleberproben im Rahmen des BÜP 2007*									
	BG µg/kg	Anzahl Proben	>BG	>10 µg/kg	>50 µg/kg	>100 µg/kg	>500 µg/kg	>1000 µg/kg	Maximalwert (µg/kg)
PFOS	k.A.	50	100,0%	96,0%	96,0%	96,0%	32,0%	4,0%	1220
PFOA	k.A.	50	96,0%	62,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	38,2
PFNA	k.A.	50	96,0%	46,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	26,3
PFDA	k.A.	50	94,0%	22,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	14,5
PFUA	k.A.	50	92,0%	12,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,7
PFDoA	k.A.	50	96,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,2
PFHxS	k.A.	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<BG)
PFBS	k.A.	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<NG)
PFHpA	k.A.	50	12,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,3
PFHxA	k.A.	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<NG)

8.2 Untersuchungen bei Rindern

Rinderproben 2008 (Auswertung Teilergebnisbericht: Muskel, Leber, Niere, Plasma)

Untersucht wurde das o.g. Parameterspektrum, gleiches Untersuchungslabor SVUA Arnsberg, bei Rindern aus einem PFC-belasteten Viehbestand (Kreis Soest)

Positivbefunde >BG fanden sich dabei ausschließlich bei PFOS. Werte >100 µg/kg PFOS vorhanden, Spitzenwerte bis >1000 µg/kg.

PFHxS konnte in Spuren nachgewiesen werden (>NN), bei PFOA und allen übrigen PFC lagen alle Werte unterhalb der Nachweisgrenze

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



8.3 Futtermittel- und Aufwuchsproben

(Triticale, Weizen, Gerste, Raps, Maispflanzen, Schwarzwurzel, Weidegras von Verdachts- u. Belastungsflächen)

Untersuchungsergebnisse Futtermittel von Verdachtsflächen* 2006+2007 (Zwischenbericht, Teilergebnisse)

*Ausbringungsflächen Terrafarm i.d.Kr. HSK, So, Li, PB

Anzahl u Anteil Proben, (Teilergebnisbericht, Futtermittel- und Aufwuchsproben)*

	BG µg/kg	Anzahl Proben	>BG	>10 µg/kg	>50 µg/kg	>100 µg/kg	>1000 µg/kg	Maximal wert (µg/kg)
PFOS	k.A.	39	17,9%	12,8%	10,3%	5,1%	0,0%	164
PFOA	k.A.	39	33,3%	12,8%	0,0%	0,0%	0,0%	18
PFNA	k.A.	39	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<NG)
PFDA	k.A.	39	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<NG)
PFUA	k.A.	39	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<NG)
PFDoA	k.A.	39	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<NG)
PFHxS	k.A.	21	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	(<NG)
PFBS	k.A.	21	4,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5
PFHpA	k.A.	39	5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6
PFHxA	k.A.	39	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



B.9

Ergebnisse aus dem Humanbiomonitoring (HBM)

Ergebnisse aus der HBM- Studie der Ruhr-Universität Bochum*:

Blutplasma-Proben von Trinkwasserkonsumenten aus Arnsberg sowie von Möhnesee-
Anglern und Kontrollgruppen, Untersuchung auf insgesamt 6 PFC (PFPA, PFHxA, PFOA,
PFBS, PFHxS und PFOS).

- In den Proben der **nicht durch spezifische Quellen belasteten Kontrollgruppen** („~Allgemeinbevölkerung“) finden sich regelmäßig PFOS und PFOA, gefolgt von PFBS und PFHxS. PFPA und PFHxA sind in den untersuchten Blutproben nicht nachweisbar.
- Bei den Frauen und Männern aus der Kontrollgruppe sind PFOS und PFOA regelmäßig im mindestens 1-stelligen µg/l-Bereich festzustellen, wobei PFOS in der Regel in höheren Konzentrationen vorliegt (95-Perzentile zwischen 11 und 26 µg/l).
- Im Vergleich zu den Kontrollgruppen erhöhte PFOA-Gehalte im Blutplasma (2-stelliger µg/l-Bereich) wurden – abhängig von deren Trinkwasserkonsum - bei Probanden aus Arnsberg festgestellt, die bis Sommer 2006 PFOA-belastetes Trinkwasser zu sich genommen hatten.
- Erhöhte PFOS-Gehalte (2- bis 3-stelliger µg/l-Bereich) wurden dagegen bei Möhnesee-Anglern festgestellt, die wegen des überdurchschnittlich hohen Verzehrs von PFOS-belasteten Fischen untersucht worden waren.

*Endbericht: <http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/PFC/blutuntersuchungen/index.php>

relevant hinsichtlich Höchstkonzentrationen

relevant aufgrund Häufigkeit d. Positivbefunde



In Gewässer-, Grundwasser-, Trinkwasserproben dominieren PFOA, PFOS und kürzerkettige PFC (kürzerkettige PFC sind stärker wasserlöslich).

In industriebürtigen Abwasserproben dominieren PFOS, PFOA und PFBS. Die Zusammensetzung ist branchenbedingt unterschiedlich (auch längerkettige PFC).

In Klärschlammproben dominieren PFOS und PFOA; es zeigt sich eine Verschiebung in Richtung längerkettiger PFC (stärkere Sorptivität).

Die Ergebnisse aus der Lebens- und Futtermittelüberwachung sowie in Biota (Fischmonitoring) weisen darauf hin, dass (von den in der Umwelt häufigen PFC) **in Lebewesen und in der Nahrungskette** v.a. **PFOS** besonders stark angereichert wird.

PFOA und andere, länger- und kürzerkettige PFC werden darin auch gefunden, aber deutlich seltener und in deutlich niedrigeren Konzentrationen als PFOS.

In menschlichen Blutproben (Referenzdatenkollektiv) zeigt sich eine regelmäßige Präsenz der beiden Verbindungen **PFOS und PFOA, gefolgt von PFBS und PFHxS.** PFPA und PFHxA sind in den untersuchten Blutproben nicht nachweisbar. Andere PFC (außer PFOS, PFOA, PFBS, PFHxS, PFPA und PFHxA) sind bei der NRW-Studie bislang nicht untersucht worden.



B Ergebnisse der PFC-Untersuchungen in NRW

B.2 Spezielle Auswertungen zur Verteilung der verschiedenen PFC in den beprobten Matrices; PFC-Mengen und Mobilität



B.2.1 Vorkommen und Verteilung in Bodenproben (Tiefenprofil, Freisetzungsverhalten)

B.2.2 Vorkommen und Verteilung in Fließgewässerproben NRW

B.2.3 Vorkommen und Verteilung in Grund- und Rohwasserproben

B.2.4 Vorkommen und Verteilung in Trinkwasserproben

B.2.5 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Abwasserproben

2.5.1 kommunales Abwasser, 2.5.2 industr. Direkteinleitungen, 2.5.3 industr. Indirekteinleiter

B.2.6 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Klärschlammproben

B.2.7 Vorkommen und Verteilung in Fischproben; Zusammenhang zwischen PFOS-Gewässerbelastung und PFOS-Belastung der Fische



Spektrum der verschiedenen PFC-Komponenten im Boden

bei einer Hochbelastungsfläche
in Rüthen (Möhneinzugsgebiet)

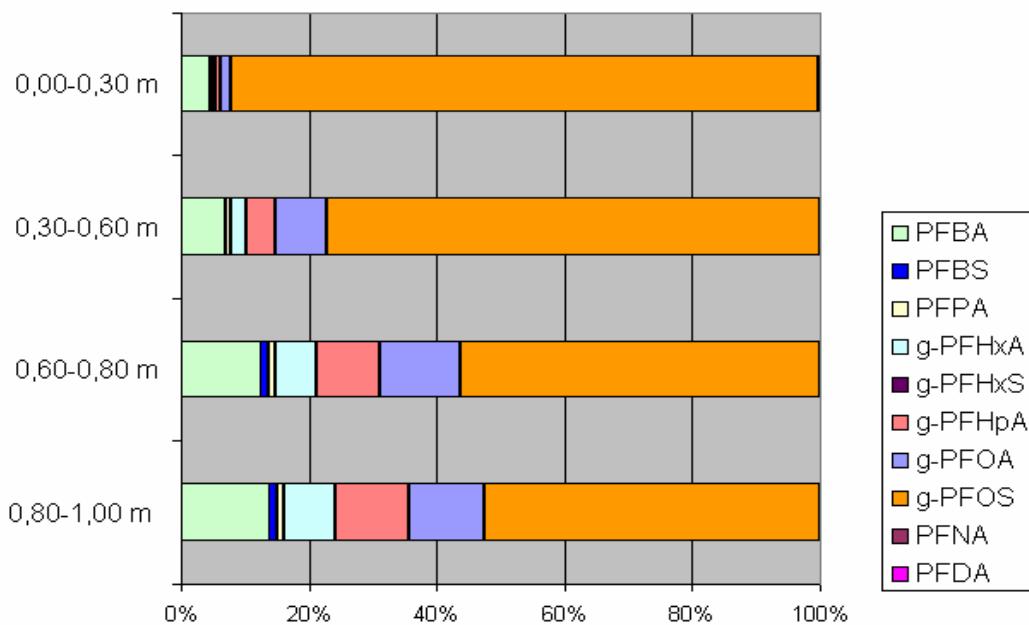
(*Untersuchungen des LANUV NRW, Labor Düsseldorf, Beprobung im Oktober 2007)

-> Tiefenprofil

- > Hinweis auf die unterschiedliche Mobilität der PFC im Boden

Tiefenprofil einer Hochbelastungsfläche in Rüthen (Okt. 2007)

Mittelwert PFC-Gehalte [$\mu\text{g}/\text{kg}$] aus je 6 Einstichen



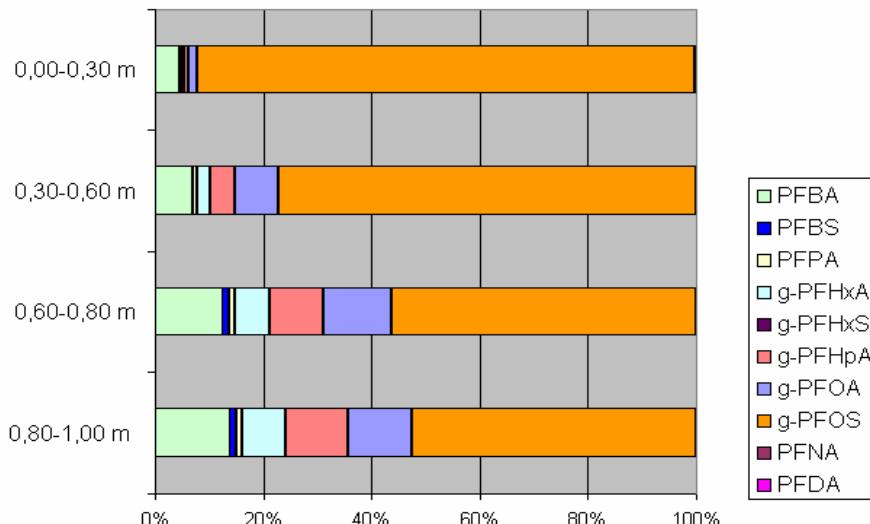
	0,80-1,00 m	0,60-0,80 m	0,30-0,60 m	0,00-0,30 m
PFDA	0	0	0	19
PFNA	0	0	0	9
g-PFOS	466	452	857	14200
g-PFOA	104	101	92	255
g-PFHpA	101	80	48	127
g-PFHxS	0	0	0	0
PFPA	71	51	29	68
PFBS	10	9	7	80
PFBA	121	99	74	660



Gegenüberstellung PFC – Bodengehalte („Haupteintragsquelle“) / Wasserproben (Trinkwasser 06/2006)

Tiefenprofil einer Hochbelastungsfläche in Rüthen (Okt. 2007)

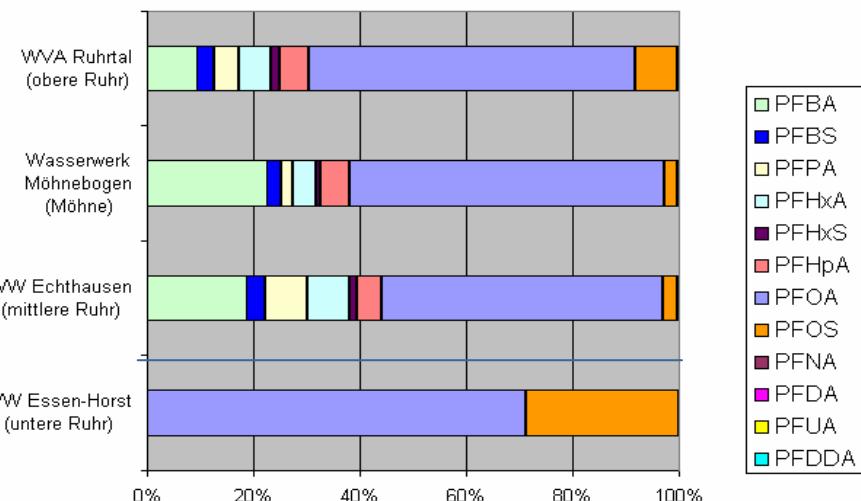
Mittelwert PFC-Gehalte [$\mu\text{g}/\text{kg}$] aus je 6 Einstichen



