



Dr. STHAMER HAMBURG

SCHAUM GEGEN **FEUER**

3. Auflage,
erweitert

Leitfaden Schaumkonzept

für kommunale Feuerwehren

Inhalt

1. Schaumkonzepte – Möglichkeiten und Grenzen	3
2. Schaumlöschmittelarten und deren Bedeutung in der Einsatzpraxis	4
2.1. Fluorhaltige Schaumlöschmittel	4
2.2. Fluorfreie Schaumlöschmittel	6
2.2.1. Einsatzhinweis fluorfreie Schaumlöschmittel	7
2.3 Übersicht Schaumlöschmittel	8
3. Konzepte zum Löschen mit Schaum in den Brandklassen A und B	8
3.1. Konzept 1 – Duales Schaumkonzept:	9
3.2. Konzept 2 – Geteiltes Schaumkonzept	12
3.3. Installationsempfehlung für Zumischsysteme	14
3.4. Konzept 3 – Das „Ein-Schaumlöschmittel-für-alles-Konzept“ (ESFA-Konzept)	16
4. Bedarfsmengen für Schaumkonzepte	19
4.1. Beispiel 1: Flüssigkeitsbrände	20
4.2. Beispiel 2: Feststoffbrände	21
5. Zusammenfassung	23



Die Firma Dr. Sthamer bietet ein breites Spektrum an umweltverträglichen und zu 100 % biologisch abbaubaren Schaumlöschmitteln für Einsätze und Übungen.

1. Schaumkonzepte – Möglichkeiten und Grenzen

Die Auswahl geeigneter Schaumlöschmittel für die Brandbekämpfung im Ausrückebereich kommunaler Feuerwehren steht heute verstärkt im Fokus der Beschaffungs- und Technikabteilungen. Dabei spielen für den Einsatz von Schaumlöschmitteln nicht nur Löschleistung, zur Verfügung stehende Technik und Taktik der Feuerwehren eine große Rolle, sondern in deutlich steigendem Maße auch verschiedene Umweltaspekte.

Unser umfangreiches Angebot moderner, leistungsfähiger und umweltverträglicher Schaumlöschmittel bietet Möglichkeiten, mit bedarfsgerechten Schaumkonzepten den wachsenden und vielfältigen Ansprüchen gerecht zu werden.


Grundvoraussetzung ist eine gründliche Analyse und sorgfältige Bewertung der Gefahrenpotenziale im Ausrückebereich, unter Berücksichtigung der Leistungsparameter der vorhandenen und künftigen Ausrüstung und Fahrzeuge. Hierzu zählen die technischen Voraussetzungen ebenso, wie die Einsatzplanung und -vorbereitung. Besonders kritisch zu bewerten sind dabei insbesondere auch verfügbare Personalstärken und Tendenzen in der Personalentwicklung, denn personalaufwändige Einsatzkonzepte stoßen in der Praxis immer öfter an die Grenzen der Umsetzbarkeit hinsichtlich der Tagesalarmsicherheit. Eine effiziente und ressourcenschonende Logistik ist mithin ein zunehmend wichtiger Erfolgsfaktor.

In den Wirkungsbereichen der Feuerwehren haben sich drei Grundkonzepte für die Vorhaltung und den Einsatz von Schaumlöschmitteln etabliert, die leicht an die jeweilige Bedarfssituation angepasst werden können. Hierzu zählen das „Duales Schaumkonzept“, das „Geteilte Schaumkonzept“ und das „Ein-Schaumlöschmittel-für-alles-Konzept“, welche in diesem Leitfaden näher erläutert werden. Bei der Auswahl zu einem Schaumkonzept stehen folgende Ziele im Vordergrund:

- den Einsatz fluorhaltiger Schaumlöschmittel zu reduzieren
- sofern möglich, den Einsatzwert mitgeführter Schaumlöschmittelmengen zu erhöhen
- und/oder Gewicht bzw. Ladevolumen der Normbeladungsmengen zu reduzieren

Eng mit diesen Anforderungen verknüpft ist auch eine leistungsfähige und auf das Löschmittel abgestimmte Zumischtechnik: Auf Fahrzeugen installierte Druckzumischanlagen (DZA¹) sind weit leistungsfähiger als die üblichen Z-Zumischer und

¹ DZA's lassen nahezu beliebige Zumischraten des Löschmittels über einen weiten Durchflussbereich des Löschwassers zu, während Z-Zumischer immer auf eine Durchflussmenge des Löschwassers festgelegt sind.



ermöglichen den Einbau von Vorratstanks für die Normbeladung mit Schaumlöschmitteln. Dadurch lässt sich das personalintensive „Kanister-von-Hand-tragen“ am Einsatzort mindestens deutlich reduzieren, wenn nicht ganz einsparen.

Alles in allem ermöglichen gut durchdachte Schaumkonzepte eine leistungsfähige Brandbekämpfung mit Schaum und / oder Netzwasser bei geringem personellen und finanziellen Einsatz.

2. Schaumlöschmittelarten und deren Bedeutung in der Einsatzpraxis

Kommunale Feuerwehren sehen sich in ihrem Ausrückebereich entsprechend der jeweiligen Gefährdungslage mit einem sehr breiten Spektrum an potenziellen Brandstoffen konfrontiert. Für die Brandbekämpfung mit Schaum bedeutet dies, dass sowohl im Bereich der Brandklasse A, als auch der Brandklasse B Löscheinsätze in einem bestimmten Umfang möglich sein müssen. Aus diesem Grund gehören Schaumlöschmittel zur Normbeladung wasserführender Einsatzfahrzeuge. Die Auswahl des „richtigen“ Schaumlöschmittels ist für den Einsatzerfolg essentiell.

Ob fluorhaltige oder fluorfreie Schaumlöschmittel verwendet werden, ist dabei eine der ersten Grundsatzentscheidungen.

2.1. Fluorhaltige Schaumlöschmittel

Bei kommunalen Feuerwehren sind filmbildende, sogenannte AFFF¹- und AFFF-AR² -Schaumlöschmittel traditionell noch relativ weit verbreitet. Diese Schaumlöschmittelgruppe verfügt über besondere chemisch/physikalische Eigenschaften, welche für die herausragenden Löscheinleistungen und Rückbrandbeständigkeiten in der Brandklasse B verantwortlich sind: Fluorverbindungen (PFC⁴) sind die Schlüsselstoffe in diesen Löschmitteln und ermöglichen die Bildung einer gasdichten Barriere auf der brennbaren Flüssigkeit. Zudem verhindern bzw. reduzieren sie das Vermischen des flüssigen Brandstoffes mit dem Schaum (der sogenannte „Fuel-pick-up-Effekt“) und machen den Schaum fließfähiger.

Darin begründen sich maßgeblich die herausragende Löscheinleistung und das einzigartige Anwendungsspektrum (siehe unten) der fluorhaltigen Löschmittel.

