

## Reinigung von PFAS-belasteten Feuerlöschwässern, Einsatzfahrzeugen und Feuerlöschsystemen mit dem PerfluorAd-Verfahren

### Die Ursache

Feuerlöschschäume können per- und polyfluorierte Chemikalien (PFAS) enthalten, von denen mittlerweile bekannt ist, dass aufgrund der besonderen Beständigkeit der Stoffgruppe PFAS eine globale Verbreitung in der Luft, den Gewässern und den Böden eingetreten ist. Zudem ist seit einigen Jahren bekannt, dass einige Substanzen aus der Gruppe der PFAS sowohl kanzerogene als auch mutagene Wirkungen auslösen. Diese Erkenntnisse machen es erforderlich, neue Einträge von PFAS in die Umwelt zu vermeiden.

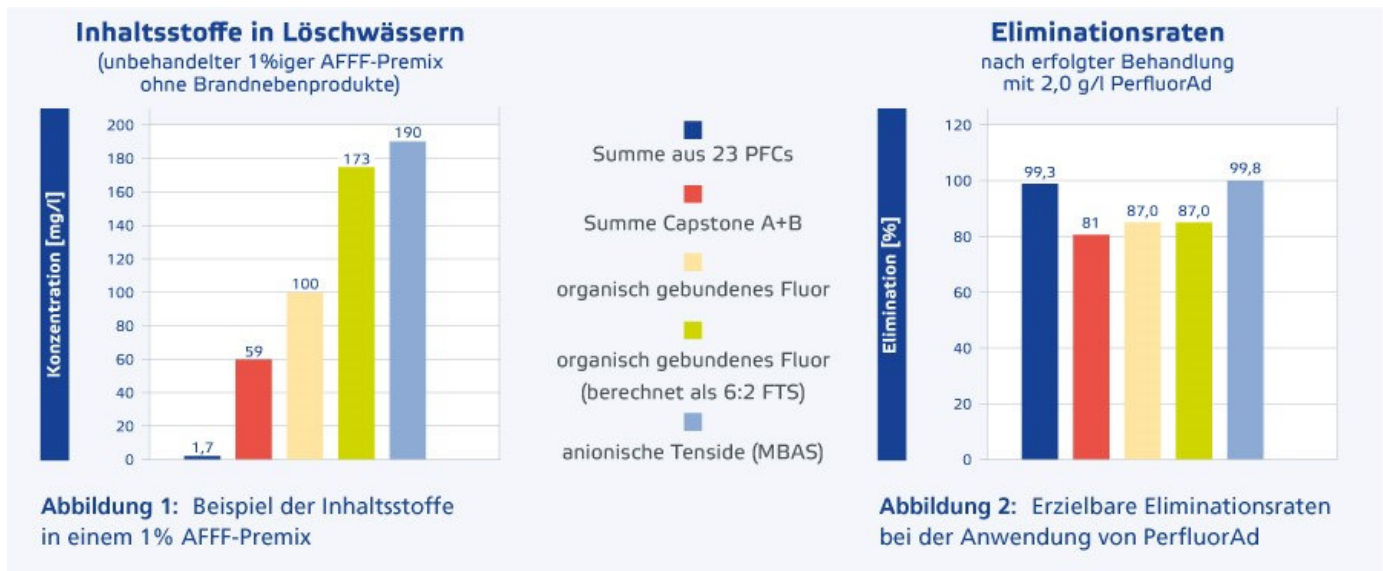
### Das Problem

Konventionelle Verfahren, die auf eine Adsorption von PFAS an Aktivkohlen oder Ionenaustauschern setzen, sind bei hohen PFAS-Gehalten und komplexen Wasserbedingungen, wie dieses bei Feuerlöschwässern in der Regel der Fall ist, weder effizient noch kostengünstig. Neben den PFAS enthalten Feuerlöschwässer viele weitere organische Inhaltsstoffe in zumeist sehr hohen Konzentrationen. Diese organischen Substanzen stehen bei der Adsorption auf Aktivkohle in einem Wettbewerb mit den PFAS. Da die meisten organischen Substanzen wesentlich

leichter zu adsorbieren sind als die PFAS, ist es kaum möglich, PFAS an Aktivkohle zu binden, da ein hoher Wettbewerbsdruck besteht.