	0,80-1,00 m	0,60-0,80 m	0,30-0,60 m	0,00-0,30 m
PFDA	0	0	0	19
PFNA	0	0	0	9
g-PFOS	466	452	857	14200
g-PFOA	104	101	92	255
g-PFHpA	101	80	48	127
g-PFHxS	0	0	0	0
g-PFHpA	71	51	29	68
PFPA	10	9	7	80
PFBS	12	11	5	28
PFBA	121	99	74	660

PFC-Komponenten in Trinkwasserproben aus Möhne und Ruhr

(Zeitraum 12./14. Juni 2006; Herkunft: Trinkwasserdatenbank NRW)



	WW Essen-Horst (untere Ruhr)	WW Echthausen (mittlere Ruhr)	Wasserwerk Möhnebogen (Möhne)	WVA Ruhrtal (obere Ruhr)
PFDDA	0,000	0,000	0,000	
PFUA	0,000	0,000	0,000	
PFDA	0,000	0,000	0,000	
PFNA	0,000	0,001	0,003	0,001
PFOS	0,039	0,015	0,021	0,019
PFOA	0,096	0,280	0,530	0,150
PFHpA	0,000	0,025	0,049	0,013
PFHxS	0,000	0,006	0,008	0,004
PFHxA	0,000	0,042	0,038	0,015
PFPA	0,000	0,043	0,020	0,011
PFBS	0,000	0,019	0,026	0,008
PFBA	0,000	0,098	0,200	0,023

→ Unterschiedliche Mobilität von PFOS und PFOA; unterschiedliche Komponenten (+PFOS) an der unteren Ruhr.



Freisetzungsverhalten von PFOA und PFOS aus dem Boden

Sorptionskoeffizienten

Kd-Werte:

PFOA ~1,3 [L/kg];

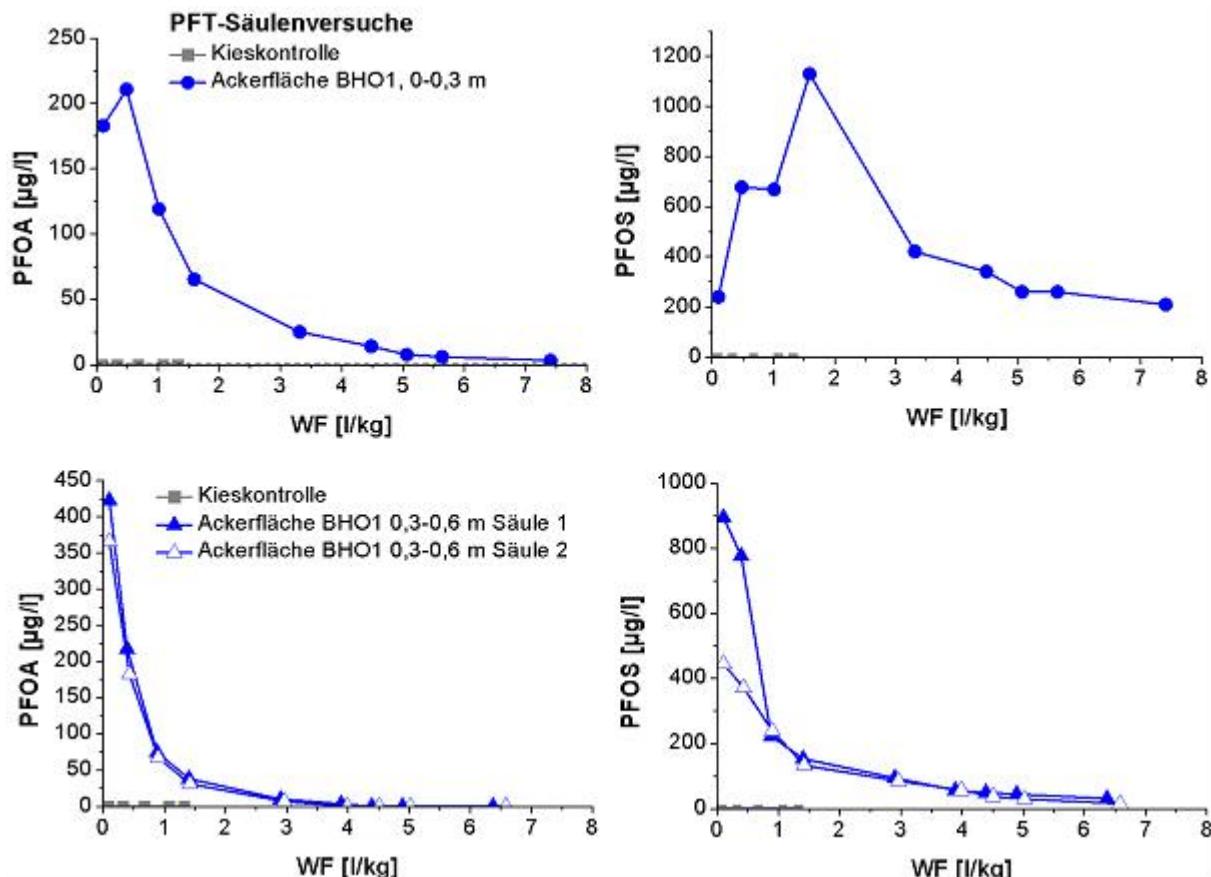
PFOS ~ 6,15 [L/kg]

(abhängig von der Bodentiefe)

PFOA zeigt im Verhältnis zur Quellstärke wesentlich höhere Anfangskonzentrationen und einen deutlich rascheren Konzentrationsabfall als PFOS.

PFOS: Aufgrund der sehr hohen Anfangskonzentrationen von ca. 700 bzw. 1100 µg/L und der langsameren Abreicherung sind bei Versuchsende noch höhere Konzentrationen als bei PFOA vorhanden.

Probenbezeichnung	Probenahmedatum	Trockensubstanz [%]	Gehalt [µg/kg TS]	
			PFOA	PFOS
P206077, BH01, 0-0,3 m	08.09.2006	80,5	700	6600
P206077, BH01, 0,3-0,6 m	08.09.2006	85,1	400	1500



* Untersuchungen zur Freisetzung von perfluorierten Tensiden (PFC) aus dem Boden einer belasteten Ackerfläche in Brilon-Scharfenberg 11/2006 (Susset & Leuchs, 2006, in prep.)



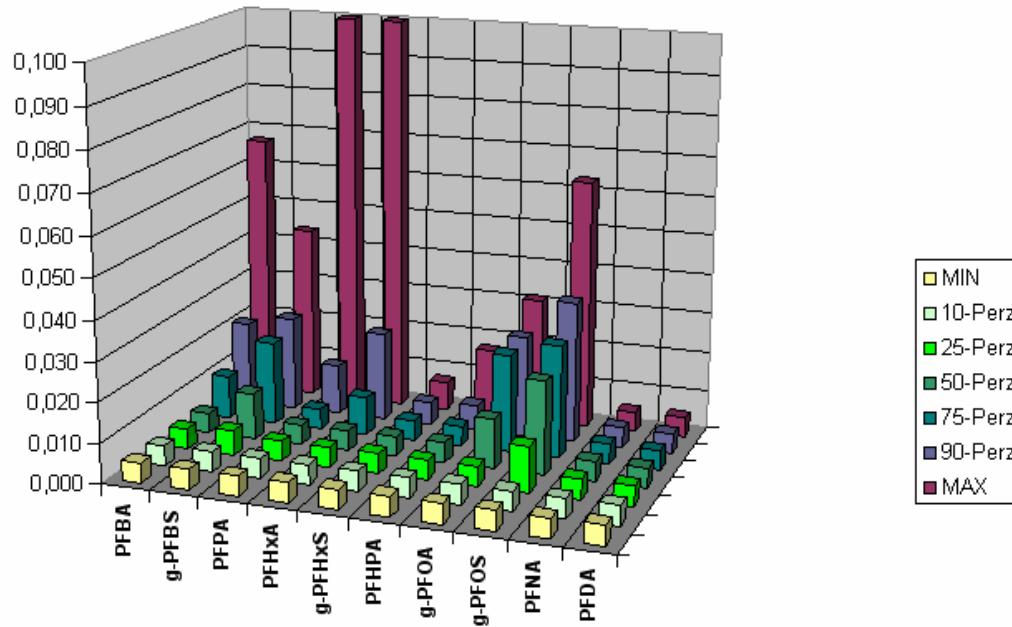
B.2.2 Vorkommen und Verteilung in Fließgewässerproben NRW



Heutige PFC-Belastung in Fließgewässern (landesweite Überblicksmessstellen)

PFC-Konzentrationen [$\mu\text{g/l}$] in Fließgewässern, landesweite
Überblicksmessstellen NRW

(ca. 20 Messstellen; Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFHxS	PFHPA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
MIN	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
10-Perz	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
25-Perz	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,011	0,005	0,005
50-Perz	0,005	0,012	0,005	0,005	0,005	0,005	0,013	0,023	0,005	0,005
75-Perz	0,011	0,021	0,005	0,010	0,005	0,005	0,025	0,028	0,005	0,005
90-Perz	0,021	0,024	0,013	0,022	0,006	0,006	0,025	0,036	0,005	0,005
MAX	0,067	0,044	0,100	0,220	0,007	0,017	0,031	0,063	0,005	0,005

Am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen (vgl. Medianwerte s. Grafik) sind in den Hauptgewässern in NRW v.a. PFOS, PFOA und PFBS zu finden.

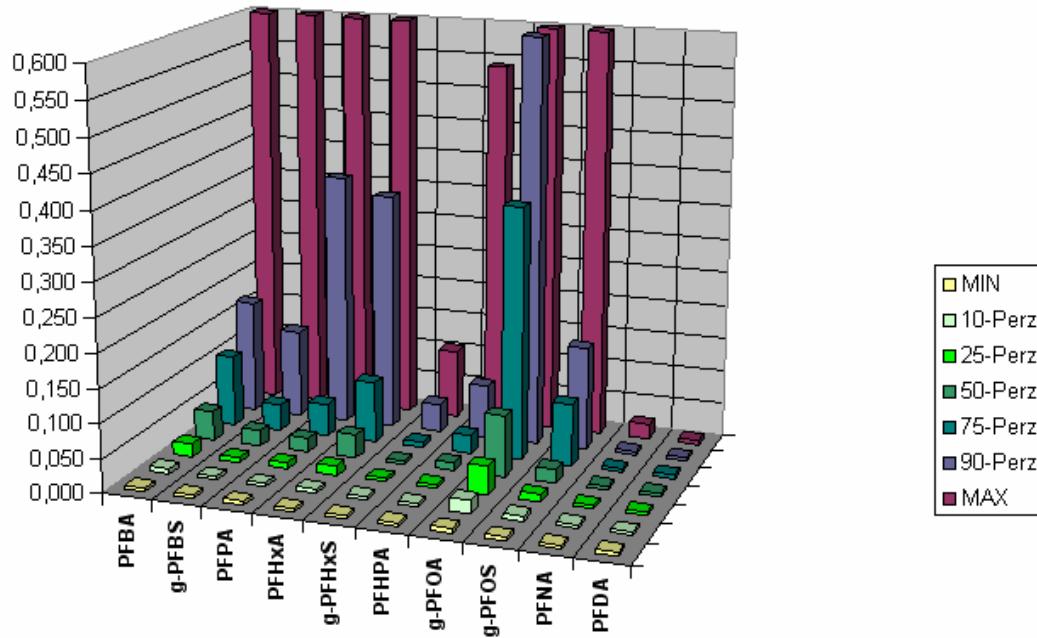
Die erhöhten Konzentrationen PFHxA und PFPA sind bzw. waren singulär in der Bega (unterhalb Einmündung Passade) gefunden worden und standen vermutlich im Zusammenhang mit Einträgen aus einer Deponie.

Zu PFBA- und PFBS-Befunden im Rhein (Rhein-Nord): s.o.

