

FEUERWEHR

RETTEN · LÖSCHEN · BERGEN

FEUERWEHR WISSEN

Ausbilden und Üben
Ölwehrrübung
auf dem Main

S. 44

Gerätekunde **Teil 3**
Löschwasser-
entnahme

S. 50

Umweltschutz

Fluorfreie Schaummittel

s. 24



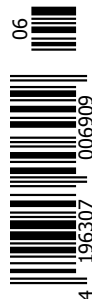
Erheblicher Sachschaden
Brand des Bauhofs
in Dinkelsbühl S. 6



Schwarz/Weiß-Trennung
Drei Fahrzeugkonzepte
zur Einsatzhygiene S. 34



FF Bevensen-Ebstorf
Die Feuerwehrstruktur
der Samtgemeinde S. 54



4 196307 006909

Umweltgerecht löschen

Liebe Leserinnen und Leser,

Schaummittel sind gut gegen Feuer, aber schlecht für Mensch und Umwelt. Jedenfalls, wenn sie Fluortenside enthalten. Die PFAS (per- und polyfluorierte Alkylverbindungen) sind menschengemacht und kommen in der Natur nicht vor. Ergo kann diese ihnen nichts entgegenzusetzen: Einmal in die Umwelt gelangt, verbleiben PFAS dort, was ihnen den Beinamen „Ewigkeits-Chemikalien“ eingebracht hat. Doch sie schaden Ökosystemen und stehen auch im Verdacht, krebserregend zu sein. Daher verschärft sich die Gesetzeslage derzeit zunehmend. Fluorhaltige Löschschäume dürfen die Feuerwehren nun nicht mehr nutzen. Doch die Mittel einfach auszutauschen reicht nicht: In den Tanks der Einsatzfahrzeuge oder in den stationären Löschanlagen verbleibt eine erhebliche Restbelastung. Dr.-Ing. Martin Cornelsen beschreibt die notwendigen Schritte für eine erfolgreiche Dekontamination der Schaumlöschtechnik *ab Seite 26*. Es gilt, den Umstieg auf fluorfreie Löschmittel gut zu meistern. Auch für diese Schritte hat der Fachausschuss Einsatz, Löschmittel und Umweltschutz des DFV und der AGBF-Bund den Feuerwehren mit der im Frühjahr 2023 erschienenen Fachempfehlung

„Sach- und umweltgerechter Einsatz von Schaummitteln“ eine Hilfestellung an die Hand gegeben. Wir stellen die wichtigsten Inhalte der Empfehlung *ab Seite 24* vor.

Ölwehr

Nicht nur Schaummittel können die Natur gefährden: Die Einheiten des Ölwehrezugs (Zug 61) des Landkreises Aschaffenburg (BY) führten eine große gemeinsame Übung zu einem angenommenen Ölaustritt auf dem Main durch. Im Vordergrund der nachahmenswerten Übung stand das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten bei einer komplexen Schadenlage *(ab Seite 44)*.

Beim Lesen der Beiträge in dieser Ausgabe der FEUERWEHR wünscht Ihnen die Redaktion viele neue Erkenntnisse. Weitere Einsatzberichte, aktuelle Meldungen aus dem Bereich Fahrzeuge und Technik sowie zusätzliche Informationen für den Feuerwehralltag finden Sie auf unserer Webseite www.feuerwehr-ub.de oder in unseren Social-Media-Kanälen.

