

<h1>Informationsblatt</h1>	ABC - 01
----------------------------	-----------------

Titel:	Feuerlöschschäume
Beschrieb:	Das vorliegende Infoblatt beschreibt die unterschiedlichen Wirkungs- und Anwendungsweisen von Feuerlöschschäumen und ihre Risiken.
Zuständige Kommission:	Fachgremium ABC
Adressaten:	Feuerwehr-Instanzen, Feuerwehren
Version:	1.2
Genehmigung SFIK am:	30. März 2021

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung**
- 2. Abgrenzungen**
- 3. Gesetzliche Grundlagen (Gesetze, Verordnungen, Normen, Reglemente)**
 - a) Auswahl von Feuerlöschschäumen / Verbote von Inhaltsstoffen
 - b) Anwendung / Umweltschutz
 - c) Relevante Normen
- 4. Wirkungsweise der Schaummittel**
- 5. Anwendungsbereich**
 - a) Auswahl von Schaummittel
 - aa) Übung
 - bb) Einsatz
 - b) Entscheidungsbaum für die Einsatzvorbereitung
- 6. Notfallkonzepte / Vorhaltemengen**

Beispiel (Szenario Tanklastwagen)
- 7. Technik (Löschfahrzeuge und Geräte)**
 - a) Mobile Verwendung
 - b) Festeinbau (Fahrzeuge)
 - c) Technische Anforderungen an den Schaummitteltank
- 8. Entsorgung / Umwelt**
 - a) Grundsätzliches
 - b) Präventivmassnahmen bei der Verwendung mit Löschmittelzusätzen
- 9. Fazit**
- 10. Glossar**

1. Einleitung

Aufgrund der Revision der ChemRRV, anlässlich des Paket Umwelt Frühling 2019, wurde beabsichtigt, die Verwendung von Feuerlöschschäumen mit Fluortensiden für den Übungszweck zu verbieten. Die in diesen Schaummitteln enthaltenen Fluortenside sind persistent und akkumulieren sich in der Umwelt. Es stellt sich daher die Frage ihrer langfristigen Auswirkung auf die Gesundheit von Menschen, Tieren und Umwelt.

Die Schweizerische Feuerwehrinspektorenkonferenz hat eine Expertengruppe beauftragt, die Problematik betreffend «Schaumlöschmittel» («Schaum») zu analysieren und Empfehlungen für dessen Verwendung und die Ausbildung mit Schaumlöschmitteln zu erarbeiten. Diese Empfehlungen sollen die entsprechenden Kapitel im «Reglement Basiswissen» und im «Handbuch für ABC-Einsätze» ergänzen.

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.

Dabei stellt sich die Frage, wie diese praktische Ausbildung mit möglichst geringer Belastung der Umwelt möglich ist.

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 ABC - 01 erarbeitet.

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 für Grosstanklager mit Erdölprodukten den CARBURA-Richtlinien "Teil F – Brandschutz und Löschwesen" (Ausgabe 01.07.2021), entnommen werden. Für Tanklager der chemischen Industrie gelten die TRCI-Richtlinien (Ausgabe 2009).

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, insbesondere mit den WELAB 6 oder 6A, 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 und die sogenannte «PIC»-Verordnung regeln Herstellung und Verwendung von fluorhaltigen Feuerlöschschäumen im Hinblick auf besonders problematische Stoffe:

- PFOS-haltigen Schaummitteln: Verboten sind die Herstellung und die Verwendung von Schaummitteln, welche mehr als 0.001% PFOS enthalten. Alte AFFF-Schaummittel mit Herstellungsdatum vor 2011 können noch solche Stoffe enthalten und unterliegen in diesem Fall einem Verwendungsverbot. Sie sind vorschriftsgemäss zu entsorgen.
- PFOA und -Vorläuferverbindungen: Verboten sind Schaummittel, die mehr als 25 ppb PFOA bzw. 1000 ppb (PFOA-Vorläuferverbindungen) enthalten.
- Perfluorhexansäure (PFHxS) und -Vorläuferverbindungen: Verboten sind Schaummittel, die mehr als 25 ppb PFHxS bzw. 1000 ppb (PFHxS-Vorläuferverbindungen) enthalten.
- Längerkettige Perfluorcarbonsäuren (PFCA) und ihre Vorläuferverbindungen: Verboten sind Schaummittel, die eine Summe von mehr als 25 ppb C9-C14-PFCA oder 260 ppb C9-C14-PFCA-Vorläuferverbindungen enthalten.