PFC-Belastungen im Einflussbereich der Ausbringungsflächen

PFC-Konzentrationen [$\mu\text{g/l}$] in Fließgewässern im Einflussbereich von verunreinigten Bioabfallgemisch-Flächen

(Mittelwerte von max. 27 Messstellen; Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



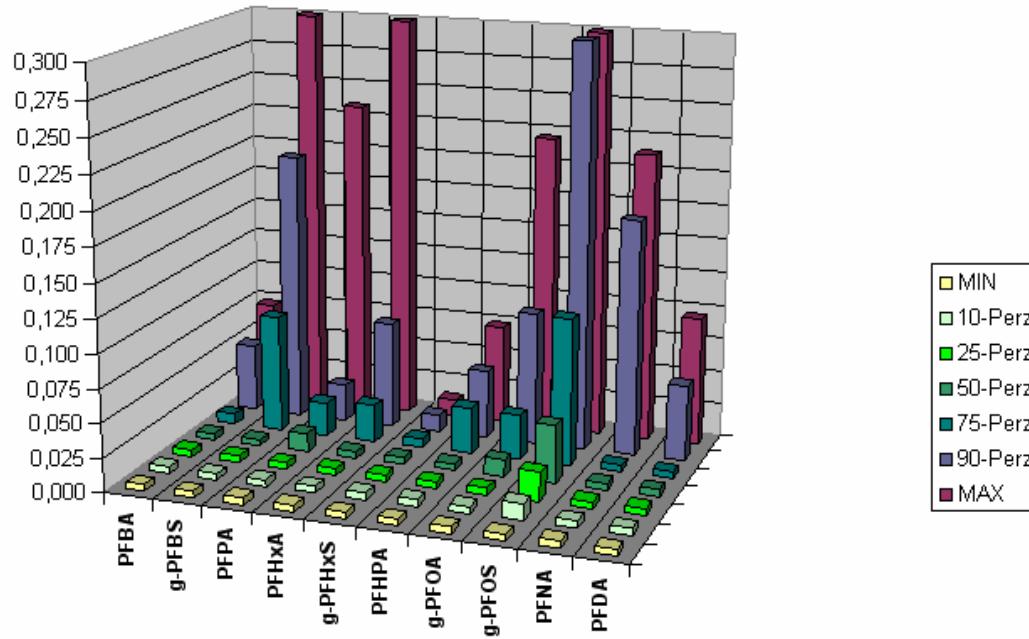
	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFHxS	PFHPA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
MIN	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,007	0,005	0,005	0,005
10-Perz	0,007	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,019	0,007	0,005	0,005
25-Perz	0,020	0,007	0,009	0,014	0,005	0,005	0,042	0,010	0,005	0,005
50-Perz	0,043	0,024	0,021	0,035	0,005	0,012	0,090	0,021	0,005	0,005
75-Perz	0,105	0,039	0,048	0,091	0,008	0,027	0,373	0,092	0,005	0,005
90-Perz	0,168	0,131	0,373	0,351	0,043	0,079	1,231	0,153	0,005	0,005
MAX	11,646	2,731	0,785	1,781	0,103	0,540	20,250	1,500	0,022	0,007

In den durch verunreinigte Böden (Ausbringungsflächen Terrafarm) belasteten Gewässern und Gewässerabschnitten zeigt sich ein charakteristisch anderes PFC-Spektrum:

Hier dominieren PFOA, gefolgt von PFBA, PFHxA, PFOS, PFBS, PFPA und PFHpA.

PFC-Belastungen an sonstigen Belastungsstellen im Gewässernetz NRW

PFC-Konzentrationen [µg/l] in sonstigen Belastungsstellen in Fließgewässern NRW (nicht im Einflussbereich von Bioabfallgemisch-Flächen)
 (ca. 26 Messstellen; Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



Bei sonstigen Belastungsstellen (meist bedingt durch Abwassereinleitungen, Deponien oder Altlasten), kommen **häufig PFOS, PFOA, PFPA und PFBS** vor (vgl. Medianwerte).

Die höchsten Konzentrationen (75-, 90-Perzentilwerte) finden sich bei **PFOS und PFBS**.

Andere PFC kommen je nach Art der Eintragsquelle vor.

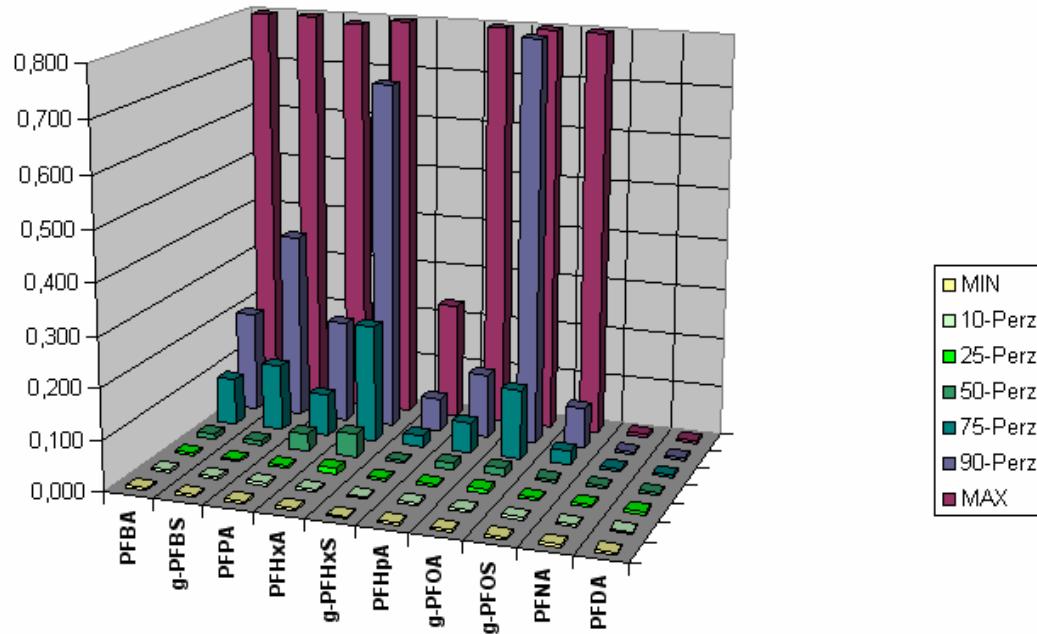
	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFHxS	PFHPA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
MIN	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
10-Perz	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,013	0,005	0,005
25-Perz	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,022	0,005	0,005
50-Perz	0,005	0,005	0,014	0,005	0,005	0,005	0,013	0,043	0,005	0,005
75-Perz	0,008	0,088	0,025	0,028	0,007	0,035	0,033	0,109	0,005	0,005
90-Perz	0,051	0,200	0,028	0,079	0,013	0,051	0,099	0,345	0,174	0,056
MAX	0,072	0,410	0,233	0,493	0,013	0,074	0,220	2,200	0,214	0,096

B.2.3 Vorkommen und Verteilung in Grund- und Rohwasserproben



PFC-Konzentrationen [$\mu\text{g/l}$] im Grundwasser, Messstellen im Einflussbereich von verunreinigten Bioabfallgemisch-Flächen

(Mittelwerte von max. 15 Messstellen; Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



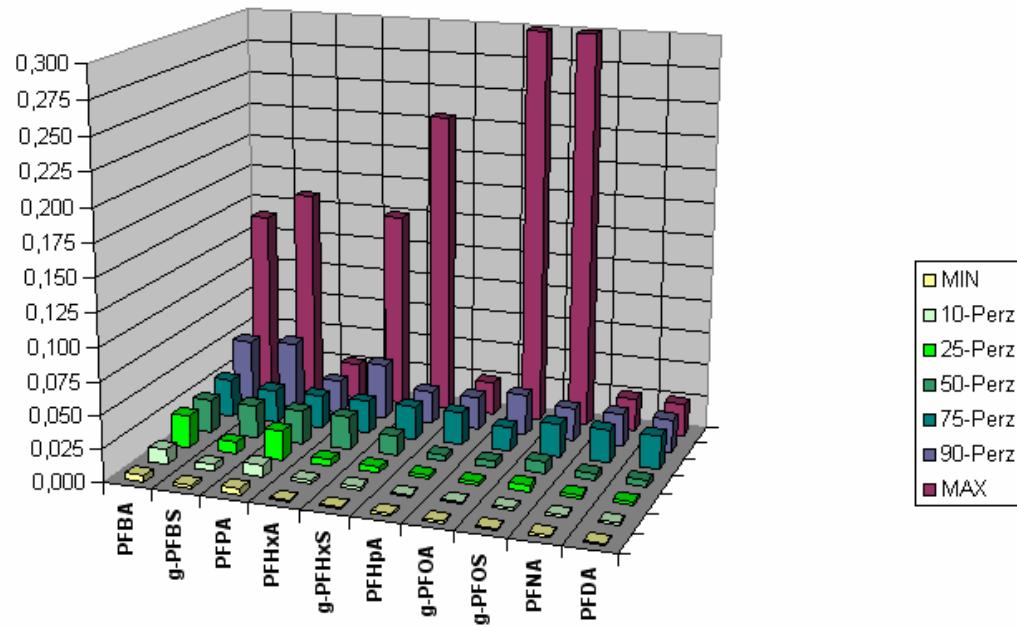
Im Grundwasser im Einflussbereich der durch „Bioabfallgemische“ (Terrafarm) verunreinigten Böden sind als PFC-Hauptkomponenten PFOA, PFBA, PFHxA und PFBS auffällig.

	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFhxs	PFHpA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
MIN	0,005	0,005	0,005	0,005	0,003	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
10-Perz	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005
25-Perz	0,005	0,005	0,005	0,012	0,005	0,005	0,009	0,005	0,005	0,005
50-Perz	0,011	0,010	0,035	0,048	0,005	0,012	0,016	0,005	0,005	0,005
75-Perz	0,094	0,132	0,083	0,234	0,023	0,060	0,137	0,028	0,005	0,005
90-Perz	0,201	0,370	0,202	0,692	0,066	0,127	1,044	0,081	0,005	0,005
MAX	8,900	1,600	0,790	6,000	0,230	6,300	3,000	2,300	0,007	0,006

Werte < Bestimmungsgrenze sind bei der Berechnung mit halber BG berücksichtigt ($BG = 0,010 \mu\text{g/l}$)

**PFC-Konzentrationen [µg/l] im Grundwasser, sonstige Verdachtsmessstellen
(nicht im Bereich von Bioabfallgemisch-Flächen)**

(Mittelwerte von ca. 51 Messstellen; Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



Im Grundwasser sonstiger Belastungs- und Verdachtsstellen
sind PFOS und PFOA in den höchsten Konzentrationen gefunden worden, aber auch andere PFC (v.a. kürzerkettige PFC) kommen vor.

	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFHxS	PFHpA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
MIN	0,005	0,003	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
10-Perz	0,011	0,005	0,009	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
25-Perz	0,025	0,009	0,023	0,005	0,004	0,003	0,003	0,005	0,003	0,003
50-Perz	0,025	0,025	0,025	0,025	0,015	0,005	0,005	0,009	0,005	0,005
75-Perz	0,029	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,018	0,025	0,025	0,025
90-Perz	0,049	0,051	0,025	0,042	0,025	0,025	0,031	0,025	0,025	0,025
MAX	0,140	0,160	0,027	0,150	0,230	0,025	0,513	0,460	0,025	0,025

*Werte <BG sind mit halber Bestimmungsgrenze (BG) angegeben; BG = 0,010 µg/l



B.2.1 Vorkommen und Verteilung in Bodenproben (Tiefenprofil, Freisetzungsverhalten)

B.2.2 Vorkommen und Verteilung in Fließgewässerproben NRW

B.2.3 Vorkommen und Verteilung in Grund- und Rohwasserproben

B.2.4 Vorkommen und Verteilung in Trinkwasserproben

B.2.5 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Abwasserproben

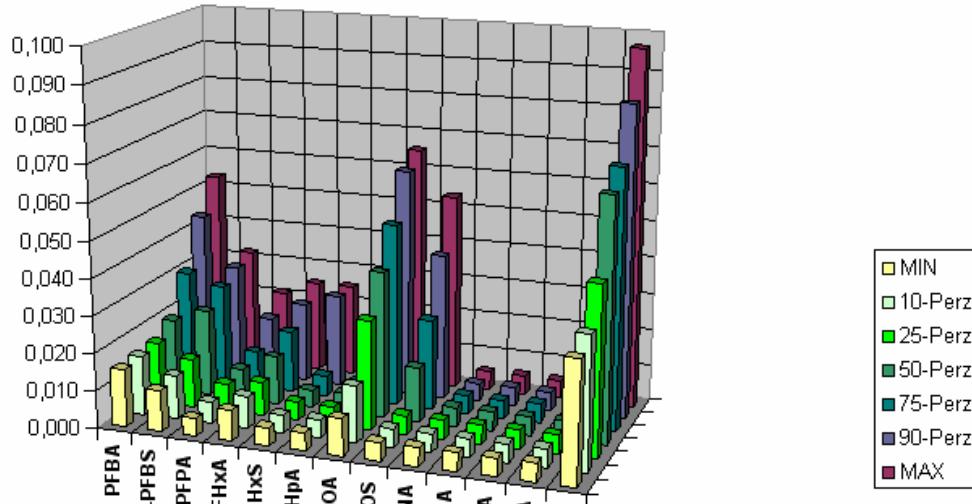
4.1 kommunales Abwasser, 4.2 industr. Direkteinleitungen, 4.3 industr. Indirekteinleiter