### Die Lösung

Die Cornelsen Umwelttechnologie GmbH, Essen, hat zusammen mit dem Fraunhofer-Institut UMSICHT, Oberhausen, mit dem PerfluorAd-Verfahren einen neuen Verfahrensansatz zur Reinigung PFAS-belasteter Wässer und Systeme entwickelt. Bei dieser Technologie wird im Unterschied zu der Aktivkohle nicht eine Adsorption der PFAS versucht, sondern eine Fällung der zuvor gelösten PFAS bewirkt, indem ein auf die PFAS spezialisiertes Fällmittel angewendet wird. Das in Abbildung 1 dargestellte Beispiel lässt erkennen, dass neben den derzeit analysierbaren PFAS weitere „wesentlich höher konzentrierte, fluorhaltige Wasserinhaltsstoffe“ in Feuerlöschwässern vorhanden sein können. Abbildung 2 stellt beispielhaft mit dem PerfluorAd-Verfahren erzielbare Eliminationsraten dar. Es wird daraus sehr deutlich, dass die derzeit als besonders relevant eingestuft PFAS (Summe aus 23 PFAS-Einzelkomponenten) bei einem Einsatz des PerfluorAd-Verfahrens zu bis zu 99% aus dem Wasser entfernt werden können.



## Reinigung von PFAS-belasteten Einsatzfahrzeugen und Feuerlöschaustrüstungen

Im Zuge der Umstellung von fluorhaltigen auf fluorfreie Löschmittel gilt es, die zuvor mit fluorhaltigen Löschmitteln in Kontakt stehende Ausrüstung gewissenhaft zu reinigen, um eine Kontamination des neuen, fluorfreien Löschmittels ausschließen zu können.

Mit dem Einsatz der PerfluorAd-Technologie kann eine Reinigung von Einsatzfahrzeugen und stationären Löschsystemen bestmöglich unterstützt werden. In der Regel empfiehlt sich ein dreistufiges Vorgehen:

### Phase 1:

**vollständiges Entleeren des Einsatzfahrzeuges bzw. der stationären Löschanlage von fluorhaltigem Schaummittel.**

Wichtig ist, dass auch sämtliche „Depots“, d. h. Vertiefungen, Armaturen, Rohrenden, Pumpen etc. vollständig entleert werden.

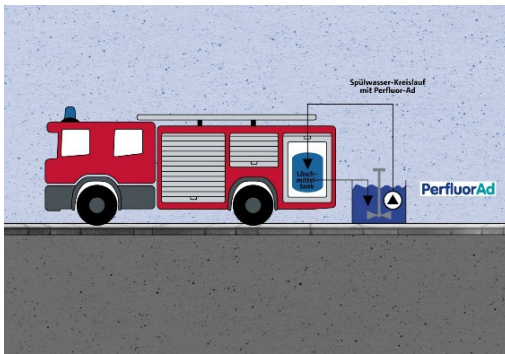


Abbildung 3a: Durchführung der Fahrzeugspülung mit PerfluorAd

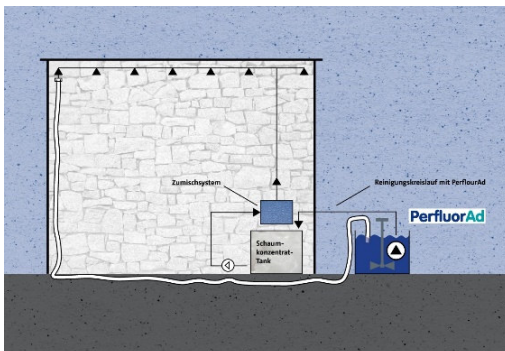


Abbildung 4a: Durchführung von Spülung stationärer Löschanlagen mit PerfluorAd

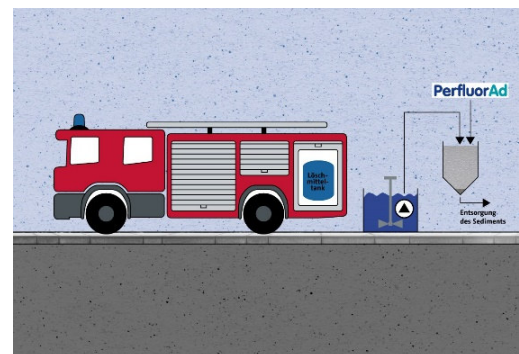


Abbildung 3b: Behandlung des Spülwassers in einem separaten PerfluorAd Schritt vor Ort

