

Wassertechnisches Seminar 13.02.2019 in München

Strategien zum Umgang mit Grundwasserkontaminationen durch  
perfluorierte Verbindungen (PFC)

# Innovative Sanierung eines PFC-Schadens am Flughafen Nürnberg

Dr. Verena Stenert

Cornelsen Umwelttechnologie GmbH

[www.cornelsen-umwelt.de](http://www.cornelsen-umwelt.de)

## **Gliederung**

---

- **PFC- Schadensfall Flughafen Nürnberg**
- **Sanierungsansätze für die PFC-Eliminierung**
- **PerfluorAd-Verfahren**
- **Zwei Fallbeispiele zur Anwendung des Verfahrens am Flughafen Nürnberg**

# Flughafen Nürnberg - Sanierungsstandorte



## Historie des Schadens

---

- **1998 Abbruch des alten Löschbeckens Ost**
  - ⇒ **Boden- und Bodenluftsanierung des LHKW-, MKW-, und BTEX-Schadens**
- **2004 - 2008 Grundwassersanierung**
  - ⇒ **Pump & Treat - Anlage für diese Schadstoffe**
- **2010 Erkundung des Altschadens auch auf PFC**
  - ⇒ **Funde Löschbecken Ost sowie den anliegenden Gebieten Ziegellach und Herbstwiese sowie am Löschbecken West**

## Sanierungsansätze für die PFC-Eliminierung

---

- **2012: Start eines großen Versuches von LfU und TZW mit 22 Adsorbentmaterialien zunächst im Labor.**
- **Die am besten geeigneten Adsorbentien wurden anschließend in einem Pilotversuch vor Ort getestet.**
- **Im Labortest wurde auch das Adsorbentmaterial PA getestet => gute Reinigungswirkung für PFC**
- **Kein Einsatz des PA-Adsorbenters im Pilotversuch, da sich das Entwicklungsziel des Materials weg von einem festen Adsorbent hin zu einem Flüssigwirkstoff geändert hatte.**