B.2.6 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Klärschlammproben

B.2.7 Vorkommen und Verteilung in Fischproben; Zusammenhang zwischen PFOS-Gewässerbelastung und PFOS-Belastung der Fische



PFC-Konzentrationen [$\mu\text{g/l}$] im Trinkwasser, Wasserwerke an der Ruhr
 (max. 22 Messstellen; Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFhxS	PFHpA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA	PFUA	PFDoA	SUM-2PFT
MIN	0,016	0,011	0,005	0,009	0,005	0,005	0,010	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,033
10-Perz	0,016	0,012	0,006	0,009	0,005	0,005	0,015	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,036
25-Perz	0,017	0,013	0,008	0,009	0,005	0,005	0,029	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,045
50-Perz	0,020	0,024	0,009	0,013	0,005	0,005	0,039	0,015	0,005	0,005	0,005	0,005	0,065
75-Perz	0,031	0,028	0,010	0,017	0,006	0,005	0,049	0,025	0,005	0,005	0,005	0,005	0,070
90-Perz	0,044	0,030	0,017	0,022	0,025	0,006	0,062	0,039	0,005	0,005	0,005	0,005	0,084
MAX	0,053	0,032	0,021	0,025	0,025	0,006	0,065	0,053	0,005	0,005	0,005	0,005	0,097

*Werte <BG sind mit halber Bestimmungsgrenze (BG) angegeben; BG = 0,010 $\mu\text{g/l}$

"SUM-2PFT": Summe g-PFOA und g-PFOS

Die mittleren PFC-Konzentrationen im Trinkwasser der Wasserwerke im Ruhreinzugsgebiet liegen im angegebenen Zeitraum jeweils unterhalb des langfristigen Zielwertes GOW₁ $\leq 0,1 \mu\text{g/l}$ (Summe PFC) und deutlich unterhalb des Leitwertes LW 0,3 $\mu\text{g/l}$.

Im angegebenen Zeitraum sind PFOA, PFOS, PFBA und PFBS die dominierenden Komponenten.

Bei einer einzelnen Netzprobe ist eine maximale PFOA-Konzentration von 0,15 $\mu\text{g/l}$ gemessen worden. Da diese Messstelle nicht regulär beprobt wird und nur 1 Messwert vorlag, wurde dieser Wert hier nicht berücksichtigt.

B.2.1 Vorkommen und Verteilung in Bodenproben (Tiefenprofil, Freisetzungsverhalten)

B.2.2 Vorkommen und Verteilung in Fließgewässerproben NRW

B.2.3 Vorkommen und Verteilung in Grund- und Rohwasserproben

B.2.4 Vorkommen und Verteilung in Trinkwasserproben

B.2.5 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Abwasserproben

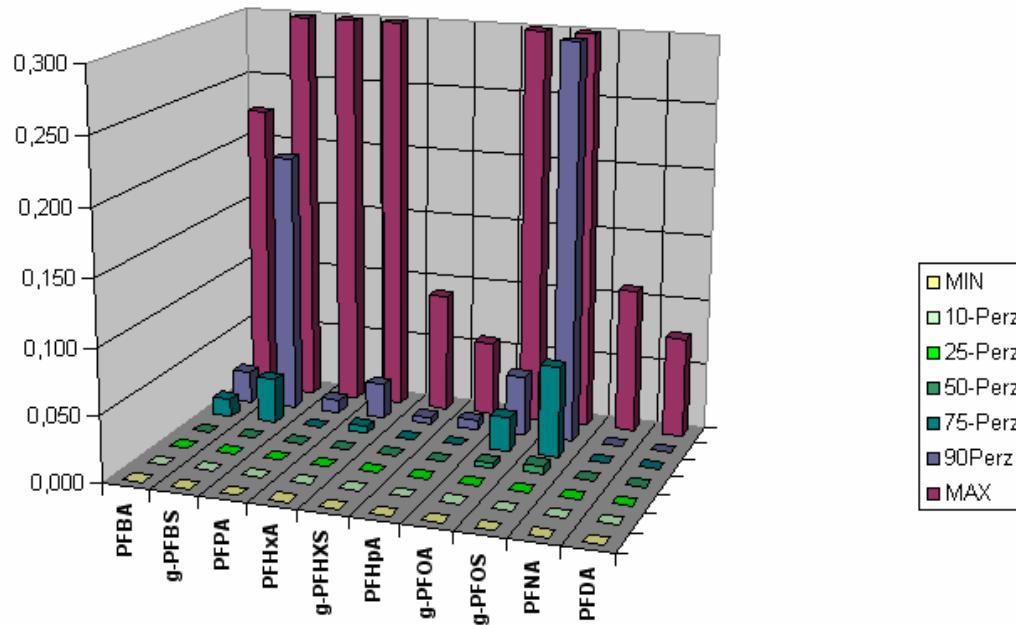
2.5.1 kommunales Abwasser, 2.5.2 industr. Direkteinleitungen, 2.5.3 industr. Indirekteinleiter

B.2.6 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Klärschlammproben

B.2.7 Vorkommen und Verteilung in Fischproben; Zusammenhang zwischen PFOS-Gewässerbelastung und PFOS-Belastung der Fische



Mittlere PFC-Konzentrationen [µg/l] im Abwasser von 141 kommunalen Kläranlagen in NRW
 (Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFHXS	PFHpA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
■ MIN	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
□ 10-Perz	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
■ 25-Perz	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
■ 50-Perz	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,006	0,000	0,000
■ 75-Perz	0,014	0,034	0,000	0,006	0,000	0,000	0,026	0,069	0,000	0,000
■ 90Perz	0,025	0,198	0,010	0,027	0,005	0,007	0,046	0,314	0,000	0,000
■ MAX	0,225	1,751	0,320	0,347	0,091	0,057	1,323	4,358	0,109	0,076

*Werte <BG sind mit Wert "0" angegeben; BG = 0,010 µg/l

Insgesamt sind seit 12/2006 in NRW ca. 570 kommunale Kläranlagen in NRW mindestens einmalig auf PFOA und PFOS untersucht worden.

Der Orientierungswert (Summe PFOA+PFOS) in Höhe von 0,3 µg/l wurde bei ca. 30 Kläranlagen überschritten.

Derzeit (05/2009) sind es noch ca. 11 Kläranlagen, bei denen Überschreitungen vorkommen, davon 6 im Ruhreinzugsgebiet.

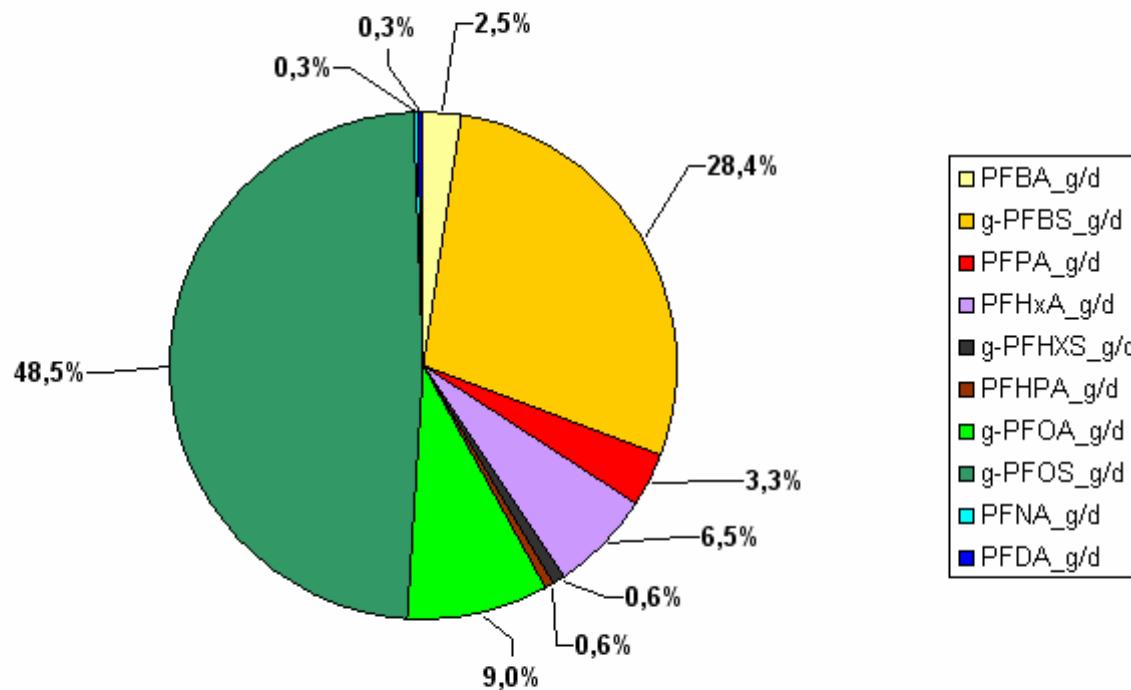
Bei den Kläranlagen, die auf alle 10 PFC untersucht wurden, sind am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen PFOS und PFBS, gefolgt von PFOA, PFHxA und PFBA festzustellen.

B.2.5 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Abwasserproben

4.1 kommunales Abwasser, 4.2 industr. Direkteinleitungen, 4.3 industr. Indirekteinleiter

Mittlere PFC-Emissionen von 141 kommunalen Kläranlagen in NRW*

Gesamtmenge dieser Kläranlagen: ca. 807,6 g/Tag (Summe PFC);
Abwassermenge (Summe dieser Kläranlagen): ca. 2,3 Mio m³/Tag



Insgesamt sind seit 12/2006 in NRW ca. 570 kommunale Kläranlagen in NRW mindestens einmalig auf PFOA und PFOS untersucht worden.

Der Orientierungswert (Summe PFOA+PFOS) in Höhe von 0,3 µg/l wurde bei ca. 30 Kläranlagen überschritten.

Derzeit (05/2009) sind es noch ca. 11 Kläranlagen, bei denen Überschreitungen vorkommen, davon 6 im Ruhrereinzugsgebiet.

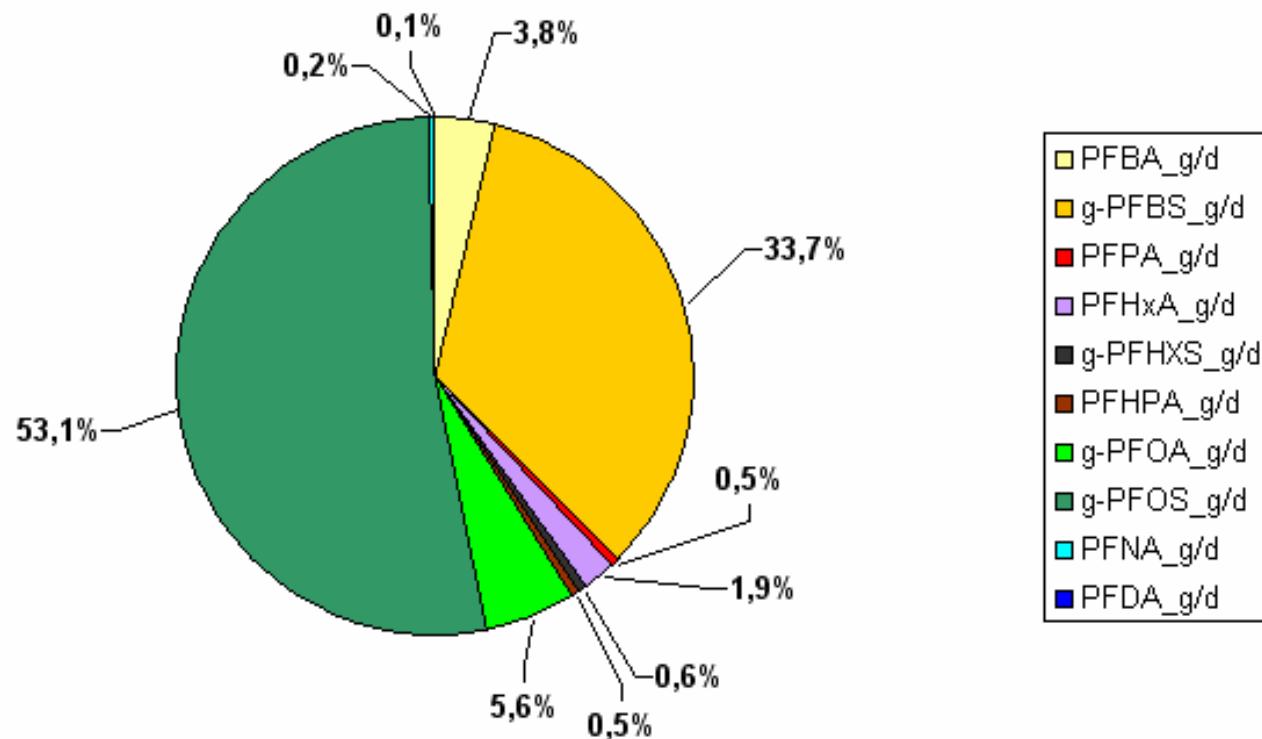
Bei den Kläranlagen, die auf alle 10 PFC untersucht wurden, sind am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen PFOS und PFBS, gefolgt von PFOA, PFHxA und PFBA festzustellen.

