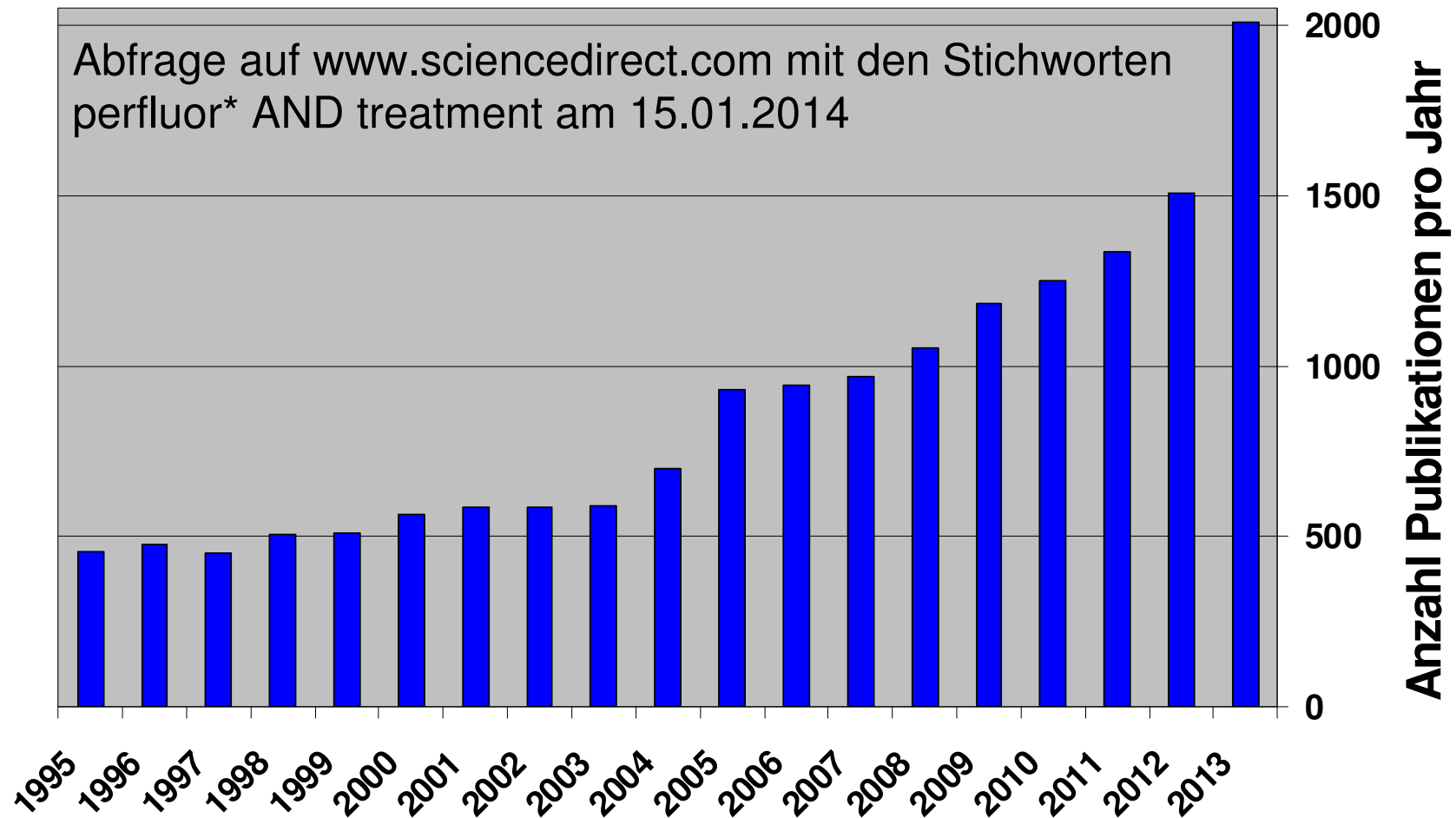


Überblick über mögliche Sanierungsverfahren für PFC-belastete Wässer

Kathrin Schmidt, Andreas Tiehm (TZW)



