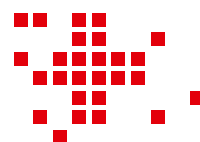


Feuerlöschschäume

Feuerwehr Koordination Schweiz FKS



FKS CSSP CSP

Impressum

Version	3.0
Erlass SFIK	30. März 2021; aktualisiert am 18.02.2025
Inkrafttreten	07.03.2025

Copyright © by
Feuerwehr Koordination Schweiz FKS
Christoffelgasse 6
CH-3011 Bern
www.feukos.ch

Gestaltung und Druckvorstufe:
weiss communication+design ag
Ländtestrasse 5
CH-2501 Biel-Bienne
Tel. +41 32 328 11 11
www.wcd.ch



Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
1 Einleitung	4
2 Abgrenzungen	4
3 Gesetzliche Grundlagen (Gesetze, Verordnungen, Normen, Reglemente)	5
4 Wirkungsweise der Schaummittel	7
5 Anwendungsbereich	9
6 Notfallkonzepte/Vorhaltemengen	12
7 Technik (Löschfahrzeuge und Geräte)	13
8 Entsorgung/Umwelt	16
9 Fazit	17
10 Glossar	18

1 | Einleitung

Das Paket Umwelt Frühling 2019 innerhalb der Revision der ChemRRV beabsichtigte, die Verwendung von Feuerlöschschäumen mit Fluortensiden für den Übungszweck zu verbieten. Die in diesen Schaummitteln enthaltenen Fluortenside seien sogenannt persistent und akkumulierten sich in der Umwelt (Stichwort «Ewigkeitschemikalien»). Es stellte sich daher die Frage ihrer langfristigen Auswirkung auf die Gesundheit von Menschen, Tieren und Umwelt.

Die Schweizerische Feuerwehrinspektorenkonferenz (SFIK) beauftragte daher eine Expertengruppe, die Problematik betreffend «Schaumlöschmittel» («Schaum») zu analysieren und Empfehlungen für deren Verwendung und Ausbildung zu erarbeiten. Diese Empfehlungen sollen die entsprechenden Kapitel im «Reglement Basiswissen» und im «Handbuch für ABC-Einsätze» ergänzen. Ein entsprechendes Informationsblatt wurde 2020 verabschiedet.

Da die Diskussionen über die sogenannten «Per- und polyfluorierten Alkylverbindungen» (englisch: per- and polyfluoroalkyl substances, abgekürzt PFAS) inzwischen weitere Kreise gezogen haben und u. a. auch politische Gremien und die Medien beschäftigen, ist eine Aktualisierung des Informationsblatts nötig. Die vorliegende Version geht auf die aktuelle Diskussion um fluorhaltige Feuerlöschschäume ein.

Für den erfolgreichen Schaumeinsatz ist – selbst mit leistungsfähigem Material und einer tauglichen Einsatzdoktrin – ein ausreichender Schulungsstand nötig. Die theoretische Ausbildung reicht nicht aus; es ist die praktische Ausbildung, die den Feuerwehrleuten erlaubt, die Verwendung des Löschschaums zu beherrschen. Insbesondere die Substitution fluorhaltiger Schäume durch fluorfreie Alternativen braucht eine zusätzliche und angepasste praktische Ausbildung, da es die Lössicherheit der AFFF mit den fluorfreien Produkten nicht erreicht wird und durch entsprechende Schulung kompensiert werden muss (Technik und Taktik). Diese praktische Ausbildung muss ohne Belastung der Umwelt erfolgen, indem das Löschwasser korrekt entsorgt wird.

Der Schutz der Umwelt ist eine der Prioritäten der Feuerwehr. Er ist ein wichtiger Faktor, der im Rahmen der taktischen Überlegungen jeweils Berücksichtigung findet. Oberste Priorität der Feuerwehr sind jedoch die Sicherheit der Einsatzkräfte und gefährdeter Personen. Diese zwei Schutzziele können im Widerspruch stehen, wenn es darum geht, sich im Rahmen der Einsatztaktik für oder gegen die Anwendung eines Löschmittels zu entscheiden. Um bei den entsprechenden Fragen eine gewisse Hilfestellung zu bieten, wurde das vorliegende Informationsblatt erarbeitet.

Der Einsatz fluorhaltiger Schaumlöschmittel ist aufgrund ihrer grossen umweltgefährdenden Auswirkungen nur unter sehr eng begrenzten und besonderen Umständen gerechtfertigt (z. B. Tanklagerbrand mit Löschwasser-Rückhalt/hohe Personengefährdung). Der Einsatz dieser Löschschäume ohne wirksamen Löschwasser-Rückhalt kann zu erheblichen Folgeproblemen durch Boden- und Gewässerkontaminationen führen. Die Entsorgung des mit den Fluortensiden verunreinigten Löschwassers ist immer mit grossen Kostenfolgen verbunden. Bei einigen Fluortensiden existieren bereits Verbote (PFOS, PFOA), weitere Beschränkungen sind absehbar → Wo immer möglich, muss daher eine Substitution durch fluorfreie Alternativen erfolgen.

Um das Risiko versehentlicher Verwendung zu reduzieren, sollten die fluorierten Löschmittel nur bei ausgewählten Standorten zu Verfügung stehen, gut gekennzeichnet sein und die Einsatzkräfte besonders auf die Umweltrisiken dieser Löschmittel geschult sein.

Es muss zudem sichergestellt sein, dass es nicht zu Querkontaminationen von Schaumausrüstungen kommt, eine strikte Trennung der Systeme ist hier erforderlich (kein Eintanken von AFFF in Schaummitteltanks, die für fluorfreie Schaummittel vorgesehen sind etc.)

2 | Abgrenzungen

Die ortsfesten Löschanlagen stellen, insbesondere in der Industrie, einen wichtigen Bestandteil der Brandbekämpfung dar. Dennoch wurde dieser Bereich nicht bearbeitet, da dies zu komplex wäre und die Zuständigkeit für ortsfeste Löschanlagen vor allem nicht der FKS obliegt. Entsprechende Informationen können den CARBURA-Richtlinien «Teil F- Brandschutz und Löschwesen» für Gross-tanklager mit Erdölprodukten entnommen werden. Für Tanklager der chemischen Industrie gelten die TRCI-Richtlinien.

Die Flughafenfeuerwehren sind vom vorliegenden Informationsblatt jedoch direkt betroffen, wobei die Einhaltung der EASA- und BAZL-Vorschriften für diese Feuerwehren darüber hinaus aber natürlich in jedem Fall Vorrang behalten.

