

## Oplossingen voor Bodem

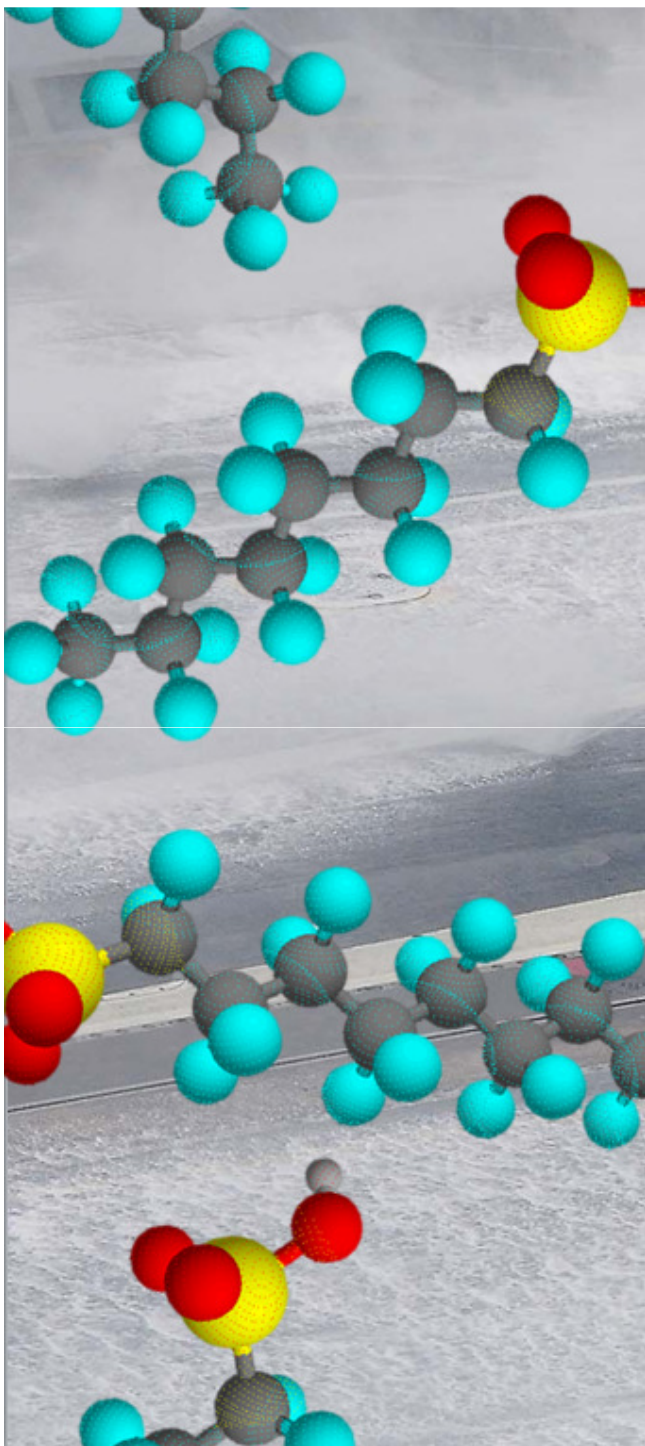
**PFOS lijkt een spagaat tussen  
willen, moeten en mogen**