Mit kameradschaftlichen Grüßen

Stefan Wagner Sarah Altendorfer



Foto: Franziska Bacherle

Sarah Altendorfer, Stefan Wagner:
Redaktion der Zeitschrift FEUERWEHR

www.feuerwehr-ub.de

Leserservice:

☎ 08233 381-123

Redaktionsservice:

☎ 08233 381-604 oder
08233 381-355

Anzeigenservice:

☎ 08233 381-155

DIREKT AUF IHR HANDY

Einsatzberichte, Techniknews und Fahrzeuginfos



E-Mail-Newsletter – so geht's:

Tragen Sie sich kostenlos mit Ihrer E-Mail-Adresse auf der Anmeldeseite unserer Homepage ein:
www.feuerwehr-ub.de/newsletter



FEUERWEHR bei Facebook:

www.facebook.com/feuerwehr-ub



FEUERWEHR bei Instagram:

www.instagram.com/feuerwehr_zeitschrift

Löschschaum: Um Gefahren von Mensch und Natur abzuwenden, dürfen weitgehend keine PFAS-haltigen Schaummittel mehr zum Einsatz kommen. Dabei reicht der reine Austausch nicht aus: Tanks und Löschanlagen müssen dekontaminiert werden.

Restkontamination nach der Schaummittel-Umstellung

Gefährliche Reste

Foto: © benjaminolte – stock.adobe.com

Fluorhaltige Löschschäume gefährden Umwelt und Menschen und dürfen nicht mehr genutzt werden. Doch die Mittel einfach auszutauschen reicht nicht: In den Tanks und Rohrleitungen der Einsatzfahrzeuge und stationären Löschanlagen verbleibt eine erhebliche Restbelastung.

Per- und polyfluoralkyl-Substanzen sind fluorierte Stoffe, bei denen an mindestens einem Kohlenstoffatom die Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst vollständig (perfluoriert) oder teilweise (polyfluoriert) durch Fluoratome ersetzt worden sind. Für diese Stoffgruppe hat sich das aus dem Englischen stammende Akronym PFAS etabliert (zuvor waren im deutschsprachigen Raum die Begriffe „PFC“ oder „PFT“ verbreitet).

Nachweisbarkeit

Bis zu 10.000 Einzelsubstanzen gehören zur PFAS-Stoffgruppe. Davon können über die analytische DIN-Messmethode nur rund 40 bestimmt werden. Um dennoch Näherungswerte über den PFAS-Gehalt in einem Medium zu erhalten, behilft man sich mit Summenparametern. Das Ergebnis sind jedoch lediglich Hinweise, nie der gesamte PFAS-Gehalt.

PFAS in der Umwelt

PFAS sind menschengemacht. Sie werden aber seit Beginn ihrer Herstellung vor ca. 70 Jahren in die Umwelt eingetragen, z.B. über AFFF-Schaummittel (Aqueous Film Forming Foam, dt. meist „wasserfilmbildende

Schaummittel“). Darin ersetzen seit einiger Zeit polyfluorierte PFAS die zuvor genutzten perfluorierten PFAS. Letztere gelten unter natürlichen Umweltbedingungen als vollkommen stabil, d.h., sie können durch in der Natur stattfindende Prozesse nicht abgebaut werden. Man spricht von hoher Persistenz (Beständigkeit). Polyfluorierte PFAS hingegen werden in der Umwelt zu perfluorierten PFAS „transformiert“. Man bezeichnet sie daher als „Precursor-Substanzen“ (Vorläufersubstanzen) der perfluorierten PFAS. Letztlich erhöht sich so der PFAS-Gehalt in der Umwelt immer weiter und sie sind mittlerweile allgegenwärtig. PFAS beeinflussen die Flora, Fauna und den Menschen sowie aquatische Ökosysteme und Ökosysteme des Bodens.