Schliesslich ist die Armee mit ihren Rettungstruppen von diesem Informationsblatt betroffen, die ihre Schaumlöschmittel in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr im Rahmen einer Spontanhilfe oder im Fall eines Grossbrands nach den Subsidiaritätsprinzipien einsetzen können. Für diese sind überdies die Militärreglemente massgeblich.

3 | Gesetzliche Grundlagen (Gesetze, Verordnungen, Normen, Reglemente)

■ a) Auswahl von Feuerlöschschäumen / Verbote von Inhaltsstoffen

Die ChemRRV (ChemRRV, SR 814.81) und die sogenannte «PIC»-Verordnung regeln Herstellung und Verwendung von fluorhaltigen Feuerlöschschäumen. Folgende Inhaltsstoffe sind bereits verboten bzw. reguliert (zulässige Maximalgehalte):

- PFOS und ihre Derivate: Verboten sind die Herstellung und die Verwendung von Schaummitteln, welche mehr als 0.001% PFOS enthalten.
- PFOA und Vorläuferverbindungen: Verboten sind Schaummittel, die mehr als 0.025 ppm PFOA bzw. 1 ppm PFOA-Vorläuferverbindungen enthalten.
- PFHxS und Vorläuferverbindungen: Verboten sind Schaummittel, die mehr als 0.025 ppm an PFHxS bzw. 1 ppm an PFHxS-Vorläuferverbindungen enthalten
- C9–C14-PFCA und Vorläuferverbindungen: Verboten sind Schaummittel, die mehr als 0.025 ppm Summe der regulierten PFCA bzw. 1 ppm Summe ihrer Vorläuferverbindungen enthalten.

Weitere Verbote werden derzeit geprüft, auch ein Totalverbot aller PFAS.

Bei der Beschaffung von fluorhaltigen Feuerlöschschäumen empfiehlt es sich, vom Hersteller eine entsprechende Konformitätserklärung / Zusicherung einzuholen.

■ b) Anwendung / Umweltschutz

Die Pflicht zur massvollen und umweltverträglichen Anwendung von Schaum ergibt sich aus der eidgenössischen Umwelt- bzw. Gewässerschutzgesetzgebung.

Insbesondere sind zu beachten:

- Sorgfaltspflicht (Art. 3 GschG): «Jedermann ist verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden.»
- Verbot der Verunreinigung von ober- und unterirdischen Gewässern (Art. 6 GschG): «Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, mittelbar oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen.»

Als «nachteilige Einwirkung» gilt jede Verunreinigung oder Handlung, welche ein Gewässer physikalisch, chemisch oder biologisch nachteilig verändern oder in seiner Funktion beeinträchtigen (Art. 4 lit. d GschG).

Sinngemäss gilt auch, dass durch eine Einleitung von Abwasser in ein Gewässer keine Schaumbildung, Trübung, Verfärbung, Geruchsveränderung, Sauerstoffmangel oder veränderter pH-Wert auftreten darf (Anhang 2, Ziffer 11 Abs. 2 GschV).

In Grundwasserschutzzonen (S3, S2, S1) ist das Versickern von Abwasser (d.h. auch Löschwasser jeder Art) unzulässig (siehe GschV Anhang 4, Ziffer 221–223); im Einsatz ist insbesondere auf die Verwendung jeglicher Schaummittel zu verzichten.

Entsprechende Hinweise zur Umsetzung der Vorgaben im Umweltschutz im Rahmen eines Feuerwehreinsatzes, insbesondere wenn Sonderlöschmittel (z.B. Schaum) oder gefährliche Stoffe/kontaminiertes Löschwasser vorhanden sind, können dem FKS Handbuch für ABC – Einsätze 2.3.5 «Löschwasser und Entwässerung» entnommen werden.

Bei der Verwendung von Schaum bzw. bei der Brandbekämpfung bei Objekten, bei welchen ein Löschwasserrückhalt nicht vollständig sichergestellt werden kann, ist immer eine Interessensabwägung zwischen Personensicherheit, Umweltschutz und möglichen Massnahmen und Alternativen vorzunehmen. Die Prioritätensetzung im Feuerwehreinsatz richten sich nach dem ständigen Auftrag der Feuerwehr gemäss dem Reglement Einsatzführung.

■ c) Relevante Normen

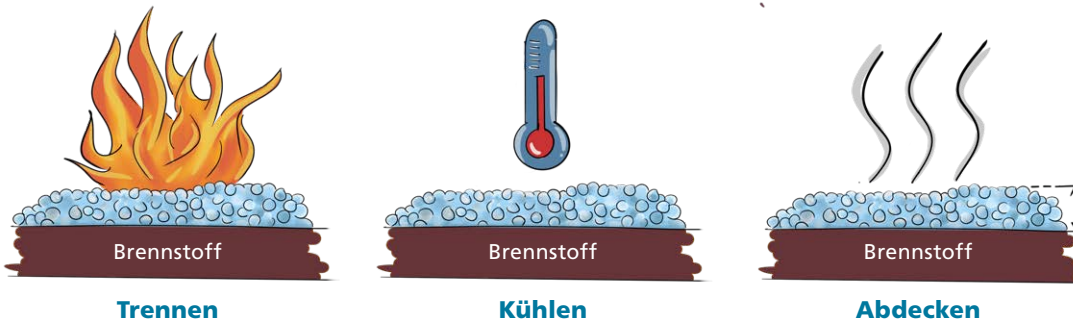
Die Anforderung an Eigenschaften und Leistung von Schaummitteln ist in folgenden Normen geregelt:

- SN EN 1568-1/Feuerlöschmittel-Schaummittel – Teil 1: Anforderungen an Schaummittel zur Erzeugung von Mittelschaum zum Aufgeben auf mit Wasser nicht mischbaren Flüssigkeiten
- SN EN 1568-2/Feuerlöschmittel-Schaummittel – Teil 2: Anforderung an Schaummittel zur Erzeugung von Leichtschaum zum Aufgeben auf nicht-polare (mit Wasser nicht mischbare) Flüssigkeiten
- SN EN 1568-3/Feuerlöschmittel-Schaummittel – Teil 3: Anforderungen an Schaummittel zur Erzeugung von Schwerschaum zum Aufgeben auf nicht-polare (mit Wasser nicht mischbare) Flüssigkeiten
- SN EN 1568-4/Feuerlöschmittel-Schaummittel – Teil 4: Anforderungen an Schaummittel zur Erzeugung von Schwerschaum zum Aufgeben auf polare (mit Wasser mischbare) Flüssigkeiten
- ICAO Performance Level B bzw. Level C (Leistungsanforderung zum Löschen von Kerosinbränden, mit Schwerschaum; Level C entspricht einer höheren Leistung bei tieferer Aufgaberrate).