*Tessa Pancras (ARCADIS)*

*Harald Opdam (Heijmans)*

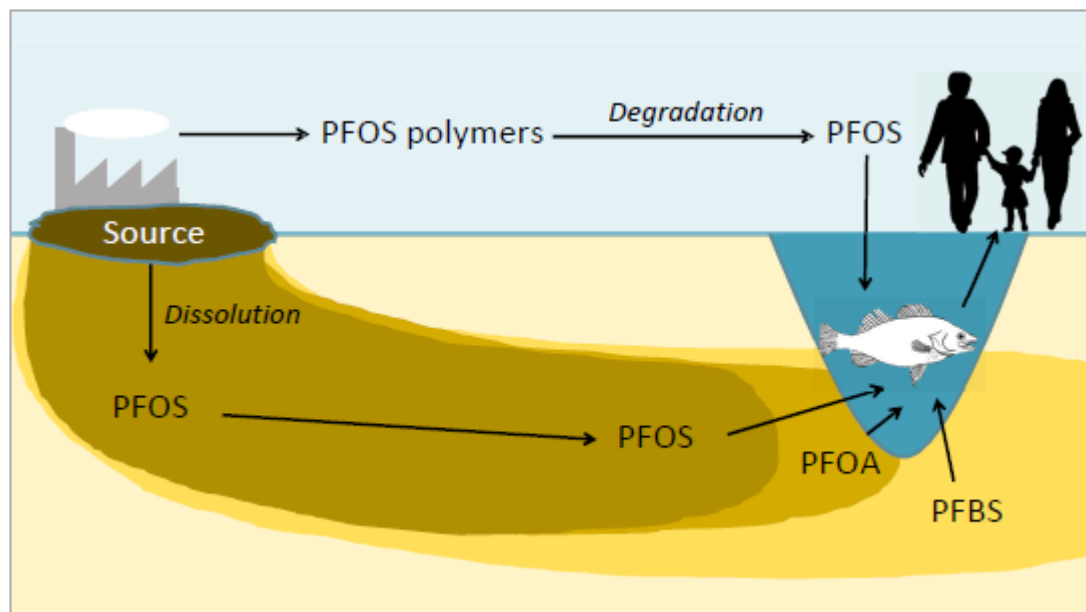
*Roel de Lepper (ISCO3)*





# Saneren van PFOS

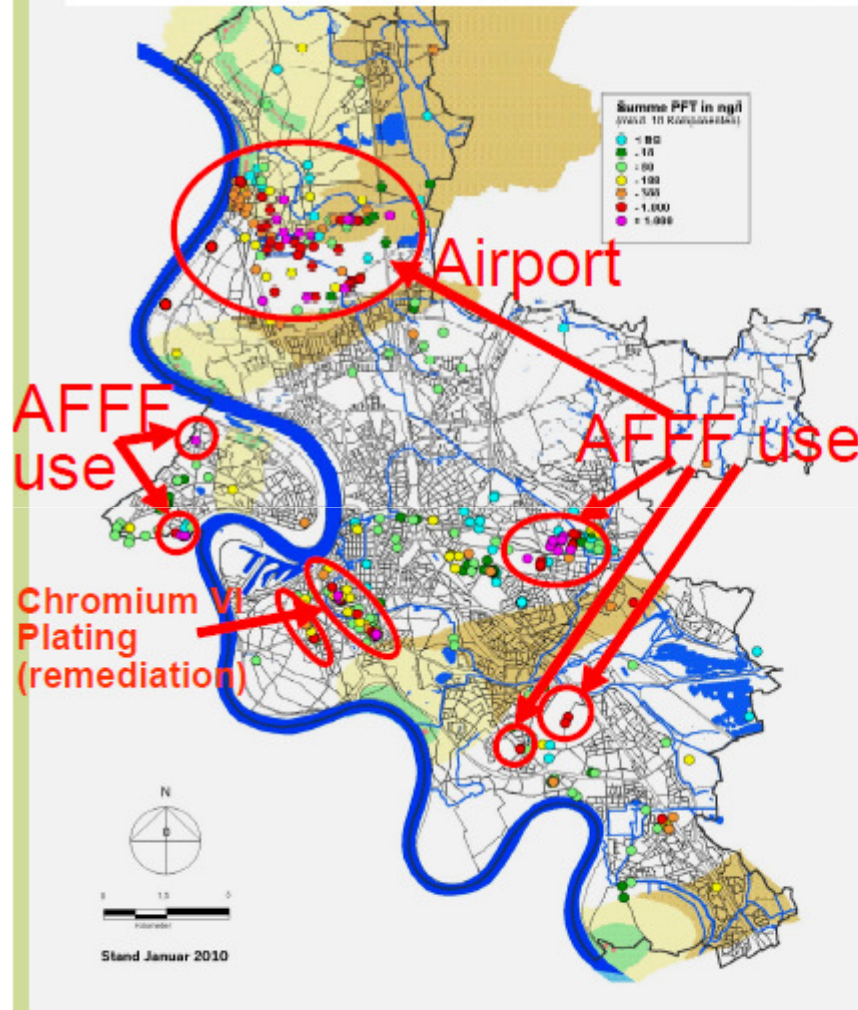
- PFOS verontreinigingen
- Bronzones
- Enorm grote pluimen
- Lage concentraties
- Bedreigde objecten



## 2. Environmental monitoring program Düsseldorf



Umweltamt  
Landeshauptstadt Düsseldorf



Düsseldorf / Germany has an ongoing program and develop methodology to assess PFOS/PFC contaminated sites:

- Sites of major fires
- Fire fighting practice areas
- Chromium plating factories