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 Kapitel 2.19 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 Aufgaberate).

Für Netzmittel gibt es keine Normen / Typprüfung; die Löschleistung kann durch den Hersteller im Rahmen eines Versuchs analog DIN EN 3 (Bestimmung Löschleistung für Handfeuerlöcher, 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

Der für die Verbrennung notwendige Luftsauerstoff wird vom Brandgut abgetrennt.

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.) Deckeffekt

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

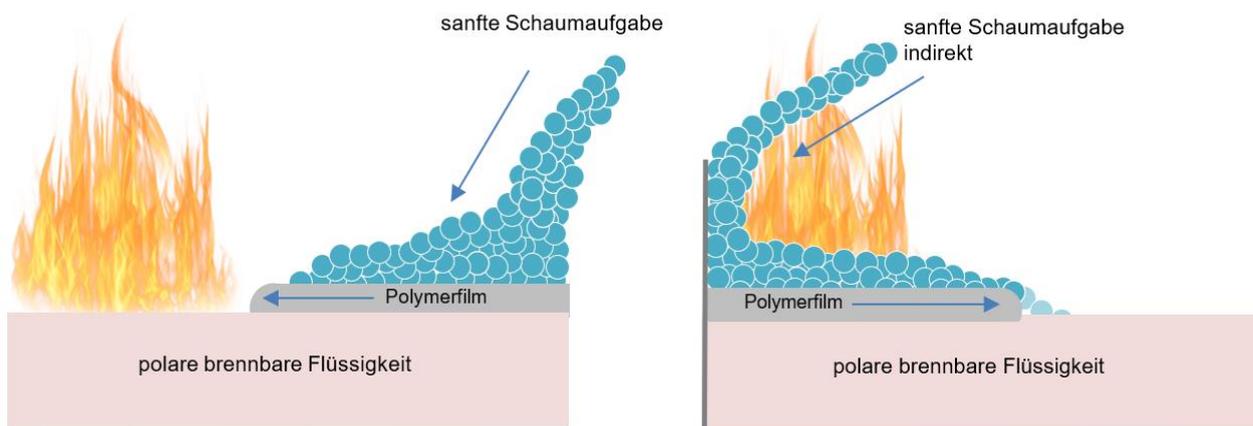
Polare (mit Wasser mischbare) brennbare Flüssigkeiten haben die Eigenschaft, die Schaumblasen zu zerstören und somit die Schaumschicht zu schwächen. Um dies zu verhindern, müssen alkoholbeständige Schaummittel (Zusatzbezeichnung AR) angewendet werden. Diese bilden einen Polymerfilm (Trenn- resp. Sperrschicht) 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.

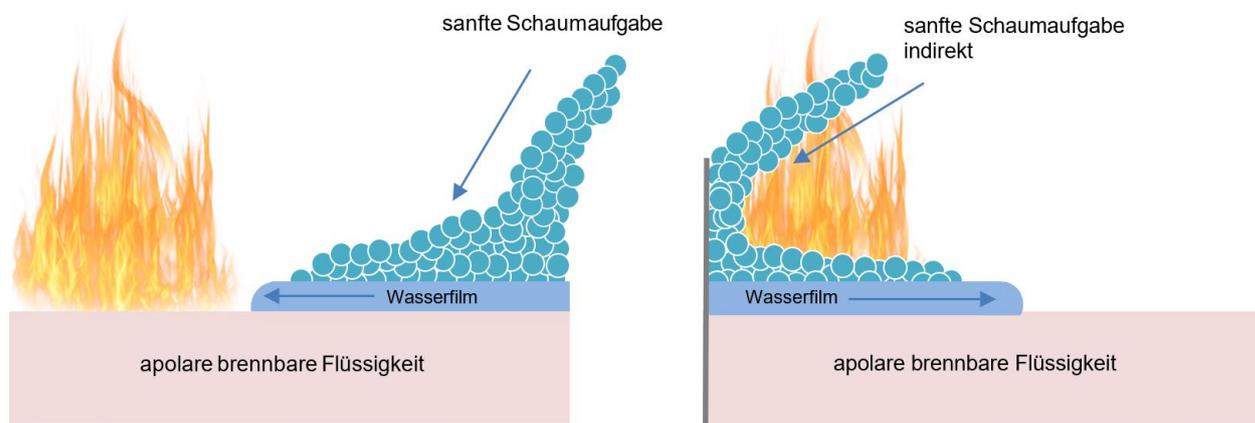
Dieser Wasserfilm verhindert wirkungsvoll die weitere Freisetzung von brennbaren Dämpfen aus dem Brandgut (rückzündungshemmend). Damit der Wasserfilm auf dem apolaren Medium schwimmt, werden bei diesen Schaummitteln spezielle Fluortenside verwendet.