Für Netzmittel gibt es keine Normen / Typprüfung; die Löschleistung kann durch den Hersteller im Rahmen eines Versuchs analog DIN EN 3 (Bestimmung Löschleistung für Handfeuerlöscher, Brandklasse A) ermittelt werden, was über die Wirkung des Netzmittels allerdings wenig aussagt.

4 | Wirkungsweise der Schaummittel

Löschschaum hat abhängig von seiner Art (Schwer-, Mittel- oder Leichtschaum) unterschiedliche Wirkungen. Dabei muss jeweils zwischen den Haupt- und Nebenwirkungen unterscheiden werden.



- **a) Trenneffekt**
Trennung des Brandguts von Luftsauerstoff und Flamme
- **b) Kühleffekt**
Das im Schaum enthaltene Wasser (winzige Tropfen) nimmt beim Verdampfen in der Verbrennungszone Wärme auf und entzieht dem Brand Energie. Das Brandgut wird abgekühlt.
- **c) Abdecken**
Der als geschlossene Decke oder als Film (nur AFFF) auf brennbare Flüssigkeiten aufgebraute Schaum verhindert, dass diese weiter ausgasen. Das Entstehen weiterer brennbarer/explosiver Gemische wird unterbunden und damit Rückzündungen verhindert (nur AFFF).
- **d) Verdrängungseffekt**
In mit Leichtschaum gefluteten Räumen werden brennbare Gase wie auch der für die Verbrennung benötigte Luftsauerstoff verdrängt.
- **e) Dämmeffekt**
Löschschaum weist eine geringe Wärmeleitfähigkeit auf und wirkt dadurch isolierend. Dadurch wird die thermische Ausbreitung auf weiteres Brandgut unterbunden.

Schaumart	Wirkungsweise	
	Haupteffekt	Nebeneffekte
Schwerschaum	kühlen	trennen, abdecken
Mittelschaum	abdecken	trennen, kühlen
Leichtschaum	verdrängen	dämmen

Polare, also mit Wasser mischbare, Flüssigkeiten (z. B. Alkohole) haben die Eigenschaft, die Schaumbasen zu zerstören und somit die Schaumschicht zu schwächen. Um dies zu verhindern, können hier nur alkoholbeständige Schaummittel (Zusatzbezeichnung AR) angewendet werden. Diese bilden einen Polymerfilm (Trenn- resp. Sperrschicht) zwischen Schaum und Brandgut.

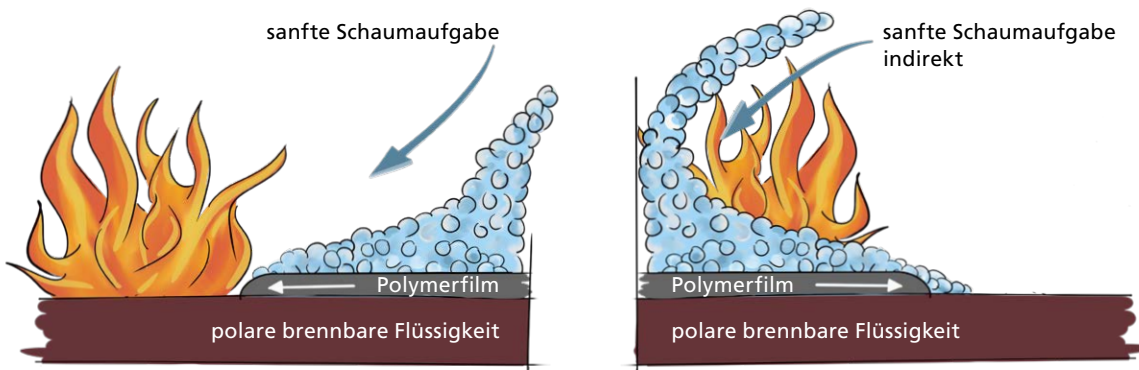
Bei der Bekämpfung von Bränden mit polaren Flüssigkeiten wird eine gute Verschäumung (gute Schaumqualität) benötigt. Es kann eine höhere Zumischrate gefordert sein (Herstellerangaben). Die Aufgabe hat zwingend indirekt und sanft zu erfolgen, vorzugsweise durch Aufschieben auf das Brandgut.

Die in der Regel deutlich höhere Viskosität von alkoholbeständigen Schaummitteln, muss bei der Wahl des Zumischsystems berücksichtigt werden. Zusätzlich weisen diese Schäume ein schlechteres Fließverhalten auf, was im Einsatz ebenfalls zu berücksichtigen ist.



■ Alkoholbeständige Schaummittelkonzentrate mit hoher Viskosität können nicht mit jeder Zumischtechnik zuverlässig verarbeitet werden.

Abb. 1: Löschwirkung von alkoholbeständigem Schaummittel. Ausbildung der Polymersperrschicht zwischen polarem Medium und dem Löschschaum.



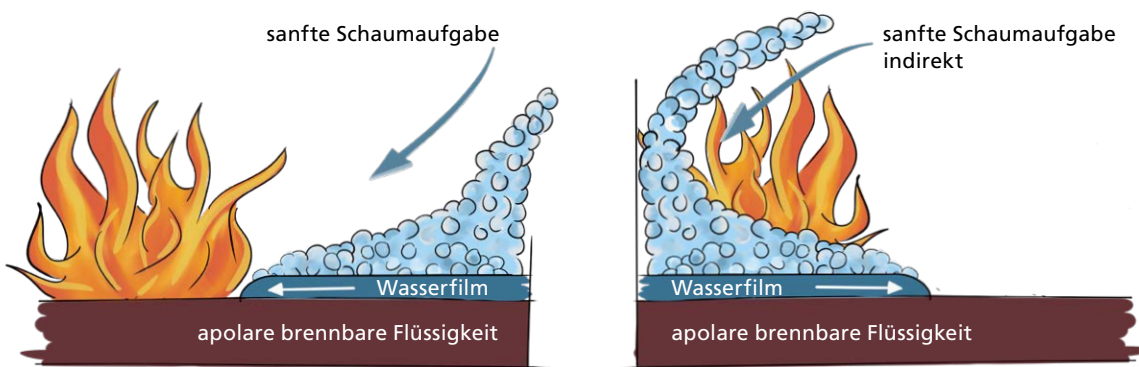
AFFF-Schaummittel bilden zusätzlich zur Schaumbildung einen dünnen wässrigen Tensidfilm, welcher sich schnell auf apolaren (mit Wasser nicht mischbaren), brennbaren Flüssigkeiten ausbreiten kann.