Gefährdungspotenzial der PFAS

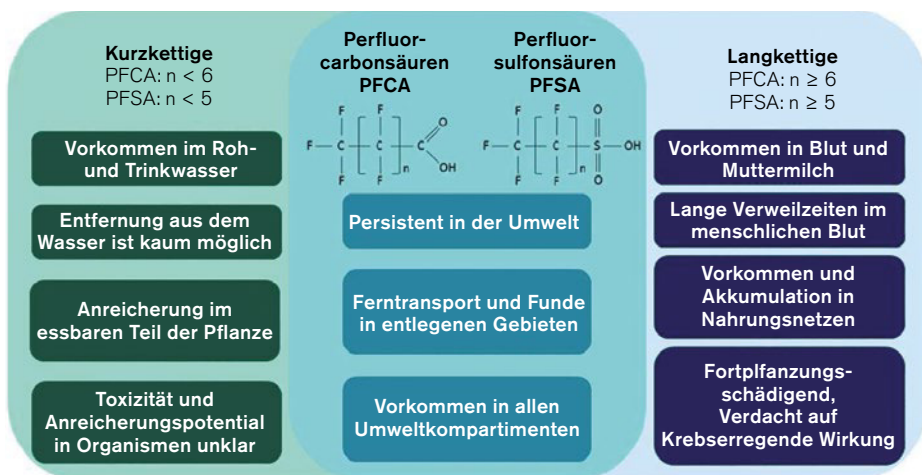
PFAS werden mit verschiedenen gesundheitlichen Beeinträchtigungen in Verbindung gebracht, wobei eine zweifelsfreie Zuordnung einzelner Krankheiten derzeit nicht möglich ist. Nachgewiesen ist weltweit eine Belastung des menschlichen Blutes (Brambilla et al., 2015; Cardenas, Gold et al., 2017), den Studien zufolge vor allem mit Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und an zweiter Stelle mit Perfluorooctansäure (PFOA). Wei-

tere PFAS-Substanzen finden sich lediglich in sehr geringen Konzentrationen. PFAS werden über Muttermilch, Urin und Kot ausgeschieden und sind bereits bei Säuglingen nachweisbar (Stahl et al., 2011).

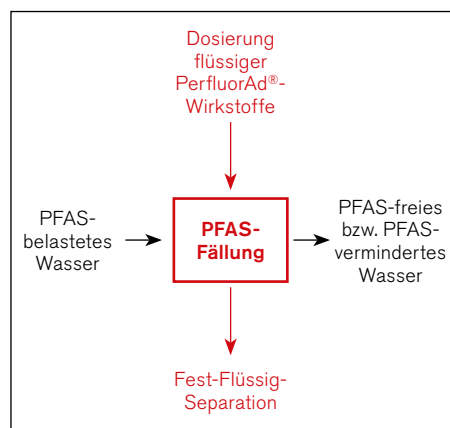
Die australische United Firefighters' Union (UFU) hat unter der Leitung von Mick Tisbury (Commander der Melbourne Metropolitan Fire Brigade) Untersuchungen zur Exposition von Einsatzkräften der Feuerwehr durchgeführt, die seit dem Jahr 2016 in Australien routinemäßig etabliert wurden. Ursache war die Feststellung, dass die PFAS-Werte im Blut von Feuerwehrleuten, die mit AFFF-Schäumen in Kontakt standen, im Vergleich zum Durchschnitt der australischen Bevölkerung deutlich erhöht waren. Auszüge der Studie finden sich in dem von Tisbury verfassten Beitrag in „The Global PFAS Problem – IPEN Expert Panel – App. VIII (Tisbury, 2019).

Rechtliche Rahmenbedingungen

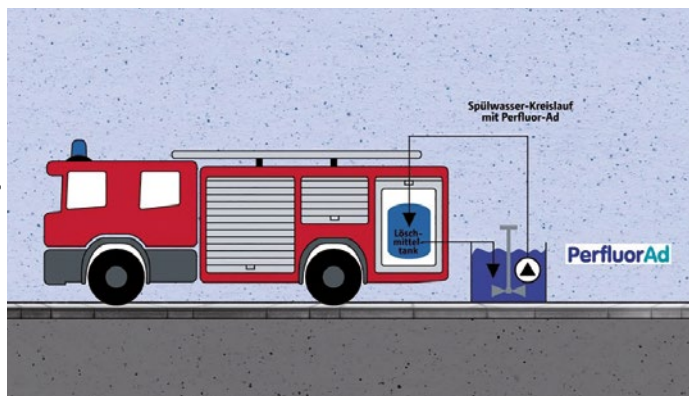
Die Europäische Union verschärft seit geraumer Zeit zunehmend die Umweltgesetzgebung. Dies betrifft ebenfalls die Verwendung von und den Umgang mit PFAS-haltigen Produkten. Im Zusammenhang mit PFAS-haltigen Schaummitteln stehen besonders die EU-Verordnungen 2017/1000,



Besorgniserregende Eigenschaften: PFAS beeinflussen Mensch, Tier und Pflanzenwelt.