² AFFF = aqueous film forming foam = wasserfilmbildendes Schaumlöschmittel

³ -AR = alcohol resistant = alkoholbeständig

⁴ Poly- und perfluorierten Chemikalien (abgekürzt PFC) sind Fluorchemikalien wie Fluortenside oder Fluorpolymere.

Bei der Betrachtung von Umwelteigenschaften sind Schaumlöschmittel der Gruppen AFFF und AFFF-AR kritischer zu bewerten als fluorfreie Schaumlöschmittel, weil PFC nicht biologisch abgebaut werden können und somit als persistent gelten. Daher müssen beim Einsatz Maßnahmen ergriffen werden, die verhindern, dass AFFF oder AFFF-AR enthaltendes Löschwasser in die Umwelt gelangen kann und dort verbleibt.

In der Vergangenheit wurde in AFFF-/AFFF-AR-Schaumlöschmitteln neben anderen Stoffen teilweise Perfluoroktansulfonat (PFOS) verwendet. Wegen seiner Persistenz und Giftigkeit wurden die Produktion und das Inverkehrbringen dieses Stoffes innerhalb der EU im Jahr 2006 durch die PFOS-Verbotsverordnung⁵ untersagt und strenge Grenzwerte für den Gehalt von PFOS in Erzeugnissen eingeführt. Bis August 2010 galt für Feuerlöschschäume ein Grenzwert von 50 mg/kg, der ab Ende August 2010 durch die Stockholmer Konvention für persistente organische Schadstoffe - POP (in der EU umgesetzt durch EU-Verordnung 757/2010) - auf 10mg/kg reduziert wurde. Schaumlöschmittel, die diesen Wert überschreiten, dürfen ohne Ausnahme nicht mehr eingesetzt werden.

Ein weiterer Stoff, der in fluorhaltigen Schaumlöschmitteln zwar nie als aktive Komponente eingesetzt worden war, gleichwohl aber als Verunreinigung darin vorkommen kann, ist Perfluoroktansäure (PFOA). Auch dieser Stoff wurde aufgrund seiner negativen Eigenschaften (giftig, persistent und reichert sich im Organismus an) zwischenzeitlich reguliert: Die Richtlinie EU 2017/1000 führte einen Grenzwert von 25µg/kg (25ppb) für PFOA bzw. 1mg/kg (1ppm) für deren Vorläuferstoffe⁶ ein, der für neue Schaumlöschmittel ab dem 4. Juli 2020 europaweit gilt. Schaumlöschmittel, die vorher auf den Markt gebracht worden sind, dürfen ohne zeitliche Begrenzung weiter verwendet werden.

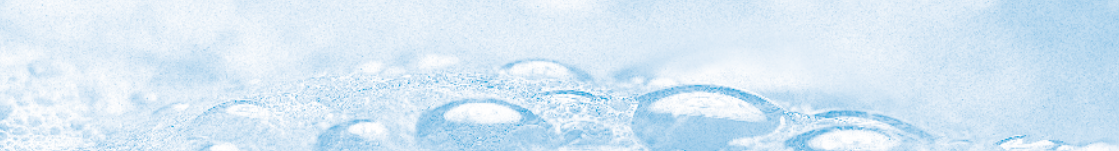
Heute werden in AFFF- und AFFF-AR-Schaumlöschmitteln Ersatzstoffe verwendet, die als nicht toxisch klassifiziert, gleichwohl aber nicht vollständig abbaubar sind. Gemäß Handlungsempfehlung des Umweltbundesamtes⁷ sollen diese Schaumlöschmittel nur dann eingesetzt werden, wenn sie aufgrund der Gefährdungslage unverzichtbar sind.

Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften ist die eigentliche Einsatzdomäne fluorhaltiger Schaumlöschmittel der Einsatz auf großflächigen Flüssigkeitsbränden

⁵ Richtlinie 2006/122/EG

⁶ Vorläuferstoffe zu einer Substanz sind Stoffe, aus denen die fragliche Substanz durch Abbauprozesse freigesetzt werden kann.

⁷ Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, DFV Berlin, bvfa Würzburg (Hrsg.): „Fluorhaltige Schaumlöschmittel umweltschonend einsetzen“, April 2013



mit großen Brennstoffmengen (z. B. Tank- oder Tanktassenbrände), bzw. dort, wo besondere Risiken gegeben sind (z. B. chemische/petrochemische Industrie) oder ein schneller und nachhaltiger Löscherfolg zwingend notwendig ist (z. B. havarierte Passagierflugzeuge).

Für alle anderen Bereiche, z. B. zum Erzeugen von Netzwasser, zur Brandbekämpfung mit Schaum in der Brandklasse A, oder zur Erzeugung von Mittel- oder Leichtschaum, sind diese Schaumlöschmitteltypen aufgrund ihrer schlechteren Netzeigenschaften, den geringeren Wasserhalbwegszeiten und der primären Ausrichtung auf den Schwer- und unteren Mittelschaumbereich wenig bis gar nicht geeignet.

Deswegen und wegen ihres nachteiligen Ökoprofiles sollte die Entscheidung zum Einsatz von AFFF und AFFF-AR außerhalb der Brandklasse B immer sorgfältigst abgewogen und begründet werden. Für die Brandbekämpfung in der Brandklasse B hingegen ermöglichen fluorhaltige Schaumlöschmittel bislang unerreichte Löscheleistungen und Rückbrandbeständigkeiten, insbesondere auch bei unverschäumtem Austrag über Hohlstrahlrohre/-düsen. Für die besondere Löschfähigkeit der Fluorkomponenten konnten noch keine gleichwertigen Ersatzstoffe gefunden werden, die eine tatsächliche Entlastung der Umwelt bieten würden. Dies bedeutet im Umkehrschluss auch, dass auf AFFF-Schaumlöschmittel aktuell bei bestimmten Anwendungen nicht risikolos verzichtet werden kann. Der sicherste Weg, nicht autorisierte Anwendungen (z. B. durch Fehlbedienungen) auszuschließen, führt über sinnvolle und gut durchdachte Schaumkonzepte in Verbindung mit Unterweisungen und praktischen Schulungen.

2.2. Fluorfreie Schaumlöschmittel

Fluorfreie Löschmittel der Typen Mehrbereich-Schaumlöschmittel (MBS), Klasse-A-Schaumlöschmittel (engl. Class A) oder des neuen Typs F3-Schaumlöschmittel⁸ sind dagegen für den Einsatz im kommunalen Bereich geradezu prädestiniert:

Durch das breite Anwendungsspektrum für die Brandklassen A und B (unpolar⁹) sowie der Möglichkeit, neben Schwer-, Mittel- und Leichtschaum, auch Netzwasser zu erzeugen, können diese Schaumlöschmittel im überwiegenden Teil aller Einsatzfälle erfolgreich und vor allem umweltverträglich angewendet werden.

