

PFC – Per- und polyfluorierte Chemikalien

Verwendung, Stoffeigenschaften, Toxikologie



Anwendungsgebiete für PFC

- **Feuerlösch-Schäume**
AFFF-Schäume

- **Galvaniken**
Verchromung



- **Papier-Veredelung**
Kaffeebecher, Backpapier, Popcornbecher, Fotopapier...
- **Textil-Imprägnierung**
Sofabezüge, Teppiche, Outdoor-, Schutzkleidung, ...
- **Latexfarben, Steinbodenpflege, ...**

PFC in Löschschäumen

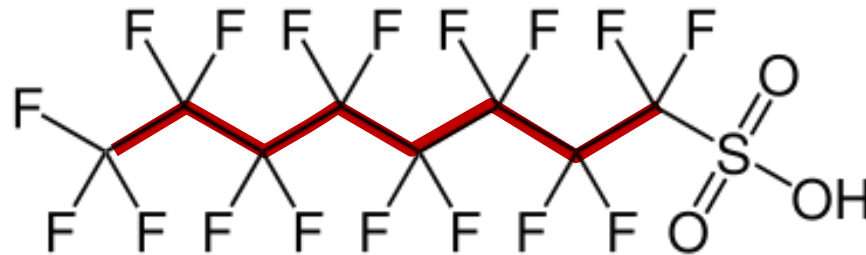
- **PFC sind nur in AFFF-Schäumen enthalten**
- **AFFF-Schäume werden nur noch von Werksfeuerwehren eingesetzt, insbesondere bei Tanklagern und auf Flugplätzen**
- **Übliche Mehrbereichsschäume enthalten keine PFC**
- **In Hessen sind die Feuerwehren informiert (Leitfaden)**