Grundprinzip: PerfluorAd dekontaminiert Wasser von PFAS, indem diese chemisch ausgefällt werden.



Schritt 2: Nach der Entleerung (Schritt 1) wird das System mit PerfluorAd-versetztem Wasser gespült.



Schritt 3: Reinigung der angefallenen Spülwässer.

2019-1021, 2020-784 und 2021-1297 im Blickpunkt. Diese Verordnungen regeln allerdings eventuelle Folgewirkungen (z.B. Grundwasser- und Bodenverunreinigen oder Gewässerbelastungen) nicht vorauseilend mit Grenzwerten.

In der behördlichen Praxis werden daher in Deutschland für den Eintrag in die Umwelt meist die Werte gemäß Trinkwasserverordnung herangezogen. Sprich: PFAS-belastete Wasser dürfen nicht höher mit PFAS belastet sein als es die neue Trinkwasserverordnung für Trinkwasser vorsieht.

Das gilt auch für Feuerlöschwässer oder Spülwässer, die bei der Reinigung der Feuerwehrfahrzeuge entstehen. Diese behördliche Praxis mit dem maßgeblichen Ziel, vorsorgend Gewässer und Böden zu schützen, stellt zukünftig sehr hohe Ansprüche an die PFAS-Gehalte in Feuerwehrfahrzeugen. Das betrifft nicht nur die fluorfreien Schaummittel selbst, sondern auch die Restbelastung in den Fahrzeugen, die nach einer Umstellung auf fluorfreie Schaummittel verbleibt.

Fahrzeuge dekontaminieren: aktuelle Lösungen

Bislang liefert weder eine DIN-Norm noch eine Rechtsquelle eine verbindliche Grund-

lage für die rechtssichere Dekontamination PFAS-belasteter Feuerwehrfahrzeuge. Lediglich eine Schrift des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU Bayern) skizziert ein standardisiertes Vorgehen unter Anwendung von Wasserspülungen. Auch andere Quellen sprechen lediglich von einem Einsatz von Wasser als Spülmedium und nehmen den Schaumtank als maßgeblich zu dekontaminierende Fahrzeug-Komponente in den Blick. Es folgt daher ein kurzer Überblick über die bislang am Markt diskutierten Lösungsansätze für eine Dekontaminierung von Feuerwehrfahrzeugen.

Löschmittel-Austausch ohne Dekontamination des (Gesamt-)Systems

Der einfachste Ansatz, ein Einsatzfahrzeug von PFAS befreien zu wollen, ist der simple Wechsel des Schaummittelkonzentrats. Definitiv entfernt dies den wesentlichen Anteil des zuvor im Fahrzeug enthaltenen PFAS. Aber es ist davon auszugehen, dass nicht unerhebliche Restbestandteile im Gesamtsystem zurückbleiben.

Der Schaummittel-tank ist die am einfachsten zu dekontaminierende Komponente des Fahrzeugs, vor allem wegen der i. d. R. zu großen Teilen einsehbarer Oberfläche. Bei manchen Fahrzeugen ist über ein Mannloch ein Zugang ins Innere des Tanks mög-

lich, was sogar eine mechanische Bearbeitung der inneren Tankoberfläche ermöglichen könnte. Allerdings lagern sich PFAS nicht nur im Tank an, sondern in sämtlichen Komponenten und Rohrleitungen des Fahrzeugs, die mit Schaummittelkonzentrat oder Premix in Kontakt gekommen sind. Dies hat die Analyse zahlreicher Proben unterschiedlicher Punkte in Fahrzeugen bestätigt. Vor diesem Hintergrund ist vom ausschließlichen Austausch des Schaummittels ohne intensive Dekontaminierung des gesamten Fahrzeugs abzusehen.

