



HINTERGRUND // DEZEMBER 2024

Austausch von PFAS-haltigen Feuerlöschschäumen Was ist zu beachten?

Für Mensch & Umwelt

**Umwelt 
Bundesamt**

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet IV 1.1
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Autorinnen und Autoren:

Eike Peltzer, E.P.Fire
Meike Schroeter, Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin
Caren Rauert, Umweltbundesamt

Satz und Layout:

Atelier Hauer+Dörfler GmbH

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildquellen:

Titelbild: „Übung mit fluorfreiem Schaum“,
S. 11: „Schaum löscht einen Flüssigkeitsbrand“,
S. 21: „Zumischung von Schaummittel“
© Eike Peltzer, E.P.FIRE, www.epfire.de; Fotograf Ton Hurks

Stand: Dezember 2024

ISSN 2363-829X

HINTERGRUND // DEZEMBER 2024

Austausch von PFAS-haltigen Feuerlöschschäumen

Was ist zu beachten?

Tabellen

Tab. 1	
Übersicht aktuell regulierter PFAS in Feuerlöschschäumen	10
Tab. 2	
Übersicht aller PFAS in Feuerlöschschäumen mit ihren Regelungen	14

Inhalt

1 Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS)	7
1.1 Verwendung von PFAS in Feuerlöschschäumen	7
2 Rechtlicher Hintergrund	8
2.1 Allgemeines	8
2.2 Aktuelle Regulierung verschiedener PFAS in REACH- oder POP-Verordnung	9
2.3 Geplante Regulierungen	13
2.4 Zusammenfassung der Regulierungen	14
2.5 Meldepflicht nach der POP-Verordnung	15
2.6 Export von Feuerlöschmitteln	16
2.7 Mögliche Sanktionen bei Nichtbeachtung	16
3 Die Umstellung auf PFAS-freie Alternativen bei Anwendern	17
3.1 PFAS in Schaummittel	17
3.2 PFAS-freie Schaummittel	17
3.3 Die Umstellung von PFAS-basierten auf PFAS-freie Schaummittel	17
3.4 Besonderheiten bei der Umstellung des Schaummittels von Feuerwehren	18
3.5 Besonderheiten bei der Umstellung des Schaummittels in Löschanlagen	18
3.6 Schaummittel in Feuerlöschern	19
3.7 Analyse von PFAS in Schaummittel	19
3.8 Entsorgung von Schaummittel und kontaminierten Wassern	20
Quellenverzeichnis	23

Die Verwendung von PFAS-haltigen Feuerlöschschäumen (Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (englisch per- and polyfluoroalkyl substances, abgekürzt PFAS)) wird zunehmend reguliert. Die Verwendung von PFOS ist bereits verboten, die Ausnahmen zur Verwendung von Feuerlöschschäumen, die PFOA und langkettige PFCA enthalten, laufen 2025 aus (s. Kapitel 2.2). Eine Beschränkung von PFHxA-haltigen Feuerlöschschäumen gilt ab dem 10. April 2026 (s. Kapitel 2.2.5). Ein Verbot der restlichen PFAS-haltigen Feuerlöschschäume ist in Vorbereitung (s. Kapitel 2.3.2).

Deshalb stellen sich für Besitzende und Anwendende von Feuerlöschschäumen folgende Fragen:

- ▶ Sind die bei uns vorhandenen und/oder verwendeten Schäume von den Regelungen betroffen? Wie erkennen wir das?
- ▶ Was ist zu tun und wieviel Zeit haben wir dafür?
- ▶ Was muss analysiert werden?
- ▶ Wie muss die Anlage gereinigt werden?
- ▶ Wie werden die nicht mehr benötigten Schäume entsorgt?

Dieser Leitfaden möchte die wichtigsten Fragen hierzu beantworten.

1 Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS)

Chemisch sind PFAS organische Verbindungen verschiedener Kettenlängen, bei denen die Wasserstoffatome vollständig (perfluoriert) oder teilweise (polyfluoriert) durch Fluoratome ersetzt sind. Im engeren Sinn wird sich oft auf die prominentesten Vertreter der PFAS, die perfluorierten Alkylsäuren (PFAAs) und die Fluortelomeralkohole, bezogen. Dabei handelt es sich um fluorierte organische Verbindungen mit einer funktionellen Gruppe wie einer Säure- bzw. einer Alkoholgruppe. Die bekanntesten Vertreter der PFAAs sind PFOS (Perfluoroktansulfonsäure) und PFOA (Perfluoroktansäure). Sie werden bereits seit den 1940er Jahren hergestellt und verwendet. Zu diesen beiden Stoffen liegen bisher die meisten toxikologischen und andere wissenschaftliche Daten vor. Seit einiger Zeit werden vermehrt auch andere PFAS verwendet. Dazu gehören polyfluorierte Stoffe, die auch Vorläuferverbindungen oder Präkursor genannt werden, weil sie in der Umwelt zu den stabilen perfluorierten PFAS umgewandelt werden. Sie machen den größten Teil der PFAS aus.

PFAS sind extrem langlebig, da viel Energie benötigt wird, um die Atombindung zwischen Kohlenstoff und Fluor zu brechen. Erst bei einer Hochtemperaturbehandlung mit langen Verweilzeiten, wie sie in Sonderabfallbrennungsanlagen möglich ist, können PFAS-Moleküle zerstört werden. Das heißt auch: In der Umwelt werden PFAS nicht abgebaut. Weder Bakterien noch Wasser, Luft oder Licht können diese Moleküle vollständig abbauen. Gelangen PFAS einmal in die Umwelt, verteilen sie sich etwa im Wasser und Sediment – und bleiben dort für sehr lange Zeit. Man spricht deswegen auch von „Ewigkeitschemikalien“.

Einige PFAS reichern sich in Organismen und entlang der Nahrungsketten an und können auch schädlich für Menschen sein. Andere PFAS sind sehr mobil in Wasser und Boden; sie lösen sich gut im Wasser, werden im Boden kaum zurückgehalten und erreichen daher schnell das Grundwasser. Im menschlichen Körper können manche PFAS, wie z. B. PFOA, an Proteine in Blut, Leber und Niere binden. Im Vergleich zu anderen Chemikalien werden einige PFAS, besonders langkettige PFAS, sehr langsam ausgeschieden

und können sich deshalb im Körper anreichern. Besonders kritisch ist auch die Weitergabe der PFAS von der Mutter zum Kind während der Schwangerschaft und Stillzeit. Erhöhte Konzentrationen von PFOA und PFOS im menschlichen Blut können Wirkungen von Impfungen vermindern, die Neigung zu Infekten erhöhen, zu erhöhten Cholesterinwerten führen und bei Nachkommen ein verringertes Geburtsgewicht zur Folge haben.

Das Umweltbundesamt stellt weitere Hintergrundinformationen zu PFAS in der Broschüre „PFAS. Gekommen, um zu bleiben“ zur Verfügung¹.

1.1 Verwendung von PFAS in Feuerlöschschäumen

Die sogenannten wasserfilmbildenden Schaumlöschmittel (Aqueous Film Forming Foam, abgekürzt AFFF) werden zum Löschen von Flüssigkeitsbränden verwendet. Feuerwehren benutzten solche Feuerlöschschäume in der Vergangenheit auch für Übungen. Bei unkontrolliertem Einsatz der Schäume gelangen PFAS ins Oberflächenwasser oder durch Versickerung im Boden ins Grundwasser.

Während früher vor allem PFOS in den Schäumen eingesetzt wurde, deren Verwendung in Feuerlöschschäumen seit 2011 verboten ist, werden nun andere PFAS verwendet, die aber ebenfalls zunehmend reguliert werden. Für manche Stoffe, z. B. PFOA, laufen die letzten Ausnahmen 2025 aus.

¹ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/schwerpunkt-1-2020-pfas-gekommen-um-zu-bleiben>
PFC-Portal: Start | Umweltbundesamt

2 Rechtlicher Hintergrund

2.1 Allgemeines

PFAS werden in Schaummitteln verwendet, um durch die Bildung eines Wasserfilms zwischen Brennstoff und Schaum eine schnelle Löschung und somit eine effektive Brandbekämpfung zu gewährleisten. Allerdings sind PFAS auch Gegenstand wachsender Bedenken hinsichtlich ihrer schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit. Aufgrund dieser Bedenken haben weltweit Behörden Maßnahmen ergriffen, um den Einsatz von PFAS zu regulieren (Verbot oder Reduktion). Davon sind auch PFAS in Feuerlöschmitteln betroffen. Maßnahmen hierzu werden in den EU-Mitgliedstaaten im Bereich der Chemikalien v. a. über die Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-Verordnung²) getroffen. Aber auch die Verordnung (EU) 2019/1021 (POP-Verordnung³) spielt im Umgang mit PFAS in Feuerlöschmitteln eine große Rolle, da sie ein internationales Abkommen zum Verbot bestimmter Chemikalien umsetzt.