Die löschtechnischen Vorteile der AFFF-Schaummittel (Wasserfilm) kommen nur bei Bränden apolarer, brennbarer Flüssigkeiten voll zum Tragen.

Da der Wasserfilm löschwirksam ist, kann AFFF auf apolare, brennbare Flüssigkeiten auch mittels Hohlstrahldüse 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:

Eigenschaft	Schaummittel-Typ									
	Netzmittel	Class A	MB/S	AFFF	AFFF-AR (LV)	P	FP/FFFP	FP/FFFP-AR	FFF	FFF-AR
Fluorfrei	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja
Zumischrate	0.1 - 0.3%	0.1 - 0.5%	1 - 3%	1 - 3%	1 - 3%	3-6%	3-6%	3-6%	1-3%	3-6%
BK A, Kunststoffe (fest/geschmolzen)	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BK B, Flüssigkeiten apolar	--	+	++	+++	++	+	+	+	?	?
BK B, Flüssigkeiten polar	--	--	--	--	++	--	--	++	--	?
Wirtschaftlichkeit	+++	++	++	++	+	++	+	+	+	+
Biol. Abbaubarkeit	+	+	+	--	--	++	--	--	+	+
Schutz v. Rückzündung	--	--	--	++	++	--	=/++	++	+	+
Filmbildung	--	--	--	++	++	--	=/++	++	--	+
Projektbezogene Prüfung notwendig, keine pauschale Eignung gegeben										

Tabelle 1 Unterschiedlichen Netz- und Schaummittel (Typen) und deren Eigenschaften

Legende:

BK (A/B)	Brandklasse A und B
Class A	Schaum-/Netzmittel für die Brandklasse A
MB/S	Mehrbereichsschaummittel
AFFF	Aqueous Film Forming Foam (wasserfilmbildendes Schaummittel, enthält fluorhaltige Komponenten)
AFFF-AR	Alcohol Resistant Aqueous Film Forming Foam (alkoholbeständiges wasserfilmbildendes Schaummittel, enthält fluorhaltige Komponenten)
P	Proteinschaum
FP/FFP	Fluorine Protein-based Foam / Aqueous Film Forming Protein-based Foam (fluorhaltiges Protein-/wasserfilmbildendes fluorhaltiges Proteinschaummittel)
FP/FFP-AR	Alcohol Resistant Fluorine Protein-based Foam / Alcohol Resistant Aqueous Film Forming Protein-based Foam (alkoholbeständiges fluorhaltiges Protein-/alkoholbeständiges wasserfilmbildendes fluorhaltiges Proteinschaummittel)
FFF	Fluorine Free Foam (Fluorfreies synthetisches Schaummittel)
FFF-AR	Alcohol Resistant Fluorine Free Foam (Fluorfreies alkoholbeständiges synthetisches Schaummittel)

a) Auswahl von Schaummittel

aa) Übung

Übungen mit jeglicher Art von Schaummitteln sind nur dann durchzuführen, wenn das anfallende Löschwasser zurückgehalten werden kann.

Im Übungsbetrieb ist die Verwendung von fluortensidhaltigen Schaumlöschmitteln aufgrund der Umweltproblematik grundsätzlich nicht zu rechtfertigen. Es wird deshalb empfohlen, ausschliesslich auf fluorfreie Produkte (insbesondere Übungsschaum) zurückzugreifen. 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.

Weiter gilt zu berücksichtigen, dass bei Schaummitteln ohne wasserfilmbildende Eigenschaften der Schaumteppich, beispielsweise durch Begehen (falls notwendig), sich nicht mehr selbständig schliesst und ein entsprechendes Rückzündungsrisiko besteht. Ebenfalls sind die Fliesseigenschaften 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, fluorhaltige Löschmittel (AFFF-AR, FFFP-AR).



Bei Ereignissen mit unbekanntem brennbaren Flüssigkeiten empfiehlt es sich, ein fluorhaltiges alkoholbeständiges Schaummittel einzusetzen.