# PerfluorAd

## Eigenschaften des Wirkstoffes

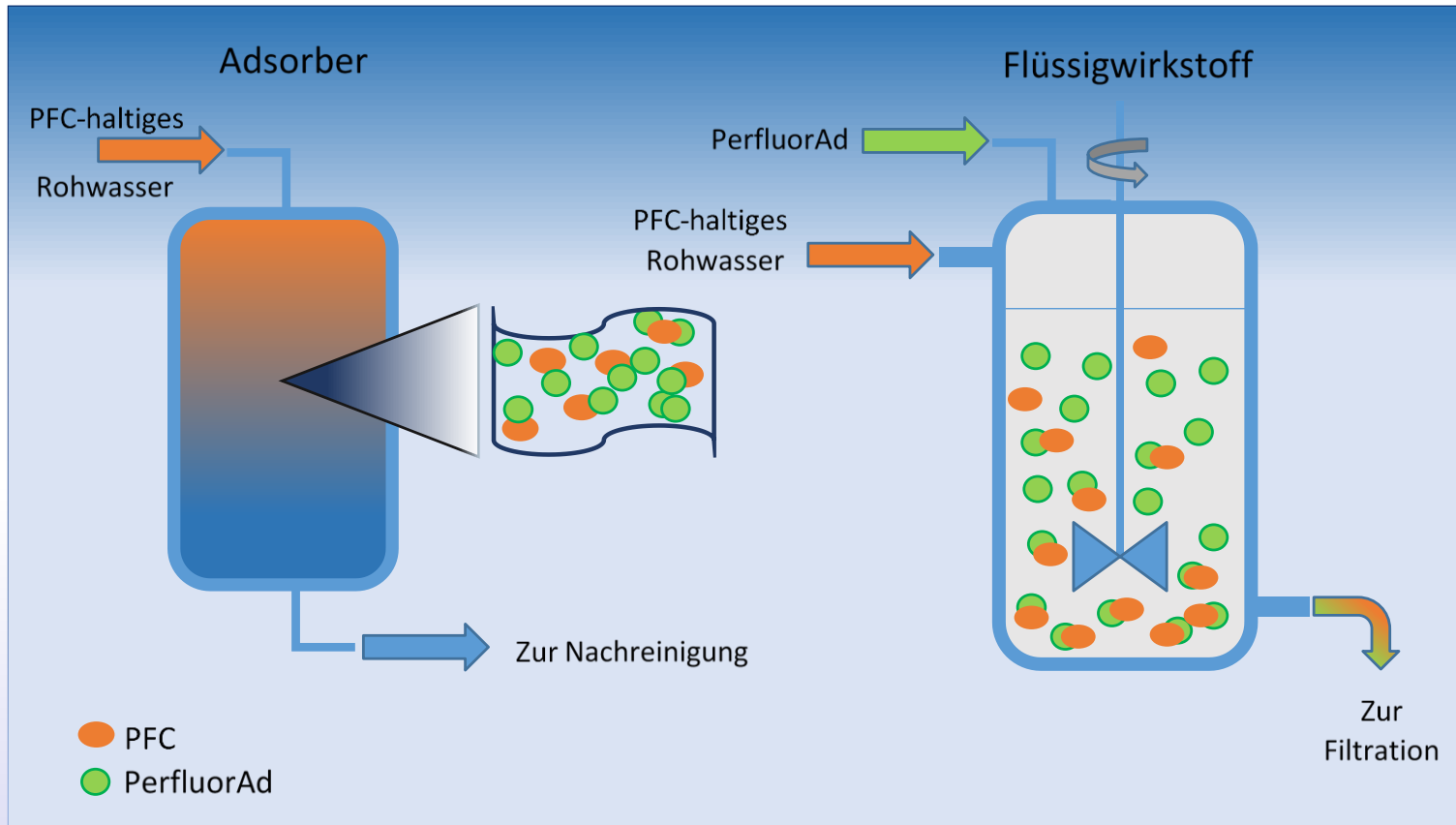
---

### Entwicklung eines Wirkstoffes

- der spezifisch perfluorierte Carbon- und Sulfonsäuren (z.B. PFOS und PFOA) aus dem Wasser entfernt.
- der biologisch sehr gut abbaubar ist.
- der einen Wirkungsgrad von  $> 90\%$  für PFOS hat.
- der nachfolgende Reinigungsstufen entlastet und somit zu einer deutlich längeren Standzeit für z.B. Aktivkohlefilter führt.

