



LDFT

*22. Deponiefachtagung an der HTWK
Leipzig, 11.03.2026*

Behandlung PFAS-kontaminierter Deponiesickerwässer mit PerfluorAd®

**Vorstellung des Verfahrens sowie der Wirkungsweise
und Beispiele aus der praktischen Anwendung**

Dr. Verena Stenert / Cornelsen Umwelttechnologie GmbH

cornelsen
Re:Think Water

Die Herausforderungen

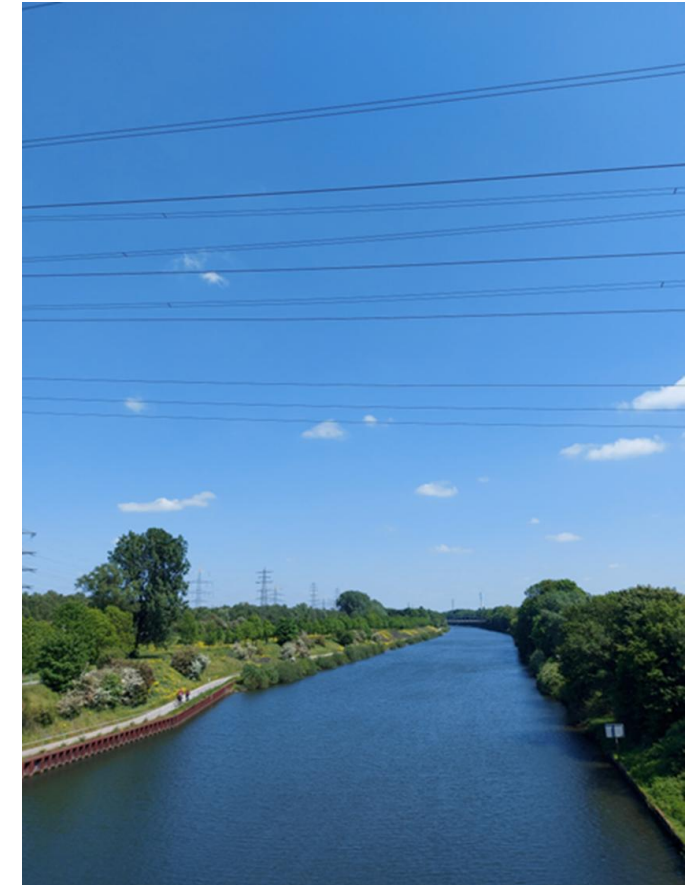
Deponiesickerwässer

- können sehr unterschiedlich in Belastung und Matrix sein.
- sind oft komplex belastet (Schwermetalle, Salzgehalt, Färbung, Trübung, Geruch, ...).
- sind teils extrem mit Organik belastet (CSB, DOC).
- fallen über den Jahresverlauf in unterschiedlichen Mengen an (m^3/Tag).
- enthalten häufig PFAS, insbesondere sehr schwer adsorbierbare kurzkettige PFAS.



PFAS - Charakteristik

- Stoffgruppe mit mehr als 10.000 Einzelsubstanzen
- Verbindungen sind ausschließlich anthropogenen Ursprungs
- PFAS (bio-)akkumulieren in der Umwelt (Boden, Pflanze, Tier, Mensch) und werden in allen Umwelt-kompartimenten (Boden, Wasser, Luft) gefunden
- Einige PFAS-Verbindungen weisen ein erhöhtes öko- und humantoxikologisches Gefährdungspotenzial auf bzw. sind bereits als kanzerogene und mutagene Substanzen gelistet