Bei Flüssigkeitsbränden ist man mit MBS bzw. Klasse-A-Löschmitteln allerdings je nach Brandstoff und Schaumlöschmittel auf kleinere Brände (bis höchstens

⁸ Die EN 1568 führt in ihrer letzten Revision den neuen Typ „F3“ für Schaumlöschmittel ein, die zwar fluorfrei sind, aber ein ähnlich hohes Leistungsniveau wie AFFF/AFFF-AR haben.

⁹ Unpolar = brennbare Flüssigkeiten, die nicht mit Wasser mischbar sind (z.B. Diesel, Heizöl, Kerosin, Ottokraftstoffe...)

300 m²) begrenzt (siehe Kapitel 4 Bedarfsmengen für Schaumkonzepte).

Hier nimmt MOUSSOL®-FF 3/6 eine Sonderstellung ein: Dieses Löschmittel ist fluorfrei, enthält also keine biologisch nicht abbaubaren Chemikalien, ist aber speziell für Brände polarer und unpolarer Flüssigkeiten konzipiert und bietet eine deutlich höhere Schaumstabilität und damit Rückzündungssicherheit. Somit kann es auf allen, im Bereich der kommunalen Feuerwehren typischen Brandstoffe angewendet werden und erlaubt die Erzeugung von Schwer-, Mittel- und Leichtschaum.

Zukünftig werden weitere Schaumlöschmittel des neuen Typs „F3“ auf den Markt kommen, die durch ihre besondere Leistungsfähigkeit auf Flüssigkeitsbränden neue Wahl- und ggf. auch Einsatzmöglichkeiten eröffnen.

Nicht zuletzt werden durch den effizienten Einsatz geeigneter Schaumlöschmittel sowohl Brandgasemissionen als auch die Menge kontaminierten Löschwassers deutlich reduziert. Dies gilt für Kleinbrände von Kraftfahrzeugen (Einsatz von Netzmittelpistolen mit Klasse-A-Schaum) ebenso wie für Großbrände (z. B. von Lagerhallen o. Ä.).

Richtig eingesetzt, dienen fluorfreie Löschmittel somit nicht nur in erheblichem Maße dem Umweltschutz, sondern gleichermaßen auch der wirksamen Brandbekämpfung und dem sicheren Eigenschutz.

2.2.1. Einsatzhinweis fluorfreie Schaumlöschmittel

Werden fluorfreie Schaumlöschmittel auf der Brandklasse B eingesetzt, so sind folgende Einsatzgrundsätze (auch schon vor der Beschaffung) zu berücksichtigen:

- Die empfohlene Zumischrate muss real erreicht werden. Dies gilt vor allem für strukturviskose Schaumlöschmittel, insbesondere bei niedrigen Einsatztemperaturen.
- Die Schaumaufgabe auf flüssigen Brandstoffen muss sanft (indirekt) erfolgen, um eine Beladung des Schaumes mit dem Brandgut möglichst gering zu halten.
- Die Löschmittelaufgabe muss verschäumt (VZ größer als 4,5) erfolgen, wobei die Verschäumungszahl mindestens 4,5 (ltr/kg) oder mehr betragen sollte. Ein Einsatz über Hohlstrahldüsen ist entsprechend nur unter dieser Prämisse möglich.

2.3. Übersicht Schaumlöschmittel

Fluorfreie Schaumlöschmittel	Fluorhaltige Schaumlöschmittel
STHAMEX® 3 % F-6, F-15 (MBS)	STHAMEX®-AFFF
STHAMEX®-class A	MOUSSOL®-APS (AFFF-AR)
STHAMEX®-class A Classic	SCHAUMGEIST®-OMEGA
MOUSSOL®-FF	SCHAUMGEIST®-FFFP-AR
SCHAUMGEIST® (Protein)	SCHAUMGEIST®-FFFP
UltraWet® (Netzmittel)	FLUOR-SCHAUMGEIST®
STHAMEX®-K 1 % (MBS)	MOUSSOL®-APS LV (AFFF-AR)
vaPUREx®	



3. Konzepte zum Löschen mit Schaum in den Brandklassen A und B

Wie schon erläutert, ist das Einsatzspektrum kommunaler Wehren sehr breit gefächert.

Dabei sind z. B. die fluorfreien Mehrbereich- (z. B. STHAMEX® 3 % F-15 oder MOUSSOL®-FF) bzw. Class-A-Schaumlöschmittel (STHAMEX®-Class A) hervorragend geeignet, um mehr als 95 % der Brandeinsätze abzudecken. Sie sind zu 100 % biologisch abbaubar und geprüft für die Brandbekämpfung in den Brandklassen A und B (unpolar).

Befinden sich jedoch im Ausrückebereich einer kommunalen Wehr besondere Risiken (z. B. besonders kritische Brandstoffe oder besonders hohe Brandlasten) kann der Einsatz von MBS oder Klasse-A-Schaumlöschmitteln u. U. nicht mehr ausreichend sein.

Hier sollte dann zunächst geprüft werden, ob im Brandfall, aufgrund der zu leistenden Beaufschlagungsraten, mit fluorfreien Schaumlöschmitteln des F3-Typs gearbeitet werden kann, oder ob die noch besseren Löschleistungen fluorhaltiger Schaumlöschmittel (STHAMEX®-AFFF, MOUSSOL®-APS (AFFF-AR)) erforderlich werden.

3.1. Konzept 1 – Duales Schaumkonzept:

Hauptmerkmal des Dualen Schaumkonzepts ist das Vorhandensein von zwei unterschiedlichen Schaumlöschmitteltypen auf einem Einsatzfahrzeug.

Eine Variante der technischen Umsetzung dieses Konzepts ist der Einbau von zwei Schaumlöschmitteltanks, die entsprechend der Verteilung der Gefahrenpotenziale gleiche oder unterschiedliche Größen haben können. Im Tank „1“ kann dann beispielsweise ein Class-A oder MBS mitgeführt werden, womit alle Brandrisiken und das damit verbundene Anwendungsspektrum (Schwer-, Mittel-, Leichtschaum) im Bereich der Brandklassen A und B (unpolar) abgedeckt werden können.

Für die verbleibenden und damit nicht abzudeckenden Brandrisiken der Brandklasse B wird in Tank „2“ ein leistungsfähigeres AFFF bzw. sofern nur/oder auch Brände polarer Flüssigkeiten auftreten können, ein alkoholbeständiges AFFF-AR-Schaumlöschmittel mitgeführt¹⁰.

Der Einsatz des Schaumtanks „2“ sollte nur auf Anweisung des Einsatzleiters¹¹ erfolgen und durch eine entsprechende Dienstanweisung geregelt sein, um Haftungsrisiken zu minimieren.

Bei Zumischung über Druckzumisanlagen (DZA) sollte, da der jeweils gewünschte Löschmitteltank im Fahrzeug einfach per Knopfdruck angewählt werden kann, der betreffende Taster z. B. mit einer verplombten Kappe gesichert werden, um ein unbeabsichtigtes Anwählen von Tank „2“ und damit verbundene Umweltschäden durch Fluoraustrag (die i. d. R. mit ganz erheblichen Sanierungskosten behaftet sind) zu vermeiden.