2.1.1 REACH-Verordnung

Die Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-Verordnung) wurde 2006 mit einer grundlegenden Reform des europäischen Chemikalienrechts auf den Weg gebracht, um Informationen über Chemikalien bezüglich ihrer Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt zu generieren und zu sammeln. Dabei steht REACH für Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien). Vereinfacht gesprochen soll die REACH-Verordnung sicherstellen, dass Chemikalien so hergestellt und angewendet werden, dass negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt möglichst gering bleiben. Eine große Rolle kommt dabei den Herstellern, Importeuren und nachgeschalteten Anwendern zu, die für die von ihnen hergestellten, importierten und/oder verwendeten Chemikalien eine sichere Handhabung sicherstellen müssen. Gleichzeitig soll der freie Verkehr von Chemikalien innerhalb der EU gewährleistet und Wettbewerbsfähigkeit und Innovation gefördert werden. Für Stoffe, die bei der Herstellung, dem Inverkehrbringen oder der Verwendung ein Risiko aufweisen, kann die EU-Kommission Regelungen

in Form von Zulassungspflichten oder Beschränkungen erlassen. REACH gilt als eines der modernsten, aber auch eines der strengsten Chemikaliengesetze weltweit und enthält detaillierte Regelungen für den Umgang mit Chemikalien. Durch die Rechtsform der „Verordnung“ ist die REACH-Verordnung unmittelbar in allen EU-Mitgliedstaaten gültig. Eine nationale Umsetzung ihrer Regelungen ist also nicht notwendig; allerdings werden Sanktionen nach nationalen Regelungen durchgeführt (s. Kapitel 2.7). So vereinheitlicht die Verordnung das Chemikalienrecht europaweit mit dem Ziel, möglichst umfassende Informationen über Chemikalien bezüglich ihrer Gefahren und Risiken über den gesamten Lebenszyklus zu erfassen.

2.1.2 POP-Verordnung

Wenn langlebige organische Stoffe Eigenschaften besitzen, die Mensch und Umwelt schädigen und darüber hinaus noch die Fähigkeit besitzen, in der Umwelt über große Entfernungen transportiert werden zu können, spricht man von persistenten organischen Schadstoffen (engl. persistent organic pollutants, POP). Durch die Fähigkeit, über Wasser, Luft oder wandernde Arten über weite Strecken in der Umwelt transportiert zu werden, können POP in entlegenen Regionen wie der Antarktis nachgewiesen werden, obwohl dort weder Herstellung noch Verwendung der Stoffe stattgefunden haben. Aus diesem Grund ist nicht nur eine regionale Regulierung (wie die REACH-Verordnung im europäischen Raum), sondern eine weltweite Regulierung notwendig. Diese weltweite Regulierung ist das Stockholmer Übereinkommen⁴. Das Ziel dieses internationalen Übereinkommens ist die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von POP weltweit zu verbieten oder zumindest weitgehend zu beschränken. Zudem müssen POP-haltige Abfälle so behandelt werden, dass die enthaltenen POP zerstört oder unumkehrbar in weniger schädliche Verbindungen umgewandelt werden.

Auf europäischer Ebene wird das Stockholmer Übereinkommen durch die Verordnung (EU) 2019/1021 (POP-Verordnung) in europäisches Recht umgesetzt. Wie auch die REACH-Verordnung sind die

2 <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1907/2023-12-01>

3 <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1021/2023-08-28>

4 <https://www.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>

Überschneidungen von REACH-Verordnung und POP-Verordnung

PFAS allgemein können in den Anwendungsbereich beider Verordnungen fallen. So kann z. B. ein Stoff mit den Eigenschaften PBT (Persistenz, Bioakkumulation, Toxizität) über die Aufnahme in den Anhang XVII der REACH-Verordnung in seiner Verwendung beschränkt werden. Wenn dieser Stoff jedoch noch die Fähigkeit zur weiträumigen Verbreitung besitzt, ist er auch ein potenzieller POP-Kandidat. Wird ein Stoff als POP identifiziert und in das Stockholmer Übereinkommen aufgenommen, muss er auch in die POP-Verordnung der EU überführt werden. So war es z. B. bei PFOS und PFOA, die beide erst über die REACH-Verordnung reguliert wurden, später jedoch in das Stockholmer Übereinkommen und im Anschluss in die POP-Verordnung aufgenommen wurden. Zu berücksichtigen ist, dass die Beschränkungsverfahren der REACH-Verordnung mit einer Aufnahme in den Anhang XVII der REACH-Verordnung unabhängig von der Aufnahme von Stoffen in den Anhang I der POP-Verordnung sind, da die POP-Verordnung geltendes inter-

nationales Recht in EU-Recht überführt. Hierbei kann es zu zeitlichen Überschneidungen kommen, d. h. es ist theoretisch möglich, dass ein beschränkter Stoff in die POP-Verordnung aufgenommen wird, während der Beschränkungseintrag noch fortbesteht. In einem solchen Fall gelten beide Regelungen dann kumulativ, sind also gleichzeitig und nebeneinander gültig. Es müssen dann sowohl die Bedingungen der REACH-Verordnung als auch der POP-Verordnung eingehalten werden. Auch wenn kumulatives Recht nicht unüblich ist, ist aus Gründen der Klarheit vorgesehen, dass ein POP-Eintrag einen Beschränkungseintrag ablöst. Deswegen werden Stoffe, die einer Beschränkung im Anhang XVII der REACH-Verordnung unterliegen und die aufgrund eines POP-Verfahrens zu einem späteren Zeitpunkt in die POP-Verordnung aufgenommen werden, durch eine gesonderte Änderung der REACH-Verordnung aus dem Anhang XVII gestrichen, so dass dann nur die Regelungen der POP-Verordnung gelten.

in der POP-Verordnung enthaltenen Regelungen ohne weitere Umsetzung unmittelbar in allen EU-Mitgliedstaaten gültig; auch hier erfolgen Sanktionsmaßnahmen nach nationalen Regelungen. Damit werden die im Rahmen der internationalen Übereinkommen eingegangenen Verpflichtungen und Maßnahmen in der EU einheitlich geregelt und umgesetzt.

2.2 Aktuelle Regulierung verschiedener PFAS in REACH- oder POP-Verordnung

Zum jetzigen Zeitpunkt (Dezember 2024) sind PFAS noch nicht als Gruppe geregelt, sondern lediglich einzelne Stoffe, wie z. B. PFOS oder PFOA. Darüber hinaus sind die bereits von Regelungen erfassten Stoffe nicht alle in derselben Verordnung geregelt und auch sind nicht alle Regelungen, z. B. mit Blick auf Verwendungsfristen, identisch. Allerdings haben die Regulierungen Auswirkungen auf die Einsatzmöglichkeiten der Löschmittel, die PFAS enthalten (verkürzt kann auch von „fluorhaltigen Schaummitteln/Löschmitteln“ gesprochen werden). Im Folgenden sind die aktuellen Regelungen zu den einzelnen Stoffen als Orientierungshilfe zusammengestellt.

2.2.1 PFOS (POP-Verordnung)

Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) galt lange Zeit als wichtigster Wirkstoff in AFFF und war deswegen weit verbreitet. PFOS ist seit 2010 im Anhang I der POP-Verordnung gelistet. Diese verbietet den Einsatz von PFOS in Feuerlöschschäumen und deren Verwendung bereits seit dem 27. Juni 2011. Bestände von PFOS-haltigen Feuerlöschschäumen sind deshalb als Abfälle nach Artikel 7 der POP-Verordnung zu bewirtschaften. Derzeit gilt ein Grenzwert von 10 mg/kg (10 ppm), sollte PFOS als unbeabsichtigte Spurenverunreinigung in Löschmitteln vorkommen. Allerdings plant die EU-Kommission eine Absenkung dieses Grenzwertes.

2.2.2 PFOA (POP-Verordnung)

Perfluorooctansäure (PFOA) gilt als Leitsubstanz aller C8-Fluortenside⁵, die in Feuerlöschschäumen verwendet wurden. PFOA ist in PFAS-haltigen Schaummitteln keine Wirksubstanz. Sie kann aber als Verunreinigung im Herstellungsprozess anfallen und daher im Schaummittel in erhöhten Konzentrationen enthalten sein.

⁵ Verbindungen, deren chemisches Grundgerüst aus einer linearen Kette von acht Kohlenstoffatomen besteht, deren Wasserstoffatome vollständig durch Fluoratome ersetzt sind.