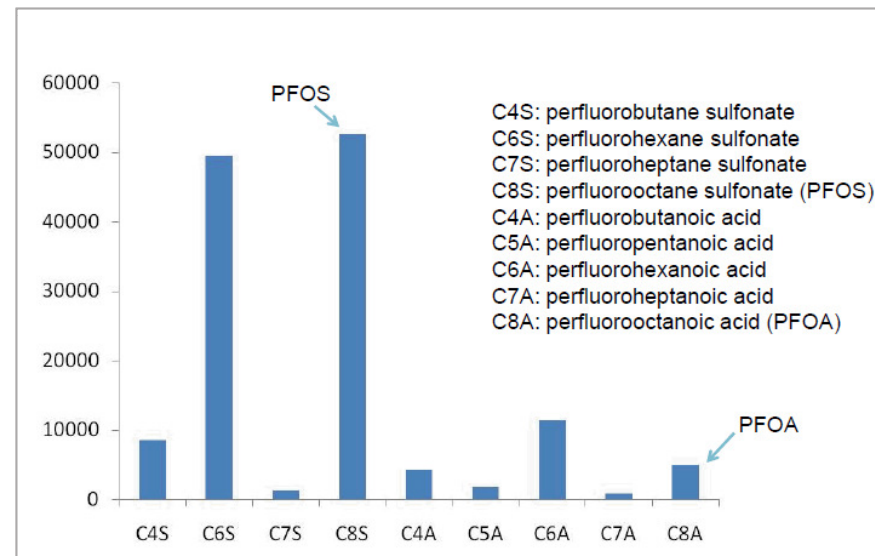
From Weber R, Bantz I, Klumbies M,  
Valentin I, Fantke P (2010)





# PFOS-verontreiniging

- Brandblusschuim vs andere toepassingen
- Meerdere componenten
- Niet alleen PFC's



Parameter	Chemische eigenschappen PFOA	
CAS number	1763-23-1	
Chemical formula	$\text{C}_8\text{F}_{17}\text{O}_2$	
Molar weight	338 g/mol	
Boiling point	189 - 220 °C	
Solubility	680 mg/l (fresh water) 370 mg/l (fresh water) 12.4 mg/l (sea water)	3400 - 9500 mg/l
Log Kow (octanol/water partitioning coefficient)	-1.02	Not determined
Henry's law constant	$3.05 \times 10^{-9}$ atm. m <sup>3</sup> /mol (pure water) $4.7 \times 10^{-9}$ atm. m <sup>3</sup> /mol (fresh water) $1.4 \times 10^{-9}$ atm. m <sup>3</sup> /mol (sea water)	Not determined
Vapor pressure	$3.31 \times 10^{-4}$ Pa	4,2 – 1300 Pa
Density	0.6 kg/l (potassium salt) 1.1 kg/l (ammonium salt)	1.8 kg/l
pKa	-2.6	2-3

Hoge oplosbaarheid

Oplosbaarheid wordt beïnvloed door hoeveelheid zouten in water

Constante van Henry erg laag

Dampdruk is laag

Hoog kookpunt

PFOA is beter oplosbaar dan PFOS

pKa erg laag, in grondwater PFOS en PFOA aanwezig als ion



- 



# Huidige toegepaste technieken:

- Ontgraven
  - Niet duurzaam
  - Behandeling stortplaats percolaat
- Verbranding
  - Hoge temperatuur (1100 °C)
- Pump and treat
  - Actief kool
  - Minder effectief voor PFOA en kleine PFCs
  - Belading vanaf 0,0012%
  - Regeneratie bij 800 °C → 1100 °C?





# Niet effectieve in-situ methoden

- Bodemluchtextractie
- Persluchtinjectie
- Biologische afbraak
- Oxidatie d.m.v. hydroxylradicalen
- In-Situ Reductie
- Hydrolyse





# Mogelijk effectief

- In-Situ and Ex-Situ Immobilisatie
- Six Phase Heating?
- Spoelen?
- Schimmels?



# Ontwikkelingen – chemische afbraak

- Zeer moeilijke component
- Standaard hydroxyl radicaal oxidatie systemen (Fenton, Ozon, Perozone) geven onvoldoende resultaat
- Andere reactiemechanismen nodig
- Ontwikkeling Perozone 3.0, ScisoR®



# Bronbehandeling

- Beide technieken gericht op bronbehandeling / schermbehandeling, “hoge” concentraties
- Onverzadigde zone





# Pump & Treat

- PFOS-verontreinigde locatie in westland combinatie aanpak:
  - Beheersing
  - Sanering