*Berücksichtigt wurden alle Untersuchungen im Zeitraum 10/2007 bis 05/2009 (Mittelwerte, kumulativ)
Werte <BG sind bei der Berechnung mit Wert "0" berücksichtigt; Bestimmungsgrenze 0,01 µg/l.



Mittlere PFC-Emissionen von 53 kommunalen Kläranlagen im Ruhreinzugsgebiet*

Gesamtmenge dieser 53 Kläranlagen: ca. 379,8 g/Tag (Summe PFC);
Abwassermenge (Summe): ca. 99.077 m³/Tag



*Berücksichtigt wurden alle Untersuchungen im Zeitraum 10/2007 bis 05/2009 (Mittelwerte, kumulativ)

Werte <BG sind bei der Berechnung mit Wert "0" berücksichtigt; Bestimmungsgrenze 0,01 µg/l.



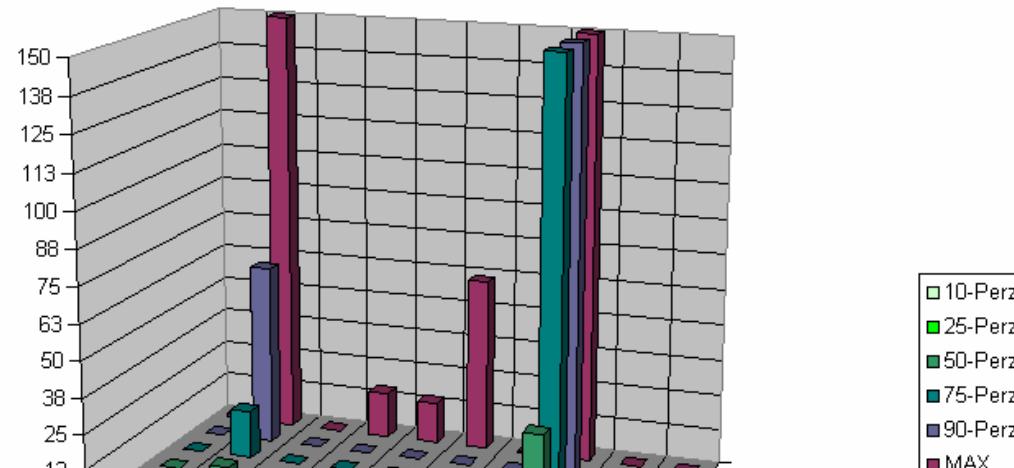
Indirekt einleitende Betriebe:

Insgesamt wurden in NRW knapp 200 untersucht.

Werte > 0,3 µg/l (PFOA+PFOS) wurden bei ca. 120 Betrieben gefunden, ca. 90 davon im Ruhreinzugsgebiet (hier v.a. Galvanik).

Mittlere PFC-Konzentrationen [µg/l] im Abwasser von indirekt einleitenden Galvanik-Betrieben NRW, (Anh.AbwV 40)

(hier: 63 Betriebe, die im Zeitraum 10/2007 bis 04/2009 untersucht worden sind)



	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFHxS	PFHpA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
10-Perz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00
25-Perz	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00
50-Perz	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	27,72	0,00	0,00
75-Perz	0,00	16,71	0,00	0,00	0,03	0,00	0,06	157,19	0,00	0,00
90-Perz	0,03	63,59	0,00	0,02	0,19	0,00	0,12	505,20	0,00	0,00
MAX	1,45	2175,00	0,03	16,10	14,50	61,00	0,48	12600,00	0,00	0,00

relevante PFC-Indirekteinleiter, die seit 10/2007 auf PFC beprobt wurden	
ANH_ABWV	Anzahl Messstellen
Entsorgungsbetriebe, CPB-Anlage, Chemikalienlager (aus Sprinkleranlage)	
Altfilmaufbereitung	
27	6
Großwäscherei, Berufswäsche (Ablauf)	
55	2
Krankenhaus (PFT verm. aus Radiologie), Krankenhauswäsche (Ablauf)	
53	2
Abfalldeponie (Siedlungsabfalldeponie)	
51	1
Galvanik	
40	64

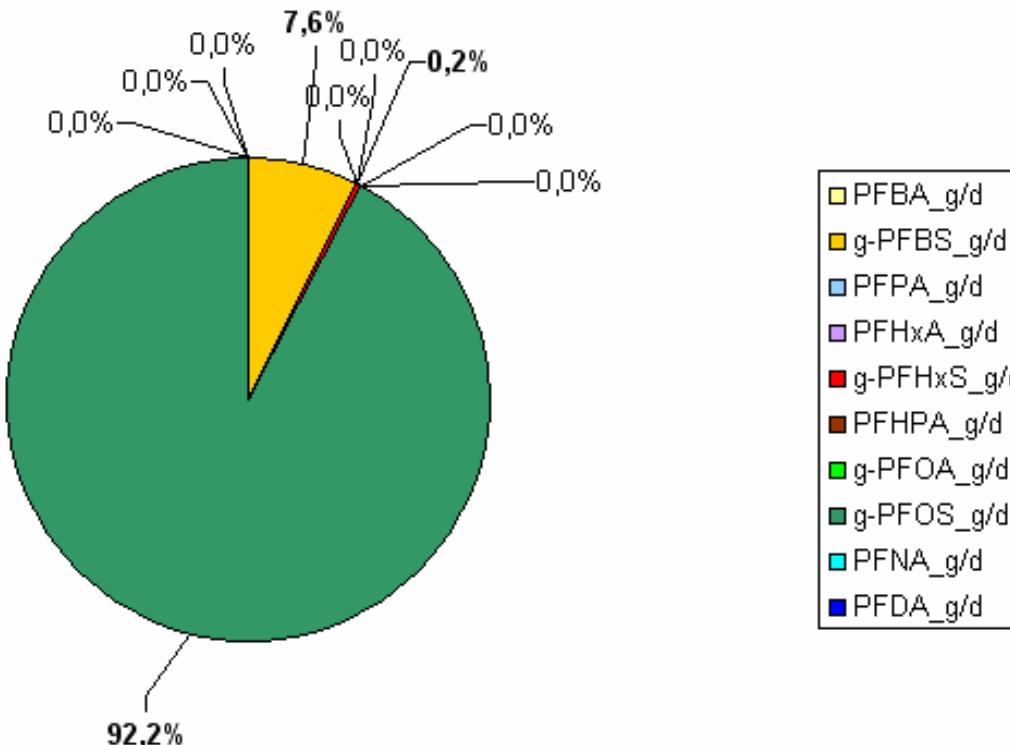


PFC-Emissionen von 17 Indirekteinleitern*

(Anhang AbwV 40; Galvanik)*,

Gesamtmenge aus diesen Betrieben: ca. ~315,5 g/Tag (Summe PFC);

Abwassermenge: ca. ~1328 m³/Tag



*Berücksichtigt wurden 17 Betriebe, die im Zeitraum 10/07 bis 04/09 quantitativ auf PFC untersucht worden sind
Mittelwerte, kumulativ

Indirekt einleitende
Betriebe:

Insgesamt wurden in
NRW knapp 200
untersucht.

Werte > 0,3 µg/l
(PFOA+PFOS) wurden
bei ca. 120 Betrieben
gefunden, ca. 90 davon
im Ruhreinzugsgebiet
(hier v.a. Galvanik).

relevante PFC-Indirekteinleiter, die seit 10/2007 auf PFC beprobt wurden	ANH_ABWV	Anzahl Messstellen
Entsorgungsbetriebe, CPB-Anlage, Chemikalienlager (aus Sprinkleranlage)	27	6
Altfilmaufbereitung	55	2
Großwäscherei, Berufswäsche (Ablauf)	53	2
Krankenhaus (PFT verm. aus Radiologie) Krankenhauswäsche (Ablauf)	51	1
Abfalldeponie (Siedlungsabfalldeponie)	40	64
Galvanik		

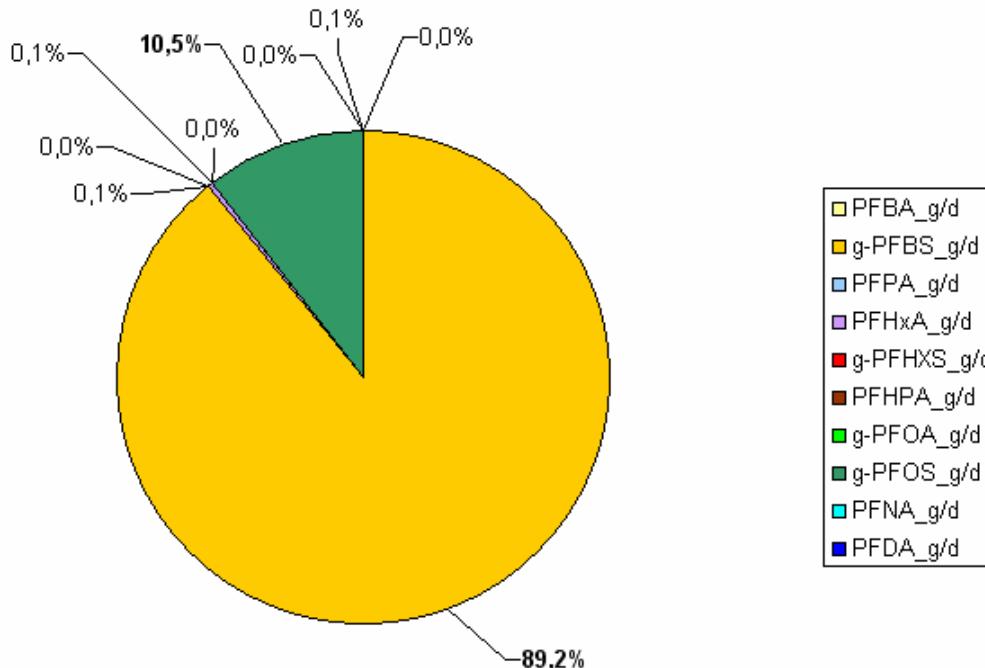
CPB-Anlage: Mittlere PFC-Emissionen (g/Tag)

Mittlere PFC-Emission von einer indirekt einleitenden CPB-Anlage

(Anh.AbwV 27)*,

Gesamtmenge: ca. ~96,9 g/Tag (Summe PFC);

Abwassermenge: ca. ~120 m³/Tag



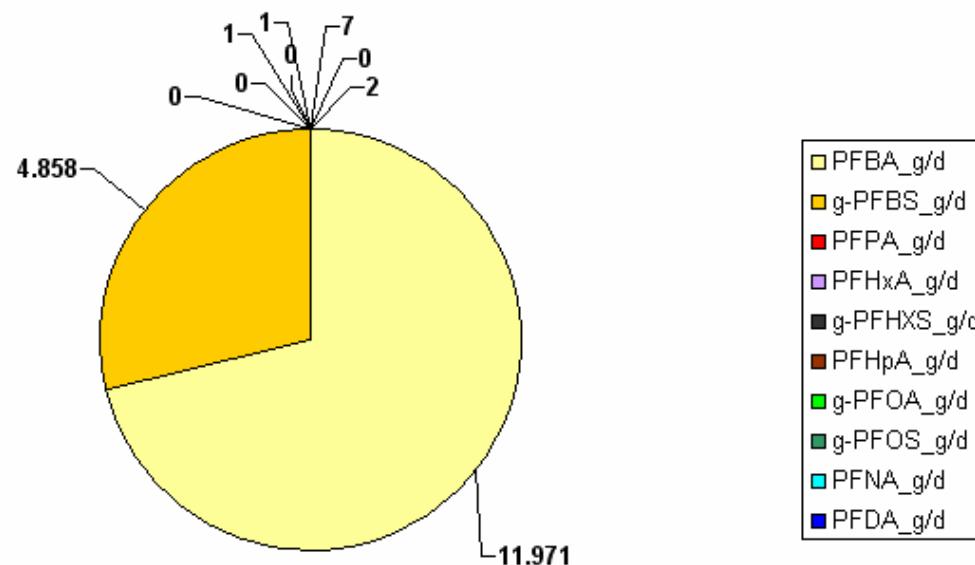
Mittlere PFC-Konzentrationen im Abwasser