Tab. 1

Übersicht aktuell regulierter PFAS in Feuerlöschschäumen

Stoff bzw. Stoffgruppe ⁶	Regelungsbereich	Aufnahmeverordnung
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und ihre Derivate	Verordnung (EU) 2019/1021 (POP-Verordnung)	Verordnung (EU) Nr. 757/2010, zuletzt geändert durch Delegierte Verordnung (EU) 2020/1203
Perfluorooctansäure (PFOA), ihre Salze und PFOA-verwandte Verbindungen	Verordnung (EU) 2019/1021 (POP-Verordnung)	Delegierte Verordnung (EU) 2020/784, zuletzt geändert durch Delegierte Verordnung (EU) 2023/866
Lineare und verzweigte perfluorierte Carbonsäuren mit der Formel $C_nF_{2n+1}C(=O)OH$, wobei n = 8, 9, 10, 11, 12 oder 13 (C9-C14-PFCA) ist, einschließlich ihrer Salze und etwaiger Kombinationen davon	Verordnung (EG) 1907/2006 (REACH-Verordnung)	Verordnung (EU) 2021/1297
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS), ihre Salze und PFHxS-verwandte Verbindungen	Verordnung (EU) 2019/1021 (POP-Verordnung)	Delegierte Verordnung (EU) 2023/1608
Perfluorhexansäure (PFHxA), ihre Salze und PFHxA-verwandte Verbindungen	Verordnung (EG) 1907/2006 (REACH-Verordnung)	Verordnung (EU) 2024/2462

Seit dem 04.07.2020 gelten für PFOA, ihre Salze und PFOA-verwandte Verbindungen⁷ die Bestimmungen der POP-Verordnung, in der die Stoffgruppe im Anhang I gelistet ist⁸. Somit gilt für PFOA ein generelles Verbot der Herstellung und des Inverkehrbringens. Dies wirkt sich auch auf PFOA-haltige Feuerlöschschäume (Gemische) aus. Folgende Ausnahmeregelung gilt für PFOA-haltige Feuerlöschschäume, wenn diese bereits vor dem 04.07.2020 in das System eingefüllt waren:

- ▶ Ausnahme der Verwendung PFOA-haltiger Feuerlöschschäume in mobilen, aber auch ortsfesten Systemen, wenn alle Freisetzungen aufgefangen werden können (dies gilt auch beim Einsatz zu Testzwecken, z. B. zum Prüfen der Technik).
- ▶ Nach dem 04.07. 2025 darf ein solches Schaummittel maximal 0,025 mg/kg (25 ppb) an PFOA und ihren Salzen als unbeabsichtigte Spurenverunreinigung enthalten; für PFOA-verwandte Verbindungen gilt ein Grenzwert von 1 mg/kg (1000 ppb).

- ▶ Nach dem 04.07.2025 dürfen alle Feuerlöschschäume, die PFOA oberhalb des Grenzwertes enthalten, nicht mehr verwendet werden. Sie müssen dann als Abfälle nach Artikel 7 Absatz 2 der POP-Verordnung behandelt werden.

Für Lagerbestände an PFOA-haltigen Schaummitteln, die unter die o. g. Verwendungsausnahme fallen, gelten die Meldepflichten nach Artikel 5 Absatz 2 der POP-Verordnung (s. Kapitel 2.4).

2.2.3 C9-C14-PFCAs (REACH-Verordnung)

Ebenso wie PFOA können C9-C14-PFCAs als Verunreinigungen bei der Herstellung von Fluorchemikalien anfallen und somit auch bei der Herstellung von Löschschäumen. Die Beschränkung für die C9-C14-PFCAs (Eintrag Nr. 68 Anhang XVII der REACH-Verordnung) ist seit dem 25.02.2023 gültig. Die Regelungen sind denen für PFOA ähnlich:

⁶ Auch wenn im Folgenden von den Einzelstoffen gesprochen wird (PFOS, PFOA, etc.), so sind die Derivate, Salze und verwandte Verbindungen, die Vorläufer und Abbauprodukte sein können, ebenfalls mit gemeint.
⁷ PFOA-verwandte Verbindungen sind Stoffe, die zu PFOA abbauen können, auch Vorläuferverbindungen genannt
⁸ PFOA wurde 2017 als beschränkter Stoff in den Anhang XVII der REACH-Verordnung aufgenommen. Nach der Aufnahme in die POP-Verordnung (2020) wurde der Eintrag im Anhang XVII der REACH-Verordnung gelöscht; es gelten deshalb ausschließlich die Regelungen der POP-Verordnung für PFOA.



Schaum löscht einen Flüssigkeitsbrand

- ▶ Das Inverkehrbringen und die Verwendung C9-C14-haltiger Feuerlöschschäume ist verboten.
- ▶ Eine Ausnahme gilt für die Verwendung C9-C14-haltiger Feuerlöschschäume, die vor dem 25.02.2023 in – mobile wie auch ortsfeste – Systeme eingefüllt waren, wenn alle Freisetzungen aufgefangen werden können (auch, wenn die Schäume zu Testzwecken verwendet werden).

Die Ausnahmeregelung gilt bis zum 04.07.2025. Nach dem 04.07.2025 dürfen C9-C14-haltige Feuerlöschmittel nur noch dann in Verkehr gebracht

oder verwendet werden, wenn die Konzentration im Schaummittel weniger als 0,025 mg/kg (25 ppb) für die Summe der C9-C14-PFCA beträgt. Für die Konzentration von C9-C14-PFCA-verwandter Stoffe in Schaummitteln muss ein Grenzwert von 0,26 mg/kg (260 ppb) unterschritten werden, um weiterhin verwendet werden zu dürfen.

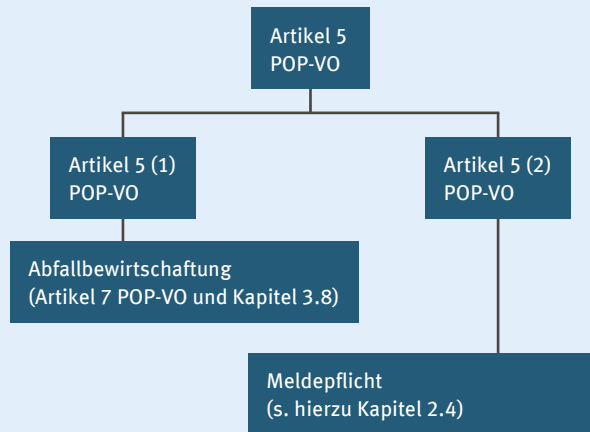
Aktuell wird eine Aufnahme von C9-C21-PFCAs, wovon auch C9-C14-Verbindungen fallen, als POP in das Stockholmer Übereinkommen geprüft (s. Kapitel 2.3.1).

Bewirtschaftung POP-haltiger Lagerbestände

Artikel 5 der POP-Verordnung reguliert den Umgang mit Lagerbeständen, die aus im Anhang I oder II der POP-Verordnung aufgeführten Stoffen bestehen oder diese Stoffe enthalten. Die Regelungen finden also auch auf Gemische und Erzeugnisse Anwendung, wenn diese einen POP enthalten (z.B. PFOS, PFOA, PFHxS). Dabei gelten die folgenden Bestimmungen:

1. Ein POP-haltiger Lagerbestand, für den nach POP-Verordnung keine Verwendung mehr erlaubt ist, gilt als Abfall und muss entsprechend bewirtschaftet werden (Artikel 5, Absatz 1 POP-Verordnung). Auf Schaummittel bezogen bedeutet dies, dass diese nach Ablauf der Verwendungsfrist als Abfall anzusehen und zu bewirtschaften sind (s. Kapitel 3.8). Die entsprechenden Regelungen finden sich im Artikel 7 der POP-Verordnung.

2. Sofern noch eine Verwendungsausnahme existiert, z.B. die Verwendung zur Bekämpfung von Bränden der Brandklasse B unter bestimmten Voraussetzungen, müssen diese Lagerbestände der örtlichen Überwachung gemeldet werden (s. hierzu Kapitel 2.4).



2.2.4 PFHxS (POP-Verordnung)

Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) kann als Verunreinigung in AFFF-Schaummitteln vorhanden sein. Im August 2023 wurde PFHxS, ihre Salze und verwandte Verbindungen⁹ in den Anhang I der POP-Verordnung aufgenommen, so dass für PFHxS-haltige Feuerlöschschäume die folgenden Bestimmungen gelten:

- ▶ Verbot der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung.
- ▶ Vorerst gilt ein Grenzwert von 0,1 mg/kg (100 ppb) für Konzentrationen von PFHxS, ihre Salze und PFHxS-verwandte Verbindungen, wenn sie unbeabsichtigt in Schaumkonzentraten vorhanden sind, die zur Herstellung anderer Feuerlöschschaumgemische bestimmt sind oder verwendet werden (der Grenzwert wird zum August 2026 überprüft und ggf. angepasst).
- ▶ Die Verpflichtung, Lagerbestände zu melden, besteht hier nicht, da die beabsichtigte Herstellung PFHxS-haltiger Löschmittel mit Konzentrationen oberhalb des o. g. Grenzwertes verboten ist. Solche

Lagerbestände sind als Abfälle zu bewirtschaften (Artikel 5 (1) POP-Verordnung in Verbindung mit Artikel 7 POP-Verordnung, siehe Info-Box).

2.2.5 PFHxA (REACH-Verordnung)

Perfluorhexansäure (PFHxA), ihre Salze und PFHxA-verwandte Stoffe¹⁰ wurden im September 2024 mit der Verordnung (EU) 2024/2462 in den Anhang XVII der REACH-Verordnung aufgenommen. Damit werden das Inverkehrbringen und die Verwendung von PFHxA, ihren Salzen und PFHxA-verwandten Stoffen beschränkt. Da die Vorläuferverbindungen von PFHxA die Grundlage fast aller heutigen fluorhaltigen Feuerlöschschäume bilden, sind die Regelungen von großer Bedeutung.