# PerfluorAd

## Vom Festbettadsorber zum Flüssigwirkstoff



# PerfluorAd

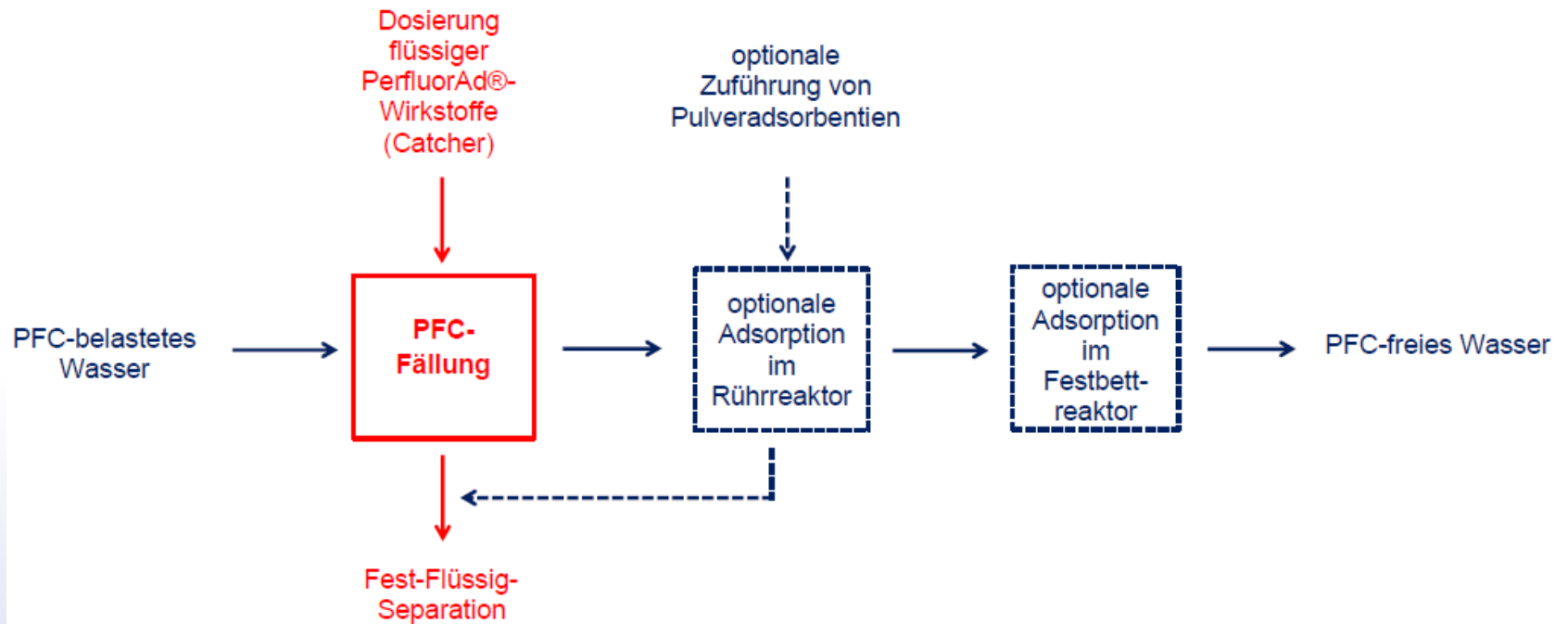
## Vorteile des Flüssigwirkstoffes

---

- Einfache Anwendung durch direkte Dosierung.
- Auch bei problematischen Wassermatrices (Eisen, pH-Wert, Wasserhärte, hoher DOC, Partikel...) einsetzbar.
- Hohe Effektivität bei der Reaktion mit den meisten PFC.
- Geringerer Herstellungsaufwand, daher
- deutlich preisgünstigerer Wirkstoff.
- Gute Umweltbilanz (weniger Reststoffe, Transport...).



# PerfluorAd Allgemeine Anwendung

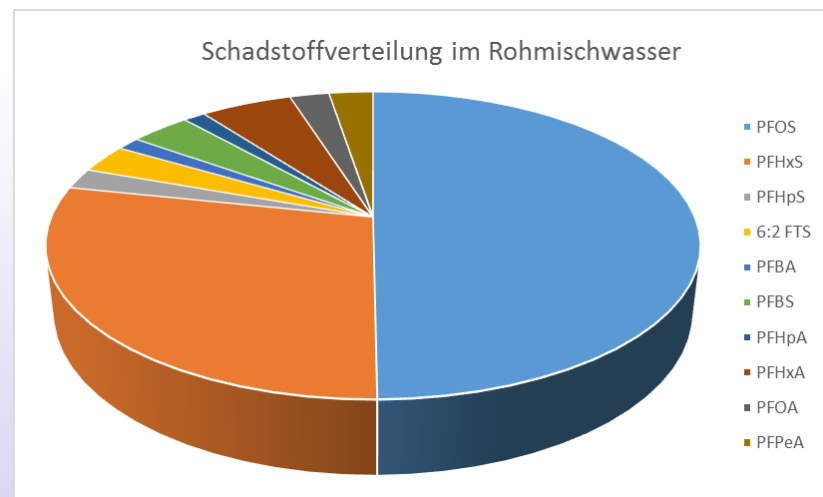


## Standort Löschbecken Ost



- Zwei Grundwasserbrunnen im Betrieb
- GWB5 / GWB10 je 1 m<sup>3</sup>/h
- pH-Wert: 5,9 / 5,8
- DOC: 4,6 mg/l / 2,3 mg/l
- Eisen: 25 mg/l / 22 mg/l
- Σ PFC: 120 µg/l / 25 µg/l (72,5 µg/l)

**Zusätzliche LCKW-Belastung,  
für die weitere Anlagenteile  
erforderlich sind:  
Stripkolonne  
Luftaktivkohlefilter**