CPB-Anlage (Anh.AbwV 27) mittl. PFC-Konzentrationen	
PFBA $\mu\text{g/l}$	0,41
g-PFBS $\mu\text{g/l}$	720,50
PFPA $\mu\text{g/l}$	0,20
PFHxA $\mu\text{g/l}$	0,43
g-PFHXS $\mu\text{g/l}$	0,90
PFHPA $\mu\text{g/l}$	0,12
g-PFOA $\mu\text{g/l}$	0,25
g-PFOS $\mu\text{g/l}$	84,94
PFNA $\mu\text{g/l}$	0,00
PFDA $\mu\text{g/l}$	0,00
SUM-2PFT	85,19
SUM-10PFT	807,74
"SUM-2PFT":	
Summe g-PFOA u g-PFOS	



Mittlere PFC-Emissionen [g/Tag] von 1 industriellen Direkteinleiter am Rhein (Chem. Industrie)*,

Gesamtmenge: ca. ~16.840 g/Tag (Summe PFC);
Abwassermenge: ca. ~113.688 m³/Tag



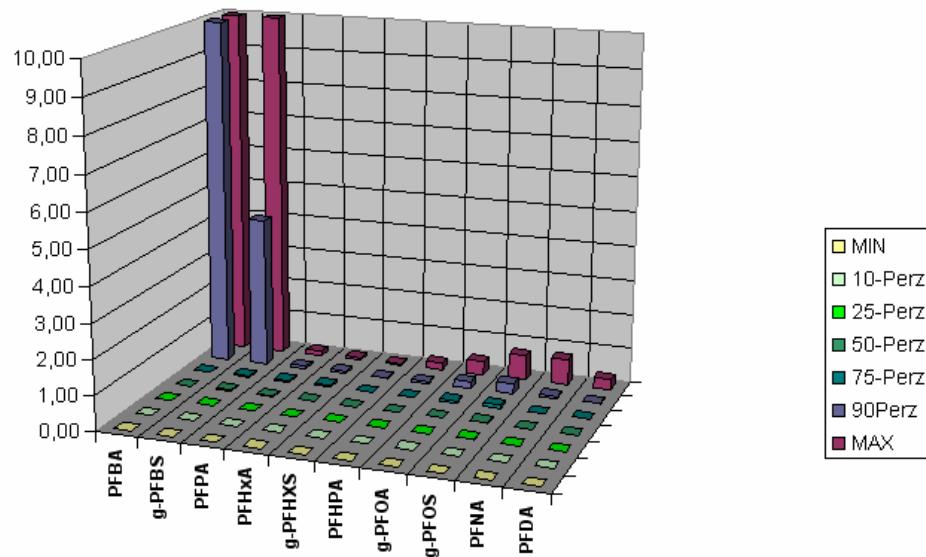
*Untersuchungen im Zeitraum 10/2007 bis 05/2009 (Mittelwert)

Mittlerweile hat die Firma reagiert und die PFBA- und g-PFBS-Emissionen sind deutlich zurückgegangen



Mittlere PFC-Konzentrationen [µg/l] im Abwasser von 11 industr./gewerbl. PFC-Direkteinleitern in NRW (ohne Deponien)

(Untersuchte, zunächst relevante Betriebe im Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



von insgesamt ca. 80 untersuchten Betrieben:

industrielle u. gewerbl. Direkteinleitungen

davon zunächst "PFC-relevante" Einleiter:

11 Betriebe

Chemische Industrie, Galvanik,
Textilveredlung, Großwäscherei/Textilveredlung

zuzüglich:

5 Deponien/ Abfallbeseitigungsanlagen

(Direkteinleitungen)

	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFHXS	PFHPA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
MIN	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10-Perz	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25-Perz	0,00	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000
50-Perz	0,00	0,03	0,006	0,014	0,000	0,000	0,017	0,032	0,000	0,000
75-Perz	0,01	0,04	0,042	0,055	0,009	0,006	0,064	0,092	0,000	0,000
90Perz	10,71	4,34	0,072	0,071	0,028	0,055	0,210	0,295	0,075	0,031
MAX	105,30	42,73	0,140	0,076	0,047	0,205	0,408	0,723	0,753	0,307

*Werte <BG sind mit Wert "0" angegeben; BG = 0,010 µg/l

Die PFBA- und g-PFBS-Emissionen stammen von einem Einleiter aus der chemischen Industrie.

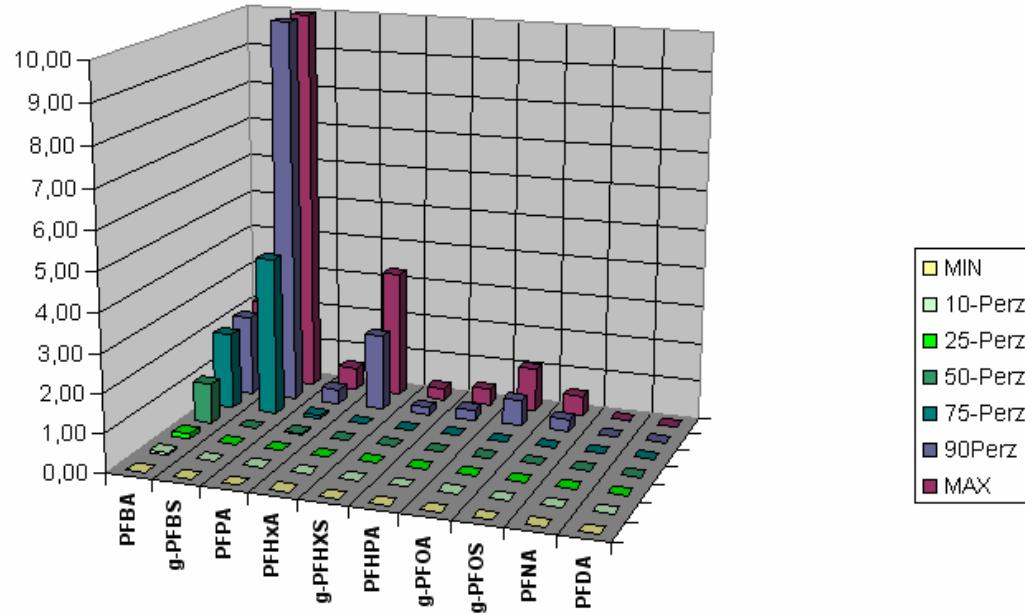
Mittlerweile hat die Firma reagiert und die Emissionen sind deutlich zurückgegangen

PFNA und PFDA stammen von einem Gewerbepark (Großwäscherei, Textilindustrie)



Mittlere PFC-Konzentrationen [$\mu\text{g/l}$] im Abwasser von 5 Deponien (Direkteinleitungen) in NRW

(Untersuchungen des LANUV im Zeitraum 10/2007 bis 04/2009)



	PFBA	g-PFBS	PFPA	PFHxA	g-PFHXS	PFHPA	g-PFOA	g-PFOS	PFNA	PFDA
MIN	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10-Perz	0,05	0,00	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25-Perz	0,14	0,01	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
50-Perz	1,05	0,01	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
75-Perz	1,99	4,11	0,075	0,004	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000
90Perz	2,09	11,50	0,384	1,982	0,185	0,262	0,669	0,314	0,008	0,003
MAX	2,16	16,43	0,590	3,300	0,309	0,427	1,114	0,524	0,014	0,005

*Werte <BG sind mit Wert "0" angegeben; BG = 0,010 $\mu\text{g/l}$

B.2.1 Vorkommen und Verteilung in Bodenproben (Tiefenprofil, Freisetzungsverhalten)

B.2.2 Vorkommen und Verteilung in Fließgewässerproben NRW

B.2.3 Vorkommen und Verteilung in Grund- und Rohwasserproben

B.2.4 Vorkommen und Verteilung in Trinkwasserproben

B.2.5 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Abwasserproben

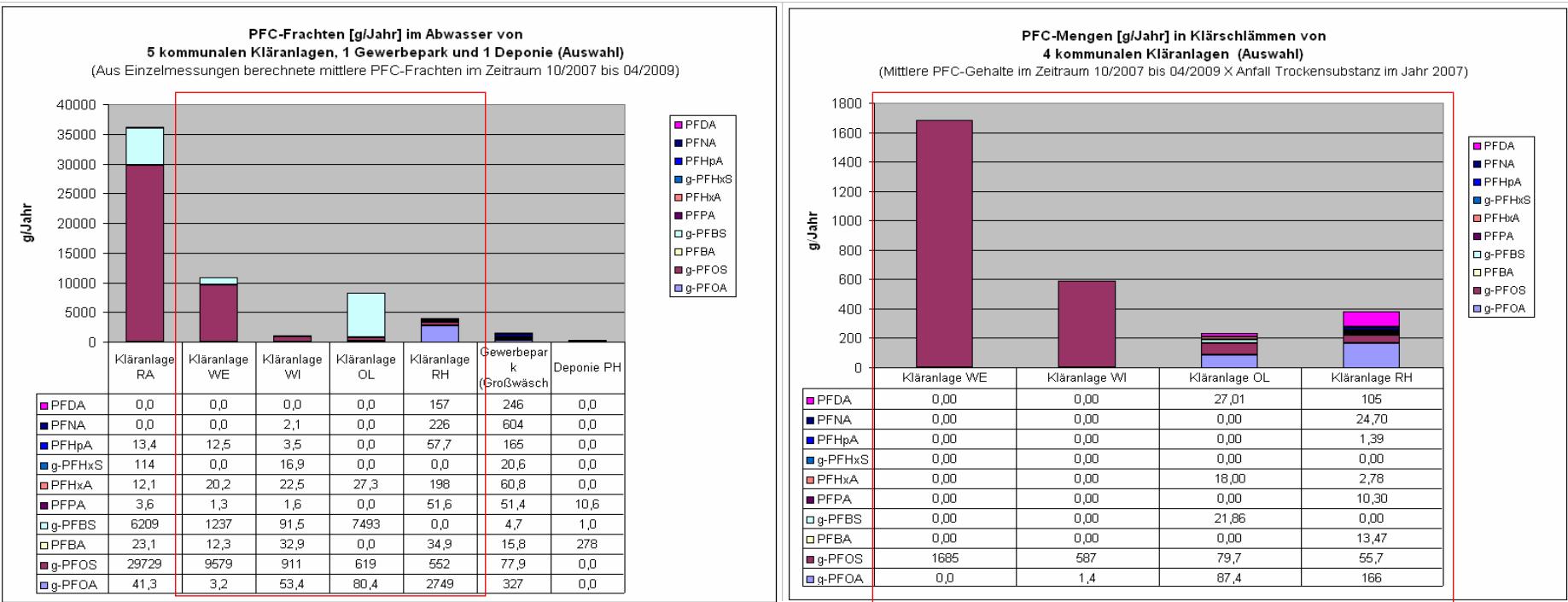
4.1 kommunales Abwasser, 4.2 industr. Direkteinleitungen, 4.3 industr. Indirekteinleiter

B.2.6 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Klärschlammproben

B.2.7 Vorkommen und Verteilung in Fischproben; Zusammenhang zwischen PFOS-Gewässerbelastung und PFOS-Belastung der Fische



Gegenüberstellung der jährlichen PFC-Mengen im Abwasser (links) und im Klärschlamm (rechts)*



Kläranlage RA, WE und WI: Kommunale Kläranlagen mit industr. Indirekteinleitern (Galvanik, ANH ABWV 40)

Kläranlage OL: Kommunale Kläranlage mit industr. Indirekteinleitern (u.a. CPB-Anlage, ANH ABWV 27)

Kläranlage RH: Kommunale Kläranlage mit industr. Indirekteinleitern (Textilausrüster; Altfilmaufbereitung)