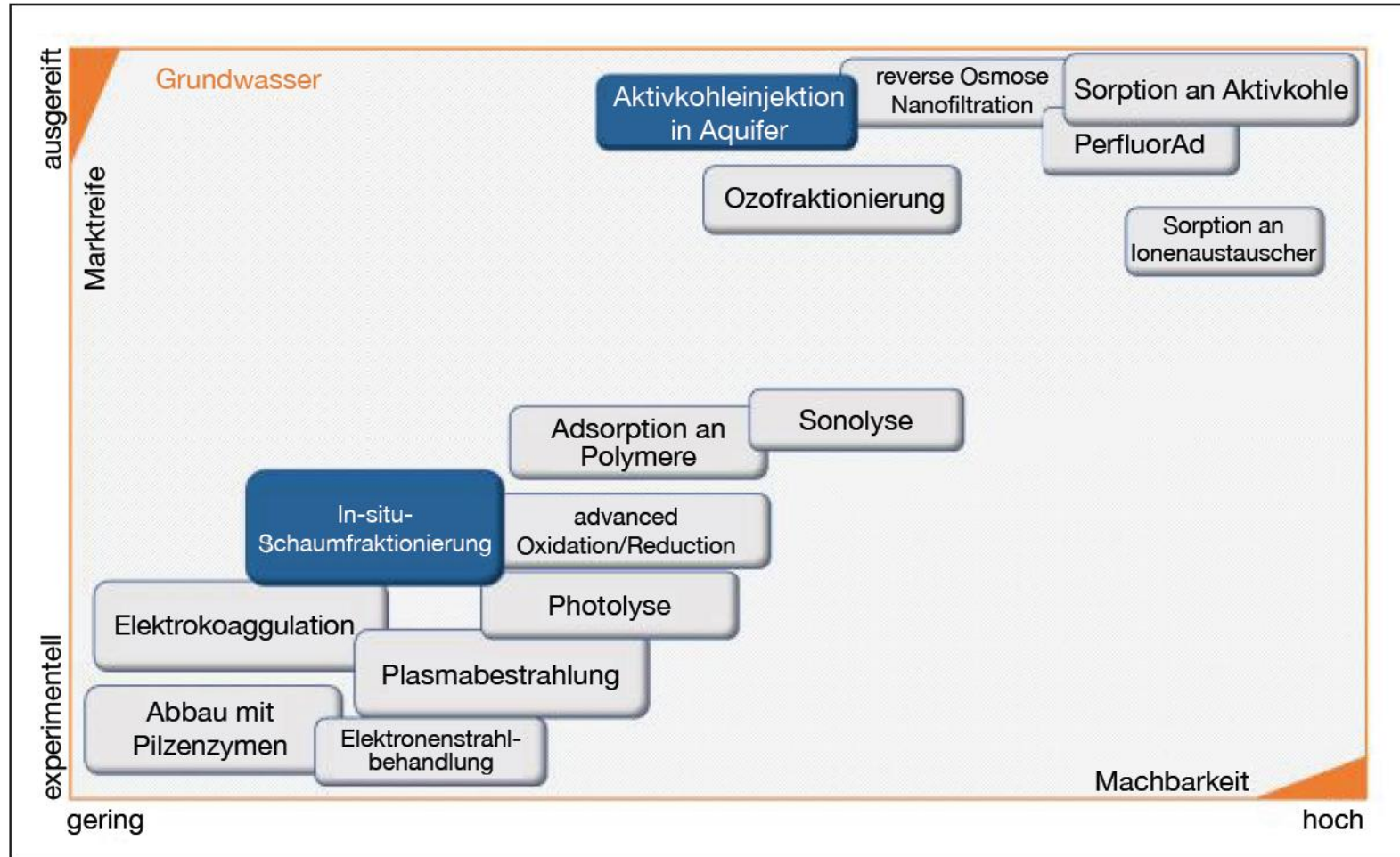
Wasserreinigungsverfahren zur PFAS-Entfernung



- Adsorptionsmethoden
Aktivkohle
Ionentauscher
- Fällungsreaktionen
PerfluorAd®
- Filtrationsverfahren
Umkehrosmose
Nanofiltration
- Schaumfraktionierung
- ...oder Kombinationen!



Einordnung der Behandlungsmethoden



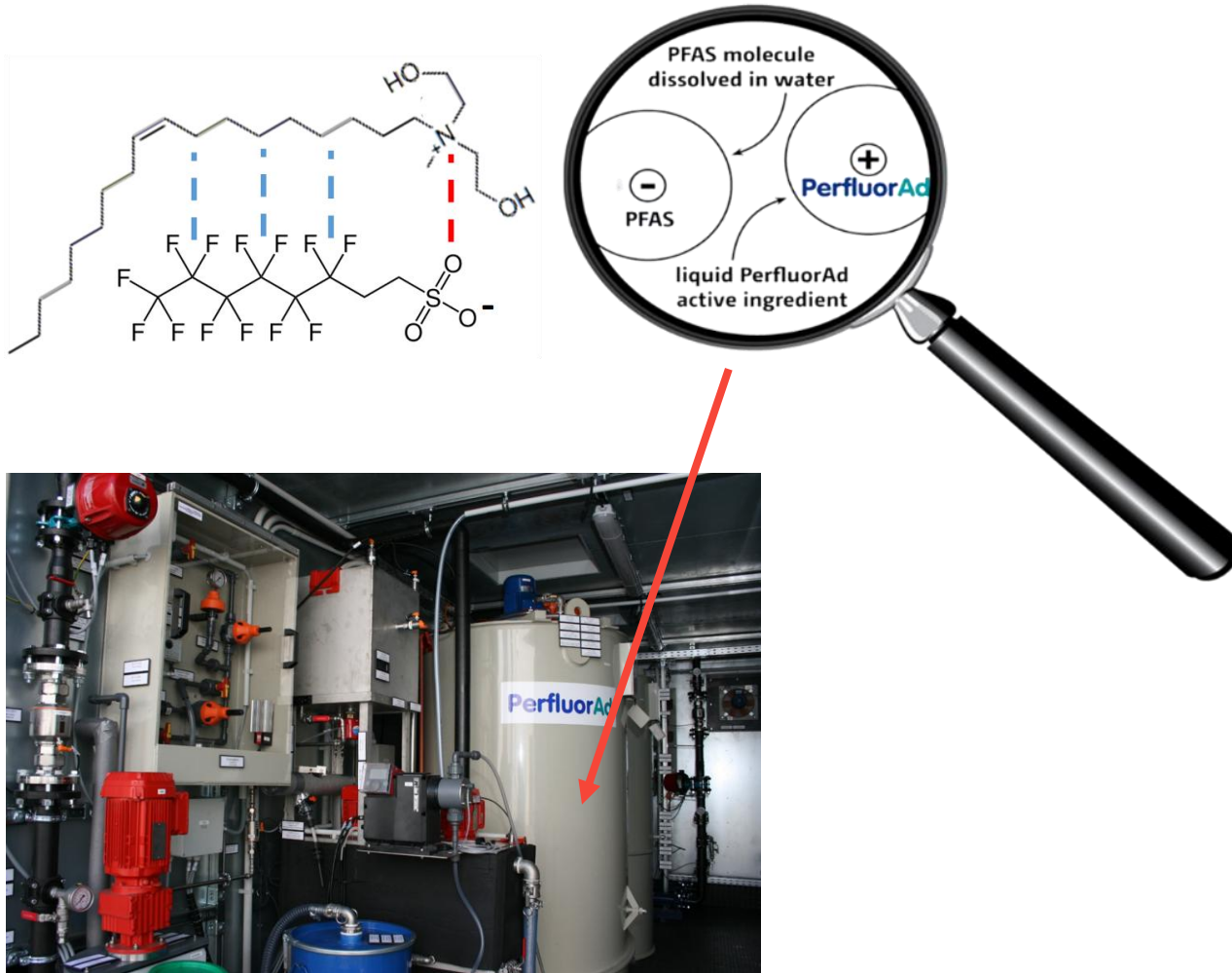
Die vom UBA erstellte Arbeitshilfe „Sanierungsmanagement für lokale und flächenhafte PFAS-Kontaminationen“ [10] werden Sanierungsoptionen (blau: In-situ-Anwendungen) für Grundwasser hinsichtlich der Machbarkeit und des Entwicklungsstands eingeordnet; die Arbeitshilfe wurde von der Arcadis Germany GmbH in den Jahren 2018 und 2019 erstellt.

