

**Maßnahmen zur Reduktion von teil- und polyfluorierten Tensiden in
Galvanikabwässern
-Elektrochemischer (P)FT Abbau-**

Ein Förderprojekt des Umweltministeriums
Baden-Württemberg
(Projektnummer: 282/2009)



Baden-Württemberg
UMWELTMINISTERIUM

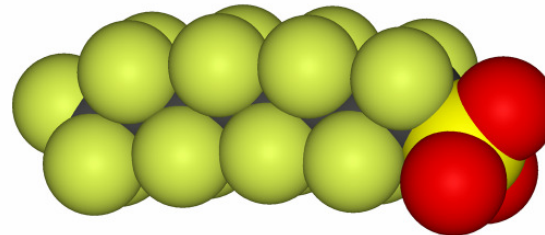
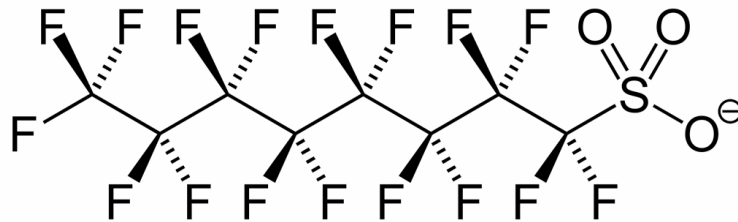
Was ist PFT?

PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München

PFT = Per Fluorierte Tenside = Substanzklasse

Bekanntester Vertreter : PFOS =

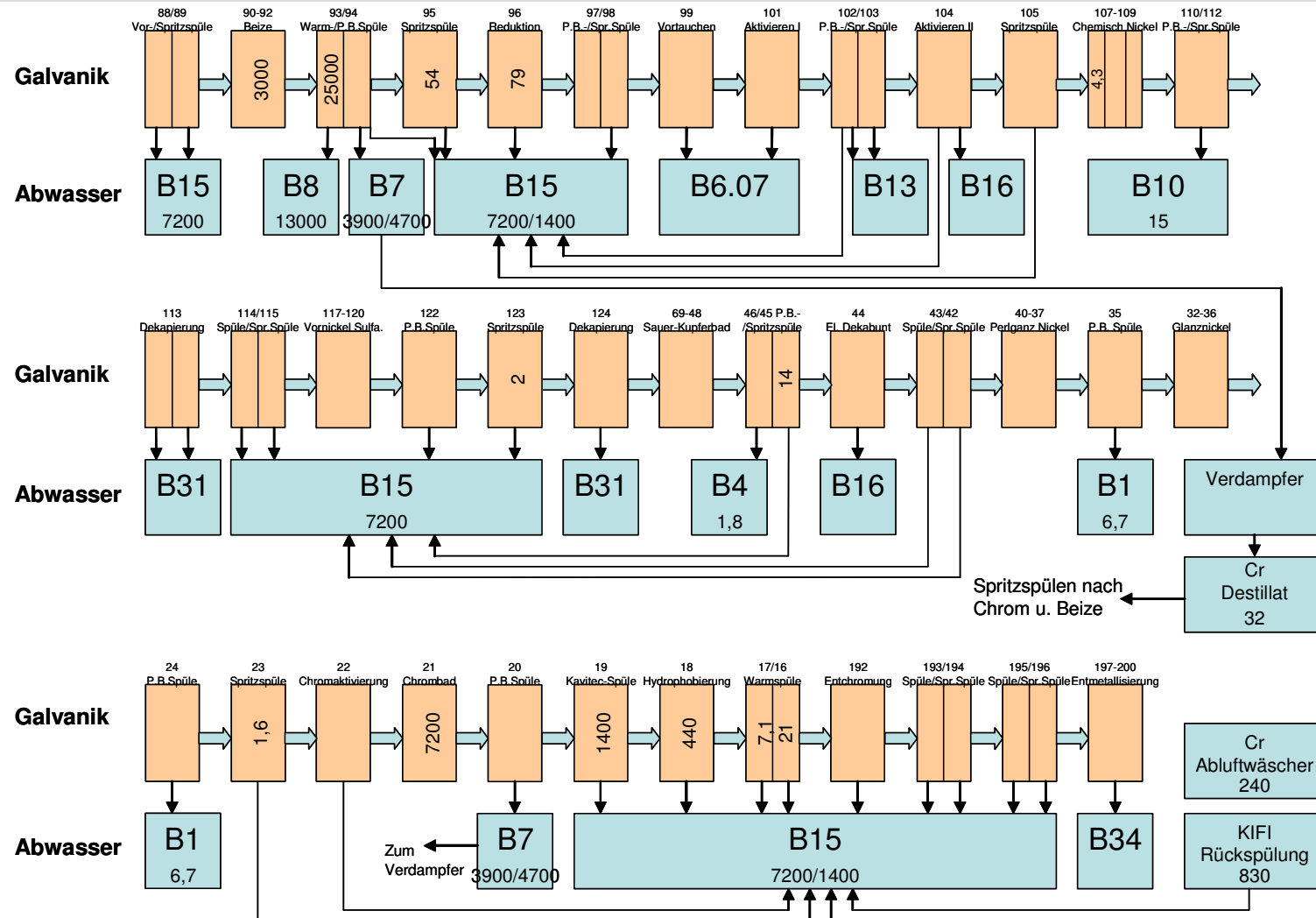
Perfluoroktansulfonsäure



**Eigenschaften: thermodynamisch und kinetisch stabil;
pbt (persistent; bioakkumulierbar; toxisch)**

**Verwendung : Als Netzmittel in der Galvanik (Textilindustrie;
Feuerlöschschäumen; Bodenbeläge; Fotografie etc.)**

Stoffstromanalyse



Verschleppung

PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München

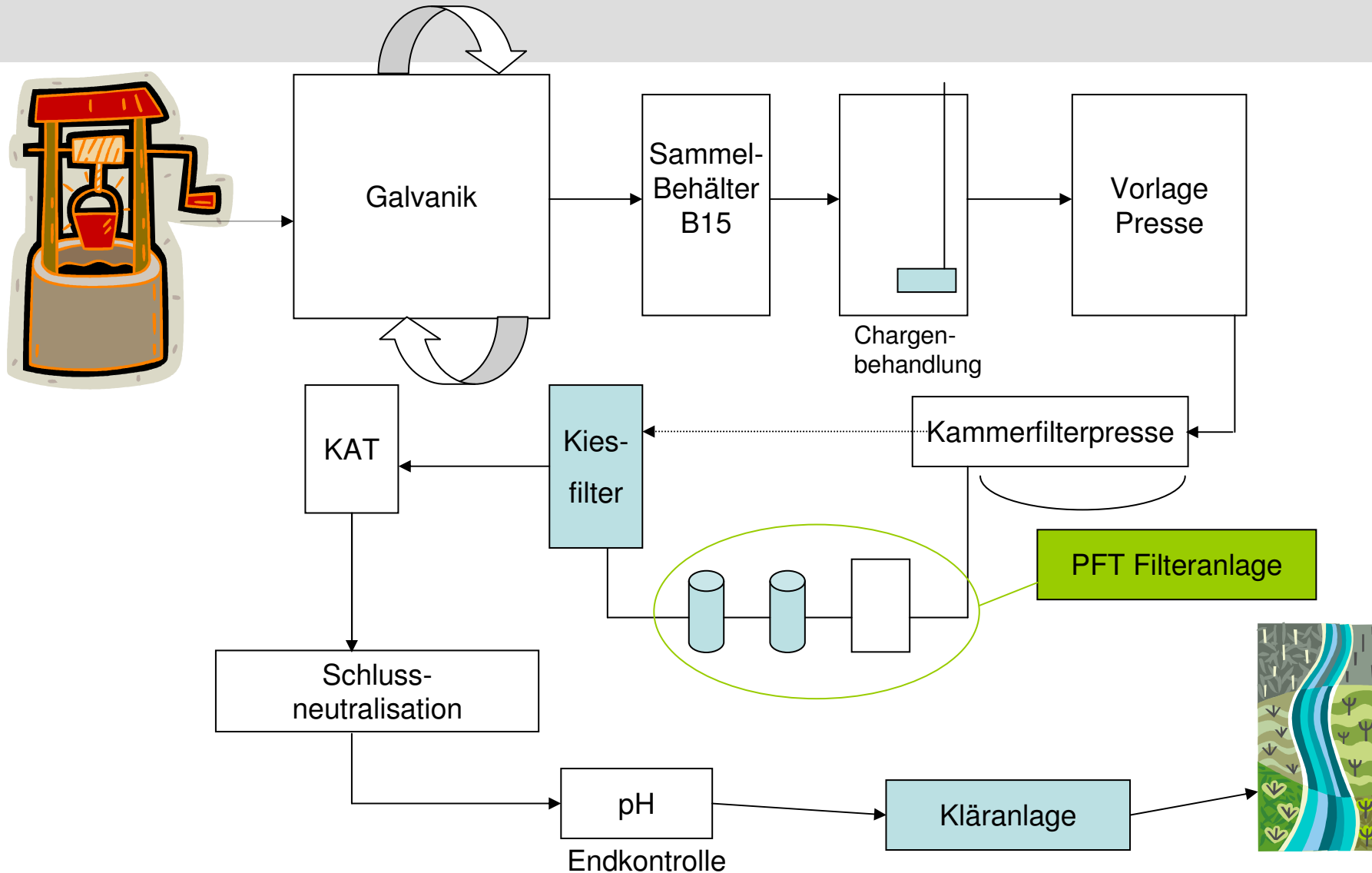


Technologien im Vergleich

Methode	PFT Reduktion	Rückstand	Anschaffungs-kosten	Betriebs-kosten	Handhab-barkeit	Ökologie-aspekt
Einsatz alternative Netzmittel	+	/	+	+	+	-
Vakuum-Eindampfanlage	+	-	-	+	0	-
Verdunster-Technologie	0	+	-	+	+	-
Aktivkohlebehandlung	0	-	+	+	+	-
Aktivkohlefiltration Gesamtabwasser	+	+	-	-	-	+
Aktivkohlefiltration Teilstrom	+	+	-	-	-	+
Elektrochemische Behandlung	+	+	-	+	(+)	+