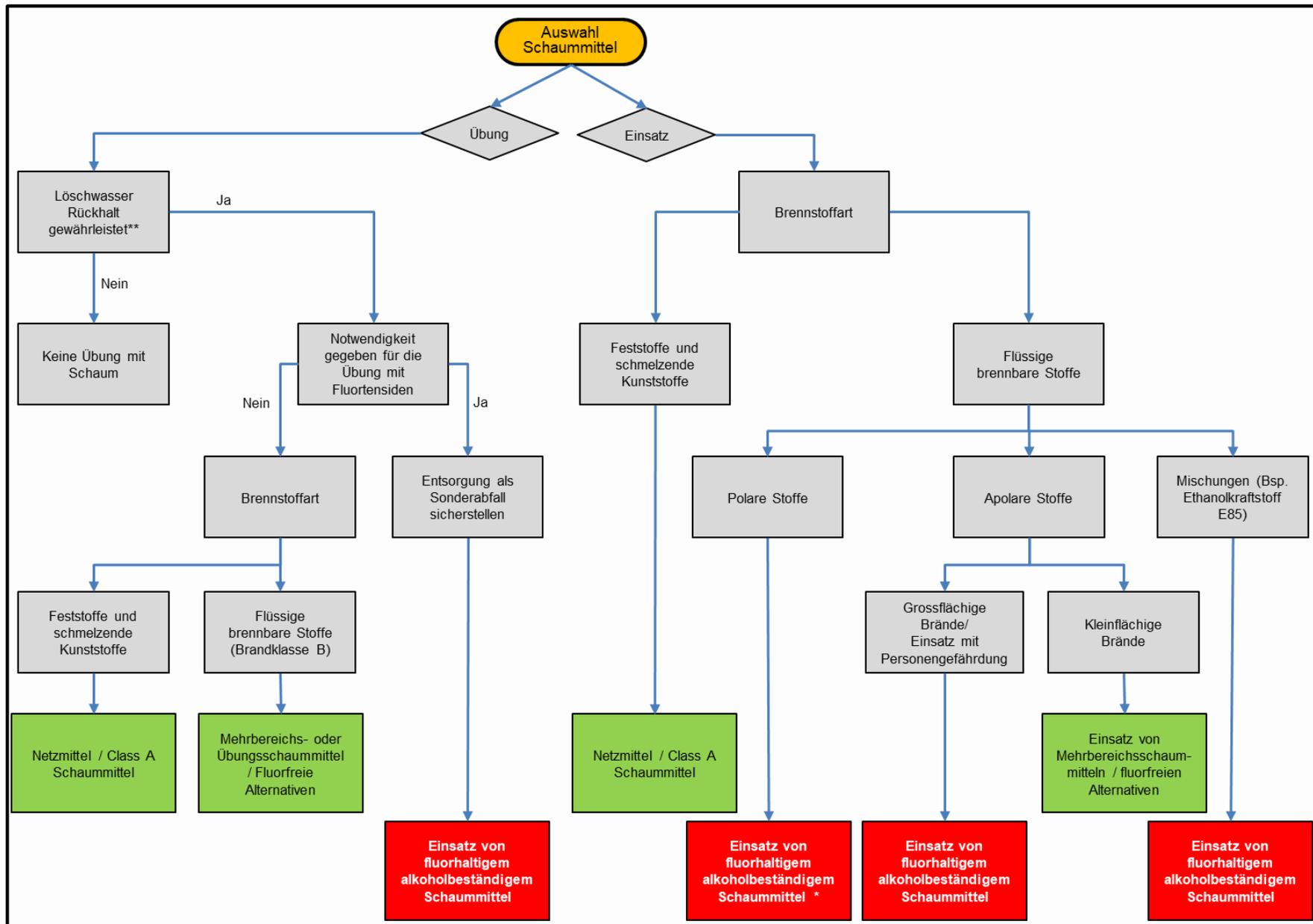
Brennende Flüssigkeiten werden am besten mit Schwer- oder Mittelschaum (Wurfweite und Fließwirkung) und indirekt (schonender Auftrag ohne Durchmischung mit dem Medium) gelöscht.

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.

Zu beachten gilt, dass Schaummittel, welche zu Übungszwecken eingesetzt werden, gemäss den kantonal geltenden Vorgaben entsorgt werden müssen. Für fluorhaltige Schaummittel gelten spezielle Anforderungen.



Legende:

* Zu bevorzugen auf Grund der Sicherheit der Einsatzkräfte. Fluorfreie Alternativen nur empfohlen nach projektbezogener Prüfung (Abhängig von Brennstoff und Verschäummingsart etc.)