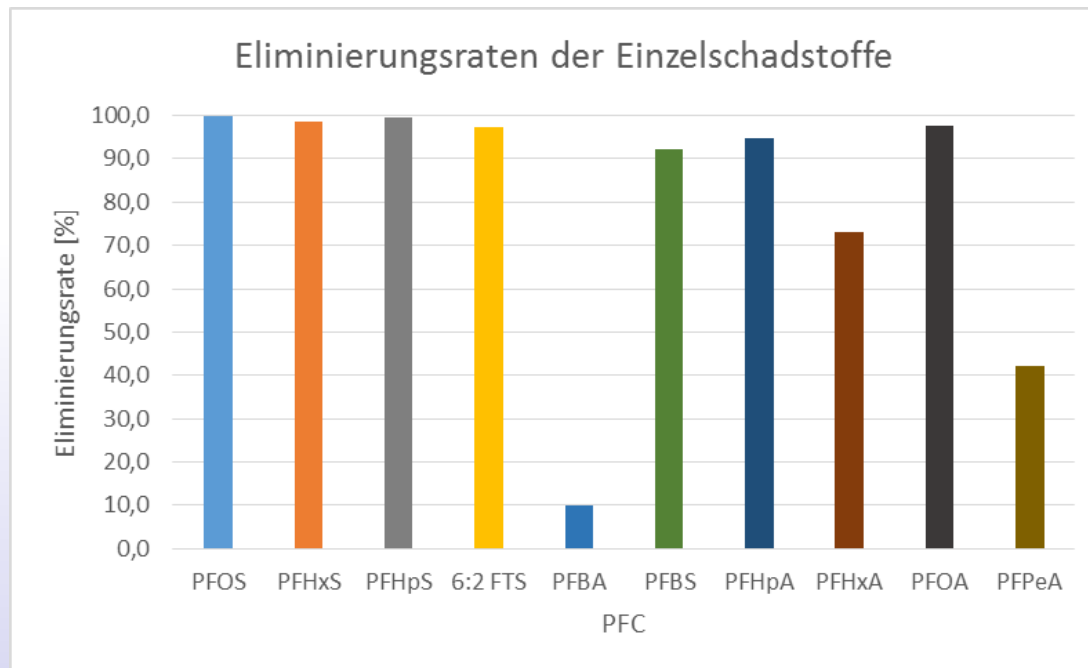


## Anlagenaufstellung



## Reinigungsergebnis Löschbecken Ost

- Eliminierung von 94,8% für  $\Sigma$  PFC im Mischwasser nach der Reinigungsstufe mit PerfluorAd.
- Senkung der  $\Sigma$  PFC von  $> 72 \mu\text{g/l}$  auf unter  $4 \mu\text{g/l}$ .
- Eliminierung von PFOS von  $36 \mu\text{g/l}$  auf  $0,06 \mu\text{g/l}$ .