LÖSUNG, ADSORPTION, FÄLLUNG

Lösung: Beim Lösen handelt es sich um einen physikalischen Prozess, bei dem sich ein Stoff unter homogener Verteilung (als Atome, Moleküle oder Ionen) um Lösungsmittel vermischt.

Adsorption: Als Adsorption (von lat. adsorbere „(an)saugen“) bezeichnet man die Anreicherung einer Substanz, die in einer fluiden Phase gelöst ist, an der Grenzfläche zu einer zweiten kondensierten Phase.

Fällung: Fällung oder Präzipitation (von lat. praecipitatio „das Herabstürzen“) bezeichnet das Ausscheiden eines gelösten Stoffes aus einer Lösung.

Spülung des Tanks mit Wasser

Wie bereits erläutert, reicht die ausschließliche Dekontaminierung des Tanks nicht aus, um den möglichst niedrigen PFAS-Restgehalt zu erreichen. Die weiteren PFAS-beührten Teile müssen ebenfalls (evtl. aber mit weniger Aufwand als der Tank) dekontaminiert werden. Praxiserfahrungen zeigen, dass eine intensive Wasserspülung bei sehr geringen Ausgangsbelastungen reichen können, um den aktuell intensiv diskutierten PFOA-Wert von unter 25 µg/l zu unterschreiten. Allerdings sind die entstehenden Wassermengen im Vorfeld nicht abschätzbar. Bei hartnäckigen Ablagerungen kann

sehr viel Wasser benötigt werden, das aufzufangen und zwischengelagert werden muss und anschließend als gefährlicher flüssiger Abfall in Hochtemperaturverbrennungsanlagen zu entsorgen ist. Diese Entsorgung ist teuer: Derzeit liegen die Kosten bei deutlich über 500 €/t bis hin zu mehr als 1.000 €/t. Das Ziel muss also sein, die Spülwassermenge zu minimieren.

Erfahrungen zahlreicher Feuerwehren belegen, dass eine Wasserspülung nicht immer zum gewünschten Ziel führt. Mehrere wissenschaftliche Studien insbesondere aus den USA (NAFAC, 2020) dokumentieren, dass eine Wasserspülung bei erhöhten Aus-