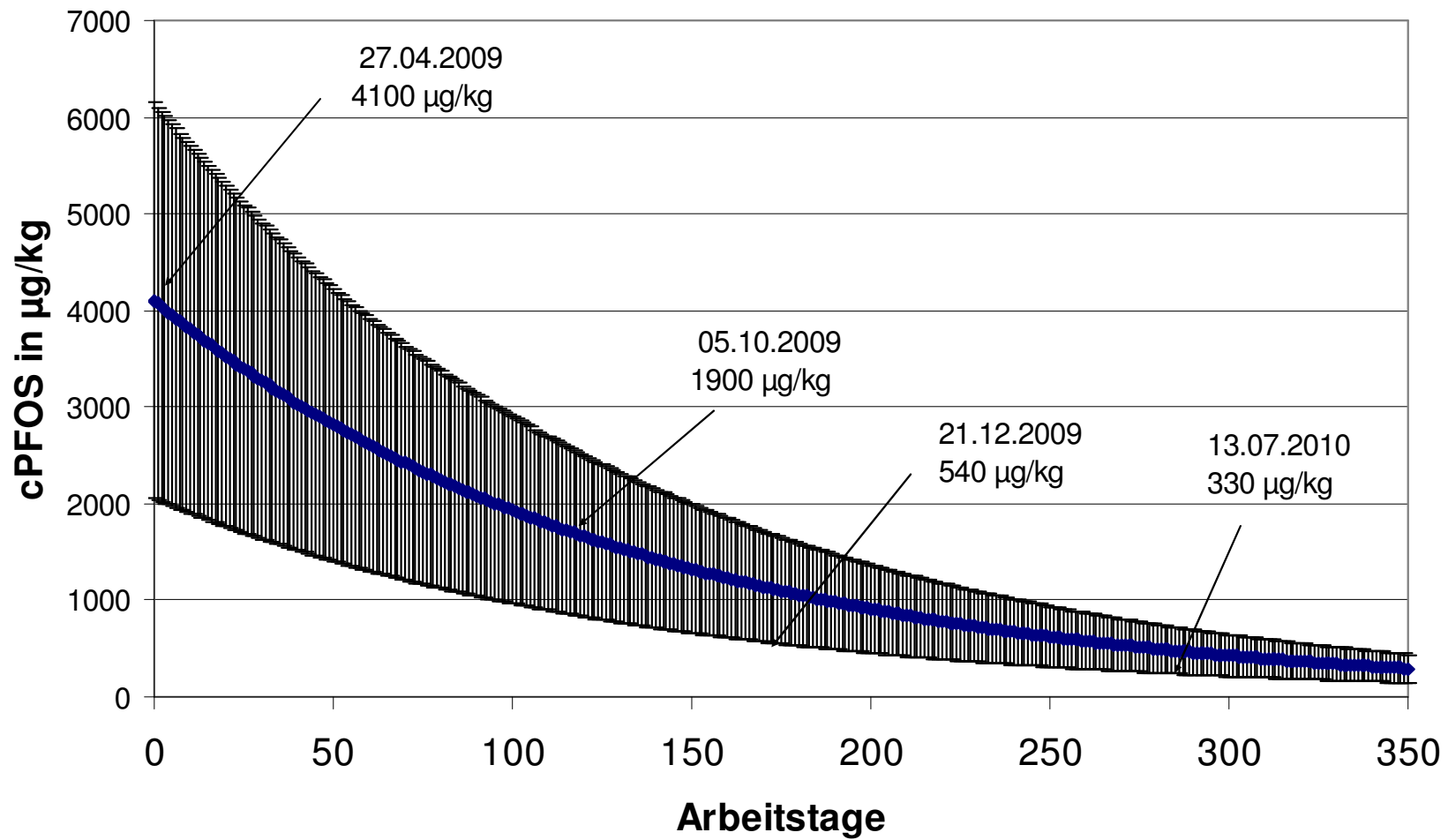
Implementierung A-Kohle Anlage

PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München



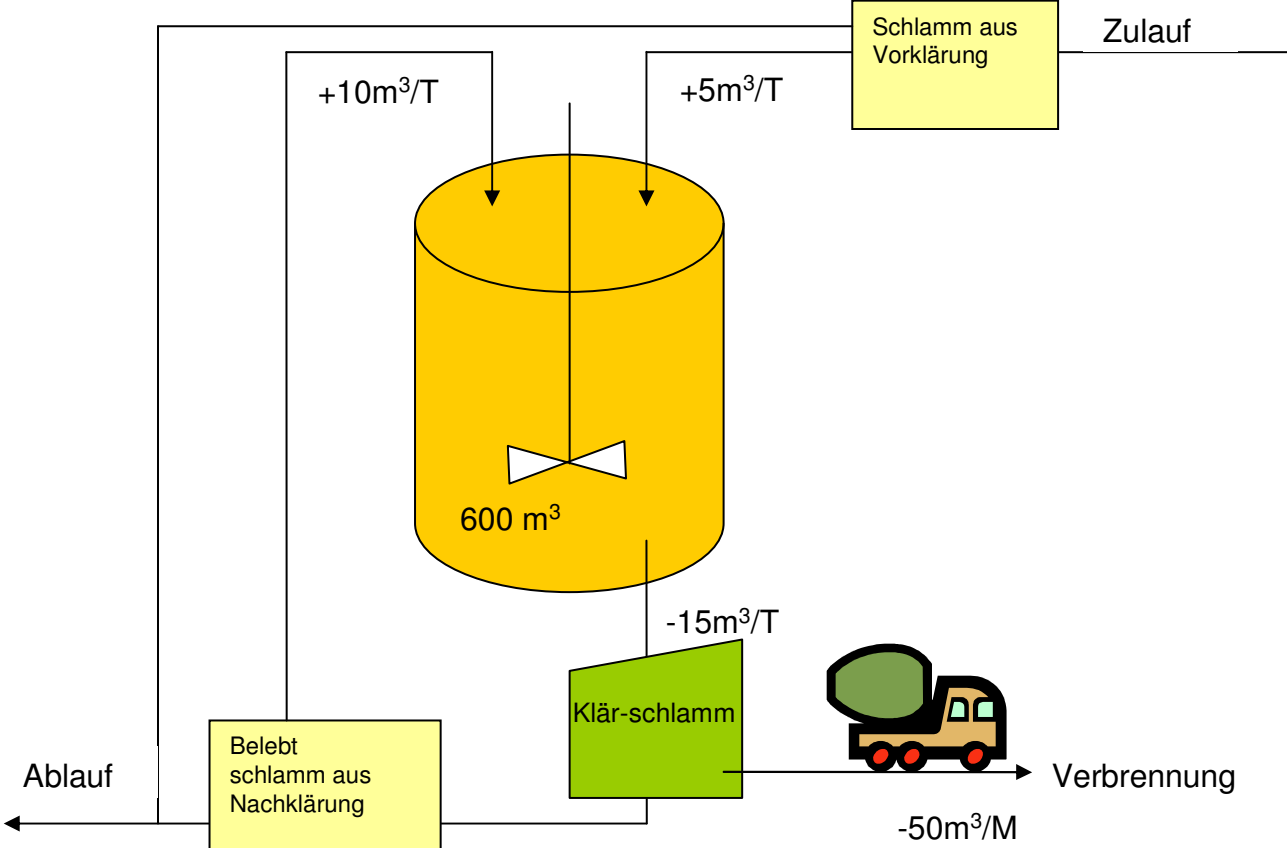
Entwicklung der Klärschlammkonzentration

PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München



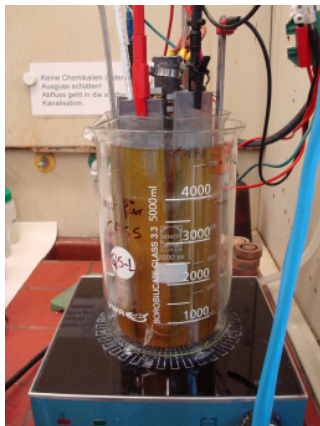
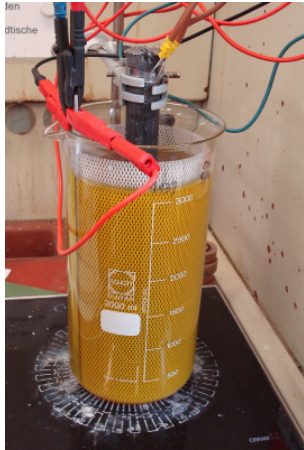
Stoffströme der Kläranlage

PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München



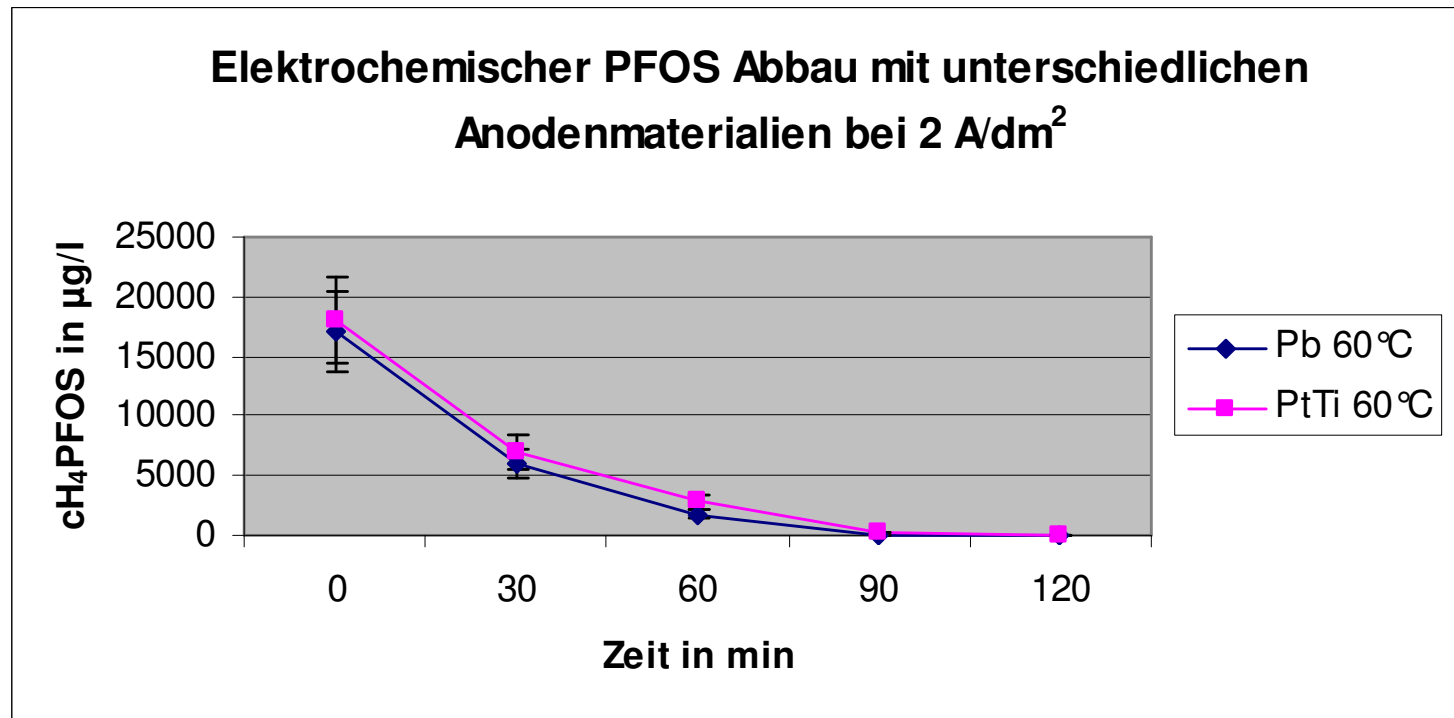
Elektrochemischer PFT Abbau - Anodenmaterialvergleich-

PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München



cPb 1,9 mg/l - < BG (PtTi)

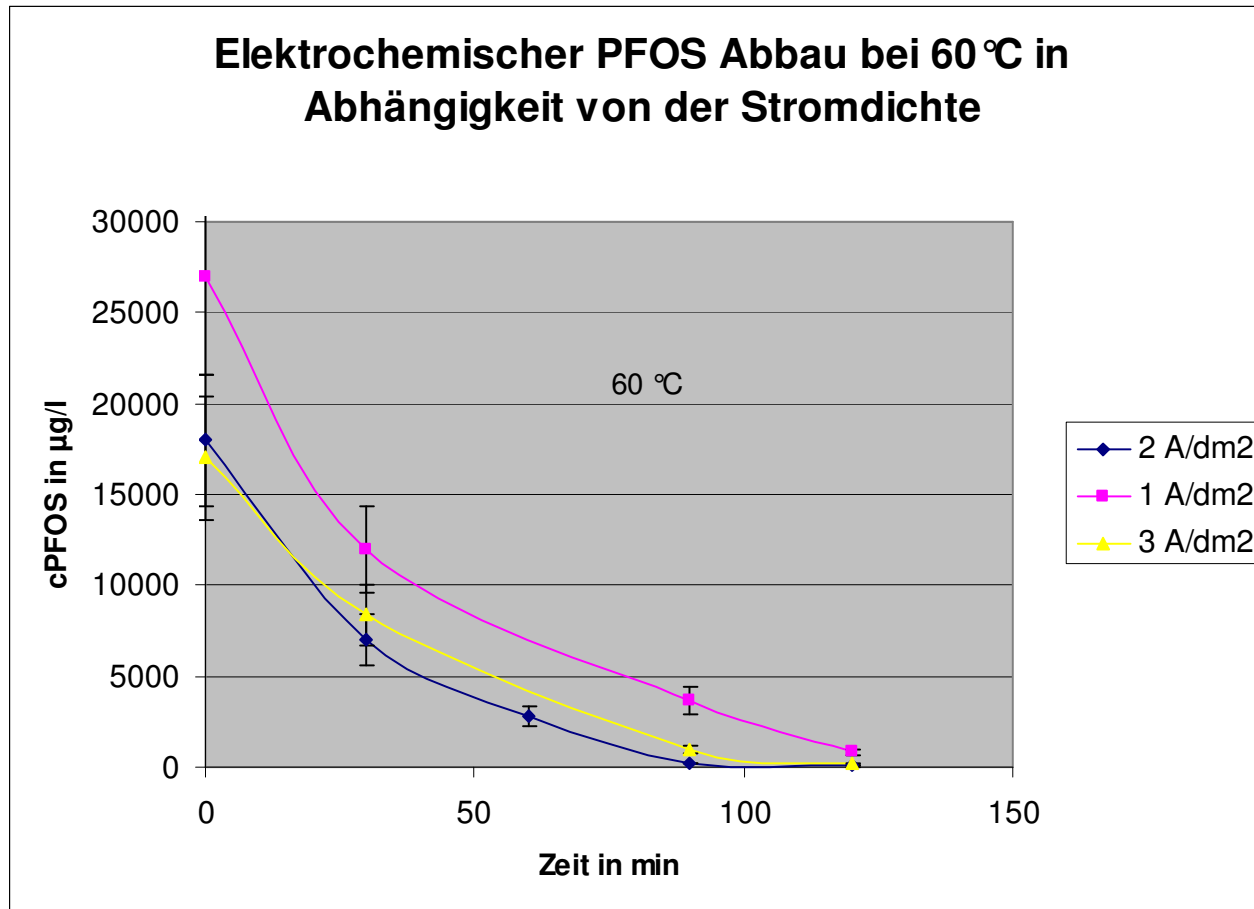
cPb 0,3 mg/l – 0,3 mg/l (Pb)