¹⁰ AFFF-AR sind für Brände polarer und unpolarer Flüssigkeiten geeignet, es ist also kein zusätzliches AFFF erforderlich.

¹¹ Gleichwohl sind eine möglichst dezidierte Risikoabschätzungs- und Entscheidungsvorlage für den Einsatz fluorhaltiger Löschmittel sowie eine fundierte Ausbildung der Entscheider vor Ort dringend zu empfehlen, um nachgeschaltete Haftungsansprüche begründet abweisen zu können.

Ferner muss die vollständige Trennung der beiden Schaumlöschmittel durch eine dazu geeignete Anlagenkonfiguration gewährleistet werden: Beispielsweise kann die Vermischung nicht miteinander kompatibler Schaumlöschmittel durch Ausfällungen oder Verklumpungen zu Schäden an der Zumischeinrichtung bzw. nachgeschalteten Leitungssystemen führen.

Bei der heutzutage üblichen Technik sind die beiden Schaumlöschmitteltanks durch ein Dreiwegeventil so miteinander verbunden, dass beim Umschalten der Übertritt des im Ventilkörper befindlichen Löschmittels „A“ in den Tank mit Löschmittel „B“ nicht sicher ausgeschlossen werden kann. Hier wäre zumindest eine Zwischenspülung vonnöten (fluorhaltige Spülwässer müssen aufgefangen und sachgerecht entsorgt werden).

Eine andere Variante der technischen Umsetzung des Dualen Schaumkonzepts ist das Mitführen zweier unterschiedlicher Schaumlöschmittel in Kanistern.

In diesem Fall sollten die unterschiedlichen Schaumlöschmittel dauerhaft und verwechslungssicher gekennzeichnet werden. Im Einsatzfall muss die Schaumlöschmittellogistik zur Zumischstelle schnell und zuverlässig funktionieren. In dieser Hinsicht hat die Kanisterlösung natürlich einen deutlichen logistischen und damit auch Geschwindigkeits-Nachteil gegenüber der Lösung mit zwei eingebauten Tanks. Vorteilhaft ist allerdings die Möglichkeit des Transports an Einsatzstellen, die Fahrzeugen nicht zugänglich sind bzw. nicht mit Schaummittelvorgemisch (Premix) versorgt werden können (Bahndamm etc.).



Pumpenbedienstand mit eingebundener Druckzumisanlage. Das Fahrzeug verfügt über zwei Schaumtanks (Tank 1, Tank 2). Ein Umschalten auf Tank 2 ist mittels Bedienung des Sicherheitsschalters (gesichert mit roter Kappe) möglich.


Es sollte dringend beachtet werden, dass auch bei der Arbeit mit Z-Zumischern vor dem Wechsel zu einer anderen Schaumlöschmittelart gespült werden muss, um Störungen durch Vermischungsschäden vorzubeugen.



AB-Sonderlöschmittel mit zwei Tankpaletten zu je 1000 Liter Schaumlöschmittel. Die Tankpaletten können wahlweise gleiche oder verschiedene Schaummittelarten enthalten.

Größere Schaumlöschmittelreserven können mit einem Abrollbehälter-Schaum (AB-Schaum) oder per Gerätewagen-Logistik (GW-Logistik) nachgeführt und an die Zumischstellen verteilt werden. Geschieht dies mittels Schaumlöschmittelkanistern, ist der hohe personelle Aufwand zu berücksichtigen.

Fahrzeigtanks bieten auch hier entscheidende Vorteile gegenüber dem Einsatz mit Schaumlöschmittelkanistern: Die Tanks können „gepuffert“ und Schaumlöschmittel einfach nachgefüllt werden. Dabei ist zu beachten, dass in einem Tank aus



den vorgenannten Gründen keine unterschiedlichen Schaumlöschmittelkonzentrationen zusammengeführt werden dürfen (das lässt sich z. B. ausschließen, indem über den Anschluss „Fremdansaugen“ gearbeitet wird).

Bei der Beschaffungsplanung sollte auch unbedingt darauf geachtet werden, dass die Leistungsparameter der Füllpumpen und Füllleitungen ein sicheres „Befüllen“, „Nachfüllen“ oder „Puffern“ der Tanks ermöglichen und für den gewählten Schaumlöschmitteltyp geeignet sind.¹² Vergleichbares gilt für die Dimensionierung der Anschlussleitung zum Fremdansaugen.

Wird z. B. einem Löschwasser-Volumenstrom von 2500 l/min 3 % Schaumlöschmittel zugemischt, werden dem Vorratstank 75 l/min Schaumlöschmittel entnommen. Um den Tank ausreichend zu „puffern“, ist es erforderlich, mindestens 75 l/min nachzuführen, damit er während des laufenden Einsatzes stets gefüllt bleibt.

Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden: Das Duale Schaumkonzept bietet eine hohe Flexibilität bei maximalem Anwendungsspektrum für die Brandklassen A und B. Nachteilig sind die höhere Fehleranfälligkeit, der entsprechend deutlich höhere organisatorische Aufwand zur Fehlervermeidung (bei einem immer gegebenen Restrisiko) sowie die hohen Beseitigungskosten infolge von Fehlern.

3.2. Konzept 2 – Geteiltes Schaumkonzept

Das Geteilte Schaumkonzept sieht vor, dass auf den Erstangriffsfahrzeugen nur ein Tank vorhanden ist und eine zweite Schaumlöschmittelart gesondert mit-, bzw. nachgeführt wird (z. B. in einem eigenen Tanklöschfahrzeug (TLF), einem Abrollbehälter, mit einem Gerätewagen-Logistik (GW-L), in IBC oder Kanistern).

Dieses Konzept ist dann sinnvoll, wenn ein effizienter Löscheinsatz in der Brandklasse B aufgrund der Größe der Gefahrenpotenziale oder der Eintrittswahrscheinlichkeit nicht von den Erstangriffsfahrzeugen geleistet werden soll beziehungsweise kann.

In dem Fall genügt für das Erstangriffs-Fahrzeug die Normbeladungsmenge, z. B. befüllt mit STHAMEX® Mehrbereich-, -Class-A- oder MOUSSOL®-FF-Schaumlöschmittel (alle fluorfrei). Damit sind alle Brandrisiken der Brandklasse A sowie kleine bis mittlere Brandrisiken der Brandklasse B (unpolar) bzw., bei der Verwendung von MOUSSOL®-FF, auch Flüssigkeitsbrände bis maximal 400 m² (siehe Fußnote ¹⁰) der Brandklasse B unpolar und polar abgedeckt.

¹² Insbesondere F3- und AFFF-AR-Schaumlöschmittel weisen oft vergleichsweise hohe Viskositäten auf, die bei unterdimensionierten Systemen zu Problemen führen.