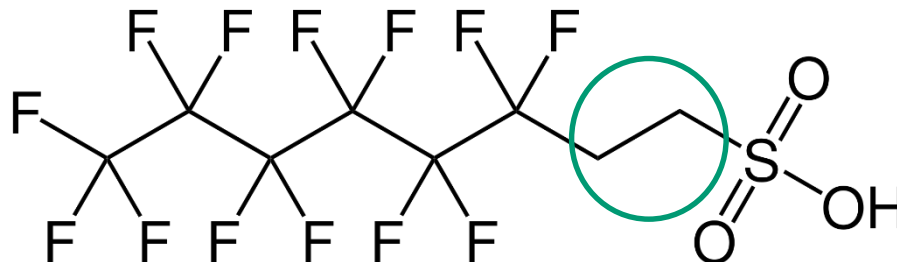
Definitionen

PFC Per- und polyfluorierte Chemikalien

PFAS Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen



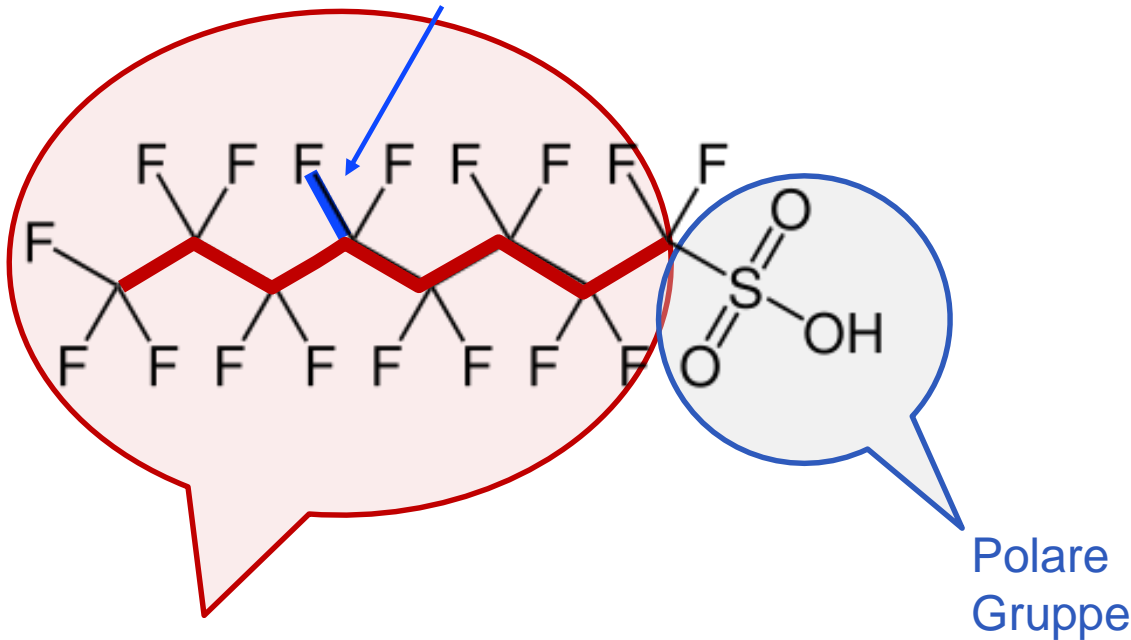
PFOS
perfluoriert



H4PFOS = 6:2 FTS
polyfluoriert

PFC sind Tenside

Kohlenstoff-Fluor-Verbindung
(sehr stabil)



PFOS

Mobilität



PFC sind – so wie alle Tenside – in der Umwelt sehr mobil.

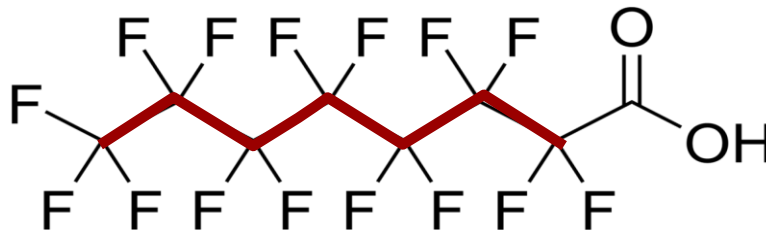
Im Vergleich zu „altlastentypischen“ Schadstoffen wie Mineralölen und Chlorierten Lösungsmitteln sind sie

- recht **gut wasserlöslich** und sie
- **sorbieren kaum an Böden**
(langkettige PFC sorbieren besser als kurzkettige PFC)

PFC sind daher ubiquitär (überall) verbreitet (Blut, Muttermilch, Gewässer, Wildtiere auch in entlegenen Gebieten)

Perfluorierte PFC

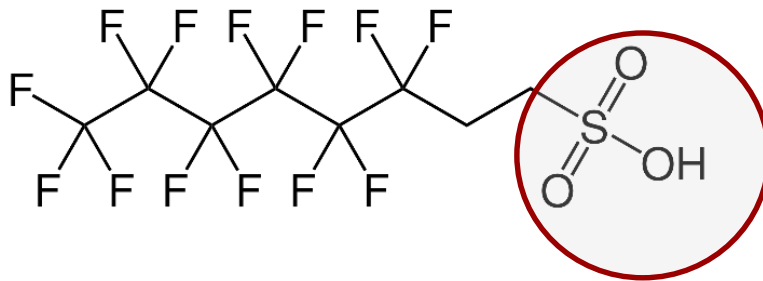
- einige Stoffe wie **PFOS** und **PFOA** sind verboten oder die Anwendung ist eingeschränkt
- die einzelnen **perfluorierten** PFC sind untereinander ähnlich und unterscheiden vor allem sich in der **Kettenlänge**
- **Analytik** „etabliert“, es gibt **Bewertungsmaßstäbe**



PFOA
 (perfluoriert)