Elektrochemischer PFT Abbau

- Abhängigkeit von der Stromdichte -

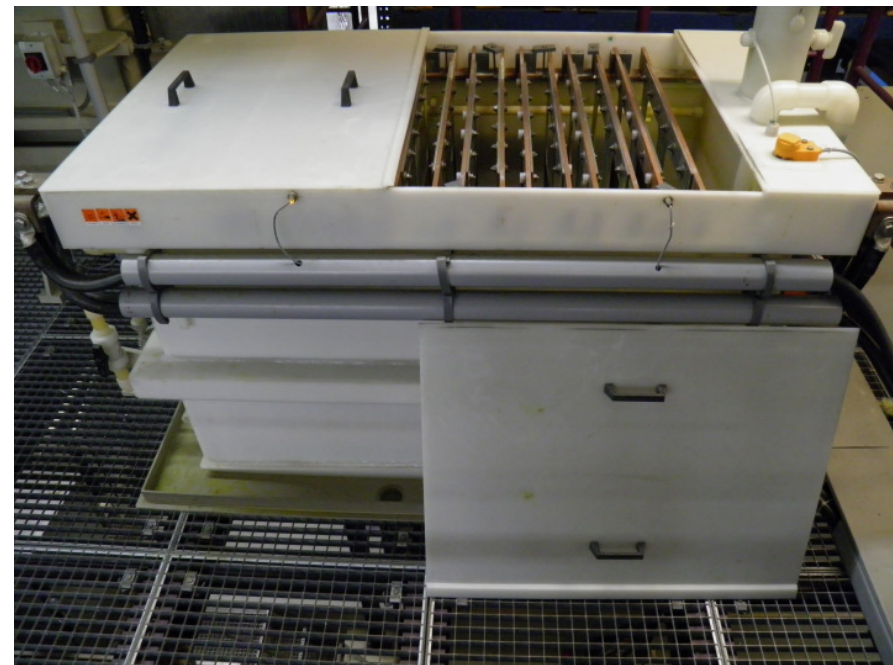
PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München



Pilotanlage

- Aufbau und Komponenten -

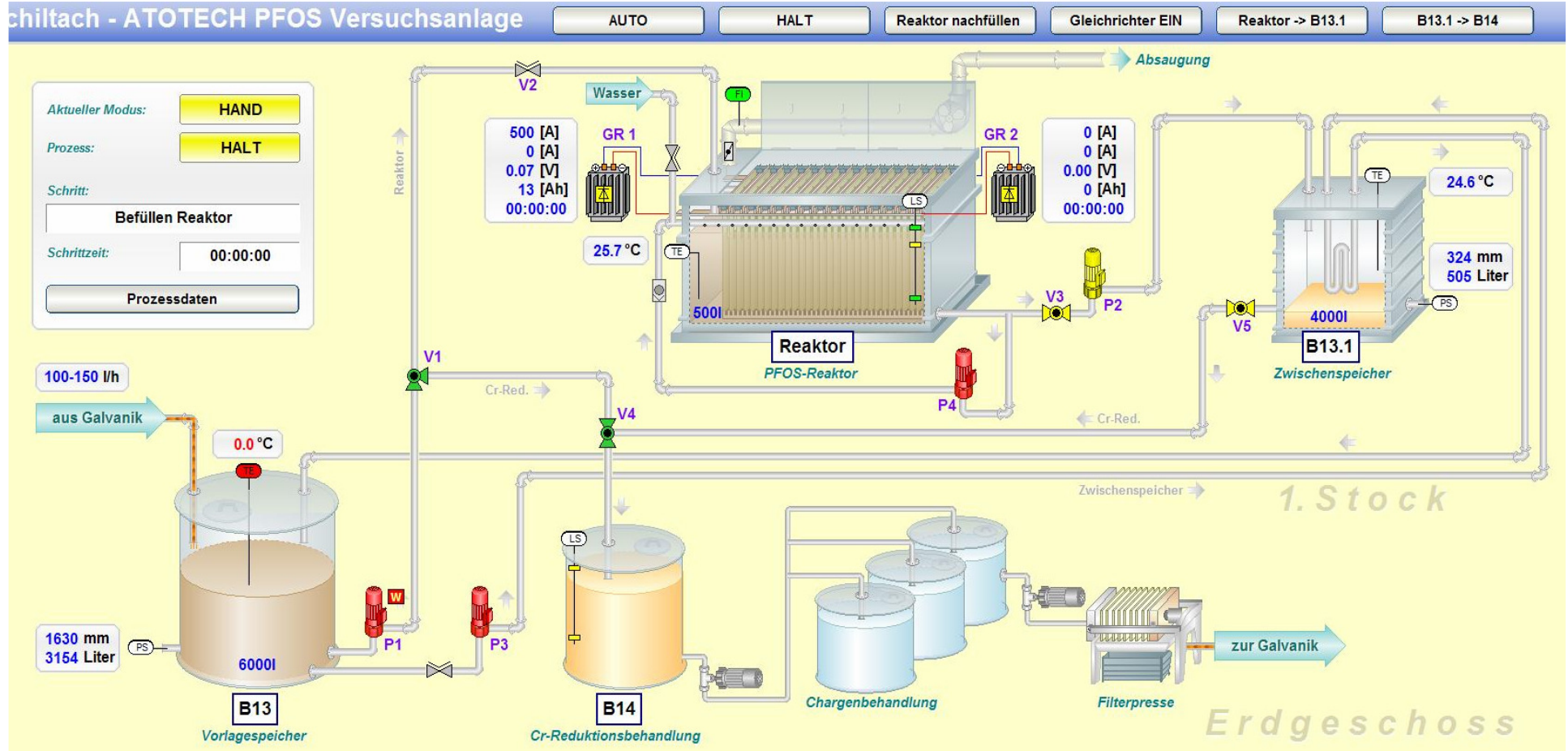
PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München