Für PFHxA-haltige Feuerlöschmittel gilt ab einem Grenzwert von 25 ppb für die Summe der PFHxA und ihrer Salze oder 1000 ppb für die Summe der PFHxA-verwandten Stoffe für Feuerlöschschäume und Feuerlöschschaumkonzentrate ein Inverkehrbringen- und Verwendungsverbot

⁹ PFHxS-verwandte Verbindungen sind Stoffe, die zu PFHxS abbauen können, auch Vorläuferverbindungen genannt.
¹⁰ PFHxA-verwandte Verbindungen sind Stoffe, die zu PFHxA abbauen können, auch Vorläuferverbindungen genannt.

ab dem 10. April 2026

- ▶ für Ausbildungs- und Prüfzwecke
 - ▶ außer bei Funktionsprüfungen der Feuerlöschsysteme unter der Bedingung, dass alle Freisetzen aufgefangan werden
- ▶ für öffentliche Feuerwehren
 - ▶ es sei denn, diese Feuerwehren werden bei Bränden in von der Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates¹¹ („Seveso-III-Richtlinie“) erfassten Betrieben tätig und verwenden den Schaum und die Ausrüstung ausschließlich dafür

und ab dem 10. Oktober 2029 für die zivile Luftfahrt (einschließlich ziviler Flughäfen).

2.3 Geplante Regulierungen

Neben diesen bereits bestehenden Regelungen laufen zwei weitere Verfahren, die mittel- und langfristig den Gebrauch von PFAS in Löschsäumen beeinflussen werden:

2.3.1 Langkettige Perfluorcarbonsäuren (PFCAs, C9-21), ihre Salze und verwandte Verbindungen¹² (Stockholmer Übereinkommen / POP-Verordnung)

Aktuell wird auf internationaler Ebene im Rahmen des Stockholmer Übereinkommens geprüft, ob langkettige PFCAs (C9-C21 PFCAs) zu den POP zählen und somit in das Stockholmer Übereinkommen aufgenommen werden sollen. Eine Entscheidung hierüber wird voraussichtlich im Frühsommer 2025 auf der 12. Vertragsstaatenkonferenz des Stockholmer Übereinkommens getroffen. Im Bereich der Feuerlöschmittel sind keine Ausnahmen vorgesehen.

Eine Aufnahme der C9-C21-PFCAs in das Stockholmer Übereinkommen muss von der EU als Vertragspartei in europäisches Recht, d. h. die EU-POP-Verordnung, übernommen werden. Da keine Ausnahmen für Feuerlöschmittel vorgesehen sind, ist davon auszugehen, dass C9-C21-PFCAs in Löschsäumen dann verboten

sein werden. Darüber hinaus wird die Regelung in der POP-Verordnung den Eintrag Nr. 68 im Anhang XVII der REACH-Verordnung für die C9-C14-haltigen Feuerlöschsäume ablösen, d. h. der Eintrag Nr. 68 gestrichen werden.

2.3.2 PFAS in Feuerlöschsäumen (REACH-Verordnung)

Im Januar 2022 hat die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) einen Vorschlag zur Beschränkung aller PFAS-haltigen Feuerlöschsäume unterbreitet, der seitdem in der EU auf regulatorischer Ebene diskutiert wird. Geplant ist eine Aufnahme in den Anhang XVII der REACH-Verordnung¹³. Der Leitgedanke ist, durch eine Beschränkung aller in Feuerlöschsäumen vorkommenden PFAS eine Substitution durch ähnlich schädliche PFAS („regrettable substitution“) zu vermeiden. Im Juli 2023 wurden die Stellungnahmen der im Verfahren beteiligten Bewertungsausschüsse RAC und SEAC¹⁴ an die EU-Kommission übersandt. Da die Verabschiedung der Regelung noch aussteht, ist es zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, konkrete Aussagen zu Verwendungsausnahmen und Fristen zu treffen. Die folgenden Punkte werden jedoch derzeit diskutiert (Beschränkungs-vorschlag) und können somit noch Änderungen unterliegen:

- ▶ Verbot des Inverkehrbringens, der Verwendung und der Ausfuhr von PFAS-haltigen Feuerlöschsäumen oberhalb einer PFAS-Gesamtkonzentration von 1 ppm nach verwendungs-/sektorspezifischen Übergangsfristen. Diese Fristen variieren, je nach Verwendung, zwischen 18 Monaten und 10 Jahren.
- ▶ Verschiedene Auflagen, um Ausnahmen überhaupt nutzen zu dürfen (z. B. Management-Plan, Dokumentation der Lagerhaltung bzw. Entsorgung PFAS-haltiger Lagerware, Kennzeichnung von Produkten mit einer PFAS-Gesamtkonzentration > 1 ppm)

¹¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0018&qid=1728553386252>

¹² Mit den langkettigen PFCAs verwandte Verbindungen sind Stoffe, die zu C9-C21 PFCAs abbauen können, auch Vorläuferverbindungen genannt.

¹³ PFAS sind im Rahmen des Beschränkungs-vorschlags definiert als alle Stoffe, die mindestens eine vollständig fluorierte Methyl(CF₃)- oder Methylen(CF₂)-Einheit enthalten (ohne daran gebundene H/Cl/Br/I-Atome).

¹⁴ Der Ausschuss für die Risikobewertung (RAC) und der Ausschuss für die sozioökonomische Analyse (SEAC) erarbeiten im Beschränkungsverfahren Stellungnahmen zu den Beschränkungen. Dabei ist es die Aufgabe des RAC, zu beurteilen, ob eine Beschränkung angemessen ist, um das Risiko für Mensch und Umwelt zu senken. Der SEAC bewertet die sozioökonomischen Auswirkungen einer Beschränkung und prüft z. B. auch Alternativen.

2.4 Zusammenfassung der Regulierungen

Mit Blick auf die Verwendungsmöglichkeiten von PFAS in Feuerlöschschäumen ergibt sich abschließend folgende tabellarische Übersicht der Regelungen:

Tab. 2

Übersicht aller PFAS in Feuerlöschschäumen mit ihren Regelungen

Stoff bzw. Stoffgruppe	Regelung bezüglich Feuerlöschschäume	Gültigkeit
PFOS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Inverkehrbringen und Verwendung nur noch, wenn PFOS als unbeabsichtigte Spurenverunreinigung vorliegt (aktuell: < 10 mg/kg (10 ppm)) 	Seit 27.06.2011
PFOA	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Generelles Verbot der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung 	Seit 04.07.2020
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Weiterverwendung bereits ins System eingefüllter Feuerlöschschäume, sofern die Freisetzung aufgefangen werden kann (unabhängig von der Konzentration) 	Bis 04.07.2025
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verbot der Verwendung für Ausbildungszwecke 	Seit 04.07.2020
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Inverkehrbringen und Verwendung nur, wenn PFOA als unbeabsichtigte Spurenverunreinigung vorliegt (\leq 0,025 mg/kg (25 ppb) bzw. 1 mg/kg (1000 ppb))¹⁵ 	Ab 04.07.2020 mit Ausnahmen
C9-C14 PFCAs	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Weiterverwendung bereits ins System eingefüllter Feuerlöschschäume, sofern die Freisetzung aufgefangen werden kann (unabhängig von der Konzentration) 	Bis 04.07.2025
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verbot der Verwendung für Ausbildungszwecke 	Seit 25.02.2023
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Inverkehrbringen und Verwendung nur, wenn Konzentrationsgrenzen eingehalten werden (< 0,025 mg/kg (25 ppb) bzw. < 0,26 mg/kg (260 ppb))¹⁶ 	Ab 25.02.2023 mit Ausnahmen
PFHxS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verbot der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung 	Seit 28.08.2023
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Inverkehrbringen und Verwendung nur, wenn PFHxS als unbeabsichtigte Spurenverunreinigung in Schaumkonzentraten vorliegt (0,1 mg/kg (100 ppb))¹⁷ 	Seit 28.08.2023
PFHxA	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verbot des Inverkehrbringens/der Verwendung von Feuerlöschschäumen und Feuerlöschschaumkonzentraten für Ausbildungs- und Prüfzwecke sowie für öffentliche Feuerwehren 	Ab 10.04.2026
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Weiterverwendung für Funktionsprüfungen der Feuerlöschsysteme (Ausbildungs- und Prüfzwecke), sofern Freisetzungen aufgefangen werden können 	Unbefristete Ausnahme
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Weiterverwendung für öffentliche Feuerwehren, die bei Bränden in Seveso-III-Betrieben tätig sind, sofern Schaum und Ausrüstung ausschließlich dafür verwendet werden. 	Unbefristete Ausnahme

¹⁵ \leq 0,025 mg/kg (25 ppb) für PFOA und ihre Salze bzw. 1 mg/kg (1000 ppb) für PFOA-verbundene Verbindungen

¹⁶ < 0,025 mg/kg (25 ppb) für C9-C14 PFCAs und ihre Salze bzw. < 0,26 mg/kg (260 ppb) für C9-C14 PFCA-verbundene Verbindungen