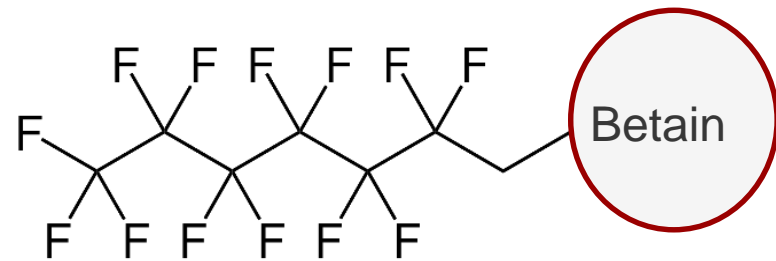
Polyfluorierte PFC

- große **Stoffvielfalt** (ca. 1000 industriell hergestellte Stoffe)
- viele Stoffe unterliegen dem **Betriebsgeheimnis** und müssen nicht im Sicherheitsdatenblatt beschrieben werden
- **Analytik** oftmals NICHT möglich



H4PFOS

Derzeit verwendete
 Feuerlöschschäume

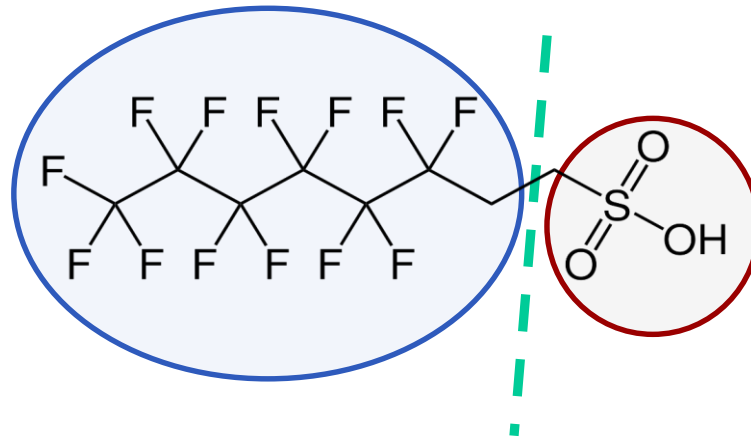


Betain

Abbaubarkeit

- **Perfluorierte PFC** wie z.B. **PFOS** nicht biologisch abbaubar, thermisch stabil,
- **Polyfluorierte PFC** Teilabbau zu **perfluorierten PFC**

H4PFOS



Hier kann das Molekül „gespalten“ werden

Analytik



Mit Standard-Analytik (ca. 20 PFC) können i.d.R. bestimmt werden

- ✓ **Per**fluorierte PFC
- ✓ Einige **Poly**fluorierte PFC wie **H4PFOS**

Bestimmungsgrenzen:

- Wasser ca. $0,001 \mu\text{g/l} = 1 \text{ ng/l}$
- Boden ca. $1 \mu\text{g/kg}$

Bewertung

Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und das Umweltbundesamt veröffentlichten

- Geringfügigkeitsschwellen (GFS) und
- Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW):

| | GFS [µg/l] | GOW [µg/l] |
|--------|---------------|------------|
| PFBA | 10 | |
| PFPeA | | 3 |
| PFHxA | 6 | |
| PFHpA | | 0,3 |
| PFOA | 0,1 | |
| PFNA | 0,06 | |
| PFDA | | 0,1 |
| PFBS | 6 | |
| PFHxS | 0,1 | |
| PFHpS | | 0,3 |
| PFOS | 0,1 | |
| H4PFOS | | 0,1 |
| FOSA | | 0,1 |

Eher
humantoxisch

als
ökotoxisch

je
langkettiger,

desto
toxischer,

da sie sich
stärker
anreichern

Bewertung

Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und das Umweltbundesamt veröffentlichten

- Geringfügigkeitsschwellen (GFS) und
- Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW):

| | GFS [µg/l] | GOW [µg/l] |
|---------------|---------------|------------|
| PFBA | 10 | |
| PFPeA | | 3 |
| PFHxA | 6 | |
| PFHpA | | 0,3 |
| PFOA | 0,1 | |
| PFNA | 0,06 | |
| PFDA | | 0,1 |
| PFBS | 6 | |
| PFHxS | 0,1 | |
| PFHpS | | 0,3 |
| PFOS | 0,1 | |
| H4PFOS | | 0,1 |
| FOSA | | 0,1 |

Am Flughafen treten insbesondere **PFOS, PFHxS** und **H4PFOS** auf.