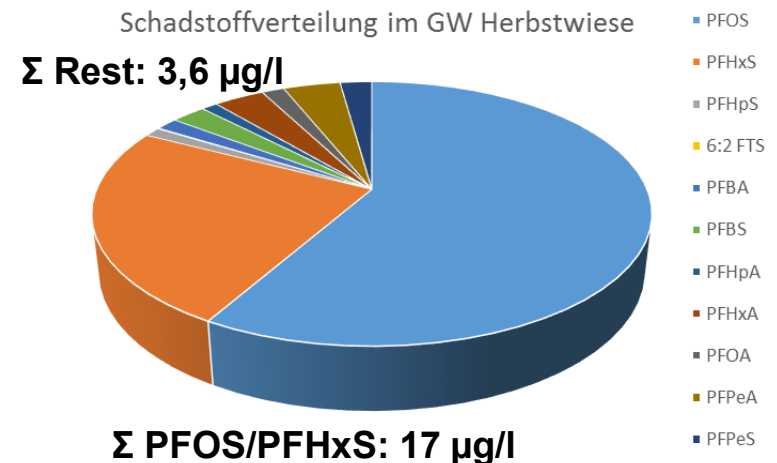


## Standort Herbstwiese

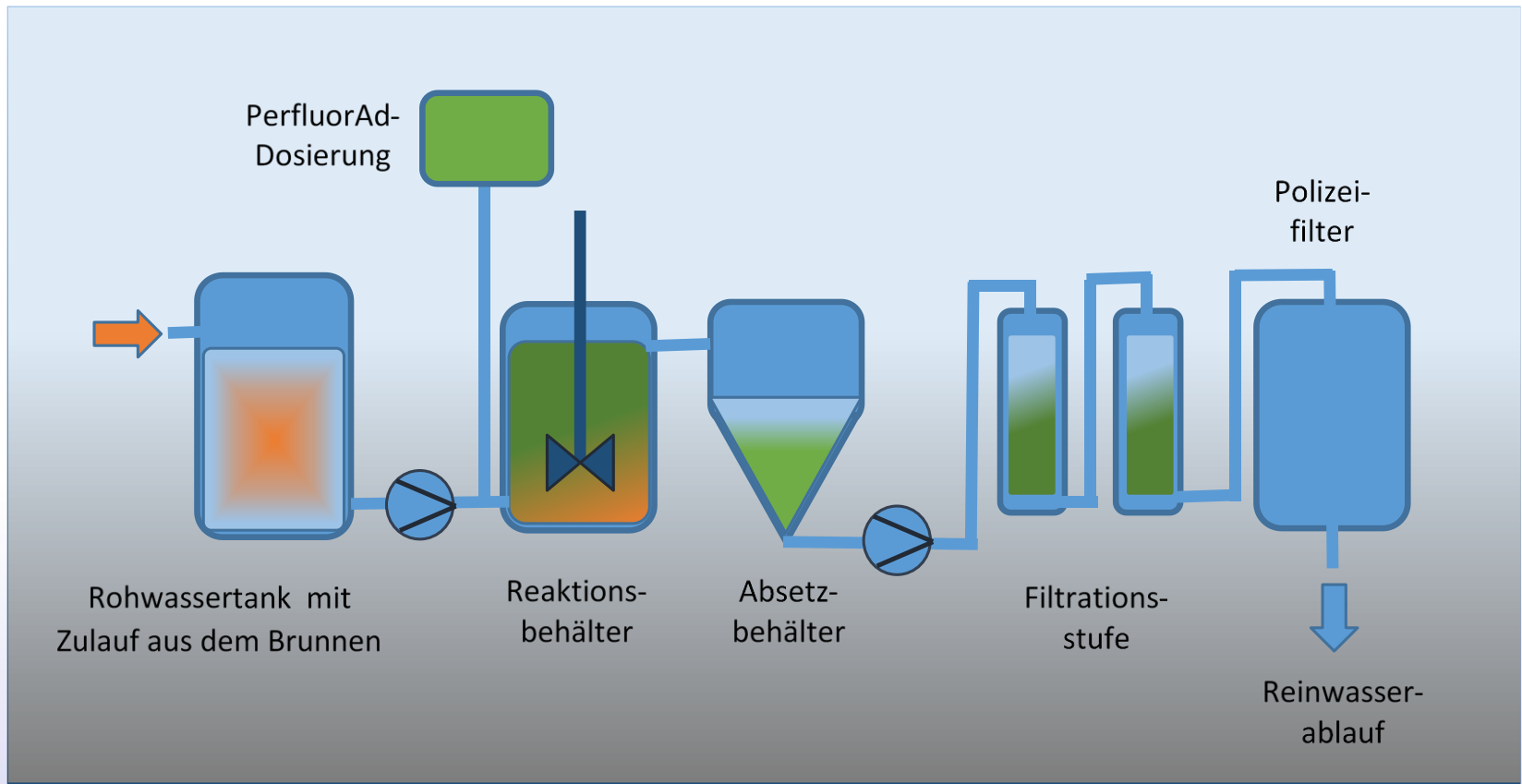


Die Anlage soll zeigen, ob es möglich ist, nur mit der PerfluorAd-Stufe die PFC von 21.000 ng auf unter 200 ng/l und PFOS auf unter 20 ng/l abzureinigen.

- Versuchsanlage, ein Sanierungsbrunnen
- Förderrate: 250 l/h
- DOC: 16 mg/l
- $\Sigma$  PFC: 21  $\mu\text{g/l}$