Dieser Wasserfilm verhindert wirkungsvoll die weitere Freisetzung von brennbaren Dämpfen aus dem Brandgut (rückzündungshemmend). Damit der Wasserfilm auf dem apolaren Medium schwimmt, werden bei diesen Schaummitteln spezielle Fluortenside verwendet.



- Die löschtechnischen Vorteile der AFFF-Schaummittel (Wasserfilm) kommen vor allem bei Bränden, brennbarer apolarer Flüssigkeiten voll zum Tragen. (Löschwasserrückhalt zwingend sicherstellen).
- Da der Wasserfilm für die Löschwirksamkeit massgeblich ist, kann AFFF auf brennbare Flüssigkeiten auch mittels Hohlstrahldüse oder Wasserwerfer aufgebracht werden. Dadurch sind grössere Wurfweiten möglich.

Abb. 2: Löschwirkung wasserfilmbildender Schaummittel (AFFF)



AFFF ist auch als alkoholbeständige Variante verfügbar (AFFF-AR). Dieser bildet je nach Eigenschaft des brennbaren Mediums (polar oder apolar) einen Polymer- oder Wasserfilm aus.

5 | Anwendungsbereich

Schaum- und Netzmittel können dann verwendet werden, wenn der Löscherfolg mit Wasser allein nicht oder nur ungenügend gegeben ist.

Auf dem Markt existiert eine Vielzahl von unterschiedlichen Produkten, welche sich in den Löscheigenschaften und der Umweltverträglichkeit unterscheiden. Grundsätzlich können Schaummittel in verschiedene Kategorien eingeteilt werden:

	Netzmittel*	Class A	MBS	MBS-AR	F3	F3-AR	AFFF	AFFF-AR
Fluorfrei	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
typ. Zumischraten [%]	0.1–0.3	0.1–0.5	1–3	3–6	1–3	3–6	1–3	3–6
Brandklasse A, Kunststoffe (Fest, geschmolzen)	++	++	+	+	+	+	+	+
Brandklasse B unpolar (Benzin, Diesel etc.)	--	+	++	++	++	++	+++	++
Brandklasse B polar (z.B. Alkohole)	--	--	--	+	--	+	--	++
Wirtschaftlichkeit	+++	++	+	+	++	++	O	O
Biologische Abbaubarkeit	+	+	+	+	+	+	--	--
Schutz vor Rückzündung	--	--	--	--	O	O	++	++
Wasser-Filmbildung	--	--	--	--	--	--	++	++
Applikation mit Wasserwerfer / HS-Rohr	+	--	--	--	O	O	++	++

* Netzmittel: eigenes Produkt oder aus Class A, MBS oder F3 hergestellt; Netzmittel aus AFFF bringt keine Vorteile und darf nicht verwendet werden

Tabelle 1 Unterschiedliche synthetische Netz- und Schaummittel (Typen) und deren Eigenschaften im Vergleich (für MBS und AFFF gibt es Proteinschaummittel-Varianten, die aber bei den Feuerwehren heute keine praktische Relevanz mehr haben)

Legende:

Haupteffekt	
+ → +++	gut → sehr gut
O	begrenzt
--	schlecht/keine
Class A	Schaum-/Netzmittel speziell für Brandklasse A, begrenzt auch bei Brandklasse B
MBS	Mehrbereichsschaummittel
AFFF	Aqueous Film Forming Foam (wasserfilmbildendes Schaummittel, enthält fluorhaltige Komponenten)
AFFF-AR	Alcohol Resistant AFFF(alkoholbeständiges wasserfilmbildendes Schaummittel, enthält fluorhalte Komponenten)
F3	Fluorine Free Foam (Fluorfreies synthetisches Schaummittel)
F3-AR	Alcohol Resistant FFF (Fluorfreies alkoholbeständiges synthetisches Schaummittel)

■ a) Auswahl von Schaummittel

aa) Übung

Übungen mit jeglicher Art von Schaummitteln sind nur dann durchzuführen, wenn sichergestellt ist, dass das anfallende Löschwasser nicht in die Umwelt gelangt.

Im Übungsbetrieb ist die Verwendung von fluortensidhaltigen Schaumlöschmitteln aufgrund der Umweltproblematik grundsätzlich nicht zu rechtfertigen. Es sind deshalb ausschliesslich fluorfreie Produkte zu verwenden (insbesondere Übungsschaum). Wo dies nicht möglich ist (z. B. Flughafenfeuerwehr, Testen von Zumischanlagen etc.), muss das kontaminierte Löschwasser aufgefangen und fachgerecht entsorgt werden.

Fluorfreie Schaummittel haben im Übungsbetrieb ausserdem den Vorteil, dass Flüssigkeitsbrände nach erfolgtem Löscheinsatz mit geringem Aufwand wieder angezündet werden können (keine Filmbildung, keine Rückzündsicherheit!).

bb) Einsatz

Bei Bränden von Feststoffen und schmelzenden Kunststoffen eignen sich Netzmittel, Class A sowie fluorfreie Produkte als Löschmittel. Hier kann vollständig auf fluorfreie Produkte zurückgegriffen werden. Die Verwendung von fluorhaltigen Schaummitteln ist deshalb nicht zu rechtfertigen.

Bei apolaren, also mit Wasser nicht mischbaren Flüssigkeiten (z. B. Benzin, Heizöl) kann grundsätzlich auf fluorfreie Produkte zurückgegriffen werden. Dabei ist bei diesen Produkten – im Gegensatz zu AFFF-Schaummitteln – zu beachten, dass keine Sicherheit im Hinblick auf die Verhinderung von Rückzündungen und dem Ausgasen von brennbaren Dämpfen besteht. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass Brennstoff in der Schaumdecke emulgiert wird (als «Fuel-Pick-Up-Effekt» bezeichnet). AFFF-Schaumlöschmittel bieten betreffend Personensicherheit sowie Löschwirkung und Effizienz bei grossflächigen Bränden die grössten Vorteile, sie können auch direkt über Wasserwerfer aufgebracht werden.

Weiter gilt zu berücksichtigen, dass bei Schaummitteln ohne wasserfilmbildende Eigenschaften der Schaumteppich, beispielsweise durch Begehen (falls notwendig), sich nicht mehr selbstständig schliesst und ein entsprechendes Rückzündungsrisiko besteht. Ebenfalls sind die Flieseigenschaften des Schaums schlechter, was dazu führt, dass der Schaumteppich unregelmässiger ausgebildet wird und «Schattenstellen» schlechter beschäumt werden. Die Dichtigkeit für brennbare Dämpfe eines Schaumteppichs (Haltbarkeit) ist bei einem fluorfreien Schaummittel zudem deutlich reduzierter, was dazu führt, dass häufiger nachgeschäumt werden muss und somit ein höherer Verbrauch und höhere Lagerkapazitäten anfallen (vgl. dazu Kapitel 6, Wirkungsweise der Schaummittel).