¹⁷ Für PFHxS, ihre Salze und PFHxS-verbundene Verbindungen

Stoff bzw. Stoffgruppe	Regelung bezüglich Feuerlöschschäume	Gültigkeit
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Weiteres Inverkehrbringen und Verwenden für die zivile Luftfahrt (einschließlich ziviler Flughäfen) ▶ Inverkehrbringen und Verwendung für öffentliche Feuerwehren oder in der zivilen Luftfahrt nur, wenn PFHxA Konzentrationsgrenzen eingehalten werden (0,025 mg/kg (25 ppb) bzw. 1 mg/kg (1000 ppb))¹⁸ 	<p>Bis zum 10.10.2029</p> <p>Nach Auslaufen der jeweiligen Ausnahme</p>
Geplante Regulierungen, die sich noch in regulatorischen Verfahren bzw. Diskussionen befinden		
C9-C21 PFCAs	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verbot für den beabsichtigten Einsatz in Feuerlöschschäumen geplant 	Diskussion bei 12. Vertragsstaatenkonferenz des Stockholmer Übereinkommens (Mai 2025)
Beschränkung zu PFAS in Feuerlöschschäumen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geplant ist ein Verbot des Inverkehrbringens, der Verwendung und der Ausfuhr von PFAS-haltigen Feuerlöschschäumen oberhalb einer PFAS-Gesamtkonzentration von 1 ppm ▶ Verwendung soll an bestimmte Auflagen gekoppelt werden (z. B. Management-Plan, Dokumentation der Lagerhaltung bzw. Entsorgung PFAS-haltiger Lagerware, Kennzeichnung von Produkten mit einer PFAS-Gesamtkonzentration > 1 ppm, Ausfuhrverbot) 	In Diskussion (Fristen zwischen 18 Monaten und 10 Jahren, je nach Sektor und Verwendung)

Im Lichte der derzeitigen und der sich anbahnenden gesetzlichen Regelungen zu PFAS sollte sowohl aus ökonomischen als auch ökologischen Gründen beim Ersatz von PFOA-haltigen oder anderen PFAS-haltigen Schaumlöschmitteln darauf geachtet werden, auf ein **nachweislich fluorfreies** Schaummittel umzustellen. Wird dagegen auf ein weiterhin fluorhaltiges Schaummittel umgestellt, ist es sehr wahrscheinlich, dass weitere Substitutionen vorgenommen werden müssen.

2.5 Meldepflicht nach der POP-Verordnung

Die POP-Verordnung schreibt eine Meldepflicht für POP-haltige Lagerbestände vor. Diese müssen vom Besitzenden des Lagerbestandes an die für ihn*sie in Deutschland zuständige Behörde¹⁹ gemeldet werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- ▶ Der Lagerbestand ist größer als 50 kg.
- ▶ Der enthaltene POP liegt in Konzentrationen oberhalb des Grenzwertes für unbeabsichtigte Spurenverunreinigungen vor.

- ▶ Die Verwendung dieses Lagerbestandes ist als Ausnahme im Anhang I der POP-Verordnung vorgesehen²⁰.

Diese Regelungen gelten also auch für gelagerte Schaummittel, wenn die in ihnen enthaltenen PFAS in der POP-Verordnung geregelt sind. Aktuell ist diese Verpflichtung nur auf PFOA-haltige Schaummittel übertragbar, da die Verwendung von PFOA-haltigen Schaummitteln, die bereits in – mobile wie auch ortsfeste – Systeme eingefüllt sind und deren Freisetzung aufgefangan werden können, noch bis zum 04.07.2025 erlaubt ist²¹. Eine Meldung ist also dann notwendig, wenn

- ▶ in Summe mehr als 50 kg Schaummittel vorhanden ist. Dabei können die einzelnen Behälter kleiner sein, denn es gilt die Summe aller Schaummittelbestände, die PFOA enthalten.
- ▶ PFOA ist im Schaummittel oberhalb der Grenzwerte vorhanden (0,025 mg/kg bzw. 25 ppb für PFOA und ihre Salze; 1 mg/kg bzw. 1000 ppb für PFOA-verwandte Verbindungen).

¹⁸ 0,025 mg/kg (25 ppb) für PFHxA und ihre Salze bzw. 1 mg/kg (1000 ppb) für PFHxA-verwandte Verbindungen

¹⁹ Zuständige Behörden für die POP-Verordnung können über die ICSMS Behördensuche ermittelt werden: <https://webgate.ec.europa.eu/single-market-compliance-space/market-surveillance/ms-authorities>

²⁰ Sollte die Verwendung des Schaummittels nicht mehr zulässig sein, müssen vorhandene Lagerbestände wie Abfälle bewirtschaftet werden (s. hierzu Artikel 5 Absatz 1 POP-Verordnung in Verbindung mit Artikel 7 POP-Verordnung).

²¹ PFHxS ist hiervon nicht betroffen, da es keine Verwendungsausnahme für PFHxS in Feuerlöschschäumen im Anhang I der POP-Verordnung gibt. Sollten Bestände vorhanden sein, in denen PFHxS oberhalb der in 2.2.4 genannten Grenzwerte vorkommt, müssen diese als POP-haltiger Abfall entsorgt werden.

Melden muss der Besitzende des Lagerbestandes. Dabei ist als Besitzende jede natürliche oder juristische Person in der Europäischen Union zu verstehen, die im Besitz eines solchen Lagerbestandes ist. Die Meldung muss einmal im Jahr erfolgen (die erste Meldung muss innerhalb von zwölf Monaten erfolgen, nach dem die Verordnung für den Stoff gültig wird. D. h. für PFOA hätte eine erste Meldung bis zum 03.07.2021 erfolgen müssen). Für die Meldung gibt es ein standardisiertes Formular, welches auf der Webseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin²² heruntergeladen werden kann, und in dem alle erforderlichen Angaben abgefragt werden. Es kann auch formlos gemeldet werden; jedoch müssen dann die folgenden Angaben gemacht werden:

- ▶ Stoff oder Stoffgruppe gemäß den Einträgen in Anhang I und II der POP-Verordnung (in diesem Fall PFOA)
- ▶ EC-Nummer/Listennummer oder CAS Nummer
- ▶ Typ des Lagerbestands (in diesem Fall: Gemisch²³)
- ▶ Beschreibung des Gemisches
- ▶ Gesamtmenge des Lagerbestandes (in Tonnen)
- ▶ POP Konzentration im Gemisch oder Erzeugnis (in mg/kg)
- ▶ Angaben des Lagerbesitzers darüber, wie der Lagerbestand gelagert wird und welche Maßnahmen ergriffen wurden, um die Freisetzung von POPs in die Umwelt zu verhindern (Nachweis einer sicheren, effizienten und umweltverträglichen Bewirtschaftung)
- ▶ Verwendungsbeschreibung (nur zugelassene Verwendungszwecke, hier also als Feuerlöschmittel)
- ▶ Zusätzliche Informationen (in Verbindung mit dem Lagerbestand)

2.6 Export von Feuerlöschmitteln

Ausfuhren gefährlicher Chemikalien, die in der EU verboten oder streng beschränkt sind, unterliegen dem Verfahren der vorherigen Zustimmung nach Inkenntnissetzung (Prior Informed Consent, PIC), welches in der EU durch die Verordnung (EU) Nr. 649/2012 (PIC-Verordnung) umgesetzt wird. Ohne tiefer auf die PIC-Verordnung einzugehen, sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Export von POP generell nur noch für zulässige Verwendungszwecke gemäß den Ausnahmen im Stockholmer Übereinkommen erlaubt ist. Für PFOA-haltige Feuerlöschschäume gilt, gemäß Anhang V, Teil 1 der PIC-Verordnung, ein explizites Ausfuhrverbot. Für PFHxS-haltige Feuerlöschschäume gilt aufgrund der nicht vorhandenen Ausnahme im Stockholmer Übereinkommen ebenfalls ein Ausfuhrverbot.

2.7 Mögliche Sanktionen bei Nichtbeachtung

Nach Ablauf der Verwendungsfristen ist die Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe oder bestimmter gefährlicher Gemische, wozu regulierte PFAS-haltige Schaummittel zählen, verboten und nach dem Chemikaliengesetz in Verbindung mit der Chemikalien-Sanktionsverordnung als Straftat zu ahnden. Dies betrifft sowohl Bestimmungen in der REACH-Verordnung als auch in der POP-Verordnung. Für PFOA-haltige Feuerlöschmittel, die bereits am 04.07.2020 in Systeme eingefüllt waren, bedeutet dies, dass eine Verwendung über den 04.07.2025 hinaus strafbewehrt ist und mit einer Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder einer Geldstrafe geahndet werden kann.

Die Nichteinhaltung der Meldepflichten nach Artikel 5 Absatz 2 der POP-Verordnung für solche Feuerlöschmittel, die als POP identifizierte PFAS enthalten, ist als Ordnungswidrigkeit einzuordnen. Im Übrigen sind auch Verstöße gegen die Abfallbewirtschaftung bußgeldbewehrt. Dabei sind die Überwachungsbehörden in den Bundesländern zuständig für den Vollzug.

Derzeit wird die Chemikalien-Sanktionsverordnung, die die Straf- und Bußgeldtatbestände zur Sanktionierung von Verstößen gegen das EU-Chemikalienrecht im Einzelnen festlegt, überarbeitet. Mit einer Fertigstellung ist Anfang 2025 zu rechnen.

²² <https://www.baua.de/DE/Themen/Chemikalien-Biostoffe/Chemikalienrecht/POP>
²³ Feuerlöschmittel sind als Gemische einzuordnen.