Pilotanlage

- Fließdiagramm der PFT Elektrolyseanlage -

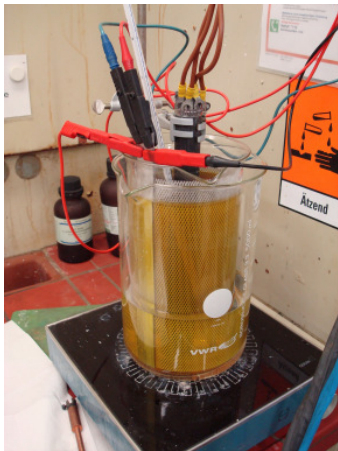
PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München



Pilotanlage

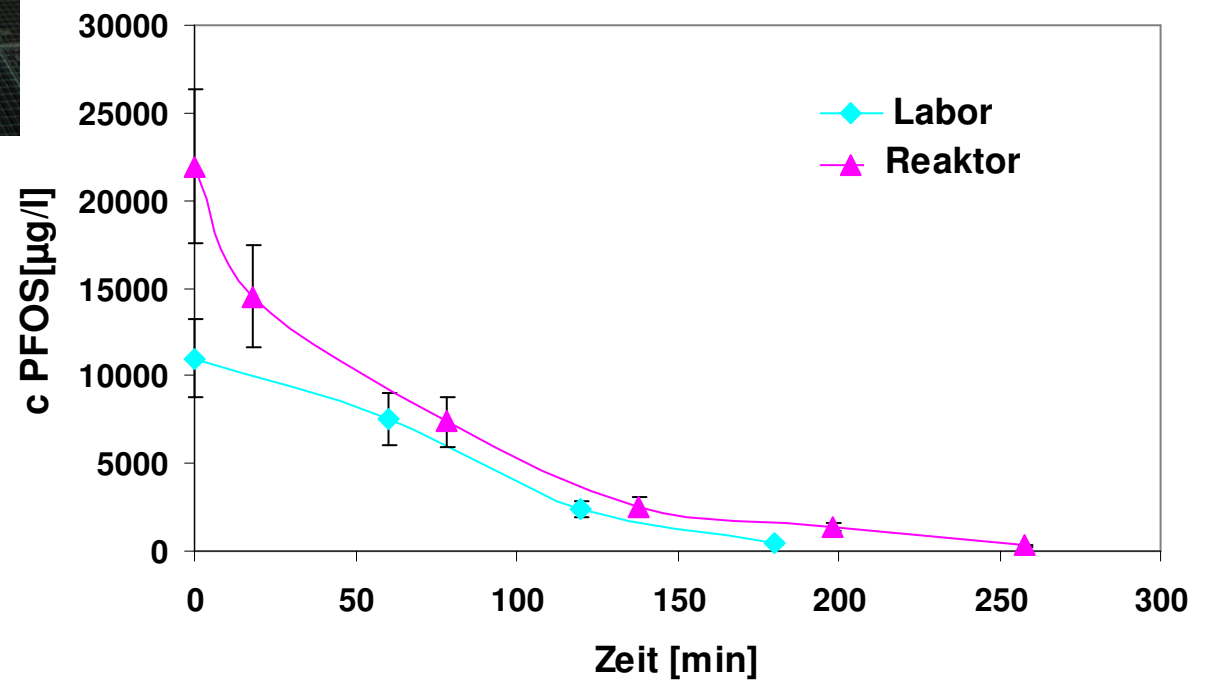
- Ergebnisse der Pilotanlage vs. Labormaßstab -

PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München



PFT Abbau in 2 h > 90%

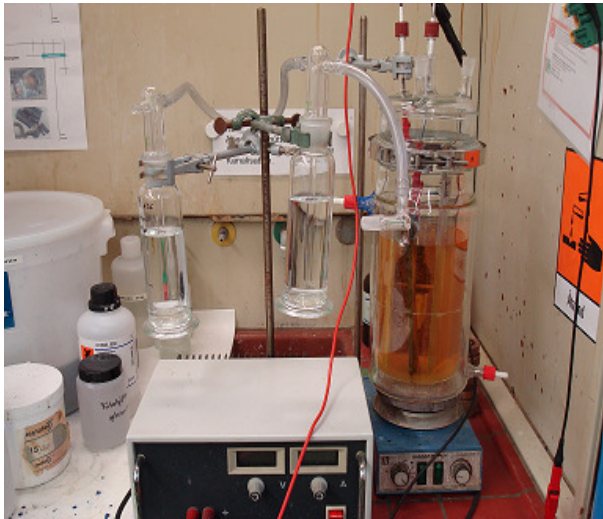
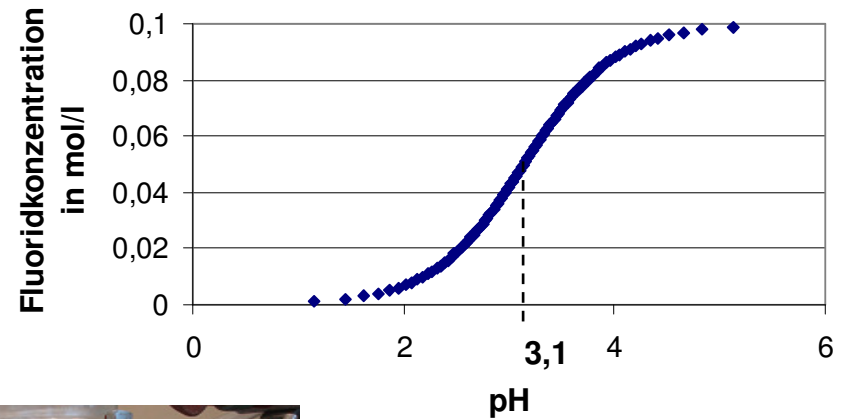
500 Liter Chargenbetrieb