Bei polaren, also mit Wasser mischbaren, Flüssigkeiten (z. B. Alkohole) muss auf ein polymerfilmbildendes Schaummittel zurückgegriffen werden, da die Löschwirkung ausschliesslich über den Aufbau einer Trennschicht erfolgt. Hier eignen sich ausschliesslich alkoholbeständige Löschmittel (Typ-AR). Brände dieser Stoffe können prinzipiell auch mit Wasser gelöscht werden («Verdünnungseffekt»).



- Bei Ereignissen mit grossen Mengen brennbarer Flüssigkeiten oder hoher Personengefährdung kann ein fluorhaltiges Schaummittel Vorteile bringen. Löschwasserrückhalt zwingend sicherstellen.

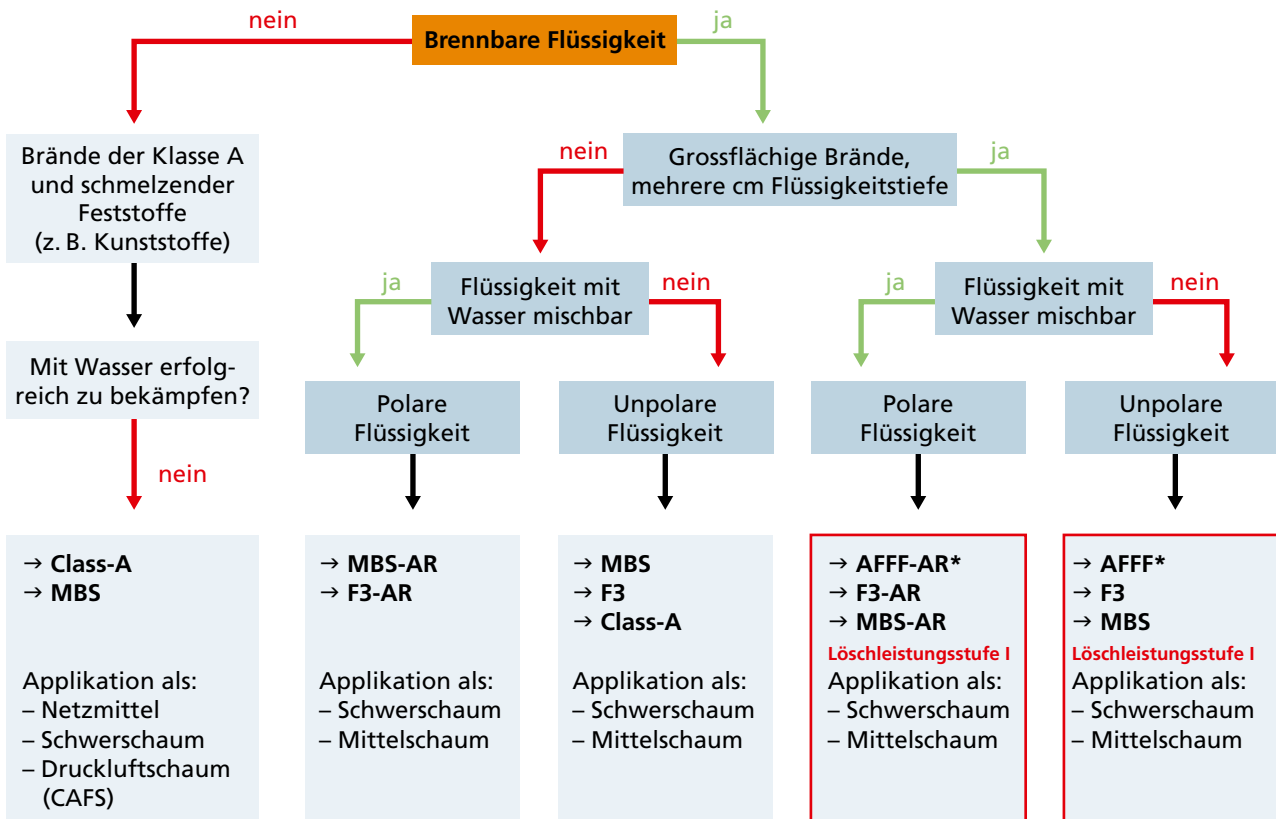


- Brennende Flüssigkeiten werden am besten mit Schwer- oder Mittelschaum (Wurfweite und Fließwirkung) und indirekt (schonender Auftrag ohne Durchmischung mit dem Medium) gelöscht.

Unabhängig von der Art der verwendeten Schaumlöschmittel (fluorhaltig/fluorfrei) ist eine fachgerechte Entsorgung von entsprechendem Löschwasser auf Basis der umweltrechtlichen Vorgaben zwingend.

■ b) Entscheidungsbaum für die Einsatzvorbereitung

Der nachfolgende Entscheidungsbaum dient als Grundlage bei der Beschaffung von Schaummitteln, respektive bei der Einsatzvorbereitung.



*Anwendung von AFFF wenn eine erfolgreiche Brandbekämpfung mit MBS/F3 nicht aussichtsreich ist oder bei grosser Personengefährdung und eine Löschwasser-Rückhaltung gegeben ist.

6 | Notfallkonzepte/Vorhaltemengen

Bei der Verwendung von Schaummitteln sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Damit es nicht zu einem Verlust der Löschwirkung kommt, wird das Schaummittel, individuell für jedes Ereignis, bereits zu Beginn des Löscheinsatzes, in der erforderlichen Menge benötigt. Für die effektiven Mengen sind nebst dem Medium unter anderem Vorbrennzeit, Applikationsraten und Löschzeit wichtig.

Aufgrund der Reduktion der Lagermengen von Mineralölprodukten und aus ökonomischen Gründen haben die Schaummittelreserven in der Schweiz abgenommen. Die Bestände an Schaummitteln haben sich zudem räumlich voneinander entfernt. Entsprechend funktioniert eine wechselseitige logistische Unterstützung bei der Verwendung von Schaummitteln nicht mehr wie früher und bei grösseren Ereignissen können die Mittel der eigenen Feuerwehr schnell erschöpft sein. Folglich müssen die für die Einsatzvorbereitung zuständigen Instanzen sich die Frage stellen: Haben wir genug und für die geplante Anwendung den geeigneten Löschschaum?

Beim Brand im Hafen Edouard Herriot in der Lyoner Vorstadt am 02.06.1987 wurden beispielsweise mehr als 200 m³ Schaummittelkonzentrat benötigt, beim Brand infolge eines Anschlags auf eine Öltankanlage am Etang de Berre am 14.07.2015 rund 170 m³.