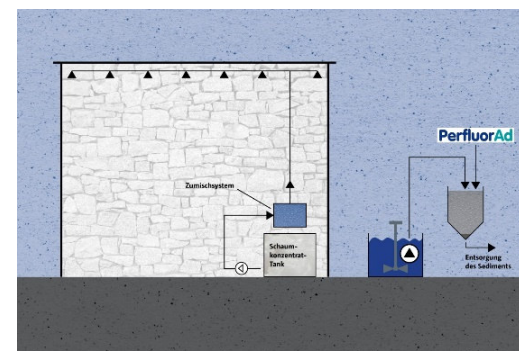


Abbildung 4b: Behandlung des Spülwassers in einem separaten PerfluorAd Schritt vor Ort

## Phase 2:

### Durchführen eines Spülprozesses durch die Anwendung eines mit dem PerfluorAd-Wirkstoff angereicherten Spülwassers (Abbildung 3a, 4a)

Auch für diesen Arbeitsschritt gilt es sämtliche Komponenten zu erfassen, d. h. den Spülprozess unter Einbeziehung sämtlicher Rohrstränge, Pumpen, Auslässe etc. zu vollziehen. Da die verbliebene Menge an Löschmittel in den für eine Reinigung des Fahrzeuges „kritischen Bereichen“ weitaus höher ist als die auf den glatten Behälterwänden des Schaummittel tanks, ist der PerfluorAd-Spülprozess umso wichtiger auch in diesen kritischen Bereichen.

## Phase 3:

### Behandlung des Spülwassers mit separatem PerfluorAd-Prozess nach Abschluss der Fahrzeugreinigung (Abbildung 3b, 4b).

Nachdem die Reinigung des Systems (Einsatzfahrzeug, stationäre Löschanlage o. ä.) beendet wurde, kann das dabei angefallene Spülwasser direkt vor Ort gereinigt werden. Dafür wird nochmals der PerfluorAd-Wirkstoff eingesetzt, um eine Fällung der zu erwartenden hohen PFAS-Belastung durchzuführen.

Die Reinigung der Einsatzfahrzeuge und die Behandlung der dabei entstehenden Spülwässer können sowohl bei den Feuerwehren als auch auf dem Werksgelände der Cornelsen Umwelttechnologie GmbH in Essen oder eines Dritten, vorbehaltlich der Zustimmung durch die zuständige Behörde, erfolgen.

Die bei dem Behandlungsprozess entstehenden PFAS-haltigen Flockenstrukturen setzen sich ab und werden nach Eindickung als Abfälle ordnungsgemäß in einer Hochtemperaturverbrennung entsorgt.

### Reinigung von PFAS-belasteten Spülwässern durch den Einsatz einer mobilen PerfluorAd-Behandlungsanlage

Die PerfluorAd-Technologie stellt sicher, dass nicht nur die derzeit „analysierbaren PFAS-Verbindungen“ vor einem Eintrag in die Umwelt zurückgehalten werden, sondern auch, dass die „bislang analytisch nicht bestimmbar fluorhaltigen Verbindungen“ ebenfalls weitestgehend aus Wässern entfernt werden (siehe Abb. 2). Diese einzigartige Effizienz macht den Unterschied zu konventionellen Adsorptionsverfahren aus, wie z.B. dem klassischen Einsatz von Aktivkohlefiltern. Die PerfluorAd-Technologie leistet daher einen sehr konkreten Beitrag sowohl im vorsorgenden als auch im nachsorgenden Gewässerschutz.



Abbildung 5: Blick in die mobile PerfluorAd-Anlage von Cornelsen