Selektives Fällungsverfahren PerfluorAd®

- Hoch PFAS- kontaminierte Wässer (>3000 µg/l) sind behandelbar
- Organische und anorganische Querbelastrung stört normalerweise nicht
- Durchsätze je Reinigungsmodul im 1-10 m³-Maßstab möglich
- Behandlung von „Problemwässern“ möglich
- Einsatz als Teil eines Treatment-Trains mit anschließender Aktivkohlestufe



Vorteile des Flüssigwirkstoffes PerfluorAd®



- Ausfällung der gelösten PFAS durch Bildung physikalischer Bindungen
- Flüssigwirkstoff, daher leicht dosierbar
- Chemikalieneinsatz kann auf die PFAS-Belastung und die Wassermatrix abgestimmt werden
- Einfache Verfahrensanpassung bei wechselnden Wasserqualitäten
- Nutzung kundenseitiger Anlagentechnik (Fällung, Flockung) möglich
- Biologisch abbaubarer Wirkstoff und dadurch umweltfreundlich

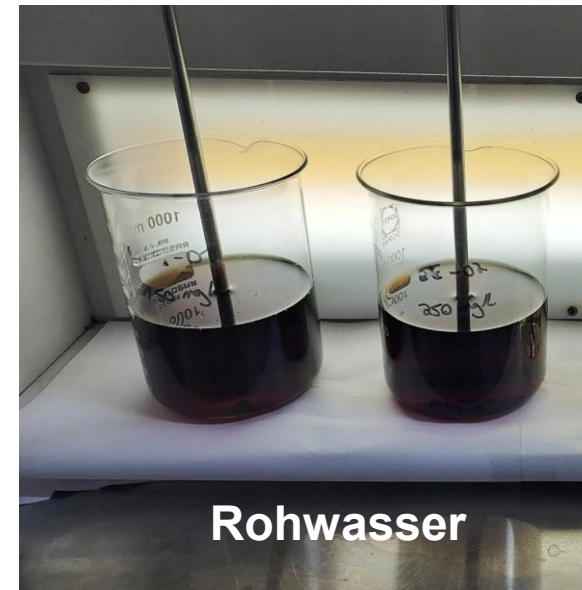
Die PerfluorAd® -Technologie zur PFAS-Reduktion in Deponiesickerwässern



Ausgangssituation

Sickerwasser –Beispiel 1

- PFAS- Konzentration und – Spektrum und DOC/TOC zuvor unbekannt
- Kaum Trübung, aber dunkelbraun gefärbt
- Geruch: nach Abfall
- pH-Wert: 8,02
- Leitfähigkeit: ca. 20 mS/cm

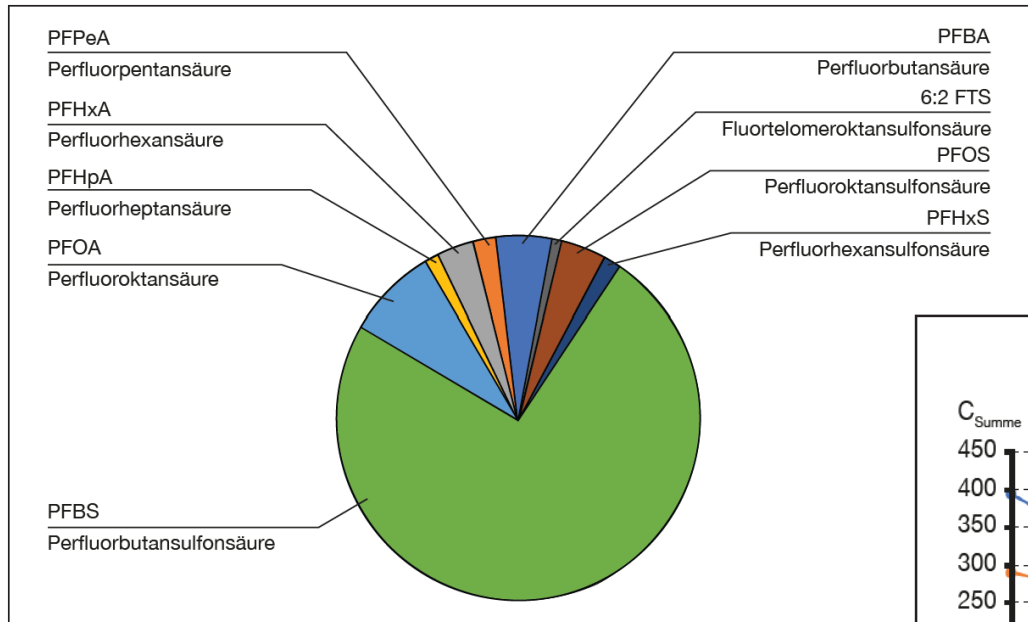


Behandlung des Wassers:

50 mg/l bis 250 mg/l PerfluorAd®

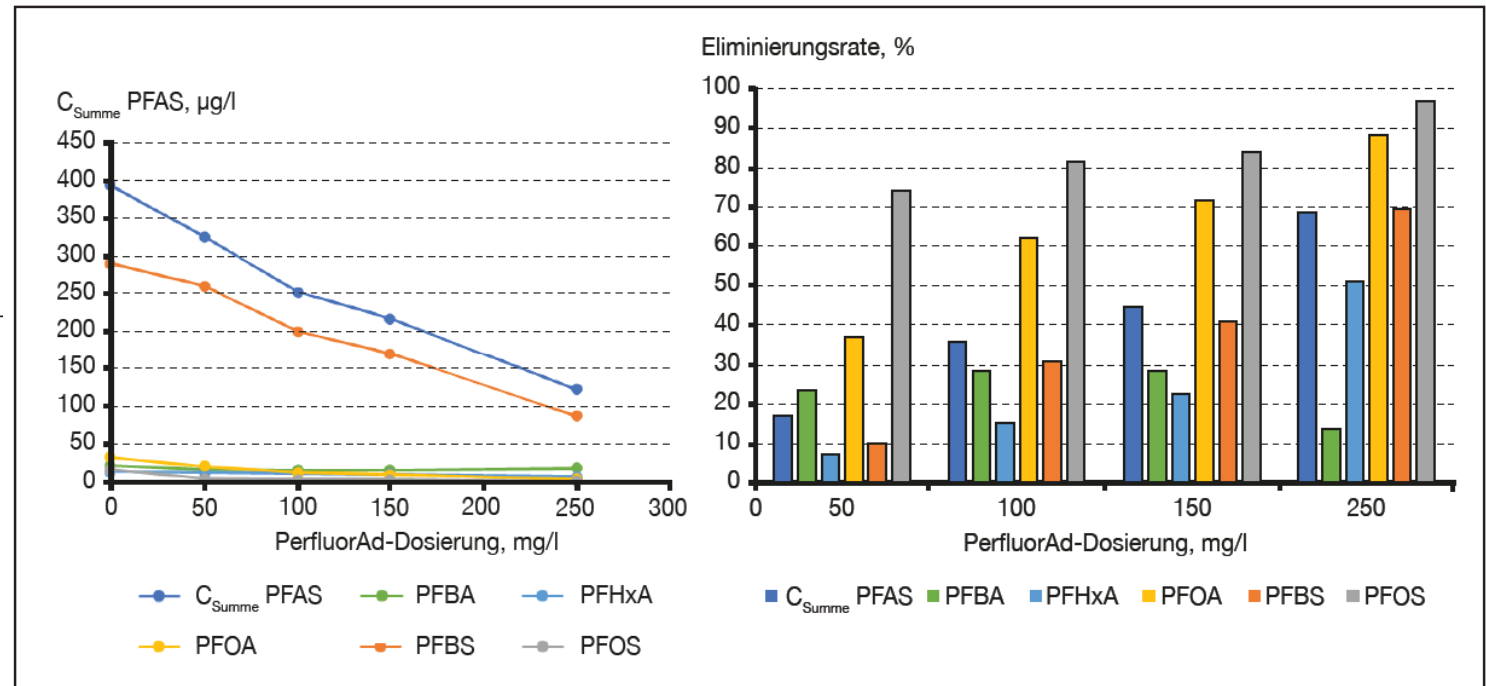
28 mg/l bis 35 mg/l Flockungsmittel FeCl_3

Analysenergebnisse



PFAS-Verteilung im Rohwasser: Die Summe der messbaren PFAS-Verbindungen liegt bei etwa 400 µg/l. Die Hauptkomponente ist PFBS mit >70%

Abnahme der PFAS-Konzentrationen mit Zunahme der Dosierung an Fällungsmittel PerfluorAd® und die dazu gehörigen Eliminierungsraten für die Summe der messbaren PFAS (dunkelblau) und die Hauptkomponenten