Abbauprodukte

- 8,5 g F⁻ in den Waschflaschen gefunden
 - entspricht 14690 µg PFOS
 - Abbau (max.) = 14700 µg PFOS (99,99%)
- Fluor entweicht gasförmig als HF
- verdrängt von stärkerer Säure (H₂SO₄)

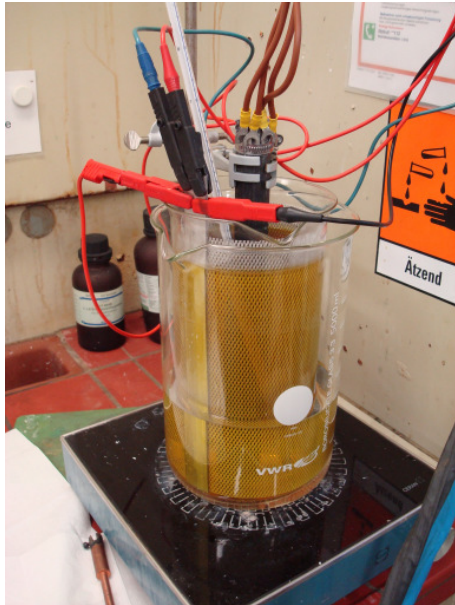
Pufferkurve HF/F⁻



pK_s (HF) = 3,1

Reaktionskinetik - Temperaturabhängigkeit -

PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München

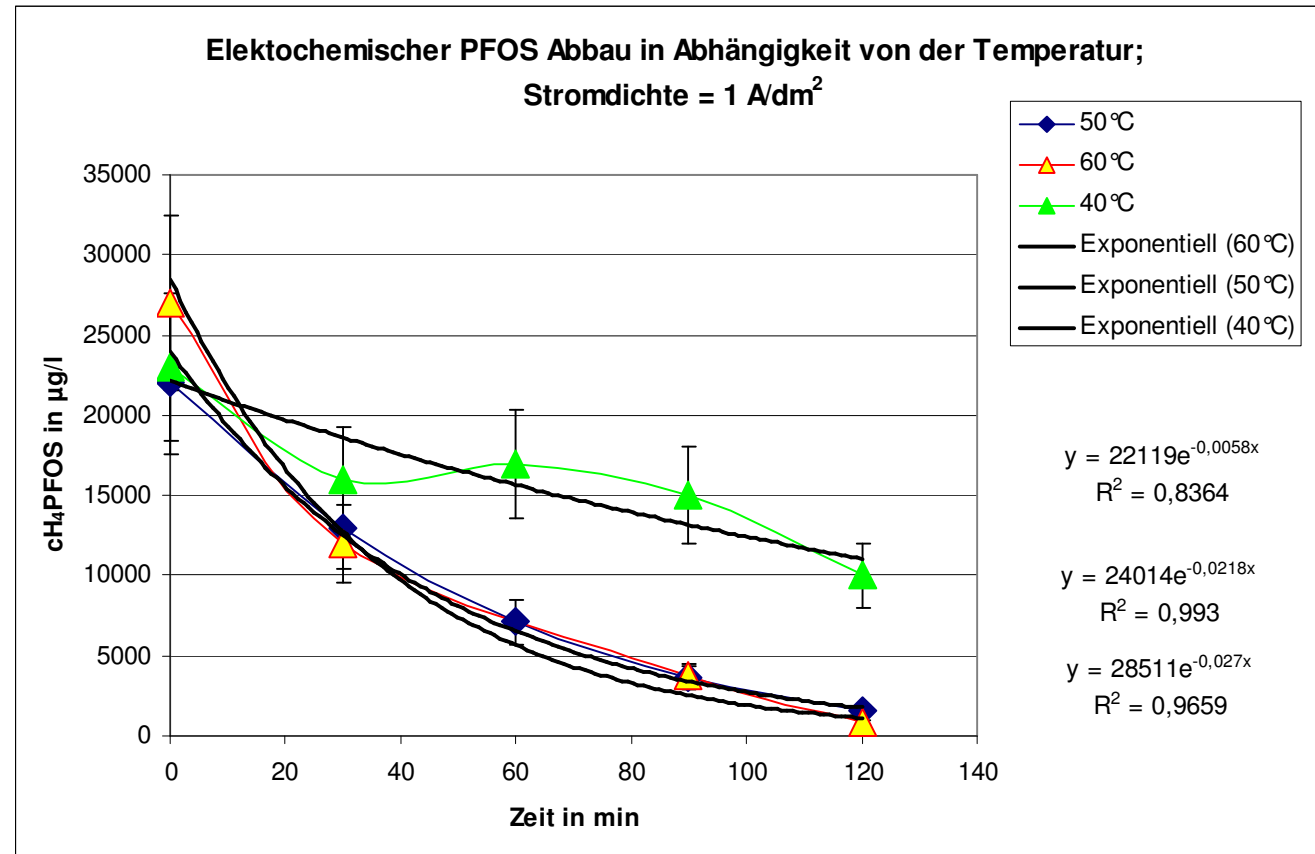


$$k_{40} = 0,0058; \quad t_{1/2} = 120 \text{ min}$$

$$k_{50} = 0,0218; \quad t_{1/2} = 32 \text{ min}$$

$$k_{60} = 0,027; \quad t_{1/2} = 26 \text{ min}$$

$$t_{1/2} = \ln 2 / k = 0,693 / k$$