Gewerbepark mit industr. Indirekteinleitern (Großwäscherei, Textilindustrie)

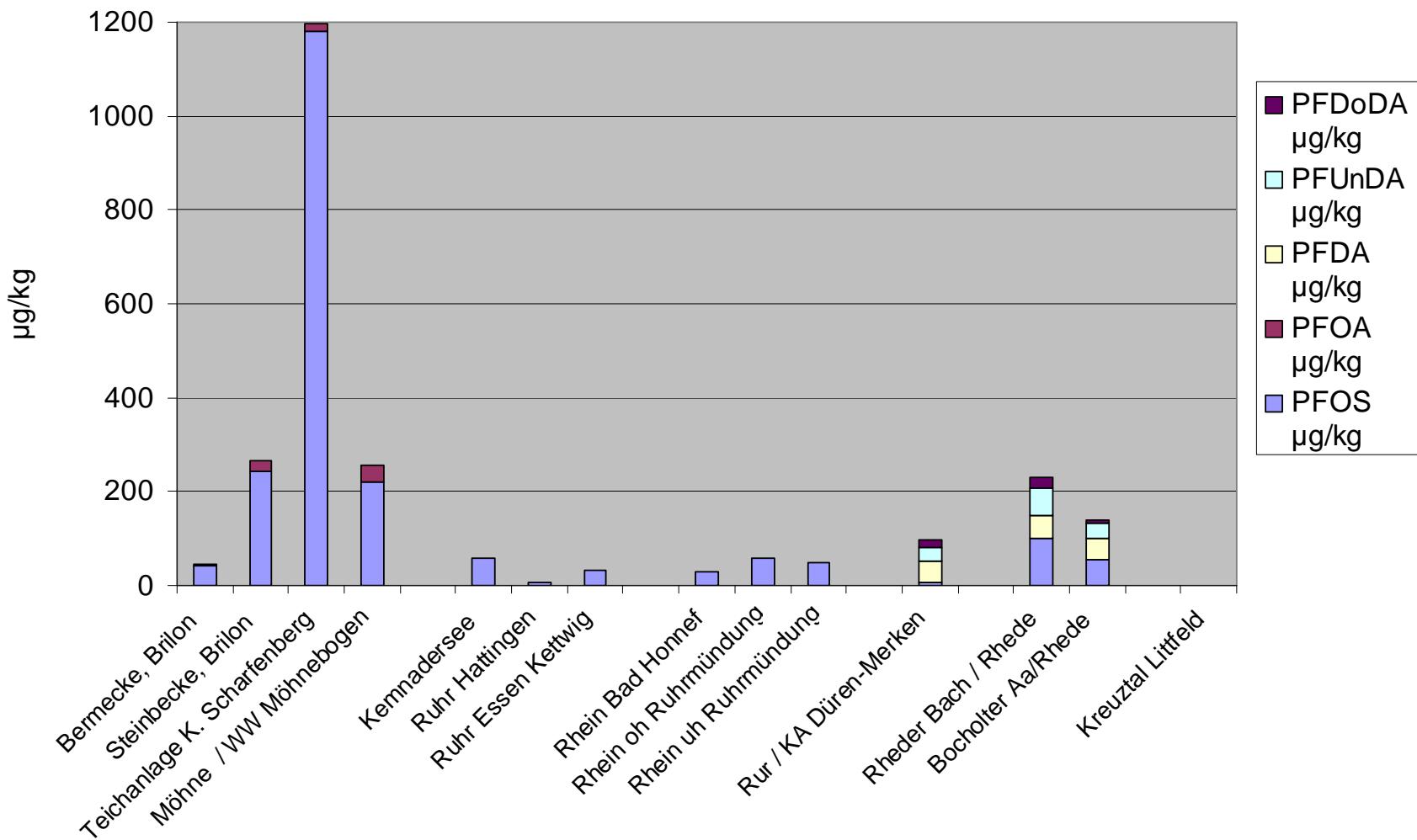


- B.2.1 Vorkommen und Verteilung in Bodenproben (Tiefenprofil, Freisetzungsverhalten)
- B.2.2 Vorkommen und Verteilung in Fließgewässerproben NRW
- B.2.3 Vorkommen und Verteilung in Grund- und Rohwasserproben
- B.2.4 Vorkommen und Verteilung in Trinkwasserproben
- B.2.5 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Abwasserproben
 - 4.1 kommunales Abwasser, 4.2 industr. Direkteinleitungen, 4.3 industr. Indirekteinleiter
- B.2.6 Vorkommen, Verteilung und Mengen in Klärschlammproben
- B.2.7 **Vorkommen und Verteilung in Fischproben;** Zusammenhang zwischen PFOS-Gewässerbelastung und PFOS-Belastung der Fische



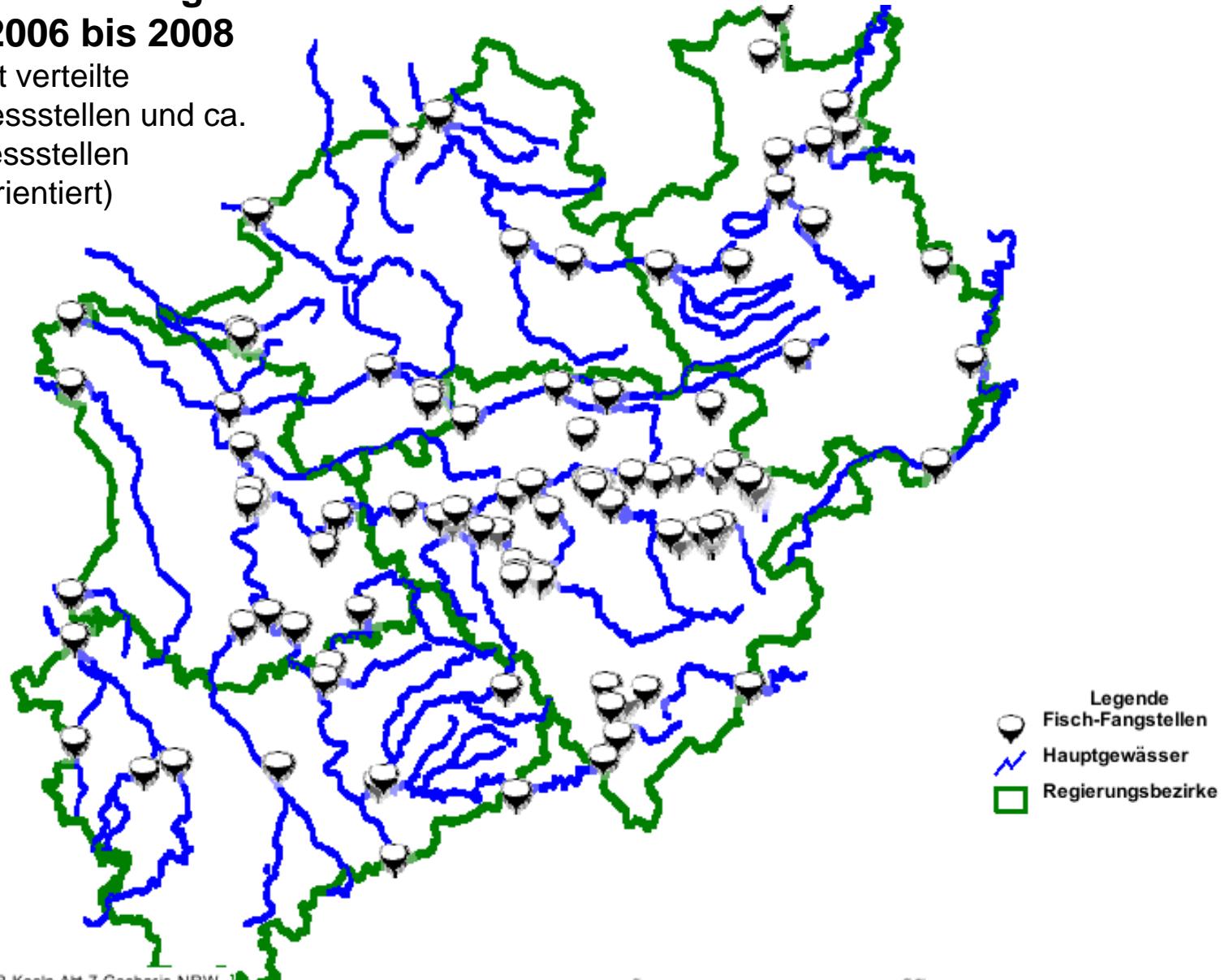
Vorkommen der verschiedenen PFC in Fischproben (Untersuchungen im Jahr 2006)

PFT in Fischen, Maximalwerte pro Gewässer(-abschnitt)
(Probenahmezeitraum 26.06.-06.12.06)



PFC-Fischmonitoring im Zeitraum 2006 bis 2008

40 landesweit verteilte
Überblicksmessstellen und ca.
70 Sondermessstellen
(belastungsorientiert)

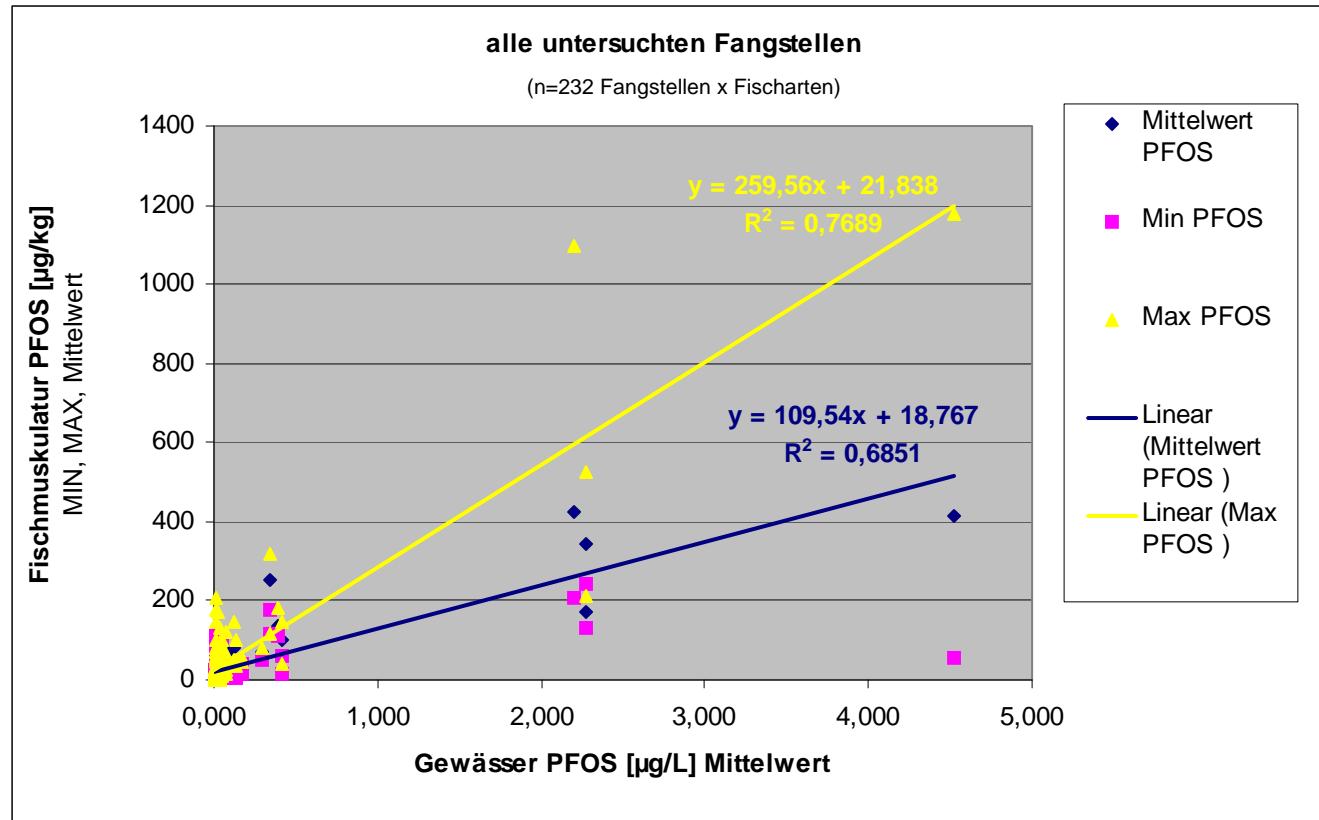


LANUV NRW/BR Koeln-Alt.7-Geobasis NRW



PFC-Gehalte bei Fischen

Zusammenhang zwischen PFOS-Gewässerbelastung und PFOS-Gehalt in der Fischmuskulatur
bepröbt wurden ausschließlich Fischarten, die für den Verzehr verwendet werden