Anhand von fiktiven, aber möglichen Szenarien können benötigte Vorhaltemengen und ein Konzept für den Einsatz bzw. die Einsatzbewältigung erstellt werden.

Nachfolgendes Szenario gibt einen Überblick über den Schaummittelbedarf:

Beispiel (Szenario Tanklastwagen)

Tanklastwagen (Auflieger mit 35 m³ = maximale in der Schweiz zulässige Menge für den Transport auf der Strasse) verunfallt auf der Fahrt zu einer Tankstelle, die beliefert werden soll.

Für Flüssigkeiten, die ungehindert, d. h. ohne Flächenbegrenzung auf einen ebenen, horizontalen Untergrund auslaufen (= unverdämmte Oberfläche), kann die maximale Fläche der Lache (A) über die minimale Schichtdicke (h_{\min}) abgeschätzt werden¹. Als minimale Lachentiefe (Annahme Beton, Stein) werden 5 mm angenommen.

$$A_{\text{Lache}} = \frac{V}{h_{\min}}$$

A = Lachenfläche in m²
 V = Volumen der freigesetzten Flüssigkeit in m³
 h_{\min} = Minimale Schichtdicke in m

35 m³ (35'000 l) / 0.005 m = 7'000 m² Lache (Durchmesser ca. 95 m)
 6 l/min/m² × 30 min × 7'000 m² = 1'260'000 l Wasser/Schaumgemisch
37'800 l Schaummittel (3 %) / 1'222'200 l Wasser

Es handelt sich dabei um eine rein rechnerische Abhandlung. Vergleichbare Ereignisse ergaben eine kleinere Fläche von maximal 400 m² des austretenden Brennstoffes und benötigten nicht die errechnete Menge an Schaummittel. Erkenntnisse aus bereits stattgefundenen Ereignissen zeigten zudem, dass vor allem die Bereitstellung der benötigten Menge an Wasser problematisch war und limitierend wirken kann.

Lache 400 m²
 6 l/min/m² × 30 min × 400 m² = 72'000 l Wasser/Schaumgemisch
 2'160 l Schaummittel (3 %) / 69'840 l Wasser

Die notwendige Menge an Schaummittel, wie auch die Abbrandzeiten variieren je nach Lachentiefe (und somit der Fläche) sehr stark. Das macht eine Bedarfsermittlung im Einsatzfall sehr schwierig. Ausserdem sind schon bei vermeintlich «kleinen» Ereignissen schnell grössere Mengen Schaummittel nötig. Die Logistik für grössere Mengen ist schnell aufwändig und zeitintensiv. Aus diesem Grund sollten die Abklärungen bezüglich schnell verfügbarer Mengen vor einem allfälligen Einsatz erfolgen. Diese Abklärungen müssen individuell durch jeden Kanton/jeder Instanz selbst getätigt werden.






- Bei der Verwendung von fluorfreien Schaummitteln muss aufgrund der reduzierten Löschleistung und der höheren Abbrandrate grundsätzlich von der dreifachen Menge ausgegangen werden.

¹ Statuspapier Quelltermberechnung bei störungsbedingten Stoff- und Energiefreisetzungen in der Prozessindustrie - Methodenübersicht und industrielle Anwendung: PROCESSNET – eine Initiative von DECHEMA, 2. Akt. Auflage, 2014, Kapitel 6.3.1 (Seite 6–10)

7 | Technik (Löschfahrzeuge und Geräte)

Technische Anforderungen für die Herstellung von Netzmittel / Netzwasser und Löschschäumen sowie die Herstellung von Schwertschaum mittels Druckluftschäumen (CAFS).

■ a) Mobile Verwendung

	Netzmittel		Schaum		
	Strukturviskos 0,3 %	Newtonisch 0,1 bis 0,5 %	Strukturviskos 1-3 %	Newtonisch 0,5 bis 3 %	
Strahlrohr mit Löschmittelbehälter* 	--	++	+ (+)	++	Minstdurchfluss gemäss Herstellerangaben (75 bis 130lt/min)
Dosieraufsatz für Injektor-Zumischer oder Zumischer mit Feindosierung* 	--	++	+ (+)	+ (+)	Permanenter Durchfluss von 200lt/min notwendig. erfordert die Verwendung von 55er Schläuchen.
Injektor-Zumischer (Z200/Z400 etc.)* 	--	--	+	++	Permanenter Durchfluss gemäss Spezifikation (200/400 lt/min etc.) notwendig Die Verwendung von 55er Schläuchen wird gem. BW 6.8.7 empfohlen
Wassermotor betriebene Systeme z. B. Firedos-Mobil	++	++	++	++	Minstdurchfluss gemäss Herstellerangaben (ca. 60lt/min)
Druckluftschaum z. B. CAFS Mobile, MicroCAFS	Nicht möglich	Nicht möglich	*	++	Spezielles CAFS-Strahlrohr gemäss Herstellerempfohlen

*Quelle: AWG Fittings GmbH

■ b) Festeinbau (Fahrzeuge)

	Netzmittel		Schaum		
	Strukturviskos 0,3 %	Newtonisch 0,1 bis 0,5 %	Strukturviskos 1-3 %	Newtonisch 0,5 bis 3 %	
Injektor-Zumischer	--	--	+ (+)	++	Permanenter Durchfluss von 200lt/min notwendig, erfordert die Verwendung von 55er Schläuchen. (Retablierung evtl. schwierig – bei Beschaffung beachten)
Injektor-Zumischer mit Dosieraufsatz	-	++	+ (+)	++	Permanenter Durchfluss von 200lt/min notwendig, erfordert die Verwendung von 55er Schläuchen. (Retablierung evtl. schwierig -bei Beschaffung beachten)
Wassermotor betriebene Systeme z.B. Firedos	++	++	++	++	Minstdurchfluss gemäss Herstellerangaben beachten Benötigt viel Platz
Elektronische Druckzumischung	(++)	++	(++)	++	Die Verwendung von strukturviskosen Schaummitteln muss vom Hersteller bestätigt werden.
Druckluftschaum (CAFS)²	Nicht möglich	Nicht möglich	*	++	

Legende

-- = nicht möglich

- = nicht zu empfehlen

+ = möglich

++ = zu empfehlen

() / * = Abklärungen mit Lieferant notwendig

■ c) Technische Anforderungen an den Schaummitteltank

Der Schaummitteltank soll aus korrosionsfestem Material hergestellt sein. Geeignete Materialien sind GFK, PE, PP oder Edelstahl (z. B. Werkstoff-Nr. 1.4301, 1.4541, 1.4436 und 1.4571).