Reaktionskinetik - Reaktion 1. Ordnung -

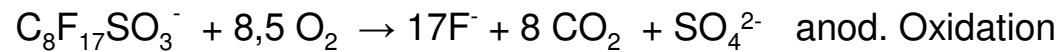
$$dc/dt = -k c$$

$$dc/c = -k dt \quad | \int$$

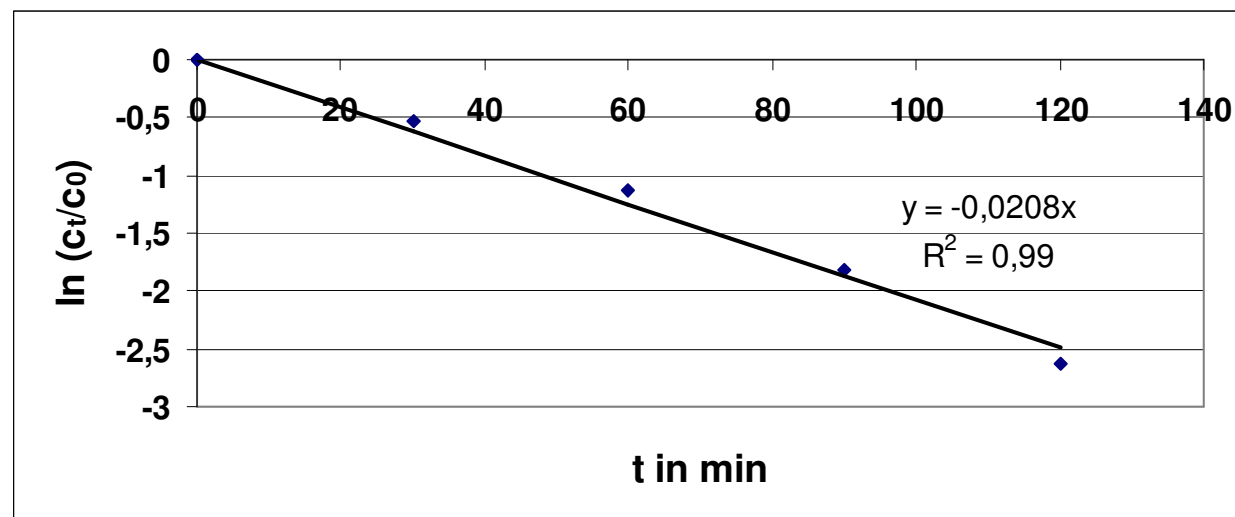
$$\ln c_t - \ln c_0 = -k t$$

$$\ln (c_t/c_0) = -k t \quad | e^x$$

$$c_t = c_0 e^{-k t}$$



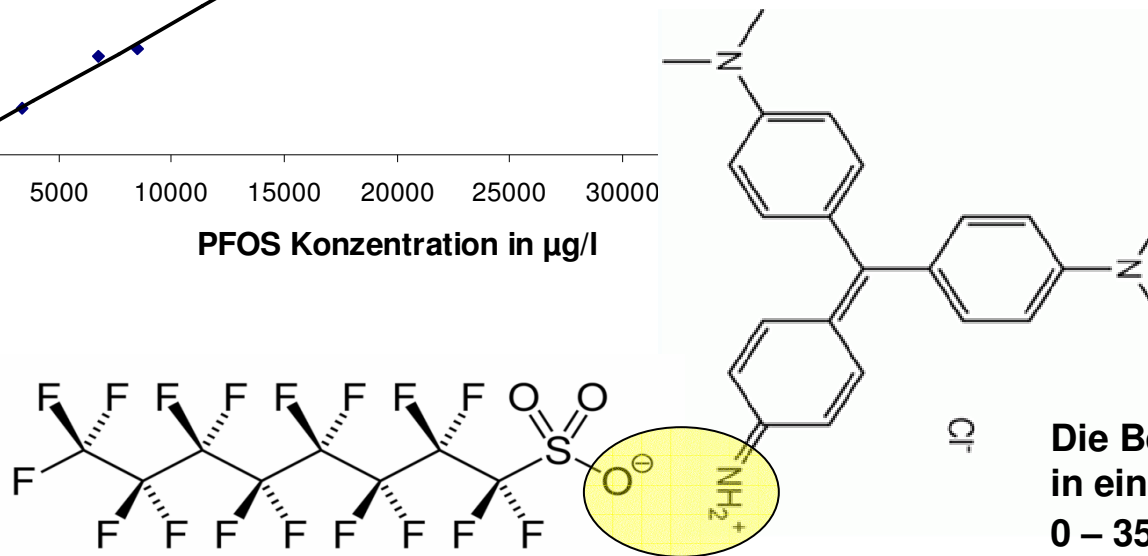
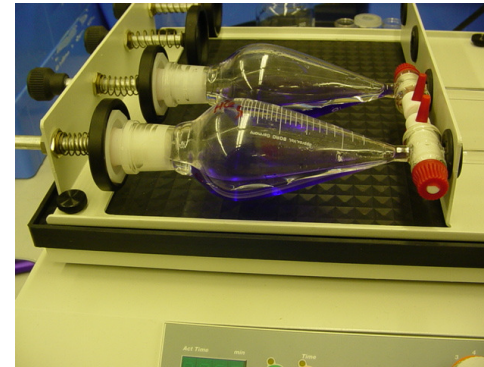
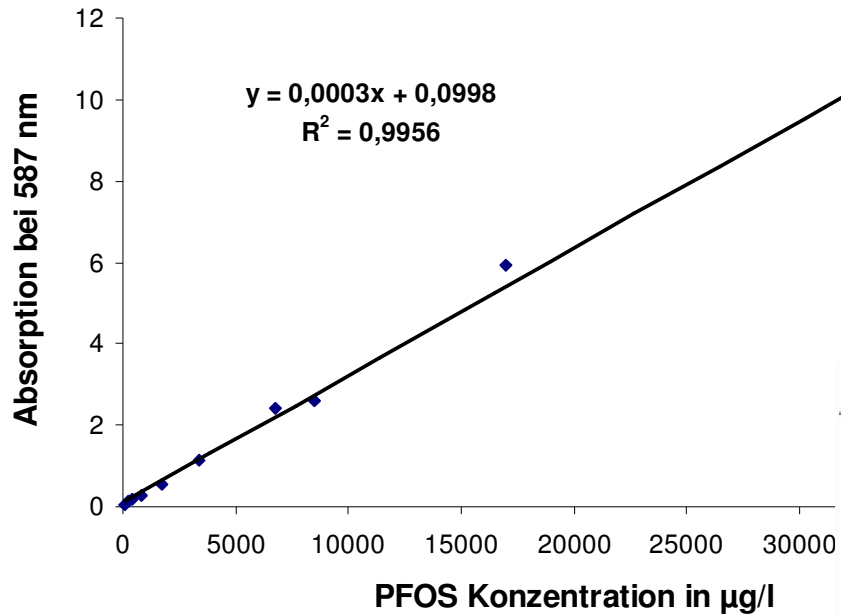
Elektrochemischer PFOS Abbau bei 1 A/dm² und 50 °C



Analytik

- Photometrischer Schnelltest -

PFC Fachtagung
24./25. Mai 2011
LfU München



Die Bestimmungsmethode zeigt in einem Bereich von 0 – 35000 µg PFOS/L Linearität.



Fragen ?

Vielen Dank