** Als Löschwasserrückhalt gelten: ARA (Schmutzwasserkanalisation; sofern durch ARA und zuständige kantonale Behörden bewilligt), Rückhaltebecken etc.

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 Vorbrennzeiten, 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 ein 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.

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

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 x 30 min x 7'000 m² = 1'260'000 l Wasser/Schaumgemisch

37'800 l Schaummittel (3%) / 1'222'200 l Wasser

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

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 x 30 min x 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 Löscheinleistung grundsätzlich von der dreifachen Menge ausgegangen werden.

7. Technik (Löschfahrzeuge und Geräte)

Technische Anforderungen für die Herstellung von Netzmittel / Netzwasser und Löschschäumen sowie die Herstellung von Schwerschaum mittels Druckluftschäumenanlagen (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.
Druckluftschaum² (CAFS)	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 Befülleinrichtung von oben soll eine Fülleitung bis auf den Boden des Behälters hinabreichen (Befüllung unter Flüssigkeitsspiegel, d.h. der Auslauf der Fülleitung 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.

² Gem. DIN EN 16327 Feuerwehrwesen - Druckzumischanlagen (DZA) und Druckluftschäumenanlagen (DLS)

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 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 wenn immer möglich zu vermeiden. Die Entsorgung eingesetzter fluortensidhaltiger Löschmittel nimmt daher einen zentralen Punkt in der Schadenbewältigung sowie Sanierung ein.

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 vorgesehene 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 unter Umständen 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 (Erdölerzeugnisse, 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 begrenzt werden. Der Schaum, der durch fluorhaltige Schaummittel entsteht, 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, können zwar prinzipiell in Betracht gezogen werden. Fluorfreie Schaumlöschmittel erfordern aber in der Regel eine höhere Applikationsrate, sind technisch und taktisch anspruchsvoller und weisen eine höhere Rückzündungsgefahr auf.

Das Erreichen eines gleichwertigen effizienten Löscherfolges bei Flüssigkeitsbränden aller Art unter Gewährleistung der Sicherheit der Einsatzkräfte, ist deshalb mit diesen Schaumlöschmitteln in der Praxis derzeit nur begrenzt oder gar nicht möglich. Entsprechend muss die Wirksamkeit fluorfreier Produkte vorgängig für den konkreten Einzelfall geprüft werden.

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. 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 Schwertschaum verschäumt und so in den Löschleitungen transportiert. Der kompakte Schaum besteht aus kleinen, homogenen Einzelblasen und besitzt ein günstiges Masse-/Oberflächenverhältnis für den Temperaturexaustausch. 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%. Die Löschsäume 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)

Newtonische 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

Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) sind eine breite Palette von industriell genutzten chemischen Verbindungen, bei welchen – im Gegensatz zu gewöhnlichen Alkylverbindungen – mindestens eines, mehrere oder alle Wasserstoff-Atome durch Fluor-Atome ersetzt wurden. Zu den bekanntesten PFAS gehören Teflon® (PTFE) und andere Verbindungen, welche in Textilien, Kunststoffen, Elektronik, Kältemitteln oder als «AFFF» in Feuerlöschschäumen Verwendung finden. In die Umwelt freigesetzte PFAS sind schwer abbaubar stellen ein potenzielles Risiko für die Umwelt dar.

PFCA

Perfluorcarbonsäuren sind chemische Verbindungen aus der Gruppe der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS). Zu den PFCA und ihren Vorläuferverbindungen, welche durch die ChemRRV geregelt werden, gehören Perfluorcarbonsäuren mit 9 bis 14 Kohlenstoffatomen (C₉-C₁₄-PFCA) sowie Verbindungen, die zu C₉-C₁₄-PFCA abgebaut werden.

PFHxS

Perfluorhexansäure (PFHxS) ist eine Verbindung aus der Gruppe der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS) mit 6 Kohlenstoffatomen; zu den Vorläuferverbindungen gehören Perfluorhexyl-Verbindungen, welche zu PFHxS abgebaut werden können.

PFOA / PFOS

Perfluorooctansäure / Perfluorooctansulfonat und ihre Vorläuferverbindungen sind chemische Verbindungen aus der Gruppe der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS). 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 Löschschaums und dem Volumen des ursprünglichen Wasser-Schaummittel-Gemisches (Vgl. BW 6.4.2).

Viskosität

Zähflüssigkeit oder Zähigkeit von Flüssigkeiten und Gasen

WELAB

Wechselbehälter