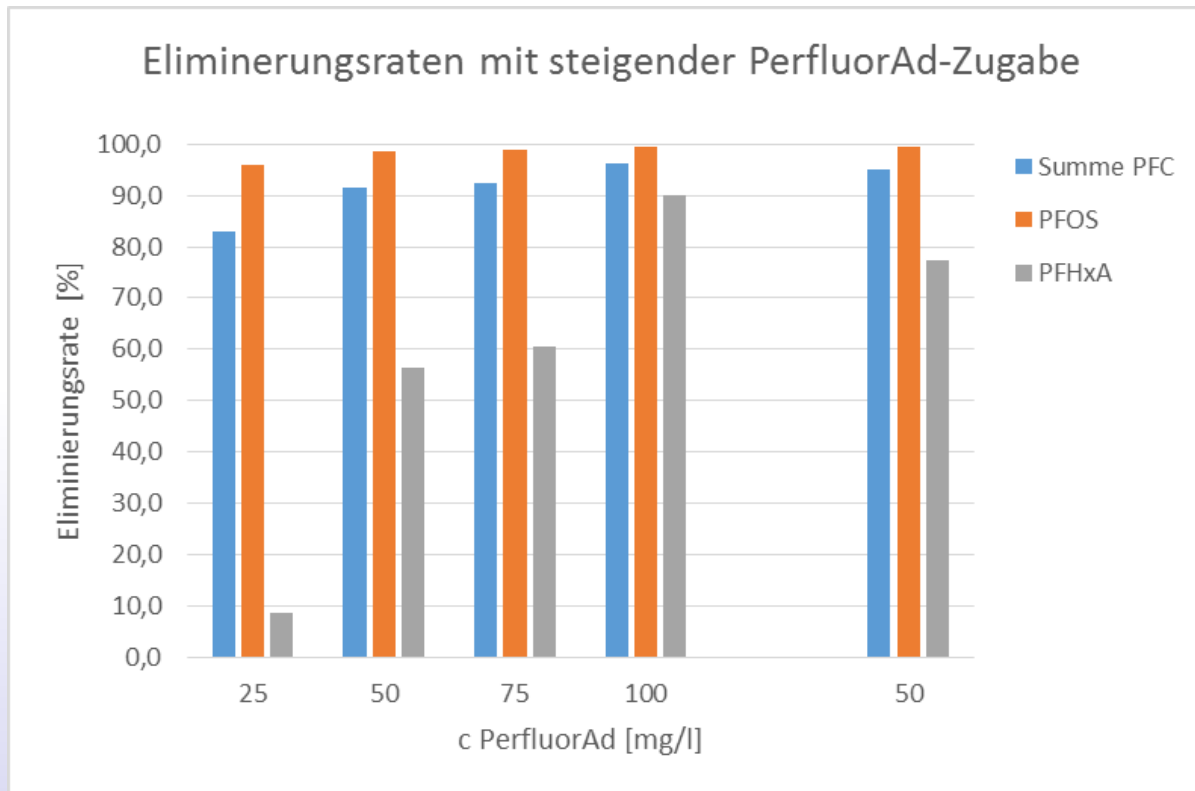


# PerfluorAd-Pilotanlage Herbstwiese



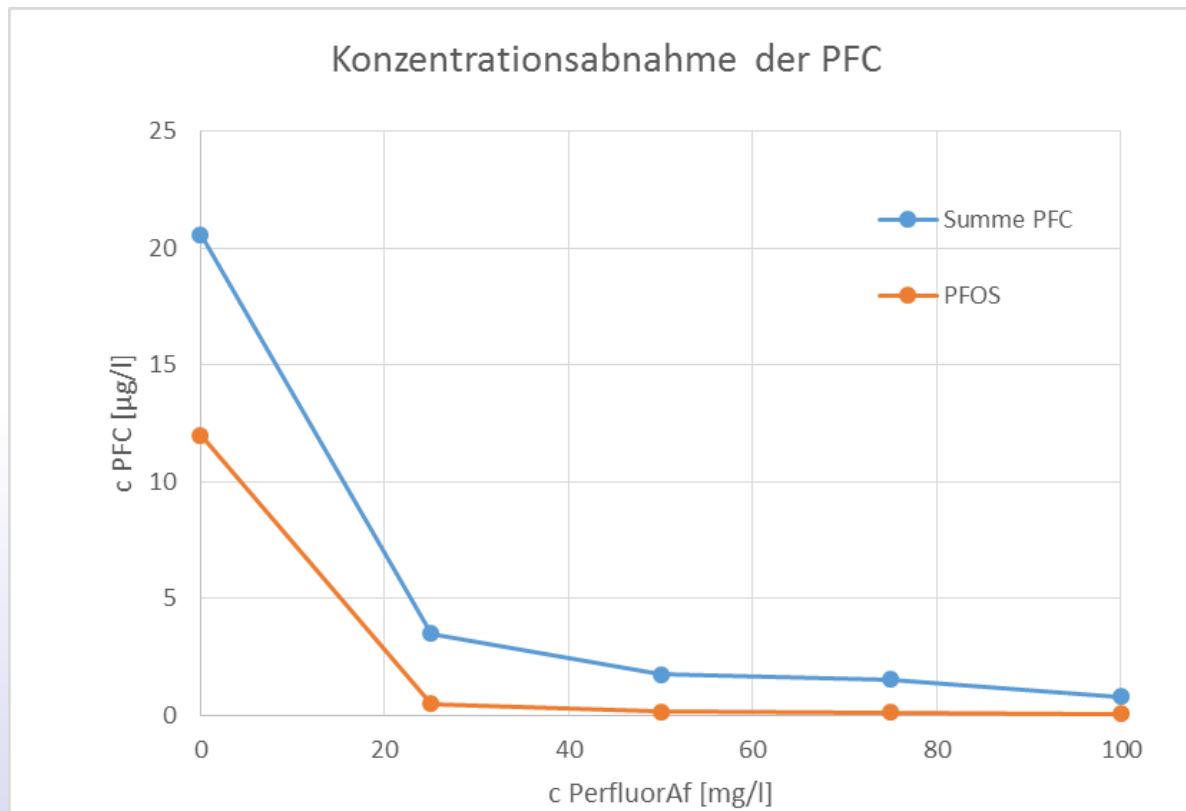
# Wirkung von PerfluorAd - Eliminierungsraten bei verschiedenen Konzentrationen