3 Die Umstellung auf PFAS-freie Alternativen bei Anwendern

3.1 PFAS in Schaummittel

Schaummittel gibt es grundsätzlich mit und ohne Zusatz von PFAS. Der bekannteste Typ PFAS-basierter Schaummittel sind die wasserfilmbildenden Schaummittel (AFFF). Daneben gibt es auch die weniger bekannten FFFP- (Film Forming Fluoroprotein) und FP (Fluoroprotein)-Schaummittel, die von den Regulierungen aber genauso betroffen sein können.

Ob ein bestimmtes Schaummittel unter die Regulierung fällt, hängt davon ab, ob es die Grenzwerte der regulierten Stoffe (s. Tabelle 2) überschreitet. Der Schaummitteltyp (AFFF, FFFP, FP) kann dazu Hinweise geben. Allerdings gibt es auch fluorhaltige Schaummittel, die die derzeitigen Grenzwerte einhalten. Manche Hersteller haben z. B. seit 2014 Rohstoffe verwendet, um die geltenden Grenzwerte einzuhalten. Neuere Schaummittel können also u.U. derzeit noch nicht in den Geltungsbereich einer Regulierung fallen, werden aber von den kommenden Verboten betroffen sein.

Eine verlässliche Bestimmung, ob ein Schaummittel betroffen ist, bietet eine Laboranalyse des Schaummittels auf PFAS. Bei der Analyse ist darauf zu achten, dass nur manche Labore PFAS im Schaummittel mit hinreichender geringer Bestimmungsgrenze analysieren können. Die Bestimmungsgrenze sollte für alle untersuchten Stoffe bei 0,025 mg/kg (25ppb) oder niedriger liegen.

3.2 PFAS-freie Schaummittel

Fluorfreie Schaummittel in Form von Protein- oder Mehrbereichsschaummitteln gibt es schon seit Jahrzehnten. In ihrer Lösleistung waren sie jedoch lange Zeit deutlich schlechter als die AFFF. Mit den ersten Verboten von fluorhaltigen Schaummitteln begann jedoch die Entwicklung von leistungsfähigen fluorfreien Schaummitteln bei vielen Herstellern. Heute sind am Markt eine Vielzahl von Produkten verfügbar, die für typische Szenarien der Brandbekämpfung eine sehr gute Leistung bieten. Leistungsfähige fluorfreie Schaummittel erreichen

beispielsweise die Leistungsklasse I nach der DIN EN 1568 Teil 3 und 4, sind also durchaus vergleichbar mit AFFF. Außerdem wurden weltweit zahlreiche Tests mit fluorfreien Schaummitteln durchgeführt. Viele Werk- und Flughafenfeuerwehren haben Vertrauen in die Leistungsfähigkeit entwickelt und bereits teilweise oder vollständig auf fluorfreie Schaummittel umgestellt.

Die Teile 1 bis 4 der DIN EN 1568 (für Mittelschaum, Leichtschaum, Schwerschaum auf mit Wasser *nicht* mischbaren Flüssigkeiten und Schwerschaum auf mit Wasser mischbaren Flüssigkeiten) bildet die wichtigste Grundlage zur Beurteilung der Leistung von Schaummitteln für Feuerwehren.

Auch für Feuerlöschanlagen mit Schaummittelzusatz stehen eine Vielzahl von Schaummittel zur Verfügung. Einige verfügen über relevante Anerkennungen nach gängigen Richtlinien (z. B. eine VdS-Anerkennung²⁴, ein FM-Approval²⁵ oder ein UL-Listing²⁶). In Abschnitt 3.5 wird auf die Umstellung in Löschanlagen im Detail eingegangen.

3.3 Die Umstellung von PFAS-basierten auf PFAS-freie Schaummittel

Die Umstellung von AFFF auf fluorfreie Schaummittel erfordert eine gründliche Planung und umfasst in vielen Fällen mehr als den Ersatz des Schaummittels an sich.

Keinesfalls darf verbotenes Schaummittel für Übungen verwendet werden. Dies ist einerseits in den entsprechenden EU-Verordnungen ausdrücklich verboten, andererseits würde es zu einer Freisetzung der umweltschädlichen PFAS in die Umwelt führen, die durch die Verbote verhindert werden soll und zu sehr kostspieligen Altlastensanierungen führt.

Abzuwägen ist, ob eine Anlage gereinigt werden kann oder (in Teilen) neu gebaut werden muss. Verunreinigte Anlagenteile müssen ebenso wie das Schaummittel fachgerecht entsorgt werden (s. Kapitel 3.8).

24 Die VdS Schadenverhütung GmbH, eine 100%-ige Tochtergesellschaft des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), gibt Richtlinien u. a. zum Thema Löschanlagen und Löschmittel heraus und zertifiziert u. a. Schaummittel

25 Die US-amerikanische Factory Mutual Insurance Company gibt u. a. Richtlinien zu Löschanlagen und Löschmittel heraus und zertifiziert u. a. Schaummittel

26 Underwriters Laboratories (UL) ist eine unabhängige Organisation, die u. a. Schaummittel zertifiziert und Richtlinien herausgibt

3.3.1 Reinigung des Schaummittel tanks und der Rohrleitungen

Die sehr niedrigen Grenzwerte für PFAS im Schaummittel können dazu führen, dass es zu einer Überschreitung durch Kontaminationsverschleppung kommt, wenn Schaummittelbehälter und -leitungen bei der Umstellung des Schaummittels nicht (ausreichend) gereinigt werden. Mobile Behälter, die zuvor fluorhaltige Schaummittel enthalten haben, sollten nicht weiterverwendet, sondern entsorgt werden (s. Kapitel 3.8). Fest verbaute Tanks und Leitungen müssen einer speziellen Reinigung unterzogen werden. Manche Fachfirmen haben sich auf diese Reinigung spezialisiert und bieten entsprechende Lösungen an.

Besonderes Augenmerk ist auf die vorherige restlose Entleerung insbesondere aller Leitungen und eventuell vorhandenen Tiefpunkte zu legen. Außerdem ist zu beachten, dass bei dieser Reinigung neben dem Schaummittel auch das Spülwasser PFAS enthält und ebenso einer angemessenen Entsorgung zugeführt werden muss (s. Kapitel 3.8). Bestimmte Materialien z. B. aus synthetischem Kautschuk (Gummi) gelten als schwieriger zu reinigen. Es ist daher zu prüfen ob Dichtungen oder Schlauchleitungen nicht besser getauscht werden sollten.

Ob eine Reinigung erfolgreich ist und das neue Schaummittel eingefüllt werden kann, sollte in jedem Fall durch eine PFAS-Analyse des letzten Spülwassers überprüft werden. Als erfolgreich kann die Reinigung angesehen werden, wenn die Werte die entsprechenden PFAS-Grenzwerte (s. Kapitel 2.4) unterschreiten.

3.3.2 Anpassung der Zumischtechnik

Leistungsfähige fluorfreie Schaummittel verfügen häufig über Polymerfilmbildner. Polymerfilmbildner sorgen für die Ausbildung eines Polymerfilms auf mit Wasser mischbaren Brennstoffen (z. B. Alkoholen), sind also Bestandteil von alkoholbeständigem Schaummittel. Sie sorgen auch für eine gute Stabilität (lange Wasserhaltzeit) des Schaums. Polymerfilmbildner führen zudem dazu, dass das Schaummittel eine höhere Viskosität hat (es ist dickflüssig) und besondere Eigenschaften aufweist (das Schaummittel

wird „pseudoplastisch“, auch „strukturviskos“ genannt, d. h. die Viskosität nimmt mit ab, wenn es fließt). Die Viskosität nimmt bei kalten Temperaturen zu. Diese Eigenschaften können dazu führen, dass der Schaummittelzumischer nicht oder nicht richtig funktioniert (zu geringe Zumischrate). Die Kompatibilität des Schaummittels mit der vorhandenen Zumischtechnik sollte vor Beschaffung mit den Herstellern geklärt werden.

3.4 Besonderheiten bei der Umstellung des Schaummittels von Feuerwehren

3.4.1 Anpassung bei Strahlrohren

Im Gegensatz zu AFFF bilden fluorfreie Schaummittel keinen Wasserfilm. Deswegen spielt die Schaumqualität, insbesondere die Verschäumungszahl, eine wichtige Rolle für den Löscherfolg. Wesentlichen Einfluss auf die Verschäumung haben die Strahlrohre, die für die Erzeugung von Schaum eingesetzt werden. Je nach Schaummittel sollten sie eine Verschäumung von mindestens 5 bis 8 erzeugen²⁷. Insbesondere wenn die Schaumabgabe über Hohlstrahlrohre und nicht über Schwer- oder Mittelschaumrohre geplant ist, sollte geprüft werden, ob eine ausreichende Verschäumung sichergestellt ist.

3.4.2 Taktik und Ausbildung

Im Vergleich zu AFFF weisen fluorfreie Schäume in einigen Bereichen andere Eigenschaften auf, die neben einer angepassten Technik auch eine angepasste Taktik erfordern können. Es ist daher empfehlenswert, im Rahmen der Umstellung auf fluorfreie Schaummittel die Ausbildung und das Üben mit diesen Schaummitteln entsprechend zu intensivieren. Dabei muss weiterhin auf den umweltgerechten Einsatz geachtet werden, denn auch wenn fluorfreie Schaummittel keine PFAS enthalten, sollten sie weiterhin nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen, da sie z. B. wassergefährdend sind.