PFC IN FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG



- PFC sind von wachsendem Interesse für Forschung und Entwicklung
- Schwerpunkt bei Abwasser und Trinkwasser bzw. Laborversuchen
- Grundwasser bislang untergeordnet betrachtet

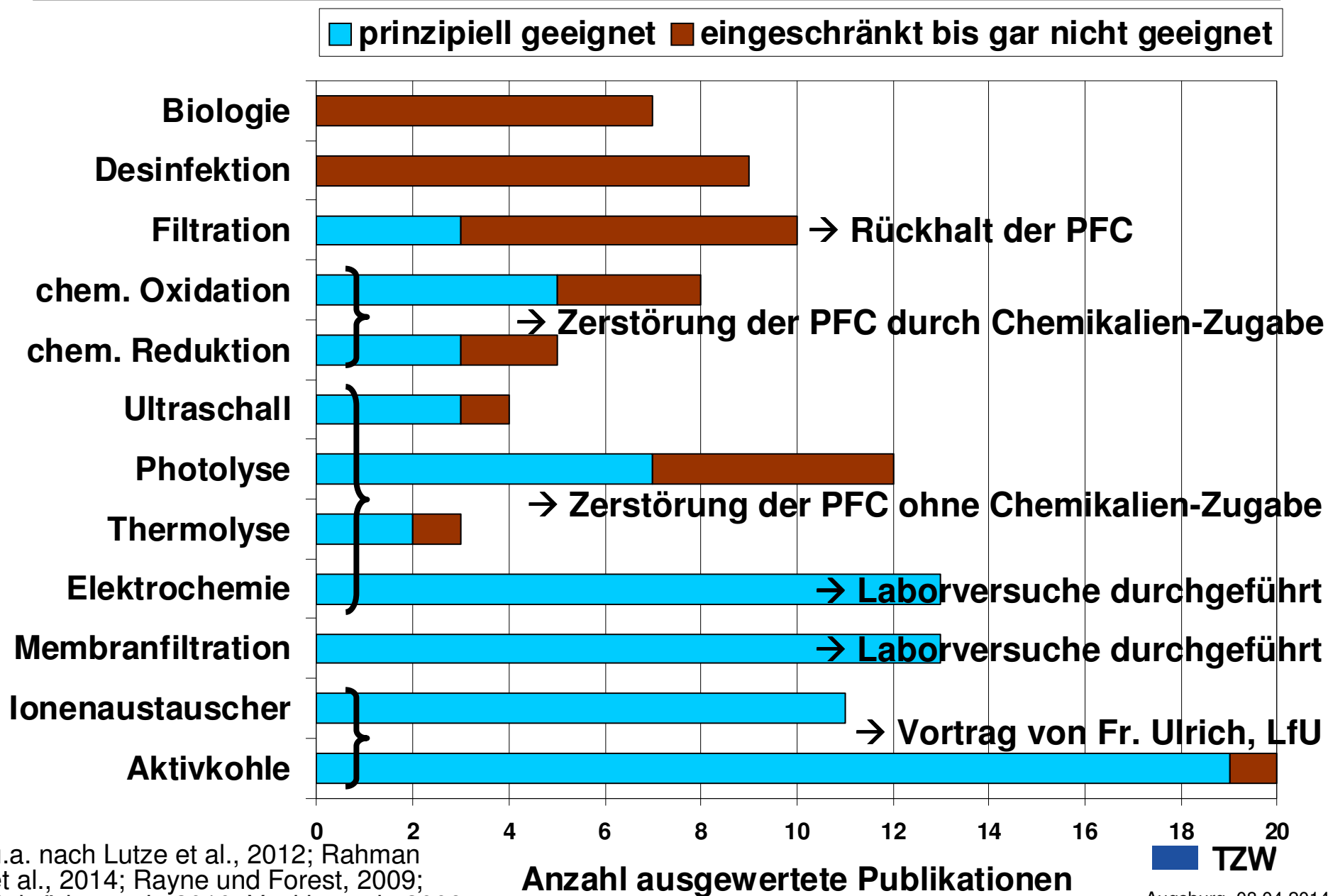
■ TZW

Augsburg, 08.04.2014

PFC UND SANIERUNGSVERFAHREN

- PFC sind PBT: Persistent, Bioakkumulierbar, Toxisch
- Persistenz: hohe chemische und physikalische Stabilität
- physikalische Verfahren: Transfer/ Rückhalt der PFC
z.B. Sorption aus Wasser an Feststoff
z.B. Filtration aus Wasser an Feststoff/ in Konzentrat
→ Weiterbehandlung erforderlich
- chemische Verfahren: Zerstörung der PFC-Moleküle
→ ggf. Metaboliten-Bildung zu beachten

LITERATUR-ÜBERBLICK ZU SANIERUNGSVERFAHREN



u.a. nach Lutze et al., 2012; Rahman et al., 2014; Rayne und Forest, 2009; Schröder et al., 2010; Vecitis et al., 2009

