

# PFAS: Adsorption an Aktivkohle/Ionentauscher und Defluorierung mittels UV-C

## Projektarbeit

### Student



Simon Grundler

**Ausgangslage:** Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) stehen seit einigen Jahren im Zentrum der umwelt- und gesundheitspolitischen Diskussion. Unter diesem Sammelbegriff wird eine sehr grosse und heterogene Stoffgruppe zusammengefasst, die seit den 1950er- und 1960er-Jahren industriell hergestellt und in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt wird. PFAS zeichnen sich durch eine aussergewöhnliche chemische und thermische Stabilität aus und werden deshalb als «Ewigkeitschemikalien» bezeichnet. Für die Reinigung von Wasser und Böden, die mit PFAS kontaminiert sind, braucht es geeignete Aufbereitungsmethoden, sowie für die Kontrolle auch Analysemethoden, die günstiger und schneller sind, als die heute meist angewandte Einzelstoff-Analytik. Im Rahmen des vorliegenden Projekts soll eine Übersicht über Analysemethoden für PFAS sowie eine Übersicht über mögliche Abbau-, Eliminations- und Sorptionsverfahren erstellt werden. Anschliessend sollen ausgewählte Eliminations-, Abbau- und Analyseverfahren im Labor getestet werden.

**Vorgehen:** Zur Ermittlung von möglichen Reinigungsverfahren wurden in einer Literatur- und Marktrecherche verfügbare Aktivkohlen und Ionentauscherharze evaluiert. Anschliessend wurde mithilfe einer Labor-Adsorptionsanlage und realem Löschwasser aus einer Feuerwehr-Übungsanlage die Eliminationsleistung der zwei vielversprechendsten Aktivkohlen und eines Ionentauschers analysiert. Im Weiteren wurde die Elimination der zwei PFAS PFBA und PFBS mithilfe einer handelsüblichen UV-C-Lampe zur Sterilisation von Trinkwasser untersucht. Sulfid und Iodid wurden den Versuchen als Reduktionsmittel beigegeben. Dabei wurden die PFAS-Konzentrationen mit LC-MS/MS gemessen. Zusätzlich wurde als Mass für den Abbau der PFAS die Fluorid-Konzentration nach der UV-Bestrahlung erfasst.

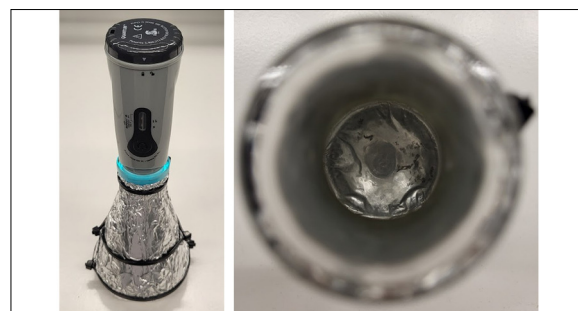
**Ergebnis:** Das verwendete Löschwasser enthielt neben dem PFAS Capstone B ( $1.5 \mu\text{g/l}$ ) verschiedene Perfluorcarbonsäuren (PFCAs, bis  $0.03 \mu\text{g/l}$ ) sowie die polyfluorierte Alkylverbindung 6:2-FTS ( $0.04 \mu\text{g/l}$ ). Bei einem Filter von 2.9 cm Durchmesser mit einer Länge von 11.5 cm, einer Kontaktzeit von 30 min (EBCT, empty bed contact time) und einer Durchlaufzahl von 480 BV (Bettvolumen) wurden sämtliche PFAS nach 10 Tagen Laufzeit (entspricht einer Löschwassermenge von 36 Litern) vollständig eliminiert. Umgesetzt auf ein Löschwasserbecken von  $2'400 \text{ m}^3$  bedeutet das, dass ein Filter von  $5 \text{ m}^3$  bei den gleichen Fliessbedingungen das Löschwasser vollständig reinigen würde. Auch bei einer Halbierung der EBCT auf 15 min wurde der Durchbruch des Filters nach 36 Liter Löschwasser noch nicht erreicht. Bei der Halbierung der EBCT auf 15 min und einer Verdopplung der BV-Anzahl wurde schliesslich der

Durchbruch der zwei kurzkettingen PF-Carbonsäuren (PF-Pentansäure und PF-Hexansäure) beobachtet. Im Vergleich zur Aktivkohle wurden bei diesen Bedingungen durch den Ionentauscher zwar die kurzkettingen PFCAs vollständig adsorbiert, das ungeladene Capstone B aber nicht. Die Abbauversuche mit UV-C zeigten, dass die PF-Carbonsäure PFBA unter Zugabe von Sulfid und Iodid innerhalb von 3 h um mehr als die Hälfte abgebaut wurde. Dieser Abbau korrelierte mit einer Zunahme der Fluorid-Konzentration. Die Analyse von Fluorid ist in diesem Fall als einfache und günstige Alternative zur aufwändigen LC-MS/MS-Analytik geeignet.

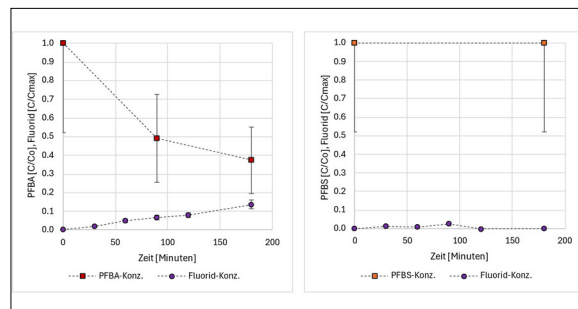
### Versuchsaufbau der Adsorptionsversuchsreihe Eigene Darstellung



### links: Reaktor mit aktiver UV-C-Lampe, rechts: Ansicht von innerhalb des Reaktors Eigene Darstellung



### Abbau mit UV-C und Sulfid/Iodid, links: Versuch mit PFBA, rechts: Versuch mit PFBS, FB stellen das 95 %-Konf. der EB dar Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll

Themengebiet  
Energy and  
Environment