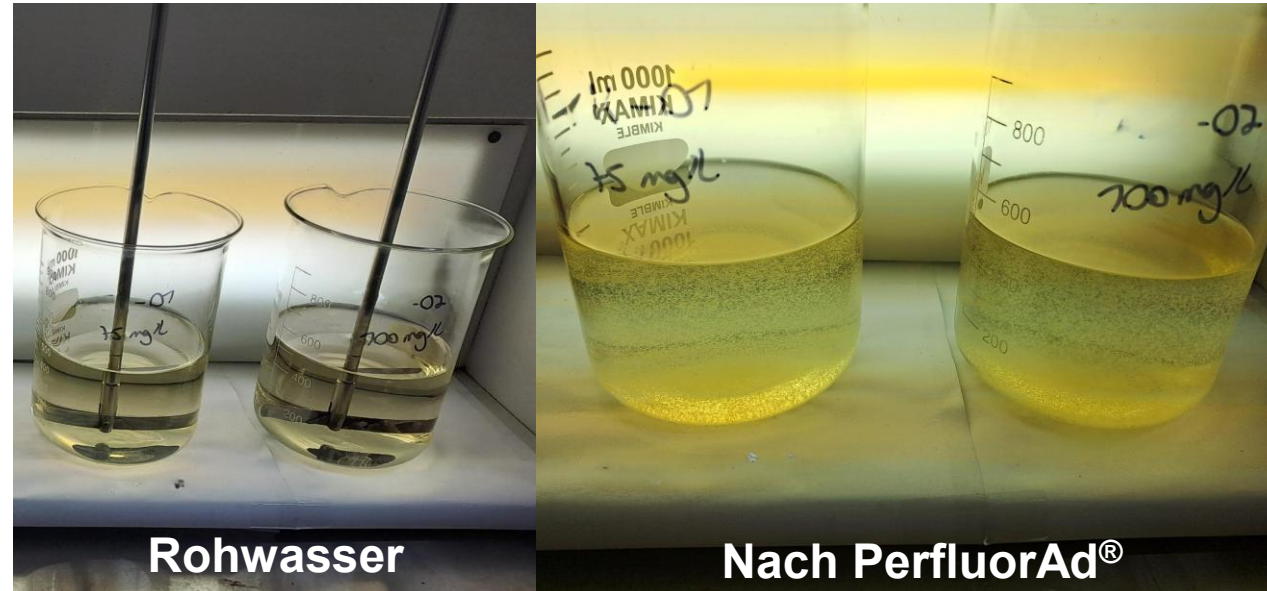


Ausgangssituation

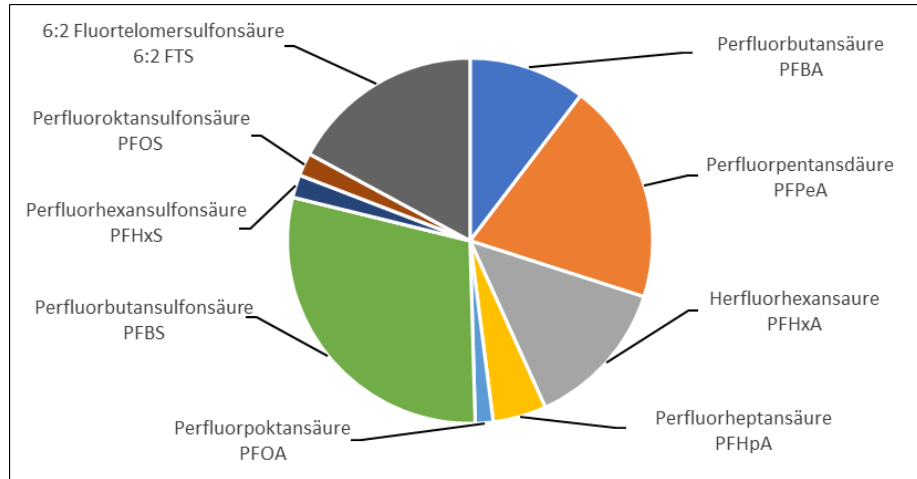
Sickerwasser –Beispiel 2

- PFAS- Konzentration und – Spektrum zuvor unbekannt, kundenseitig als „gering belastet“ eingestuft, DOC/TOC n.B.
- keine Trübung, gelblich gefärbt
- Geruch: neutral
- pH-Wert: 7,5
- Leitfähigkeit: ca. 8 mS/cm

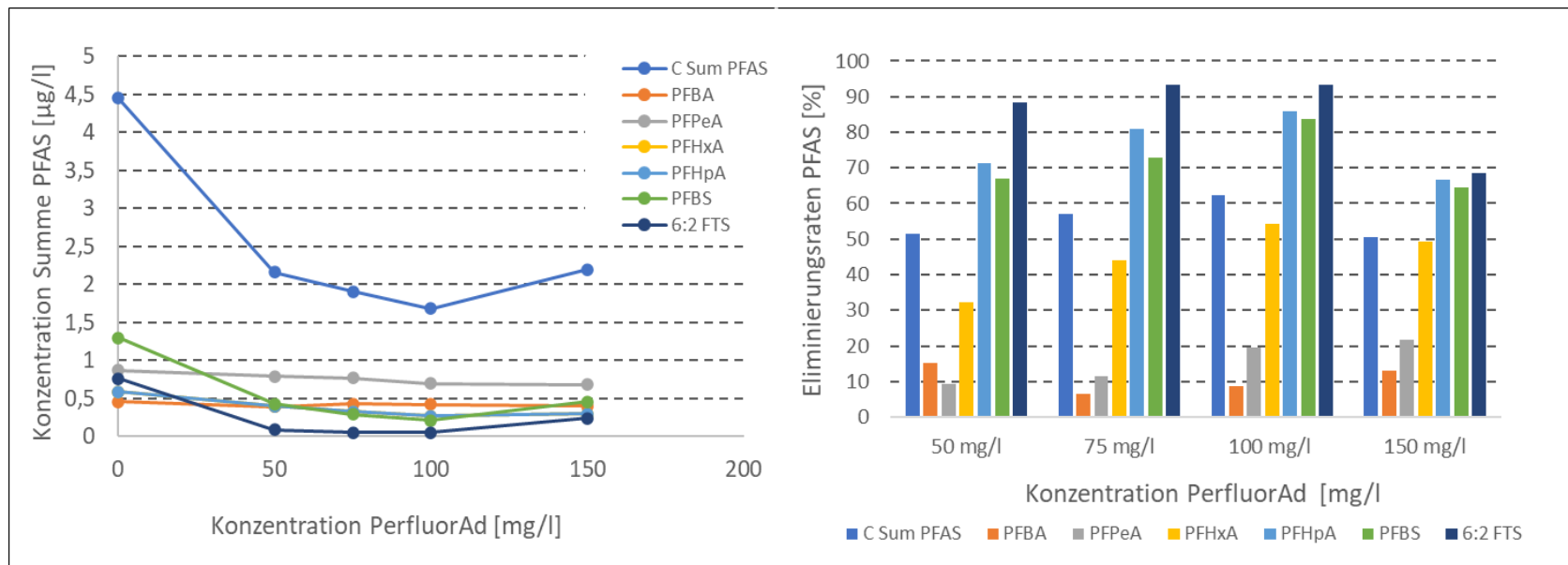
Behandlung des Wassers: 50 mg/l bis 150 mg/l PerfluorAd®
28 mg/l Flockungsmittel FeCl₃