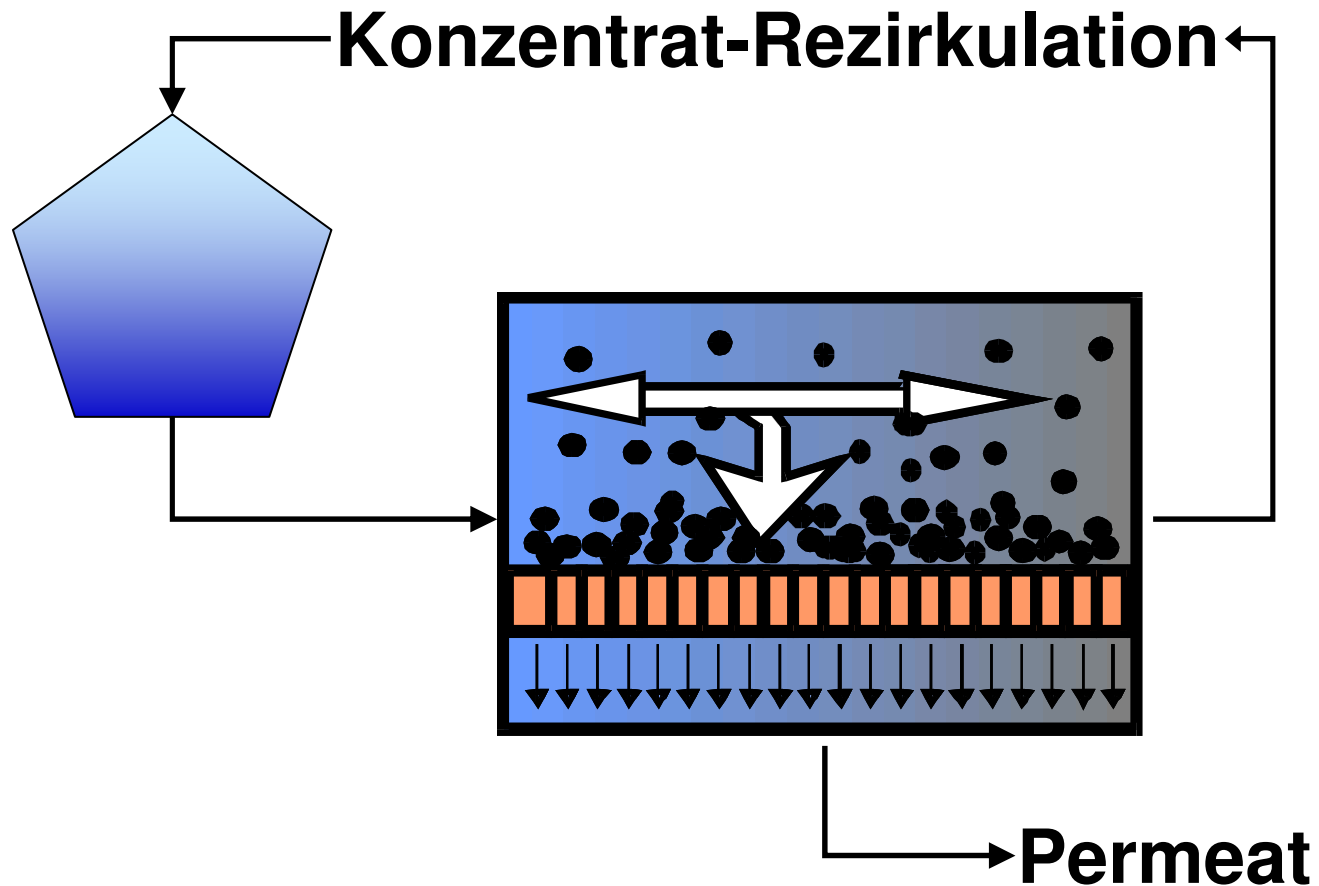
PFC-ZERSTÖRUNG DURCH CHEMIKALIEN-ZUGABE

- **chemische Oxidation**
 - **Persulfat/ UV > Fentons Reagenz/ UV > Ozon/ UV > Wasserstoffperoxid/ UV**
 - **Mineralisierung zu CO₂ und HF kann erreicht werden**
 - **Erfahrungen bei Abwasser-Behandlung/ Trinkwasser-Aufbereitung liegen vor**
 - **chemische Reduktion**
 - **Eisen(0), Vitamin B₁₂, 2-hydroxyprop-2-yl-Radikal**
 - **meist extreme Reaktionsbedingungen benötigt**
 - **bislang keine praxisnahe Anwendung**
- moderater bis hoher Energieeintrag für Zerstörung benötigt; Nachweis der Mineralisierung wichtig**

PFC-ZERSTÖRUNG OHNE CHEMIKALIEN-ZUGABE

- **Ultraschall: 200-618 kHz**
hoher Energiebedarf
bislang keine praxisnahe Anwendung
 - **UV-Strahlung: < 200 nm**
hoher Energiebedarf
bislang keine praxisnahe Anwendung
 - **Hitze: 200-600 °C**
Anwendung nur bei stark angereicherten flüssigen
bzw. bei Feststoff-Proben sinnvoll
- hoher Energieeintrag für Zerstörung benötigt;**
Nachweis der Mineralisierung wichtig

MEMBRANFILTRATION – PRINZIP (TESTSTAND)