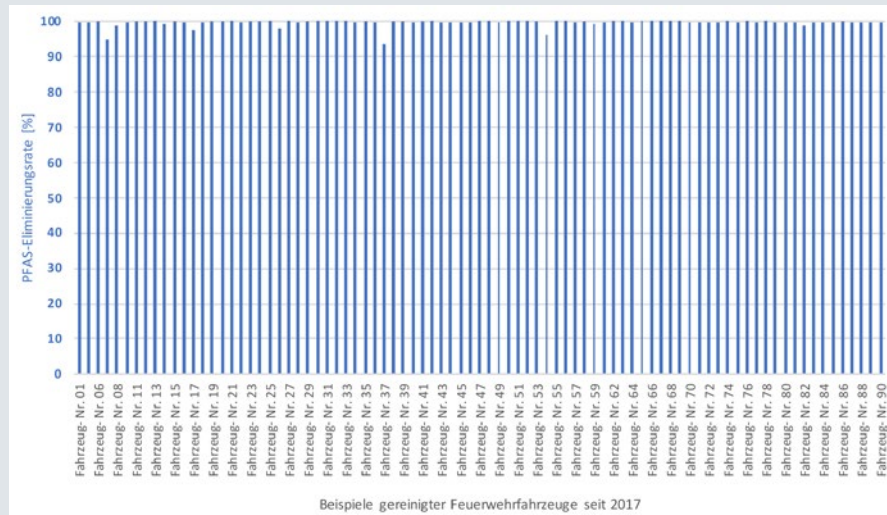
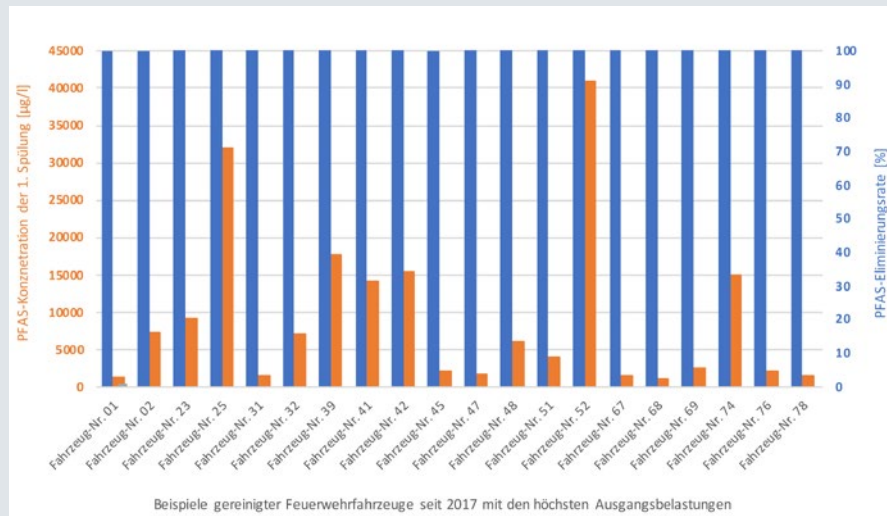
gangsbelastungen nicht erfolgreich sein kann. Häufig liegt der PFAS-Wert bereits nach wenigen Wochen auf dem Niveau von vor der Spülung, was den gesamten Spülprozess als sinnlos darstellt.

Warum die PFAS trotz Wasserspülung im System verbleiben, lässt sich kaum feststellen. Eine Theorie ist das „Ausbluten“ von in die Tankwände eingezogenen PFAS. Das ist bei Tanks aus Edelstahl und HDPE wenig wahrscheinlich und auch GFK-Tanks haben eine dichte Oberfläche, sofern diese nicht porös ist oder Risse aufweist. Auch hartnäckige Ablagerungen im Fahrzeug können ein Grund für unzureichende Reinigungserfolge sein. Sie finden sich neben dem Tank auch in Rohrleitungen, Armaturen, dem Zumischer und in Elementen aus Kunststoff- und Gummierwerkstoffen („Weichteile“, z.B. Dichtungen oder Schläuche). Wachstartige Ablagerungen des AFFF-Schaummittels werden mit dessen zunehmendem Alter umso wahrscheinlicher. Sie können ohne deren Ort, Art und Menge zu kennen mit Wasserspülungen i. d.R. nicht vollständig entfernt werden. Sie sind regelrechte dauerhafte „PFAS-Depots“ und führen bei einem Verbleib zwangsläufig zur Kontamination eines fluorfreien Schaummittels.

REINIGUNGSERGEBNISSE

Die Abbildung links zeigt einen Ausschnitt von 90 Fahrzeugen der bislang in Deutschland mit dem PerfluorAd-Verfahren gereinigten Fahrzeuge und stellt die erreichten Eliminationen dar. Die Elimination wird ermittelt aus dem Verhältnis der PFAS-Belastung, die sich in dem Wasser nach dem ersten Spülvorgang findet, und den PFAS-Gehalten aus der finalen Spülung. Die meisten Werte befinden sich im Bereich zwischen 99 bis eher nahezu 100%.

Die obere Abbildung zeigt einen kleineren Ausschnitt an Fahrzeugen. In der Darstellung wird sowohl die erreichte Elimination sowie auch die PFAS-Konzentration nach der ersten Spülung in Absolutwerten dargestellt. Einzelne Werte von über 15 bis sogar größer als 40 mg/l PFAS nach der ersten Spülung lassen erahnen, dass eine Dekontaminierung der Fahrzeuge bei einer ausschließlichen Wasserspülung hier nicht erfolgversprechend sein könnte.