Für diese Stoffe liegen toxikologisch begründete Werte vor !

PFC - Arbeitshilfe der LABO

- „Boden- und Grundwasserkontaminationen mit PFC bei altlastverdächtigen Flächen und nach Löschmitteleinsätzen“
- 2016 erschienen
- umfassende Infos über Herkunft/Einsatz von PFC und die betroffenen Branchen
- Keine leichte Kost, aber lohnend !



Weitere Arbeitshilfen

- **Bayern**
Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden (2017)
- **Rheinland-Pfalz**
ALEX-Informationsblatt 29, Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) in der Umwelt (2017)
- **Nordrhein-Westfalen**
PFC in Boden und Grundwasser, Ergebnisbericht des Workshops am 25.09.2017
- **2 bundesweite Arbeitshilfen** sollen 2020 veröffentlicht werden

Sanierungsverfahren



Boden

- **Bodenwäsche**
nur bei kiesigen Böden möglich
- **Entsorgung auf Deponien**
es gibt KEINE Deponien im Umkreis von 300 km,
die PFC-belastete Böden annehmen

Wasser

- **Wasserreinigung mittels Aktivkohle**
Stand der Technik

PFC als langfristiges Problem



Generell gilt: PFC sind voraussichtlich ein ebenso großes Umweltproblem wie Asbest und chlorierte Lösungsmittel:

Nahezu 100 % aller jemals produzierten PFC (egal ob per- oder polyfluoriert) bleiben für immer in der Umwelt, denn ...

... weder in Hausmüllverbrennungsanlagen noch durch biologische Abbauprozesse können PFC vollständig abgebaut werden. Letztlich bleiben perfluorierte PFC zurück und ...

... aufgrund der Mobilität der PFC verbreiten sich diese in allen Ökosystemen.

Menschen werden durch Verwendung von PFC in „Alltagsprodukten“ steigenden PFC-Belastungen ausgesetzt sein.



Fazit

Menschen werden durch Verwendung von PFC in „Alltagsprodukten“ steigenden PFC-Belastungen ausgesetzt sein.

Im Falle des **Boden-Zwischenlagern** gilt jedoch:

Die im Boden vorliegenden PFC sind „gesichert“, ein Kontakt zu Menschen ist quasi ausgeschlossen, auch für das Grundwasser besteht bei sachgemäßer Ausführung keine Gefahr.

PFC – Alles im Blick ?



PFC – Alles im Blick ?

PAP

PFHxS

PFNA

PFOS

PFOA

PFBS

PFBS

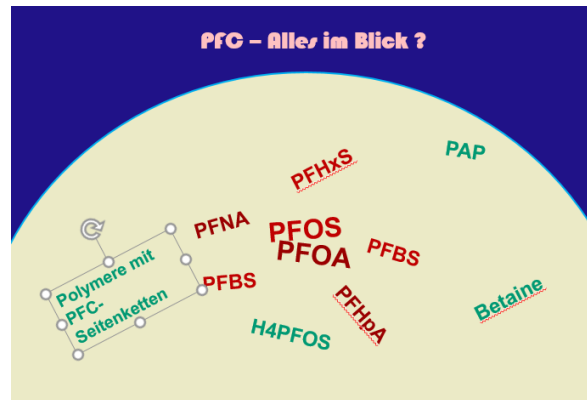
PFHpA

Betaine

Polymere mit
PFC-
Seitenketten

H4PFOS

Ich danke für die Aufmerksamkeit



und stehe für Fragen gerne zur Verfügung