Analysenergebnisse



PFAS-Verteilung im Rohwasser: Die Summe der messbaren PFAS-Verbindungen liegt bei etwa 4,4 µg/l. Die Hauptkomponente ist PFBS mit 1,3 µg/l (30%), der Gehalt an kurzkettigen PFAS liegt bei über 70%



Verlauf der PFAS-Konzentrationen mit zu-nehmender PerfluorAd®-Dosierung und die dazu gehörigen Eliminierungsraten für die Summe der messbaren PFAS (blau) und die Hauptkomponenten. Es konnten über 80% der gesamten PFAS-Fracht eliminiert werden.

Sickerwasser – Beispiel 1

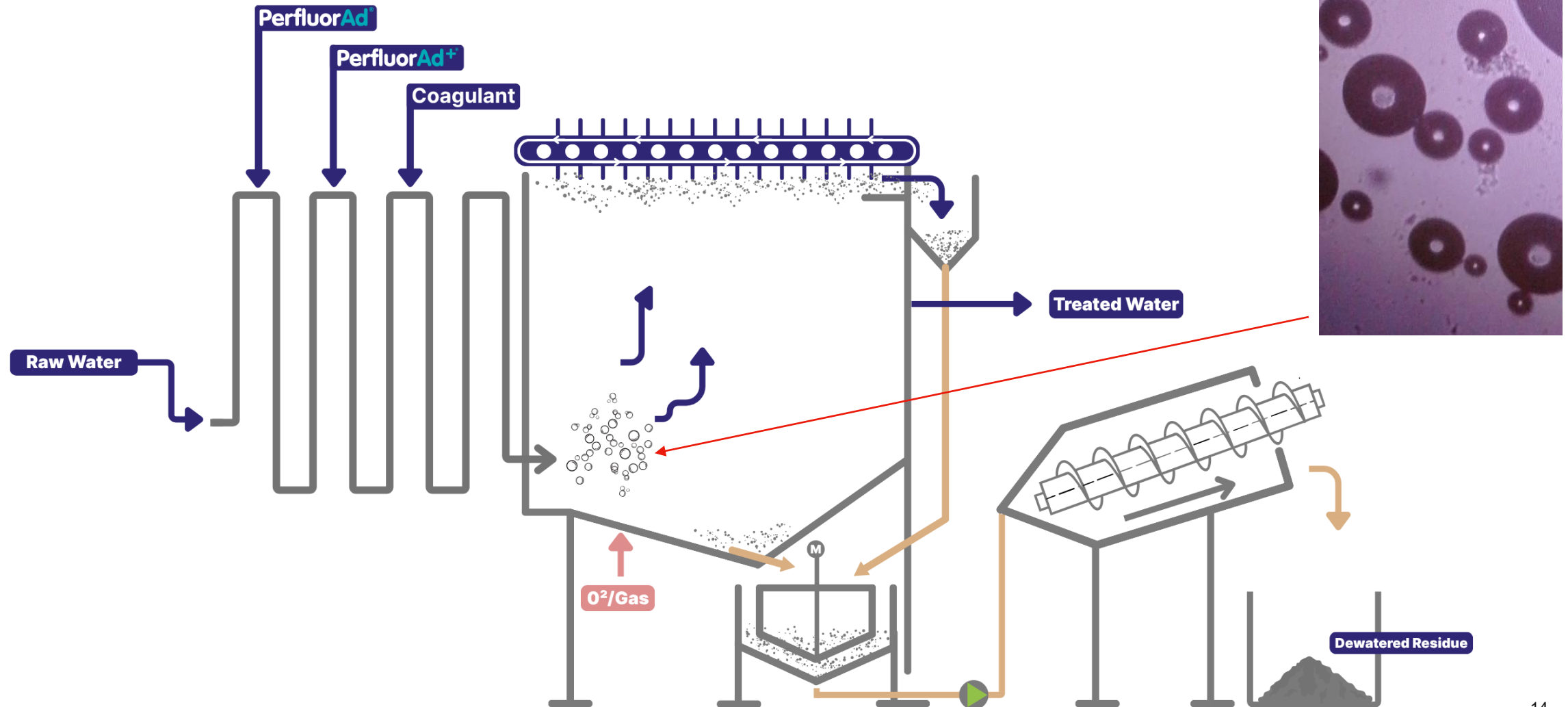
- Hohe Konzentration an Gesamt-PFAS mit über 70% PFBS
- TOC = 720 mg/l, TOC= 870 mg/l
- **Behandlung mit 250 mg/l PerfluorAd[®]**
- Eliminierungsrate PFAS ges. ca. 70%
- Eliminierungsrate PFBS ca. 70%
- Eliminierungsrate PFOS > 97%
- Behandlungskosten Betriebsmittel:
etwa 4,20 €/m³