(vorläufig ermittelter mittlerer BCF-Wert ~932; n=232 Fangstellen x Fischarten)



C

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus den vorliegenden Ergebnissen

- C.1 "Typische" Herkünfte der verschiedenen PFC
- C.2 Schlussfolgerungen für das Monitoring
- C.3 Schlussfolgerungen für die Bewertung



- **Perfluorooctansulfonsäure (PFOS):** Besonders große Mengen bzw. hohe Konzentrationen finden sich bei Einträgen von **Löschschaummitteln** (bestimmte PFC-haltige AFFF-Löschschaummittel) und von **Abwässern oder Schlämmen aus der Galvanik**. Bei direkten oder indirekten Kontaminationen aus den genannten Anwendungen (Löschschaummittel, Galvanik) werden in unterschiedlicher Häufigkeit und Zusammensetzung auch kürzerkettige PFC und PFOA gefunden. In den **Bodenkontaminationen durch "Terrafarm"** wurde als Hauptkomponente PFOS gefunden, daneben v.a. PFOA und kürzerkettige PFC. In den "Bioabfallprodukten" namens „Terrafarm“ bzw. in den betroffenen Böden ist PFOS die Hauptkomponente.
- **Perfluorooctancarbonsäure (PFOA):** Gewässerverunreinigungen mit besonders großen Mengen bzw. hohen Konzentrationen von PFOA wurden in NRW vor allem im Zusammenhang mit **Einträgen aus verunreinigten Böden durch "Bioabfallprodukte" namens Terrafarm** gefunden, sowie in Kontaminationen durch **Abwässer aus der Textilbranche (Textilausrüster, Wäschereien)** und Papierindustrie. In den Gewässerkontaminationen durch "Terrafarm" und auch aus der Textilbranche wurden außerdem kürzerkettige PFC-Verbindungen gefunden, in den Gewässerkontaminationen durch "Terrafarm"-Gemische auch PFOS.
- **Kürzerkettige PFC** wurden im Jahr 2008 in größeren Mengen außerdem im Rhein unterhalb Leverkusen (hier: PFBA, PFBS) und im Abwasser der einleitenden Firma (Chemische Industrie) festgestellt. Relevante Mengen **PFBS werden in NRW auch aus der Galvanik bzw. aus CPB-Anlagen** und Deponien emittiert. **PFBA und PFBS lassen sich mittels A-Kohle nicht zufriedenstellend entfernen**, vgl. Emissionen aus Einleitungen von Deponien, bei denen das Abwassers mittels A-Kohle behandelt wird. Andere kurzkettige PFC sind mengenmäßig bislang kaum von Bedeutung.
- **Längerkettige PFC** mit mehr als 8 C-Atomen (hier: C9- bis C12-Säuren) wurden bislang vereinzelt in Kontaminationen von Umweltproben (v.a. Feststoffe, auch Biota) gefunden, die vermutlich im Zusammenhang mit (früheren) Einträgen aus der Textilbranche stehen. Obwohl sie weniger wasserlöslich sind, lassen sich zumindest die **C9- und C10-Säuren auch in Rohwasser-, Gewässer- und Abwasserproben feststellen, in Fischproben betroffener Gewässer auch PFUA und PFDoA. Bewertungskriterien fehlen.**



C.1 "Typische" Herkünfte der verschiedenen PFC - Branchen

Branchen PFC-einleitender Betriebe (Indirekteinleiter) in NRW, bei denen eine Überschreitung des Orientierungswertes von 0,3 µg/l [Summe PFOA+PFOS] im Abwasser festgestellt worden ist*

keine Angabe (24);

Entsorgung (Abfall, Abwasser) (3), Chemikalienhandel, Abfallentsorgung (1), Großlager / Waschplatz (1); CP-Anlage (1), CPB-Anlage (2);

Flughafen (1)

Altfilmaufbereitung (1), Werkstoffprüflabor (Röntgen) (1), Krankenhaus (PFT verm. aus Radiologie) (1), Papierindustrie (2), Druckerei (1),

Großwäscherei (2), Textilausrüster (1), Textilindustrie i.w.S. (Nadelfilzherstellung) (1), Galvanik (17), Galvanik (Ku-Ni-Chrom) (2), Galvanik (Kunststoff-Metall) (1), Galvanotechnik (8), Hartverchromung (1), Kabelummantelung (1), Kunststoffgalvanik (5), Metall (4), Metallbearbeitung (3), Metallbehandlung (3), Metalloberflächenbearbeitung (1), Metallumformung (1), Metallverarbeitung (9), Metallveredelung (1), Metallwarenfabrik (1), Nadelherstellung (1), Oberflächenbehandlung (1), Oberflächenveredelung (4), Prozessentwicklung, Versuchsgalvanik (1), Armaturenhersteller / Galvanik (7), Leuchtenhersteller / Oberflächenbehandlung (1), Ladenbau, Metallverarbeitung (1), Leiterplattenfertigung (1), Möbelherstellung (Metall) Galvanik (2), Herstellung von Spannrahmen (1), Galvano-Chemikalienhandel/Versuchsgalvanik (1), Herstellung und Abfüllung von Galvanik-Chemikalien (1), Herstellung Isoliermaterial / Waschplatz (1),

Montanhydraulik (1), Betonchemie (1), Bodenmischwerk (1)

(*Anzahl der einleitenden Betriebe in Klammern);

Gesamtzahl: 127; davon 92 Betriebe nach Anh. AbwV 40; Sonstige: Anh. Abw. 27, 51, 53, 55



C.2 Schlussfolgerungen für das Monitoring und Relevanz

- Die in NRW im Rahmen der Umweltüberwachung seit 10/2007 in das Routineprogramm aufgenommenen 10 PFC erweisen sich in Wasser- (Fließgewässer, Grund- und Rohwasser, Trinkwasser und Abwasser) und Feststoffproben (Boden und Klärschlamm) alle als relevant, d.h. zu allen 10 PFC konnten Nachweise in Umweltproben bestätigt werden.
- Bestätigt werden konnte auch die dabei **herausragende Bedeutung der beiden Verbindungen PFOS und PFOA**, die in verschiedenen Matrices in besonders hohen Konzentrationen bzw. in besonderer Häufigkeit festzustellen sind. Bislang sind Funde anderer PFC ohne gleichzeitige Anwesenheit von mindestens einer der beiden Komponenten (PFOS und/oder PFOA) in den in NRW untersuchten Umweltproben relativ selten, weshalb es vorläufig gerechtfertigt scheint, diese nach wie vor noch als "Leitsubstanzen" einzustufen.
- Aus pragmatischen Gründen kann es für ein erstes "Screening" vorläufig hilfreich sein, zunächst diese Substanzen als "Suchparameter" zu verwenden und bei Positivbefunden bzw. bei konkretem Verdacht (ggf. unter Berücksichtigung der spezifischen Eintragsquelle) das Untersuchungsspektrum entsprechend zu erweitern. Eine mögliche Trendänderung ist zu berücksichtigen
- Neben PFOA und PFOS erweisen sich (evtl. zunehmend) auch weitere PFC als **trinkwasserrelevant**, (vgl. Trinkwasserkommission des Bundes, 2. Sitzung im Jahr 2008) zu PFBA. PFBA, ebenso wie PFBS ist aus dem Trinkwasser mit gängigen Verfahren (z.B. Mehrschichtfiltration, Ufer- oder Bodenpassage, Aktivkohlefiltration) derzeit nicht bzw. nur mit besonderem Aufwand zu entfernen. In NRW lassen sich neben PFBA mit vergleichbarer Häufigkeit derzeit auch andere kurzkettige PFT mit weniger als 8 C-Atomen, namentlich **PFBS, PFPA, PFHxA und PFHpA** in den bisher untersuchten (Trink-)Wasserproben finden.



C.3 Schlussfolgerungen für das Monitoring und Bewertung

Aufgrund der besonderen Trinkwassergängigkeit der verschiedenen PFC sowie aufgrund der Anreicherung in der Nahrungskette und in Lebewesen (einschließlich des Menschen) und ihrer Persistenz sind alle hier untersuchten PFC sowohl für das weitere Monitoring, als auch mit Blick auf Minderungsmaßnahmen und Bewertungsfragen, als relevant einzustufen. Für den generationsübergreifenden Schutz ist es erforderlich, die Freisetzung in die Umwelt weiter zu senken und das Vorkommen soweit möglich zu minimieren (vgl. UBA, 2007).

- Insbesondere zeigt sich eine besonders hohe Bioakkumulation bei PFOS (z.B. Fische). In Gewässern, bei denen der GOW, von $\leq 0,1 \mu\text{g/l}$ durch die Einzelkomponente PFOS ausgeschöpft wird, sind die PFOS-Gehalte in der Fischmuskulatur deutlich erhöht (Häufung verzehrrelevanter Befunde).
- Bei längerkettigen PFC, die ggf. noch höhere Akkumulationstendenzen zeigen, liegen bislang keine Bewertungskriterien vor. Über Herkunft und Verwendung ist ebenfalls wenig bekannt.
- Durch den Ersatz von PFOS-haltigen Einsatzstoffen ist damit zu rechnen, dass das Vorkommen kürzerkettiger perfluorierter Verbindungen (als Endprodukte) zunimmt, bzw. die Vielfalt neuer PFC-Verbindungen.
- Aus Vorsorgegründen scheint die Summenbetrachtung („Summe aller gemessenen PFC) deshalb sinnvoll und sollte nicht nur in Rohwasserressourcen und beim Trinkwasser angewendet, sondern auch auf die emissionsseitige Bewertung (Abwasser, Klärschlamm) und Gewässer übertragen werden.





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Dank insbesondere auch an die Verbände, Unternehmen und Institutionen, die ihre Daten zur Verfügung gestellt haben.

- Zahlreiche Daten aus dem Ruhreinzugsgebiet wurden vom Ruhrverband zur Verfügung gestellt.

Referentin:

Dr. Sabine Bergmann, LANUV NRW



Literaturhinweise

- [1] Lange F. T. et al (2004): Determination of perfluorinated carboxylates and sulfonates from aqueous samples by HPLC-ESI-MS-MS and their occurrence in surface waters in Germany, SETAC Europe, 14th Annual Meeting, Abstract Book, Prague, Czech Republic
- [2] Skutlarek D. et al. (2006): Perfluorinated surfactants in surface and drinking waters, Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 13, 299-307
- [3] Umweltbundesamt (2006): Vorläufige Bewertung von Perfluorierten Tensiden (PFC) im Trinkwasser am Beispiel ihrer Leitsubstanzen Perfluoroctansäure (PFOA) und Perfluoroctansulfonsäure (PFOS), Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt vom 21.06.2006, überarbeitet am 13.07.06,
<http://umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/PFC-im-trinkwasser.pdf>
- [4] Umweltbundesamt (2007): Aktuelle gesundheitliche und gewässerhygienische Bewertung perfluorierter Verbindungen (PFC), Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt vom 07.08.07,
<http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/fazit-hbm-studie-PFC.pdf>
- [5] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) 2006: Hohe Gehalte an Perfluorierten Tensiden (PFC) in Fischen sind gesundheitlich nicht unbedenklich, Stellungnahme 035/2006 des BfR vom 27.Juli 2006,
http://www.bfr.bund.de/cm/208/hohe_gehalte_an_perfluorierten_organischen_tensiden_in_fischen_sind_gesundheitlich_nicht_unbedenklich.pdf
- [6] Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) (2008): EFSA-Gutachten zu zwei Umweltschadstoffen (PFOS und PFOA) in Lebensmitteln (Pressemitteilung der EFSA v. 21.07.2008, http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753824_1211902012171.htm)
- [7] Umweltbundesamt Dessau-Roßlau (2007): PFC im Trinkwasser: Kein unmittelbares Gesundheitsrisiko, Presse-Information 053/2007 des Umweltbundesamtes; im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/2007/pd07-053.htm>
- [8] Umweltbundesamt (2008): Ergebnisprotokoll der 2. Sitzung der Trinkwasserkommission (TWK) des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt UBA am 17.06.2008, darin TOP 8 „Neue Ergebnisse aus der HBM-Studie zu perfluorierten Verbindungen (PFC) – toxikologische Bewertung von Perfluorbutansäure (PFBA)
(http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/twk_ergebnisprotokoll_2_sitzung_08.pdf)
- [9] Kraft M. et al. (2007): Der PFC-Fall im Sauerland aus umweltmedizinischer Sicht – Bewertung und Maßnahmen. Umweltmed Forsch Prax Jg. 12, H. 2 , S. 79-86