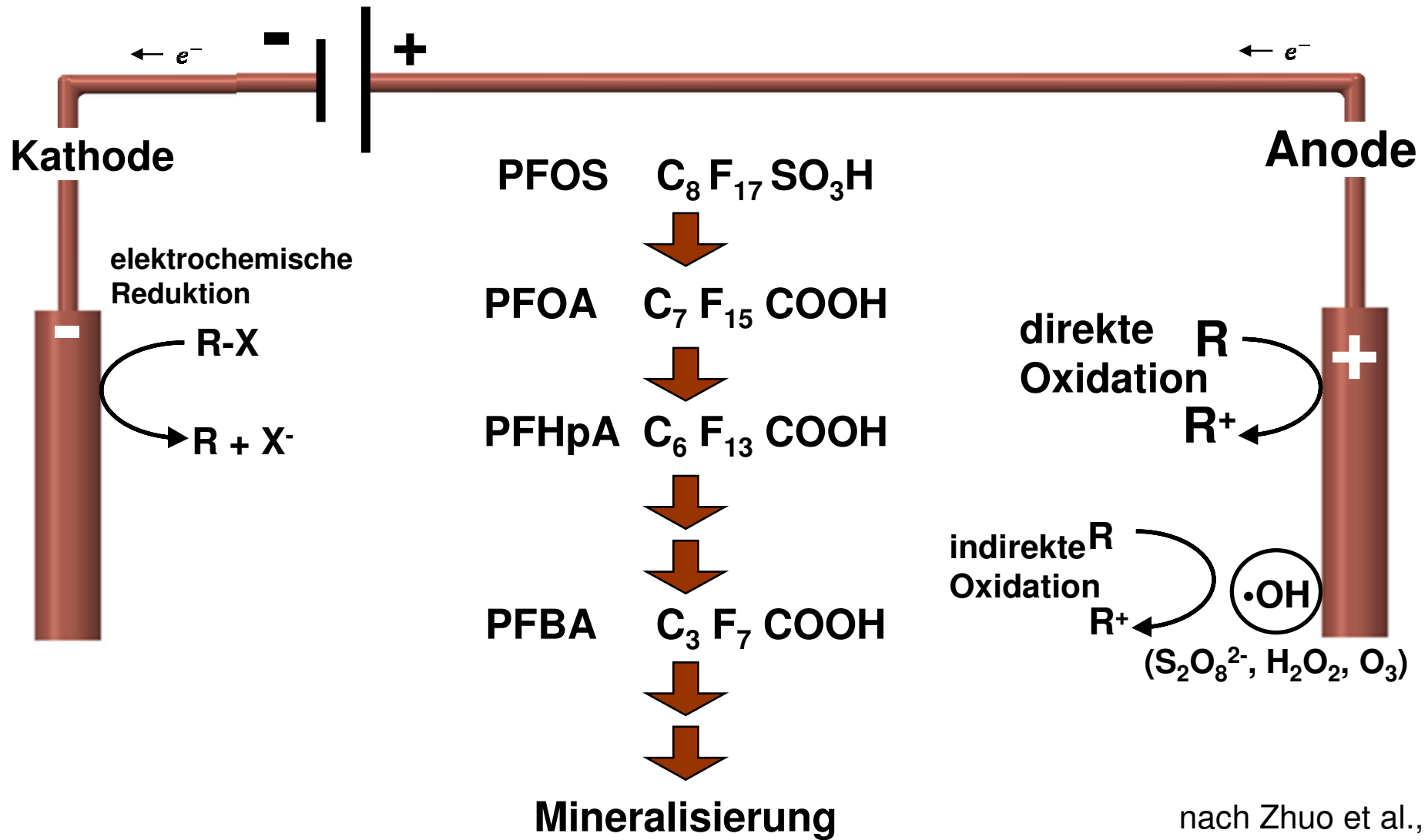
→ Rückhalt der PFC in Konzentrat

MEMBRANFILTRATION – ZUSAMMENFASSUNG

- Rückhalt zwischen 95% und 99%
 - Maximal-Konzentrationen im Permeat zwischen 4,5 µg/L und 84 µg/L
 - Praxiserfahrungen liegen bezüglich Trinkwasser-Aufbereitung vor
- aufwendige Vor- und Nachbehandlung erforderlich
- Entsorgung von Konzentrat und Spülwasser zu klären



ELEKTROCHEMIE – PRINZIP



nach Zhuo et al.,
2011 und 2012

TZW

Augsburg, 08.04.2014

→ **Oxidation und Zerstörung der PFC**

ELEKTROCHEMIE – ZUSAMMENFASSUNG

- In Abhängigkeit von Energieeintrag (Stromstärke und Versuchsdauer) bis zu 97% PFC-Entfernung
 - Mineralisierung anhand von Fluorid-Zunahme nachweisbar
 - Praxiserfahrungen liegen bezüglich Behandlung von Industrieabwässern vor
- Begleitreaktionen im Grundwasser (z.B. Bromat-, Perchlorat- und AOX-Bildung) sind problematisch
- Anwendung bei aufkonzentriertem Wasser energetisch günstiger

FAZIT UND AUSBLICK

- Sorption ist nach wie vor das Verfahren der Wahl zur Sanierung von PFC
→ mehrstufige Anlagen und häufiger Austausch der Sorptionsmaterialien in der Regel erforderlich
- Membranfiltration und elektrochemischer Abbau können PFC eliminieren
→ Wirtschaftlichkeit bei der Altlasten-Sanierung derzeit fraglich
- Kombination mehrerer Verfahren ggf. von Interesse
- ggf. zukünftige Weiterentwicklungen von Sanierungsverfahren

DANK

KONTAKT



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



- dem LfU als Projektpartner
sowie für die Förderung
- den KollegInnen am TZW
- und Ihnen für Ihre
Aufmerksamkeit
- Kathrin Schmidt
kathrin.schmidt@tzw.de
0721 9678 223
- Andreas Tiehm
andreas.tiehm@tzw.de
0721 96 78 137