Einsatz von Lösungs- und/oder Dekontaminationsmitteln

Noch nicht in Deutschland, aber in internationalen Märkten, werden Produkte auf Basis von Lösungs- und Desinfektionsmitteln angeboten. Entweder als Zusatzstoffe für die Reinigung mit Wasser oder als fertiges Spülmedium. Bislang haben sich diese Ansätze nicht durchgesetzt, und weder Studien noch Erfahrungsberichte liefern schon valide Ergebnisse.

Vor einer Anwendung solcher Substanzen ist sorgsam zu prüfen, ob sie negativen Einfluss auf die Werkstoffe haben könnten. Speziell bei Substanzen mit Lösungsmitteln oder Desinfektionsmitteln kann ohne Beurteilung nicht davon ausgegangen werden, dass (v.a. weiche) Materialien nicht in Mitleidenschaft genommen würden. Weiterhin sind eventuelle Brand- und Explosionsrisiken zu bewerten und die Produkte aus arbeitsrechtlicher Sicht zu beurteilen.

Die PerfluorAd-Technologie

Das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik „UMSICHT“ und die Cornelsen Umwelttechnologie GmbH entwickelten vor über zehn Jahren ein Verfahren zur Reinigung PFAS-belasteter Wasser und Systeme, das mittlerweile patentiert ist und zu dem Praxiserfahrung vorliegt.

Die Technologie versucht keine Adsorption oder vollständigen Lösung von PFAS, sondern nutzt eine Fällung (siehe Kasten S. 27). Das auf PFAS spezialisierte Fällmittel „PerfluorAd“ tritt mit den gelösten PFAS in eine Wechselwirkung auf Basis einer ionischen Bindung. Sie führt zur vorübergehenden Bildung einer makromolekularen Zusammenführung beider Substanzen, ohne

Quelle: Cornelsen Umwelttechnologie GmbH

dass infolge einer chemischen Reaktion ein neues Molekül entstehen würde. Vielmehr wird durch die temporäre Struktur des angelagerten PFAS-Moleküls dessen Löslichkeitsverhalten verändert. Das bewirkt, dass das zuvor leicht lösliche PFAS zu einer schwerer löslichen Substanz wird und folglich im Wasser ausfällt.

Das Prinzip kann hocheffizient und in unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt werden. Die entscheidende Komponente bei einer Fällung ist es, die physikalisch-chemische Charaktereigenschaft der zu fällenden Substanz zu kennen und den für die Fällung notwendigen Trigger zu finden – im Fall der PFAS ist es das spezialisierte PerfluorAd-Fällmittel.

Reinigung mit dem PerfluorAd-Verfahren

Durch diese Nutzung des Prinzips der Fällung kann eine Wasserspülung für die Reinigung von Feuerwehrfahrzeugen oder stationären Löschanlagen deutlich optimiert werden. Es empfiehlt sich dabei ein dreistufiges Vorgehen:

Schritt 1: Entleerung von AFFF-Konzentrat sowie Premix

Zunächst erfolgt eine vollständige Entleerung des Einsatzfahrzeugs bzw. der stationären Löschanlage (sowohl der Konzentrat- als auch der Premix-führenden Komponenten). Dabei sind sämtliche Vertiefungen zu identifizieren und ggf. nach dem vermeintlichen Leerlaufen gesondert zu entleeren. Schon zuvor werden vermutete AFFF-Ablagerungen (die z. B. am Tankboden, an Schwallwänden, Zumischern, Armaturen usw. zu vermuten sein könnten) entfernt. Weiterhin sind hartnäckig verunreinigte Bauteile bzw. Komponenten ggf. auszutauschen oder mechanisch zu reinigen. Häufig sind diese Komponenten allerdings nicht gut zugänglich oder ein Austausch ist zu kosten- oder zeitintensiv, sodass eine optimierte Spülung erfolgen muss, um dort vorhandene Ablagerungen auszutragen.