# Pump & Treat

- Beheersing middels CB-wand + drainage







# Pump & Treat

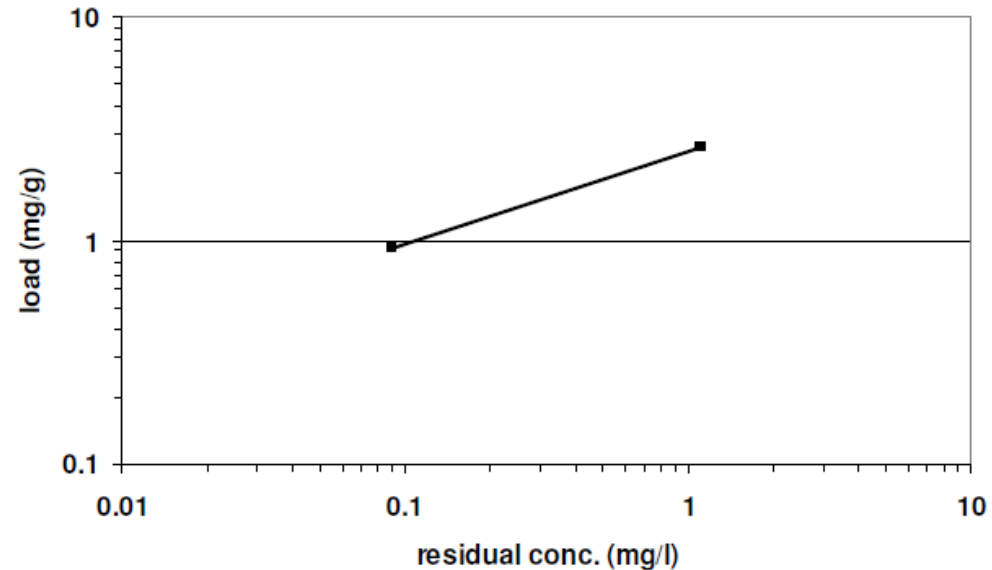
- Sanering : vastleggen in water actief kool
  - Concentratie PFOS  $\mu\text{g/l}$
  - Complexiteit 'grondwater'
  - Complexiteit verblijftijd, rendement, belading
  - Variaties in tijd





# Pump & Treat

- Sanering : vastleggen in water actief kool
  - Concentratie PFOS  $\mu\text{g/l}$



PFOS isotherm Norit waterkool NRS 0,5-1,5 (Bron: Norit)



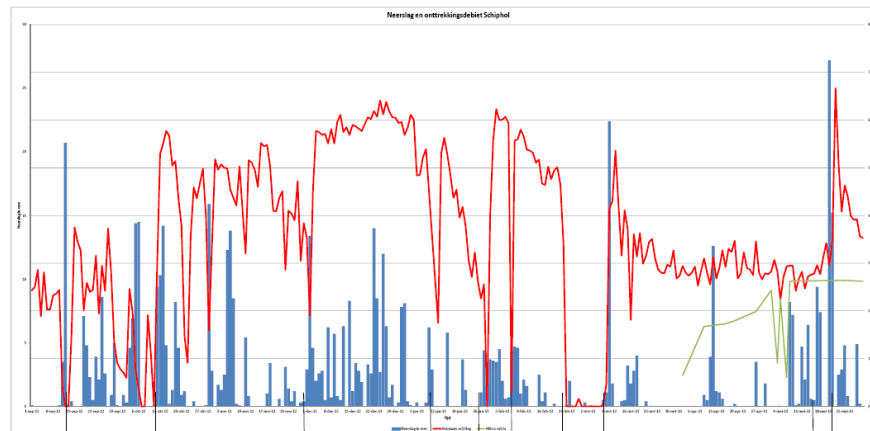
# Pump & Treat

- Sanering : vastleggen in water actief kool
  - Complexiteit zuivering 'grondwater' in praktijk
    - Ijzer, kalk,
    - Schuim vorming
    - gehalte BZV, CZV
    - Variaties in tijd
    - Detectielimiet PFOS analyses



# Pump & Treat

- Sanering : vastleggen in water actief kool
  - Praktijk verblijftijd, rendement, belading



- Verblijftijd circa 1,0 uur
- Belading praktijk :  $>0,0012\%$ , maar  $<0,04\%$





# Kansen en bedreigingen PFOS

- Kennis / techniek (door)ontwikkelen d.m.v. pilot testen
- Spagaat tussen indicatieve normen en haalbaarheid door middel van technieken



# Kansen en bedreigingen PFOS

- Onderscheidend vermogen in buitenland
- Potentiële markt (25-50 miljard euro) voor PFOS saneringen
- 1% van potentiële markt is 250-500 miljoen euro



# En nu verder .....

- De opties:



Als je een beetje beter wilt zijn, wees dan competitief.  
Als je exponentieel beter wilt zijn: wees dan  
coöperatief.

*(William Shakespeare)*



**heijmans**

**ISCO3**  
Het nieuwe denken over bodemsanering

**ARCADIS**