3.5 Besonderheiten bei der Umstellung des Schaummittels in Löschanlagen

Bei der Umstellung von PFAS-basierten Schaummitteln auf fluorfreie Alternativen in Feuerlöschanlagen muss sichergestellt werden, dass die Wirksamkeit der Löschanlage ebenfalls nach der Umstellung erhalten bleibt. Dies setzt voraus, dass die jeweils

²⁷ Verschäumung bezeichnet das Volumenverhältnis von Schaum zu dazu verwendetem Schaummittel-Wasser-Gemisch. Werden aus 1 l Schaummittel-Wasser-Gemisch 10 l Schaum erzeugt, so beträgt die Verschäumungszahl 10

zugrunde gelegte Richtlinie (z. B. Europäische Norm, VdS-Richtlinien oder FM Data Sheet) eingehalten wird. Viele dieser Richtlinien schreiben vor, dass das Schaummittel nach speziellen Richtlinien (meist der gleichen Norm-Familie) getestet wurde. So gibt es bspw. EN-Normen, VdS-Richtlinien und FM-Standards, nach denen ein Schaummittel getestet werden muss, um eine Anerkennung zu erhalten und in einer Löschanlage nach diesen Standards verwendet werden zu dürfen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Anerkennung von Schaummittel häufig nur in Kombination mit den im Test definierten Schaumaufgabeeinrichtungen (z. B. Sprinkler, Düsen) und mit der getesteten Mindest-Wasserbeaufschlagung (d. h. Löschmittelmenge pro Fläche und Zeit) anerkannt sind. Auch diese Anforderungen müssen eingehalten werden, damit die Löschanlage weiter wirksam ist.

3.6 Schaummittel in Feuerlöschern

Schaumfeuerlöscher enthalten in den meisten Fällen ebenfalls PFAS-basierte AFFF. Sie fanden in den letzten Jahren weite Verbreitung, da sie bei der Verwendung als vermeintlich „sauberer“ als Feuerlöscher mit Löschpulver galten. Die Gefahren für Mensch und Umwelt, die durch die Freisetzung von PFAS erzeugt wurden, und die Kosten für eventuell daraus folgende Altlastensanierungen wurden dabei nicht berücksichtigt.

Inzwischen bieten nahezu alle Hersteller auch PFAS-freie Feuerlöscher an. Für manche Feuerlöscher gibt es dabei Umrüst-Sets, die die Weiterverwendung des bisherigen Löschers mit einem neuen fluorfreien Schaummittel ermöglichen. In vielen Fällen wird aber der komplette Austausch des Feuerlöschers erforderlich sein (Entsorgung siehe Kapitel 3.8). Im Rahmen der Umstellung sollte darauf geachtet werden, dass die Feuerlöscher im Sinne des Arbeitsschutzes über andere Löschmitteleinheiten gemäß ASR 2.2²⁸ verfügen können. Gegebenenfalls ist also eine Neuberechnung der Anzahl der erforderlichen Feuerlöscher nötig.

3.7 Analyse von PFAS in Schaummittel

PFAS-Gehalte können mit unterschiedlichen Verfahren bestimmt werden. Dabei sind Summenparameter wie TOP-Assay, adsorbierbares organisches Fluor (AOF) oder extrahierbares organisches Fluor (EOF),

oder eine Einzelstoffanalytik möglich. Die einzelnen Verfahren werden im Folgenden näher erläutert.

3.7.1 Einzelstoffanalytik mittels Flüssigkeitschromatographie, gekoppelt mit einem Massenspektrometer (LC-MS/MS)

Das Gemisch an PFAS wird über eine Flüssigkeitschromatographie aufgetrennt und der Gehalt mittels eines Massenspektrometers bestimmt (LC-MS/MS).

Die Einzelstoffanalytik weist von allen hier genannten Methoden die niedrigste Bestimmungsgrenze auf. Die Bestimmungsgrenze ist substanz- und matrixabhängig. Für Wasserproben liegt sie im Bereich von ca. 1 bis 5 ng/l. Für Proben von Schaummittelkonzentrat liegen sie im Bereich von ca. 10 bis 100 µg/l. Ein Nachteil ist, dass nur Stoffe erfasst werden können, für die ein analytischer Standard verfügbar ist; dies ist aktuell für weniger als 100 PFAS der Fall. Routinemäßig werden aktuell nur 20-30 PFAS erfasst. Unbekannte Vorläuferverbindungen und polymerartige PFAS werden mit der Methode nicht identifiziert. Zu den wichtigsten PFAS, die im Fall von Schaummitteln analysiert werden sollen, gehören:

- ▶ PFBA Perfluorbutansäure
- ▶ PFPA Perfluorpentansäure
- ▶ PFHxA Perfluorhexansäure
- ▶ PFHpA Perfluorheptansäure
- ▶ PFOA Perfluoroktansäure
- ▶ PFNA Perfluornonansäure
- ▶ PFDA Perfluordekansäure
- ▶ PFUnA Perfluorundekansäure
- ▶ PFDoA Perfluordodekansäure
- ▶ PFTrDA Perfluortridekansäure
- ▶ PFTeDA Perfluortetradekansäure
- ▶ PFBS Perfluorbutansulfonsäure
- ▶ PFPS Perfluorpentansulfonsäure
- ▶ PFHxS Perfluorhexansulfonsäure
- ▶ PFHpS Perfluorheptansulfonsäure
- ▶ PFOS Perfluoroktansulfonsäure
- ▶ PFNS Perfluornonansulfonsäure
- ▶ PFDS Perfluordekansulfonsäure
- ▶ 4:2-FTS 4H-Perfluorhexansulfonat
- ▶ 6:2-FTS 4H-Perfluoroktansulfonat
- ▶ 8:2-FTS 4H-Perfluordekansulfonat

28 Technische Regel für Arbeitsstätten (ASR) A2.2 Maßnahmen gegen Brände

3.7.2 TOP (Total organic precursors)-Assay

Nach einer Einzelstoffanalytik, wie oben beschrieben, werden die Proben so behandelt, dass die Vorläufer der Perfluoralkylsäure (PFAA) in PFCAs mit entsprechender perfluorierter Kettenlänge umgewandelt werden. Durch Vergleich der PFCA-Konzentrationen vor und nach der Oxidation können die Konzentrationen der gesamten PFAA-Vorläuferstoffe abgeleitet werden. Die Konzentrationen der einzelnen PFAS werden dabei mit dem oben beschriebenen LC-MS/MS Verfahren erfasst. Allerdings werden PFAS, die nicht oxidierbar sind oder zu Stoffen oxidieren, die nicht im Spektrum der Einzelsubstanzanalytik liegen, nicht erfasst. Hierzu können je nach Extraktionsbedingungen auch solche Stoffe gehören, die in AFFF als Wirksubstanzen eingesetzt wurden. Deshalb ist der TOP-Assay alleine nicht ausreichend. Weitere Fluororganika wie Pestizide und Arzneimittel werden durch den TOP-Assay miterfasst. Die Bestimmungsgrenzen liegen im Bereich von ca. 5 bis 10 ng/l.

3.7.3 Adsorbierbares organisches Fluor (AOF) oder extrahierbares organisches Fluor (EOF)²⁹

Beide Methoden nutzen die Verbrennungs-Ionenchromatographie (Combustion Ion Chromatographie – CIC), unterscheiden sich aber in der Probenvorbereitung. AOF verwendet für die Adsorption meistens Aktivkohle, die EOF für wässrige Proben häufig Festphasenextraktion (SPE). Prinzipiell werden nur die Stoffe erfasst, die am Adsorptionsmittel adsorbierbar bzw. mit der gewählten Extraktion extrahierbar sind. Bei der Verbrennung wird organisches-gebundenes Fluor in Fluorwasserstoffsäure umgewandelt. Nach Adsorption der Fluorwasserstoffsäure in einer Natriumhydroxidlösung kann die Fluoridkonzentration mit Hilfe der Ionen-Chromatographie bestimmt werden. CIC ermittelt das gesamte Fluor – organisch und anorganisch – in der Probe. Ob die Methode selektiv für organisch gebundenes Fluorid ist, hängt von der Probenvorbereitung ab. In der Literatur sind Methoden beschrieben, die sowohl für den AOF als auch EOF eine Entfernung des anorganischen Fluorids ermöglichen. Neben PFAS werden weitere fluororganische Verbindungen erfasst.

3.7.4 Empfehlung/Fazit

Um die Vergleichbarkeit der Analysen zu gewährleisten, wäre die Verwendung von nur einer Methode wünschenswert. **Allerdings gibt es derzeit weder eine rechtlich vorgeschriebene, noch eine für Feuerlöschschäume genormte oder standardisierte Methode.** Aufgrund der verschiedenen Vor- und Nachteile wird empfohlen, eine Einzelsubstanzbestimmung mit mindestens den o. g. Schaummittel-relevanten Einzelstoffen, mit ausreichend niedriger Bestimmungsgrenze durchführen zu lassen. Eine Bestimmungsgrenze ist dann ausreichend niedrig, wenn sie eine Aussage erlaubt, ob die jeweiligen Grenzwerte (s. Kapitel 2.2) eingehalten werden oder nicht.