Sickerwasser – Beispiel 2

- Geringe Konzentration an Gesamt-PFAS mit > 70% kurzkettigen PFAS
- TOC = 100 mg/l, TOC= 100 mg/l
- **Behandlung mit 100 mg/l PerfluorAd[®]**
- Eliminierungsrate PFAS ges. ca.62%
- Eliminierungsrate PFBS ca.83%
- Eliminierungsrate 6:2 FTS ca. 93%
- Behandlungskosten Betriebsmittel:
etwa 1,70 €/m³

Beispiel für die Anwendung von PerfluorAd[®]

(Dosierung in Rohrleitung, Flotation, Schlammmentwässerung)



PerfluorAd®-Reaktor

Dosierung in die Rohrleitung, Flotation, Schlammabtrennung



PerfluorAd®-Reaktionsstufe



Flotation und Abtrennung

PerfluorAd[®] - Umweltaspekte

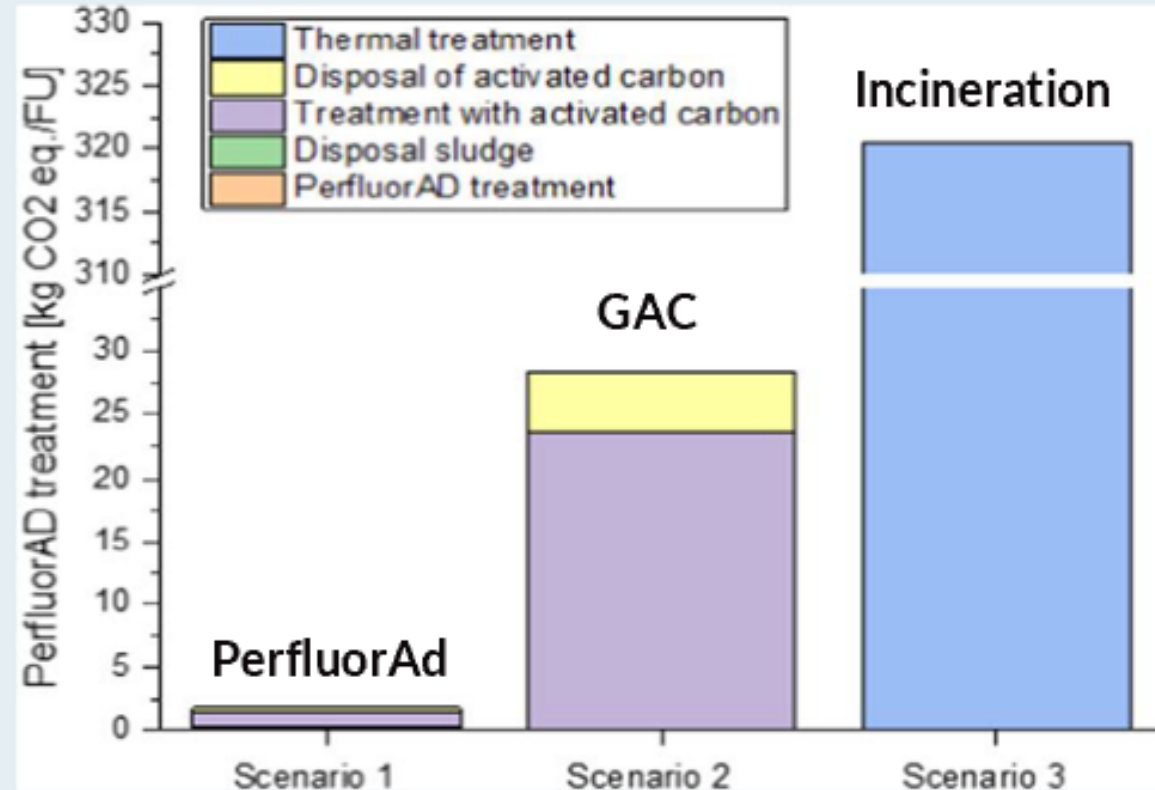
Global Warming Potential

Example:

Contribution to global warming
by treating one cubic meter
AFFF extinguishing water with a
PFAS content of 2.3 mg/L (FU)