- Dosierung von 25 mg/l, 50 mg/l, 75 mg/l und 100 mg/l PerfluorAd, sowie 50 mg/l PerfluorAd und Eisen(III)chlorid



# Wirkung von PerfluorAd – Konzentrationsabnahme der $\Sigma$ PFC und PFOS

Abnahme von PFOS und  $\Sigma$  PFC bei unterschiedlichen PerfluorAd-Zugaben:





## Reinigungsergebnis Herbstwiese

---

- Eliminierung von > 94 % für  $\Sigma$  PFC im Grundwasser nach der Reinigungsstufe mit PerfluorAd.
- Senkung der  $\Sigma$  PFC von 20,5  $\mu\text{g/l}$  auf unter 0,8  $\mu\text{g/l}$ .
- Eliminierung von PFOS von 12  $\mu\text{g/l}$  auf ca. 0,05  $\mu\text{g/l}$ .
- Mit höherem PerfluorAd- Einsatz werden auch Perfluorcarbonsäuren und Kurzketter besser eliminiert.
- Durch Zusatz von Eisen(III)chlorid kann die Eliminierung von PFOS und PFHxS noch verbessert werden.
- Weitere Versuche werden in Kürze erfolgen, da das Ziel, ohne Nachreinigung auf 20 ng/l für PFOS zu kommen noch nicht ganz erreicht ist.

## Fazit

---

- Am seit etwa 2015 mit PerfluorAd sanierten Standort Löschbecken Ost befinden sich trotz Eliminierung großer Mengen an PFC immer noch nennenswerte Schadstoffmengen, insbesondere PFOS im Grundwasser, die der weiteren Behandlung bedürfen.
- Die Verteilung der PFC in den angrenzenden Gebieten führt auch dort zu erhöhten Schadstoffbelastungen des Grundwassers.
- Mit PerfluorAd konnten die PFC von etwa 700 µg/l zu Beginn der Sanierung auf ca. 70 µg/l bis heute im Grundwasser am Löschbecken Ost reduziert werden. Das Verfahren hat sich dort als effektive Methode zur Schadstoffeliminierung und Vorreinigung für die Aktivkohlefilter erwiesen.
- Das Forschungsvorhaben Herbstwiese befindet sich auf einem guten Weg hin zu einer PerfluorAd-Anlage, die ganz ohne Nachreinigung durch Aktivkohle auskommt.

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Verena Stenert

Cornelsen Umwelttechnologie GmbH

Graf-Beust-Allee 33

D - 45141 Essen

Tel. + 49 201 52037-0

Fax + 49 201 52037-19

E-Mail: [cornelsen@cornelsen-umwelt.de](mailto:cornelsen@cornelsen-umwelt.de)

Internet: [www.cornelsen-umwelt.de](http://www.cornelsen-umwelt.de)