3.8 Entsorgung von Schaummittel und kontaminierten Wassern

Bei der Entsorgung von PFAS-haltigem Schaummittel, kontaminiertem Spülwasser und kontaminierten Anlageteilen sind die Vorgaben der POP-Verordnung, des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG)³⁰, des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG)³¹ und die entsprechenden Ländervorgaben zu beachten.

Bei der Abfalleinstufung von PFAS-haltigen Schaummitteln und kontaminierten Wassern ist der ATA-Beschluss³² vom 11./12. Juni 2013 zur „Einstufung von als Abfall angefallenen Löschmitteln nach Abfallverzeichnisverordnung³³“ (81. ATA Sitzung, TOP 3.8)“ zu berücksichtigen: Dem Beschluss nach wird die Abfallschlüsselnummer 16 10 01* (wässrige flüssige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten) für die Einstufung von PFAS-haltigen Feuerlöschschäumen vorgeschlagen. Abfallschlüsselnummern sind eindeutige Codes, die in der europäischen Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) festgelegt sind. Die Codes bestehen aus sechs Ziffern und dienen dazu, Abfälle zu klassifizieren und zu identifizieren. Außerdem kann auf die Herkunft des Abfalls geschlossen werden.

29 Die DIN 38405-59 gibt für den AOF eine Bestimmungsgrenze von 2 µg F/L an. Unter der Annahme, dass das gesamte Fluor aus PFOA oder deren Vorläuferverbindungen entstammt, entspricht dies 2,9 µg/L PFOA. Für den EOF liegen die Bestimmungsgrenzen in wässrigen Proben bei 0,2–0,4 µg F/L.

30 <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/>

31 https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/

32 ATA: Ausschuss für Abfalltechnik der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA). Der ATA befasst sich mit dem abfallrechtlichen Vollzug durch die Bundesländer

33 <https://www.gesetze-im-internet.de/avv/AVV.pdf>



Zumischung von Schaummittel

Die als gefährlich eingestuftes Löschschäume werden regulär in einer Hochtemperatur-Verbrennungsanlage (Sonderabfallverbrennungsanlage) entsorgt, die über eine Zulassung für diese Abfallschlüsselnummer verfügt. Für die Entsorgung sollten sich Abfallerzeuger oder -besitzer an ein entsprechendes Entsorgungsunternehmen wenden.

Werden Löschschäume ausgetauscht, sind, wie in Kapitel 3.3 beschrieben, auch die Löschanlage bzw. die Vorrattanks zu spülen. Die dabei anfallenden PFAS-haltigen Spülwasser sind ebenfalls in einer Sonderabfallverbrennungsanlage zu entsorgen und dürfen nicht in die Kanalisation gelangen und somit in eine kommunale Kläranlage, oder gar in Gewässer eingeleitet werden, da PFAS in einer biologischen Kläranlage nicht abgebaut werden. Die anfallenden Mengen können erheblich sein. Zur Verringerung dieser Mengen kann geprüft werden, ob das Spülwasser über Aktivkohle oder eine andere geeignete

Filteranlage soweit gereinigt werden kann, dass es in die Kläranlage eingeleitet werden darf und nur die Aktivkohle/das Filtermaterial verbrannt werden muss. Eine Einleitung in die Kläranlage ist immer vorab von der zuständigen Behörde³⁴ zu genehmigen. § 57 Absatz 1 Nummer 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) fordert bei Erteilung einer Erlaubnis zur Abwassereinleitung die Berücksichtigung der Anforderungen an die Gewässereigenschaften, also eine Prognose und Beurteilung der Auswirkungen auf das Gewässer infolge der Einleitung. Deshalb sind PFAS-Einträge, wenn sie sich nicht gänzlich vermeiden lassen, soweit zu begrenzen, dass die prognostizierten PFAS-Konzentrationen im Gewässer nach Durchmischung mit dem Abwasser über die bereits geprüften Anforderungen nach § 27 WHG hinaus keine schädlichen Gewässerveränderungen an der Einleitungsstelle hervorrufen. Dabei ist nicht nur die Einleitung, sondern auch eine ggf. vorhandene PFAS-Vorbelastung des Gewässers zu betrachten.

34 Die zuständige Behörde kann über das Bundesportal gesucht werden: <https://verwaltung.bund.de/portal/DE/ueber>

Ferner sind mögliche Beeinträchtigungen des Grundwassers (z. B. bei erheblicher Infiltration von Oberflächenwasser ins Grundwasser) oder Auswirkungen auf die Trinkwassernutzung (z. B. bei Verwendung von Uferfiltrat) bei der Begrenzung der Einträge in Oberflächengewässer zu berücksichtigen.

Es wird vorgeschlagen, Spülwasser bis zu einer Konzentration von 5 µg/Liter Gesamt-PFAS als belastet zu betrachten³⁵, eine Entscheidung obliegt aber der zuständigen Behörde.

Für die Entsorgung von kontaminierten Anlagenteilen oder Tanks gibt es bislang noch keine länderübergreifend abgestimmte Empfehlung zur Zuordnung von Abfallschlüsselnummern, diese wird jedoch derzeit erarbeitet. Der Entsorgungsweg ist mit der zuständigen Abfallbehörde³⁶ in den Bundesländern abzustimmen.

³⁵ Der Wert orientiert sich an PFAS-Konzentrationen im Kläranlagenzulauf kommunaler Kläranlagen aus verschiedenen Studien: Redeker et al., Orientierende Untersuchungen zur Belastung von Abwässern mit fluororganischen Verbindungen durch die Bestimmung des adsorbierbaren organisch gebundenen Fluors (AOF), Abschlussbericht, TEXTE 111/2023, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/orientierende-untersuchungen-zur-belastung-von> von Abercron, E., S. Falk, T. Stahl, S. Georgii, G. Hamscher, H. Brunn and F. Schmitz (2019). „Determination of adsorbable organically bound fluorine (AOF) and adsorbable organically bound halogens as sum parameters in aqueous environmental samples using combustion ion chromatography (CIC).“ *Science of The Total Environment* 673: 384–391.

³⁶ Die zuständige Behörde kann über das Bundesportal gesucht werden: <https://verwaltung.bund.de/portal/DE/ueber>

Quellenverzeichnis

Delegierte Verordnung (EU) 2020/1203 der Kommission vom 9. Juni 2020 zur Änderung des Anhangs I der Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich des Eintrags für Perfluoroctansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?toc=OJ%3A2020%3A270%3ATOC&uri=uriserv%3AOJ.L_.2020.270.01.0001.01.DEU

Delegierte Verordnung (EU) 2023/866 der Kommission vom 24. Februar 2023 zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Perfluoroctansäure (PFOA), ihrer Salze und PFOA-verwandter Verbindungen https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/866/oj?locale=de

Delegierte Verordnung (EU) 2023/1608 der Kommission vom 30. Mai 2023 zur Änderung des Anhangs I der Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Aufnahme von Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS), ihrer Salze und von PFHxS-verwandten Verbindungen <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32023R1608>

Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/>

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/

Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates, ABl. EU L 197/1 v. 24.07.2012, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2012/18/?locale=de>

Schwerpunkt 1-2020: PFAS. Gekommen, um zu bleiben. Umweltbundesamt, 2020. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/schwerpunkt-1-2020-pfas-gekommen-um-zu-bleiben>

Stockholmer Übereinkommen zu persistenten organischen Schadstoffen (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants) <https://www.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>

Technische Regeln für Arbeitsstätten Maßnahmen gegen Brände ASR A2.2 - Ausschuss für Arbeitsstätten, ASTA-Geschäftsführung, BAuA https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A2-2.pdf?__blob=publicationFile

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission), ABl. EU L 396/1 v. 30.12.2006, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1907/?locale=de>

Verordnung (EU) Nr. 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe, ABl. EU L 169/45 v. 25.06.2019, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1021/?locale=de>

Verordnung (EU) 2021/1297 der Kommission vom 4. August 2021 zur Änderung des Anhangs XVII der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich perfluorierter Carbonsäuren mit 9 bis 14 Kohlenstoffatomen in der Kette (C9-C14-PFCA), ihrer Salze und C9-C14-PFCA-verwandter Stoffe <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32021R1297>

Verordnung (EU) 2024/2462 der Kommission vom 19. September 2024 zur Änderung von Anhang XVII der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Undecafluorhexansäure (PFHxA), ihrer Salze und PFHxA-verwandter Stoffe https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=OJ:L_202402462

Verordnung (EU) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien (Neufassung) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32012R0649>

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), <https://www.gesetze-im-internet.de/avv/>

Verordnung zur Sanktionsbewehrung gemeinschafts- oder unionsrechtlicher Verordnungen auf dem Gebiet der Chemikaliensicherheit (Chemikalien-Sanktionsverordnung – ChemSanktionsV) <https://www.gesetze-im-internet.de/chemsanktionsv/BJNR094410013.html>



► **Unsere Broschüren als Download**
Kurzlink: bit.ly/2dowYYI