Die für Risiken der Brandklasse B, mit Brandflächen größer ca. 400 m², benötigten leistungsfähigeren AFFF bzw. AFFF-AR-Schaumlöschmittel (zum Löschen von Bränden polarer Flüssigkeiten) können auf TLF sowie auf einem Abrollbehälter-Schaum (AB-Schaum) oder auf einem AB-Sonderlöschmittel verlastet werden. Auch die Einbindung von Logistikfahrzeugen wie GW-L1 und GW-L2 ist denkbar und bietet eine kostengünstige Alternative zu einem Wechsellader-Konzept.

Im täglichen Einsatz der Erstangriffsfahrzeuge ist somit eine unbeabsichtigte Fehlauswahl fluorhaltiger AFFF-/AFFF-AR-Schaumlöschmittel ausgeschlossen.

Welche Schaumlöschmittel bei bestimmten Schadenslagen zum Einsatz kommen, wird in diesem Fall durch die Alarm- und Ausrückeordnung bzw. durch den Einsatzleiter vorgegeben.

Insgesamt bietet das Geteilte Schaumkonzept große Schaumlöschmittelreserven, da die TLF beziehungsweise die AB-Schaum oder AB-Sonderlöschmittel über deutlich größere Ladevolumina verfügen als die Erstangriffsfahrzeuge. Zudem bietet das Konzept vor allem ein hohes Maß an Sicherheit vor einer Fehlnutzung von Löschmitteln.





3.3. Installationsempfehlung für Zumischsysteme

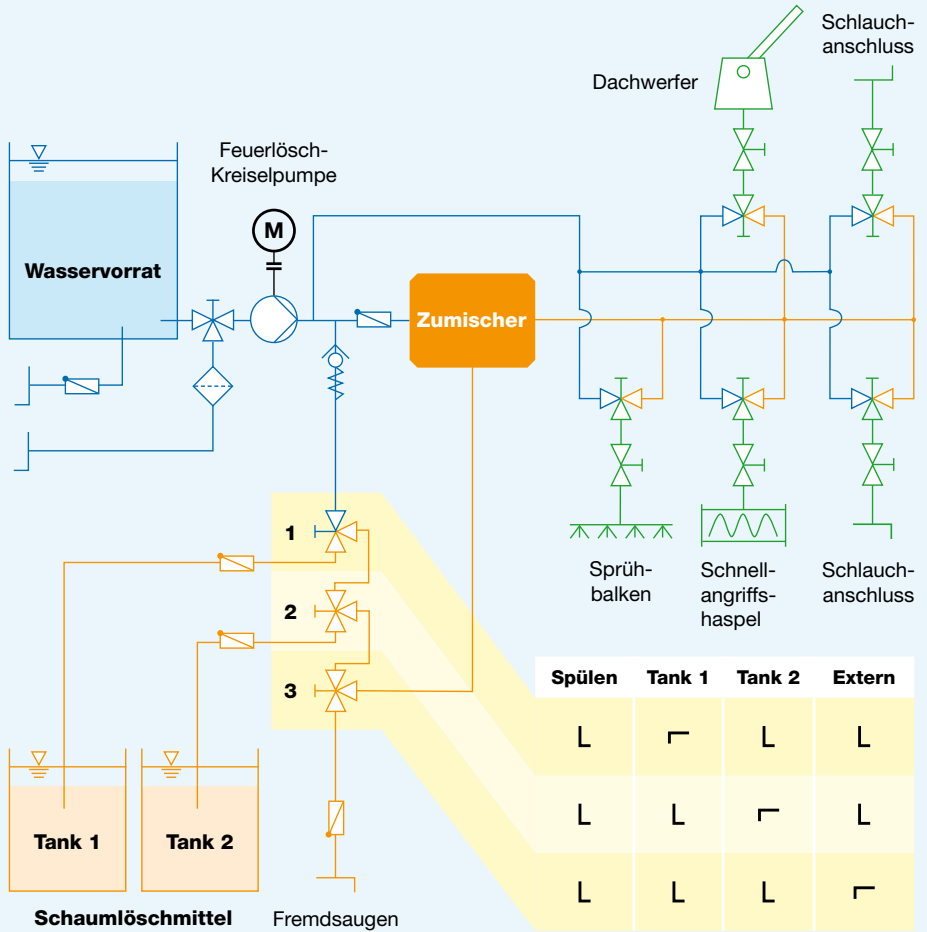
Bei der Verwendung unterschiedlicher Schaumlöschmittelkonzentrate entsteht neben dem Risiko der unbeabsichtigten Fehlanwahl eines Schaumlöschmittels auch das Risiko der unbeabsichtigten Vermischung. Wenn aber unterschiedliche Schaumlöschmittel direkt miteinander in Kontakt kommen, kann es zu Vermischungsschäden, wie der Bildung von Ausfällungen, Verklumpungen oder Phasentrennung, kommen. Dabei können insbesondere Verklumpungen Schäden am Zumischsystem, bis hin zu dessen Komplettausfall, verursachen.

Da die Leistungsfähigkeit eines Löschmittels immer auf dem Zusammenspiel aller Inhaltsstoffe basiert, führt jede nachteilige Veränderung der Zusammensetzung (z. B. durch Trennung in Phasen, Ausfällungen) zwangsläufig zu einer Beeinflussung der Löschfähigkeit. Selbst wenn nach einer Vermischung zweier Löschmittel keine Veränderungen sichtbar sind, kann die Verschäumbarkeit oder Stabilität des Schaums merklich reduziert sein.

Insofern ist strengstens darauf zu achten, Vermischungen unterschiedlicher Schaumlöschmittel auszuschließen. Wo dies nicht gelingt, werden u. U. aufwändige Reinigungs- und Reparaturarbeiten zur Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft notwendig.

Die aktuelle Norm DIN EN 16327 „Druckzumisanlagen (DZA) und Druckluftschaumanlagen (DLS)“ regelt deshalb: „Ein ungewolltes Vermischen von Schaumlöschmittel aus unterschiedlichen Behältern muss ausgeschlossen sein. Leitungen, in denen es zum Vermischen kommen kann, müssen gespült werden können.“ In der Praxis bieten Hersteller sowie Fahrzeug- und Containerbauer eine Reihe von verschiedenen Lösungen.

Nachfolgendes Fließschema zeigt eine Einbau- und Installationsempfehlung, die Vermischungsschäden zuverlässig verhindert und die sich flexibel anpassen oder erweitern lässt. Bitte beachten Sie dabei auch die Hinweise zur Abführung von Spülwässern, die mit PFC-Komponenten versetzt sind.



Zwischen jedem Umschalten muss ein kurzer Spülvorgang liegen, um den Kontakt der verschiedenen Schaummittelkonzentrate zu vermeiden.



3.4. Konzept 3 – Das „Ein-Schaumlöschmittel-für-alles-Konzept“ (ESFA-Konzept)

Schlussendlich gibt es noch die Möglichkeit, nur ein Schaumlöschmittel zu wählen, welches den gesamten Einsatzbereich (Klasse A- sowie -B- Brände unpolarer und polarer Flüssigkeiten) abdecken kann. In diesem Fall spricht man vom Ein-Schaumlöschmittel-für-alles-Konzept (ESFA-Konzept).