ALL-IN-SERVICE

Die Cornelsen Umwelttechnologie GmbH bietet als Mitentwickler und alleiniger Verwerter der PerfluorAd-Technologie die Reinigung von PFAS-verunreinigten Systemen als vollumfänglichen Service an. Einzelne Fahrzeuge können in der behördlich genehmigten Anlage der Cornelsen Umwelttechnologie in Essen gereinigt werden. Im Falle mehrerer zu reinigender Fahrzeuge kann alternativ eine Reinigung direkt bei den Feuerwehren erfolgen. Dafür werden kompakte Anlagen per Lkw zum Einsatzort transportiert, dort für den Zeitraum der Reinigung vorgehalten und anschließend wieder abgeholt. Neben Feuerwehrfahrzeugen können auch Schaummittel-Container, Löschboote, stationäre Löschanlagen sowie kleinere mobile Löscheräte gereinigt werden.



Foto: Cornelsen Umwelttechnologie GmbH

Einzelfahrzeuge: Sie können in der behördlich genehmigten Anlage in Essen gereinigt werden.



Foto: Cornelsen Umwelttechnologie GmbH

Reinigung vor Ort: Hierzu werden mobile Anlagen antransportiert.

Schritt 2: PerfluorAd-Spülung

Erst daraufhin ergibt ein Spülprozess Sinn. Dafür wird Frischwasser verwendet, dem eine kleine Menge PerfluorAd zugesetzt wird, um den Wasserspüleffekt zu nutzen und diesen mit der zusätzlichen Fällung von PFAS zu optimieren. Dabei gilt es, sämtliche Komponenten zu erfassen, d.h. sämtliche Rohrleitungen, Pumpen, Auslässe usw. Um eine Rück-Kontamination bereits gereinigter Bauteile zu vermeiden, empfiehlt sich eine nacheinander durchgeführte Spülung der einzelnen Komponenten und Rohrstränge. Beim Einsatz von PerfluorAd wird im Vergleich zu Wasserspülungen wesentlich weniger Spülwasser benötigt. Die i. d. R. zu erwartenden Reinigungsergebnisse werden beispielhaft in den Abbildungen links dargestellt (siehe Kasten S. 28).

Schritt 3: Reinigung des Spülwassers vor Ort

Der finale Schritt des PerfluorAd-Spülprozesses ist die Reinigung des bei der Spülung angefallenen Wassers. Diese erfolgt in einem separaten Arbeitstakt nach der Fahrzeugreinigung. Hier kommt erneut die PerfluorAd-Technologie zum Einsatz, die selbst hochbelastete Spülwässer so weit aufberei-

ten kann, dass die gereinigten Wässer in den Schmutzwasserkanal abgegeben werden können. Eine Entsorgung des Spülwassers in Hochtemperaturverbrennungsanlagen entfällt. Dies spart viel Geld und reduziert den administrativen Aufwand erheblich.

Die nach der Spülwasseraufbereitung zurückbleibende Menge an PFAS-belastetem Reststoff (bei Einsatz der PerfluorAd-Technologie ist das maßgeblich Flockenschlamm) ist bei einem Feuerwehrfahrzeug meist nicht größer als eine Teetasse. Neben dem sowie so zu entsorgenden alten Schaummittel und ggf. Premix bleibt lediglich diese geringe Menge an Reststoff zur Entsorgung in der Hochtemperaturverbrennung übrig.

Zusammenfassung

Die PerfluorAd-Technologie ist eine erprobte und effiziente Möglichkeit, den PFAS-Gehalt in Feuerwehrfahrzeugen deutlich zu reduzieren. Gleichzeitig werden die für den Spülprozess erforderliche Wassermenge und der anfallende PFAS-belastete Reststoff reduziert. Dies hilft den Feuerwehren bei der Umsetzung der aktuellen sowie zukünftig noch zu erwartenden gesetzlichen Vorgaben.

Dr.-Ing. Martin Cornelsen