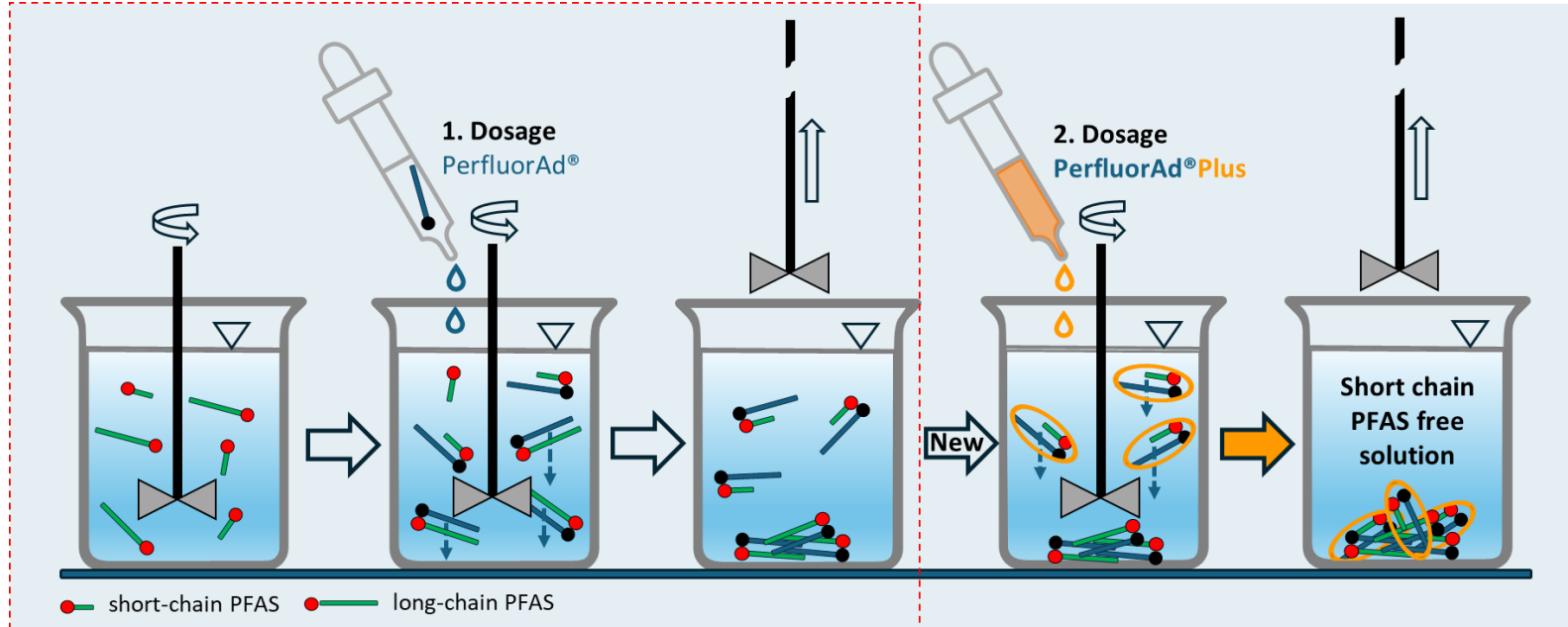


Source: <https://doi.org/10.1002/etc.4803>



Source: Maga et al. (2020)

PerfluorAd⁺ – Kurzkettige PFAS im Visier



Der bewährte PerfluorAd®-Prozess

PerfluorAd⁺ für kurzkettige PFAS



Veränderung des präzipitats

Welche Eliminierungsraten sind zu erwarten?

- PerfluorAd⁺® auf der Basis der PerfluorAd[®]-Präzipitate verbessert die Eliminierung der kurzkettigen PFAS deutlich
- Verbesserung der Eliminierung von PFOA, 6:2 FTS und PFBS
- Eliminierungen für Gesamt-PFAS von >90 % möglich (Abhängig von der Wassermatrix und der PFAS-Kontamination)
- PerfluorAd⁺®- konditionierte Präzipitate besser separierbar

PFAS substance	Expected removal rates PerfluorAd	Expected removal rates PerfluorAd Plus
PFDA	Up to 99,9%	Up to 99,9%
PFNA	Up to 99,9%	Up to 99,9%
PFOS	Up to 99,9%	Up to 99,9%
PFHxS	Up to 99,9%	Up to 99,9%
PFOA	Up to 85%	Up to 99,9%
6:2 FTS	up to 80%	Up to 99,9%
PFHpA	up to 65%	Up to 97%
PFHxA	up to 30%	Up to 95%
PFPeA	up to 20%	Up to 70%
PFBS	Up to 70%	Up to 97%
PFBA	Up to 10%	Up to 60%

PerfluorAd® für die Sickerwasseraufbereitung

- PerfluorAd® kann als Vorreinigungsstufe zur Entfernung von PFAS aus Deponiesickerwasser im Rahmen eines Treatment-Trains eingesetzt werden wodurch optimierte Aktivkohleverbräuche zu erwarten sind.
- Durch Laborversuche – durchgeführt mit repräsentativen Wasserproben – können sowohl Elimination als auch die Kosten für die Behandlung zuverlässig abgeschätzt werden.
- Unabhängig von zukünftigen gesetzl./behörtl. Grenzwerten kann anhand der Versuchsergebnisse eine angemessene sowie zuverlässige Aufbereitungstechnologie konzipiert werden.
- Mit PerfluorAd+ sind in kürze weitere Verbesserungen für die Eliminierung der kurzkettigen PFAS zu erwarten.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

cornelsen
Re:Think Water



Dr. Verena Stenert

Sales & New Products
Cornelsen Umwelttechnologie GmbH

Cornelsen Umwelttechnologie GmbH
Graf-Beust-Allee 33
45141 Essen
Deutschland

+49 (0) 201 520 37 25
stenert@cornelsen.group

Jetzt Scannen



www.cornelsen.group