Sind einerseits besondere Risiken durch spezielle Objektgefährdungen im Einsatzgebiet auszuschließen, andererseits aber Gefahren durch polare Brandflüssigkeiten (z. B. durch Lösemittel in Klein- oder mittelständischen Betrieben, bzw. regelmäßige Straßentransporte polarer Flüssigkeiten) vorhanden, so kann MOUSSOL®-FF als fluorfreies, alkoholbeständiges Schaumlöschmittel eingesetzt werden. Gleiches

gilt für die Einsatzbereiche in Betrieben der Kunststoff- oder Papierindustrie, der Recyclingwirtschaft, regionaler Sportflugplätze, Härtereien oder dem Bereich Automotive, sofern keine anderslautenden Vorgaben seitens der Genehmigungsbehörden oder dem Risiko-Versicherer vorliegen.

Da es sich bei fluorfreien, alkoholbeständigen Schaumlöschmitteln in den allermeisten Fällen um strukturviskose (dickflüssige) Produkte handelt, muss die vorhandene Zumischtechnik über deren gesamten Verwendungstemperaturbereich hinweg (!)¹³ geeignet sein.

Sofern durch fluorfreie Löschmittel die angestrebten Schutzziele nicht oder nicht sicher erreicht werden können, bzw. die Risikolage aus anderen Gründen den Einsatz leistungsfähigerer Schaumlöschmittel verlangt, können AFFF/-AR (nur auf Flüssigkeits- oder bestimmten Chemikalienbränden!) verwendet werden. Wichtig ist, deren Einsatz im Vorfeld durch eine gründliche Bedarfs- und Entwicklungsplanung bzw. einer nachgeschalteten Risikoanalyse und -bewertung im Rahmen der Einsatzplanung zu begründen und auch zu optimieren (nur so viel einsetzen wie nötig, flankierend mit fluorfreien Schaumlöschmitteln löschen, Austritt in Boden, Kanalisation oder Gewässer nach Möglichkeit ausschließen etc.), um späteren Haftungsansprüchen wirksam entgegenzutreten zu können.

Der Einsatz von AFFF/-AR-Schaumlöschmitteln als „Universalschaumlöschmittel“ im kommunalen Bereich ist aus umwelttechnischer Sicht nicht vertretbar und aus einsatztaktischer Sicht schlicht unnötig und sollte daher vermieden werden. Bei ungerechtfertigtem Einsatz drohen Sanierungsaufgaben und erhebliche Regressforderungen.

Von AFFF-AR stehen sowohl strukturviskose (= pseudoplastische¹⁴), als auch dünnflüssige Varianten (als LV bezeichnet) zur Verfügung. Während letztgenannte kein Problem bei der Zumischung darstellen, muss bei den strukturviskosen Varianten – wie oben beschrieben – auf die Eignung der vorhandenen Zumischtechnik für das jeweilige Schaumlöschmittel geachtet werden. Im Zweifel ist ein Zumischversuch durchzuführen.¹⁵

¹³ Die Anlaufviskosität kann individuell sehr hoch und die scherverdünnende Wirkung recht gering ausgeprägt sein. Ein Effekt, der sich bei tiefen Temperaturen noch erheblich verstärken kann. Beide Fälle hätten eine Unterdosierung oder das Versagen der Zumischung zur Folge.

¹⁴ Bei einem strukturviskosen Medium nimmt die Viskosität des Mediums mit zunehmender Scherung (z. B. Durchflussgeschwindigkeit durch ein Rohr) ab.

¹⁵ Bei fluorfreien und strukturviskosen Schaumlöschmitteln sollte grundsätzlich ein Zumischversuch gemacht werden, weil diese Schaumlöschmittel empfindlicher auf Dosierungsabweichungen von der empfohlenen Zumischung mit Leistungsrückgang reagieren.

Ansonsten ist eine sichere Brandkontrolle auch größter Flüssigkeitsbrände mit fluorhaltigen Schaumlöschmitteln möglich, wobei die Mindestaufgabemenge an das jeweilige Einsatzszenario anzupassen ist. Die Wahl des Schaumlöschmittels erfolgt nach dem Brandstoff, im Zweifel (z. B. bei ungewöhnlichen Flüssigkeiten in Betrieben der chemischen Industrie) sollte die Wirksamkeit des Löschmittels mindestens im Kleinversuch geprüft und nachgewiesen werden (dies muss natürlich im Vorfeld und auf dem Wege der Abstimmung mit allen betroffenen Wehren erfolgen!).

Eine Löschwasserrückhaltung ist bei der Anwendung von AFFF/-AR in jedem Fall zu beachten.

Bezüglich der Bewertung des Persistenzproblems bei AFFF/-AR muss noch folgendes erwähnt werden: Diese Schaumlöschmittel sollen nur im Bereich der Brandklasse B angewendet werden. In der Regel geht von den Brandflüssigkeiten der Brandklasse B (polar und unpolar) eine Wasser- bzw. Umweltgefährdung aus, d. h. Einsatzmaßnahmen müssen die Rückhaltung des Brandstoffes und des Löschwassers beinhalten. Durch das Auffangen und Entsorgen werden auch die persistenten Bestandteile von fluorhaltigen Schaumlöschmitteln der geregelten Entsorgung zugeführt und gelangen nicht in den Wasserkreislauf. Ein Üben mit fluorierten Schaumlöschmitteln ist zu vermeiden (siehe auch DWA-Merkblatt DWA M-718; UBA/DFV/bvfa Ratgeber „Fluorhaltige Schaumlöschmittel umweltschonend einsetzen“).





4. Bedarfsmengen für Schaumkonzepte

Im Rahmen einer länderspezifischen Bedarfs- und Entwicklungsplanung wird die im Ausrückebereich vorhandene Risikolage erfasst und nach den Vorgaben der (ebenfalls länderspezifischen) FW-Organisationsverordnungen in einen Bedarf, z. B. an Fahrzeugen und sonstigen Ausrüstungen, „übersetzt“.

Aus diesem Bedarf kann dann vermittelt der Normbelastungen für die gefundenen Fahrzeuge und sonstigen Löschmittelvorhalteeinrichtungen der Löschmittelbestand ermittelt werden.

Da diese Art der Bedarfsermittlung einem standardisierten Verfahren folgt, ergibt sich zwangsläufig, dass eine individuelle Adaption an besondere Risikolagen (bei großen Lagerflächen, Reifen- oder Abfalllager) oder sonstige besondere Anforderungen (z. B. des Umweltschutzes) fast regelmäßig erfolgen muss.