Bei einer Befüllereinrichtung von oben soll eine Füllleitung bis auf den Boden des Behälters hinabreichen (Befüllung unter Flüssigkeitsspiegel, d. h. der Auslauf der Füllleitung befindet sich unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche).

Für die Befüllung von unten sollte der Tank mit einer Bodenarmatur (Kugelhahn) ausgestattet sein.

Schaumlöschmitteltanks müssen mit einer Be- / Entlüftung für den Gasaustausch versehen sein.

Beim Befüllen ist zu beachten, dass der Tank langsam und sorgfältig gefüllt wird, so dass keine oder nur eine sehr geringe Schaumbildung auftritt. Um eine Schaumbildung zu vermeiden, muss die Austrittsöffnung der Füllleitung stets unter dem jeweiligen Füllstand liegen. Füllleitungen oder -schläuche müssen bis zum Tankboden hinabreichen.

8 | Entsorgung/Umwelt

Fluortensidhaltige Löschmittelzusätze (AFFF) sind biologisch schwer abbaubar und akkumulieren sich in der Umwelt. Die Abbauprodukte weisen im Organismus eine hohe Verweilzeit auf. In Tierversuchen konnte nachgewiesen werden, dass gewisse dieser fluorhaltigen Substanzen aus dieser Stoffkategorie lebertoxische, krebserregende und reproduktionstoxische Eigenschaften aufweisen können. Aufgrund dieser Informationen ist ein Eintrag in die Umwelt zu vermeiden. Die Entsorgung eingesetzter fluortensidhaltiger Löschmittel nimmt daher einen zentralen Punkt in der Schadenbewältigung sowie Sanierung ein (Entsorgungskosten!)

■ a) Grundsätzliches

- Kontaminiertes Löschwasser kann ereignisbedingt akut toxische und umweltgefährdende Stoffe enthalten und muss wenn möglich zurückgehalten werden.
- Löschwasser insbesondere mit Zusätzen (wie z. B. Netz- und Schaummittel) gilt als verunreinigt und ist umweltgerecht zu entsorgen. Löschwasser mit fluortensidhaltigen Löschmittelzusätzen ist dabei als Sonderabfall zu behandeln.
- Der flüssige Abfall darf nur auf einer dafür vorgesehenen Entsorgungsanlage behandelt bzw. entsorgt werden.
- Mit der ARA ist möglichst frühzeitig zu klären, ob das anfallende Löschwasser in einem Havarie- oder Regenwasserbecken zwischengestapelt werden kann.
- Für die Beurteilung der Umweltbelastung und der Entsorgung ist der kantonale Gewässerschutz- / Umweltschutzpikettendienst frühzeitig mit einzubeziehen.

■ b) Präventivmassnahmen bei der Verwendung mit Löschmittelzusätzen

- Bei Schaum- und Netzmitteleinsatz ist, wenn immer möglich, dafür zu sorgen, dass das Löschwasser zurückgehalten werden kann (Verschliessen der Kanalisation/Gebäude, Vorplatz stauen, etc.).
- Alternativ sind Löschwasserbecken und Pumpen frühzeitig zu organisieren.
- Saugwagen sind aufzubieten (Achtung: Schaum-Wasser-Gemische können in der Regel mit herkömmlichen Saugwagen nicht angesogen werden (massive Schaumbildung); allenfalls industrielle Entschäumungsmittel nach Beurteilung durch eine Fachperson begeben).



- Falsch oder nicht korrekt entsorgtes Löschwasser kann Umweltschäden zur Folge haben. Insbesondere fluortensidhaltige Zusätze können auch Jahre später in der Umwelt noch nachgewiesen werden und entsprechend hohe Entsorgungs- / Sanierungskosten verursachen.

9 | Fazit

Wie einleitend erwähnt, können bei der Verwendung von Schaumlöschmitteln der Schutz der Umwelt und die Sicherheit der Einsatzkräfte und gefährdeter Personen im Widerspruch stehen.

Für das Löschen von Flüssigkeitsbränden (Erdölzeugnisse, polare oder apolare Lösungsmittel), insbesondere bei Bränden in Tankanlagen oder Industrieanlagen, sind Schaumlöschmittel nach wie vor das effizienteste Löschmittel. Flüssigkeitsbrände erfordern eine hohe Löschmittelmenge und daher umfangreiche Schaummittelreserven. Auch bei Ereignissen mit auslaufenden brennbaren Flüssigkeiten kann Löschschaum effizient eingesetzt werden, um die flüchtigen Flüssigkeiten zu bedecken und somit ihre Verdunstung zu reduzieren. Auf diese Weise kann die schnelle Entzündung einer ganzen Fläche verhindert werden.

Durch Löschschaum kann die Löschwassermenge und damit die Menge an verunreinigtem Wasser stark reduziert werden.

Der Schaum, der durch **fluorhaltige Schaummittel** entsteht (AFFF), nutzt die hohe chemische Stabilität fluorhaltiger Verbindungen. Die Vorteile davon sind eine geringe Oberflächenkontaminierung und die Bildung eines schwimmenden Films, welcher die Risiken einer allfälligen Rückzündung und einer entsprechenden Gefährdung der Einsatzkräfte minimiert. Dadurch resultieren eine hohe Löschleistung und Personensicherheit bei Ereignissen mit brennbaren, flüssigen Stoffen aller Art - entsprechend bestehen, insbesondere bei den erwähnten Ereignissen keine adäquaten, universellen Alternativen.

Die Verwendung von Schaum, der durch ein **fluorfreies Schaummittel** erzeugt wird (MBS / F3 etc.), ist in den allermeisten Fällen ausreichend. Fluorfreie Schaumlöschmittel erfordern aber im Vergleich mit AFFF eine höhere Applikationsrate und damit auch höhere Schaummittelmengen, sind technisch und taktisch anspruchsvoller und weisen eine höhere Rückzündungsgefahr auf. Praktisch wirken sich diese Nachteile nur bei sehr grossen Flüssigkeitsbränden aus.

Die Feuerwehren sind gehalten, sowohl im Einsatz wie im Übungsbetrieb ihrer Verantwortung zum Schutz der Umwelt bei der Verwendung von Schaumlöschmitteln nachzukommen.

Bei der Auswahl und der Verwendung von Schaumlöschmitteln sind die vorliegenden Grundlagen zu beachten. Dies schliesst auch die Handfeuerlöcher (Light-Water- und Schaumlöcher) mit ein. Im Übungsbetrieb sind grundsätzlich ausschliesslich fluorfreie Schaumlöschmittel einzusetzen. Nur für besondere Übungs- resp. Testzwecke ist eine Verwendung von AFFF-Schaumlöschmitteln nach wie vor gerechtfertigt (z.B. Systemtests, Flughafenfeuerwehren und Tanklager) oder vorgeschrieben. Dabei sind jedoch zum Umweltschutz besondere Massnahmen (vollständiger Rückhalt, Entsorgung als Sonderabfall) zu beachten.

Unabhängig von der Art der verwendeten Schaumlöschmittel (fluorhaltig/fluorfrei) ist eine fachgerechte Entsorgung von entsprechendem Löschwasser auf Basis der umweltrechtlichen Vorgaben zwingend.

10 | Glossar

AFFF

«Aqueous Film Forming Foam», Schaummittel welches in der Lage ist auf apolaren brennbaren Flüssigkeiten einen Wasserfilm auszubilden.

Apolar / Polar

Apolare (unpolare) Stoffe lassen sich in anderen apolaren Lösungsmitteln lösen resp. sind mit diesen mischbar. Wasser gegenüber reagieren sie abweisend (hydrophob), sind also nicht mischbar. (Typische Vertreter sind: Öl, Fett, Diesel, Benzin etc.)

Polare Stoffe lösen sich gut in polaren Lösungsmitteln (Prominenteste Vertreter: Wasser, Methanol, Ethanol, und andere Alkohole).

AR

alkoholbeständige Schaummittel (Zusatzbezeichnung AR)

ARA

Abwasserreinigungsanlage

BAFU

Bundesamt für Umwelt

BAZL

Bundesamt für Zivilluftfahrt

BW

Reglement Basiswissen der FKS

CAFS

Druckluftschaumsystem (Compressed Air Foam System). Das Schaummittel wird beim Mischen mit Wasser bereits mit Druckluft zu Schwerschaum verschäumt und so in den Löschleitungen transportiert. Der kompakte Schaum besteht aus kleinen, homogenen Einzelblasen und besitzt ein günstiges Masse-/Oberflächenverhältnis für den Temperatureaustausch. Unterscheidung zwischen Nassschaum (VZ ca. 4) und Trockenschaum (VZ ca. 20) (Vgl. BW 6.4.3)

CARBURA

Pflichtlagerorganisation der schweizerischen Mineralölwirtschaft.

ChemRRV

Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen.

(Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV; SR 814.81)

EASA

European Union Aviation Safety Agency

Fluortenside

Fluortenside sind poly- und perfluorierte Chemikalien (PFC) welche künstlich hergestellt werden. Sie kommen natürlich nicht vor und sind persistent, das heisst, sie bauen sich in der Umwelt nicht oder nur kaum ab. Einige Vertreter der PFC (z.B. PFOS und PFOA) sind ausserdem bioakkumulierend und toxisch (sogenannte PBT-Substanzen).

Fuel-Pick-Up-Effekt

Schaum kann eine apolare Flüssigkeit in den Zwischenraum zwischen Schaumblasen aufnehmen und diese kann dort relativ lange verweilen (physikalischer Effekt). Die im Schaummittel enthaltenen Tenside wirken zusätzlich als Emulgator. Flüssige Brennstoffe gehen so in die Schaumphase über (chemischer Effekt).

GschG

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG; SR 814.20).

GschV

Gewässerschutzverordnung (GSchV; SR 814.201).

GFK

Glasfaserverstärkter Kunststoff

ICAO-Performance Level

Die ICAO regelt die Leistungsfähigkeit zum Löschen von Kerosinbränden mit Schwerschaum in Performance Level A-C. Level C entspricht der höchsten Löschleistung bei der tiefsten Aufgaberate, Level A die schlechteste Löschleistung bei höchster Aufgaberate

Löschschaum

Zusammen mit der Umgebungsluft wird das dem Wasser zugemischte Schaummittel zum Löschschaum (Endprodukt) verschäumt. Gängige Zumischraten liegen im Bereich von 0.5% – 3% (AR-Typen bis 6%). Die Löschschäume werden primär nach ihrer Verschäumungszahl (VZ) in drei Kategorien eingeteilt: Schwerschaum, Mittelschaum und Leichtschaum (Vgl. BW 6.4.2).

Netzmittel / Netzwasser

Löschmittelzusatz zum Herabsetzen der natürlichen Oberflächenspannung des Wassers bei Bränden mit festen, glutbildenden Stoffen (Brandklasse A). Netzwasser enthält typischerweise nur eine geringe Konzentration des Schaum-/Netzmittels (Vgl. BW 6.4.4)

Newtonsche Flüssigkeit

Solche Flüssigkeiten behalten bei allen Anwendungen die gleiche Viskosität. Eine kontinuierliche, genaue Dosierung ist mit allen Systemen möglich.

PE

Polyethylen

Persistent

schwer abbaubar

PFAS

Die gesamte Stoffgruppe der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen.

PFOA / PFOS

Perfluorooctansäure / Perfluorooctansulfonat und ihre Vorläuferverbindungen sind chemische Verbindung aus der Gruppe der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen. Diese Stoffe sind persistent, bioakkumulativ und toxisch. Ihre Anwendung ist gesetzlich verboten (PFOS, PFOA) beziehungsweise eingeschränkt (PFOS/PFOA-Vorläuferverbindungen)

PIC

(Prior Informed Consent) Die PIC-Verordnung regelt die Ein- und Ausfuhr von bestimmten gefährlichen Chemikalien.

Polymer

chemischer Stoff, der aus Makromolekülen besteht

PP

Polypropylen

Schaummittel (Schaumextrakt)

Konzentrat, welches für die Herstellung der Löschschäume benötigt wird. Es wird zwischen protein- und synthetischen Schaummitteln unterschieden. Diese sind je nach Anwendungsbereich mit oder ohne Fluortenside erhältlich. Für die Prüfung und Zertifizierung von Schaummittel bestehen Normen und festgelegten Tests sein (DIN EN 1568-1,3 und 4, und ICAO Level B und C)

Strukturviskosität

Die Viskosität des eingesetzten Produkts ändert sich beim Verarbeiten mit der Schaummittelpumpe und beim Zudosieren (das Medium wird dünn- bzw. dickflüssiger und eine kontinuierliche, genaue Dosierung ist nicht möglich).

Tensid

in Wasch- und Reinigungsmitteln enthaltene Substanz

TRCI-Richtlinien

Tanklager-Richtlinien für die Chemische Industrie

Verschäumungszahl (VZ)

Verhältnis zwischen dem Volumen des fertigen Löschschaims und dem Volumen des ursprünglichen Wasser-Schaummittel-Gemisches (Vgl. BW 6.4.2).

Viskosität

Zähflüssigkeit oder Zähigkeit von Flüssigkeiten und Gasen

WELAB

Wechseladebehälter