Im Rahmen dieser, der Standardbedarfsermittlung nachgeschalteten Anpassung an lokale Besonderheiten, würde dann beispielsweise die Entscheidung für eines der vorgenannten Schaumkonzepte getroffen werden. Abhängig vom gewählten Konzept – Duales Schaumkonzept, Geteiltes Schaumkonzept oder ESFA-Konzept – würde man also die nach Standardverfahren ermittelte Bedarfskonfiguration anpassen und so zur endgültigen Konfiguration kommen. Diese schriebe dann neben den für Schaumlöschmittel vorgesehenen technischen Einrichtungen (Fahrzeuge,

sonstige Lager- und Vorhalteeinrichtungen) auch den Typ (MBS, F3, AFFF etc.) und die Art (alkoholbeständig, nicht alkoholbeständig) der/des Schaumlöschmittel/-s fest.

Die Mengenermittlung des gewählten Schaumlöschmittels ist schwieriger, weil es hierzu keine allgemeinen Standards gibt. Faktoren wie Leistungsstufe des Schaumlöschmittels (nach EN 1568), Zumischrate, Aufgaberate und –dauer müssen in die Berechnung einfließen. Ein Ansatz ist, hier auf die Erfahrungen anderer Wehren, bzw. langgedienter kompetenter Kollegen zurückzugreifen und diese ggf. auf Übereinstimmung untereinander zu prüfen.

Ein anderer Ansatz ist, Anleihen in anderen Normen oder Normenbereichen zu machen, wobei hier die Frage der Übertragbarkeit dieser Daten und deren Herkunftsszenario genau geprüft werden müssen, um Übertragungs-, oder in der Folge Berechnungsfehler mit katastrophalem Ausgang auszuschließen.

4.1. Beispiel 1: Flüssigkeitsbrände

Die US-amerikanische NFPA¹⁶ hat in umfangreichen Versuchen herausgefunden, dass die kritische (= minimalste) Aufgaberate von Schwerschäum zum Löschen eines Brandes unpolarer Flüssigkeiten 0,1 gal/min*ft² und für polare Flüssigkeiten das Doppelte beträgt. Umgerechnet auf SI-Einheiten sind das:

Brände unpolarer Flüssigkeiten → 4,07460954 ltr/min*m²

Brände polarer Flüssigkeiten → 8,14921908 ltr/min*m²

Zur Ermittlung des Schaumbedarfs benötigt man nun noch die Fläche des größten Brandereignisses, welches realistisch vorkommen kann (z. B. Tankzughavarie - ~ 300-400 m²), die Aufgabedauer und die Zumischrate des Schaumlöschmittels. Dann kann die Menge an Löschmittelkonzentrat wie folgt berechnet werden:

$$M_{\text{LSM}} = \text{KAR} * \text{F} * \text{ZR} * \text{t}$$

M_{LSM} = Menge Löschschaummittel; **KAR** = kritische Aufgaberate; **F** = Fläche; **t** = Aufgabedauer und **ZR** = Zumischrate

Wenn also für eine Tankzughavarie mit unpolaren brennbaren Flüssigkeiten gerechnet würde, wäre die minimalste Aufgaberate vereinfacht 4 ltr/min*m², die zu berücksichtigende Fläche 400 m², die Schaumabgabedauer 15 min. Damit lässt sich die Formel zusammenfassen:

Das heißt, für ein mit 3 % Volumen (ZR = 0,03) zuzumischendes Schaumlöschmittel benötigt man 720 Liter Konzentrat - entsprechend für andere Zumischraten.

¹⁶ National Fire Protection Association, eine gemeinnützige Gesellschaft handelt, die seit 1896 im Brandschutz aktiv ist und ein Regelwerk zum Brandschutz herausgibt

In der – für mobile Anwendungen sicherlich fachfremden - Europäischen Norm für Löschanlagen¹⁷ findet sich eine ähnliche Formel, was das zugrundeliegende Konzept bestätigt. Darin finden sich aber vor allem auch Korrekturen, die z. B. Aufgabebzeiten vorgeben oder die Löschleistung des Schaumlöschmittels mit einbeziehen:

$$M_{\text{LSM}} = 4 * 400 * 15 * \text{ZR}$$
$$M_{\text{LSM}} = 24.000 * \text{ZR}$$

Danach wäre beispielsweise der Faktor für Schwerschaum auf Lachenbränden nicht polarer Flüssigkeiten = 1, für Schaumlöschmittel der Leistungsstufen IA und -B bzw. IIA und -B gemäß DIN EN 1568¹⁸. Für alle anderen Löschleistungsstufen erhöht sich der Faktor auf bis zu 1,75 (bei Leistungsstufe IIIC und -D).

Da z. B. die Leistungsstufe 3C für Mehrbereich-Schaumlöschmittel durchaus typisch ist, wäre für diesen Löschmitteltyp bereits das 1,75-fache der oben berechneten Menge als Mindestmenge¹⁹ erforderlich - in unserem Beispiel also bereits 1.260 Liter Schaumlöschmittel! Testergebnisse deuten für die Applikationsrate von MBS auf unpolaren Flüssigkeiten allerdings 8-12 ltr/min*m² an, was einem Faktor 2-2,5 entspricht.

Es ist mithin grundsätzlich sinnvoll - bei Risikoszenarien mit Chemikalien sogar dringend zu empfehlen - im Zweifelsfall mit dem Hersteller des Schaumlöschmittels Versuche zur Ermittlung einer Aufgaberate auf dem kritischsten zu erwartenden Brandstoff zu machen, die dann als KAR-Wert in o. g. Gleichung eingesetzt wird.

4.2.Beispiel 2: Feststoffbrände

Bei brennenden Feststoffen ist die Sachlage sogar noch etwas komplizierter, da es noch weniger Tabellenwerke oder Normen gibt, aus denen sich eine Berechnungsgrundlage ableiten ließe. Gleichzeitig stellen Feststoffbrände die Mehrheit der Brandereignisse im kommunalen Bereich: Gebäude- bzw. Wohnungsbrände, Brände von Abfallbehandlungszentren, Reifenlager, Logistikzentren, Baumärkten, landwirtschaftlichen Lagern, Fahrzeugbrände, Waldbrände etc. Gleichzeitig ist der

¹⁷ DIN EN 13565: 2009; Korrekturfaktoren für Schaummittellöschleistung ebenda in Tabelle 2a (unpolare Flüssigkeiten) und 2b (polare Flüssigkeiten); für Lachenbrandobjekte in Tabelle 5

¹⁸ Die DIN EN 1568 prüft die Eigenschaften von Schaumlöschmitteln und ermittelt u.a. eine Leistungsstufe für das Löschen (angegeben durch eine Zahl von 1-3) und eine für die Rückbrandbeständigkeit (angegeben durch einen Buchstaben A-D) wobei 1A die höchste Leistung und 3D die niedrigste beschreiben.

¹⁹ Mindestmenge heißt zunächst: keine Sicherheitsmarge! D.h., diese Menge muss weiter erhöht werden, um beispielsweise Fehlerkorrekturen für Schaumverlust durch Abdrift, ungenaue Aufgabe, etc. abzubilden.

Bedarf an Löschmittel (Schaum oder Netzmittel) i.d.R. deutlich größer und stellt somit wesentlich höhere logistische Ansprüche.

Vorteilhaft wiederum ist, dass das Brandverhalten von Feststoffen zwar ähnlich unterschiedlich sein kann, wie das bei Flüssigkeiten der Fall ist, jedoch fallen die Wechselwirkungen mit Schaumlöschmitteln erheblich geringer aus und vor allem sind die Abbrandraten in der Regel ebenfalls geringer. Dies bedeutet eine höhere Fehlertoleranz bei der Schaumlöschmittelauswahl bei gleichzeitig längeren Reaktionszeiten.

Bei der Auswahl des Löschmittels können neben Löschmittelherstellern auch andere Wehren weiterhelfen, für die Ermittlung der Menge besonders letztgenannte, bzw. einschlägige Sachverständige.





5. Zusammenfassung

Grundsätzlich ist der Einsatz von AFFF/-AR bei kommunalen Feuerwehren nicht erforderlich. Durch die vorhandenen fluorfreien Löschmitteltypen MBS und Class-A kann die überwiegende Mehrheit der üblichen Schadenslagen sicher abgebildet werden.

Bei kritischeren Einsätzen, z. B. auf Transportwegen (Tankzughavarie) können die leistungsfähigeren F3-Löschmittel eingesetzt werden.

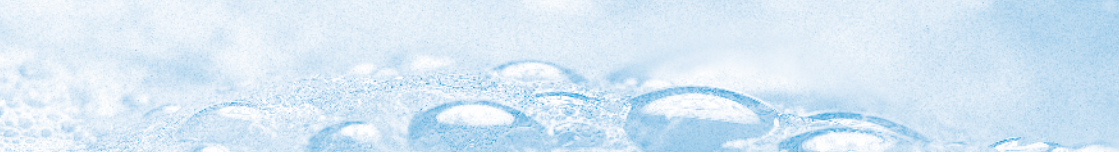
Wenn AFFF/-AR verwendet werden, muss der Einsatz durch eine dezidierte Analyse der Gefahrenlage sowie durch eine ausführliche Bedarfs- und Entwicklungsplanung begründet sein. Überdies darf die Verwendung nur unter Beachtung geeigneter Sicherungsmaßnahmen, zum größtmöglichen Schutz vor Austritt des Löschmittels in die Umwelt, erfolgen.

Checkliste: Beschaffung von Schaumlöschmitteln

Prüfung	Ja	Nein
Ist das Löschmittel für die Brandklasse A geeignet?		
Ist der Löschmittelzusatz für die Brandklasse B (unpolar) geeignet?		
Ist der Löschmittelzusatz für die Brandklasse B (polar) geeignet?		
Liegt die vollständige Dokumentation in Muttersprache, bestehend aus Sicherheitsdatenblatt, Produktdatenblatt und Umweltdatenblatt, vor?		
Liegt von einem akkreditierten Prüfinstitut die Typprüfungsbescheinigung gemäß DIN EN 1568-1 (Mittelschaum) für den Einsatz auf unpolaren Flüssigkeitsbränden inkl. Löschleistungsstufe (Rating) vor?		
Liegt von einem akkreditierten Prüfinstitut die Typprüfungsbescheinigung gemäß DIN EN 1568-2 (Leichtschaum) für den Einsatz auf unpolaren Flüssigkeitsbränden inkl. Löschleistungsstufe (Rating) vor?		
Liegt von einem akkreditierten Prüfinstitut die Typprüfungsbescheinigung gemäß DIN EN 1568-3 (Schwerschaum) für den Einsatz auf unpolaren Flüssigkeitsbränden inkl. Löschleistungsstufe (Rating) vor?		
Liegt von einem akkreditierten Prüfinstitut die Typprüfungsbescheinigung gemäß DIN EN 1568-4 (Schwerschaum) für den Einsatz auf polaren Flüssigkeitsbränden inkl. Löschleistungsstufe (Rating) vor?		
Liegt ein Test der Netzfähigkeit gemäß DIN EN 1772 für die Eignung als Netzmittel vor?		
Ist der Löschmittelzusatz frostbeständig?		
Besteht eine Konformität und Kompatibilität zwischen Löschmittelzusatz und Zumischeinrichtung		
- in Bezug auf die Zumischrate?		
- in Bezug auf die Materialverträglichkeit?		
- in Bezug auf das einzusetzende Löschwasser?		

Prüfung	Ja	Nein
Liegt die Bestätigung der Gewährleistungsübernahme für mindestens 5 Jahre vor?		
Bietet der Lieferant auch Routinemusteruntersuchungen von Schaumlöschmitteln an?		
Bietet der Lieferant einen 24h-Notfallservice für Nachlieferungen bei Havarie oder Fehlauslösung?		
Besteht ein Notfall-Depot im Umkreis von 150 km?		
Ist die Qualität des Löschmittelzusatzes gleichbleibend und durch eine ISO-9001-Zertifizierung gesichert?		
Hat sich der Löschmittelzusatz schon bei mindestens 5 Bränden bewährt und bietet der Lieferant eine Referenzliste?		
Ist der Löschmittelzusatz biologisch abbaubar und liegen die Abbauwerte BSB/CSB als Abbaukurve vor?		
Ist der Löschmittelzusatz zum Üben und Erproben geeignet, ohne eine zusätzliche Löschwasserrückhaltung zu betreiben?		





Notizen

Impressum

Herausgeber:

Fabrik chemischer Präparate von Dr. Richard Sthamer GmbH & Co. KG,
Liebigstraße 5, 22113 Hamburg, www.sthamer.com, info@sthamer.com

Redaktion:

Oswald Sthamer, Martin Gorski

Grafikdesign:

Helmut Höpfner GmbH, Hamburg

Druck:

MPW Media-Print Witt GmbH

Alle Rechte — auch die der auszugsweisen Wiedergabe — vorbehalten.
Der Herausgeber hat das Werk mit Sorgfalt zusammengestellt.
Für etwaige sachliche oder drucktechnische Fehler kann jedoch
keine Haftung übernommen werden.

© Fabrik chemischer Präparate von Dr. Richard Sthamer GmbH & Co. KG,
Hamburg 2017

Bild- und Grafiknachweis:

Fotolia, Gorski, Konjer, Lentner GmbH, Ratzer, Schenke, Schneider,
Stubenrauch, Truckenmüller

3. Auflage, 07/2017



Notfallservice rund um die Uhr!

Unser 24 Stunden-Notfallservice garantiert schnelle Lieferung bei Notfällen. Werden die Schaumlöschmittel-Bestände im Einsatzfall knapp oder müssen kurzfristig ergänzt werden, erreichen Sie uns unter der Rufnummer:

+49 (0)40 / 73 61 68-0



Dr. STHAMER HAMBURG

Liebigstraße 5 · 22113 Hamburg/Germany
Telefon +49 (0)40 73 61 68-0 · Telefax +49 (0)40 73 61 68-60
info@sthamer.com · www.sthamer.com