



Löschmittel – Löschverfahren



5.002 Fachinformation für die Feuerwehren Bayerns

Löschmittel – Löschverfahren

Zielsetzung der Fachinformation

Die Fachinformation gibt einen Überblick über die gängigen Löschmittel und Löschverfahren im Bereich der Feuerwehr.

Anmerkung:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in den Merkblättern der Staatlichen Feuerweherschulen auf eine geschlechtsneutrale Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

Inhaltsverzeichnis

1. DIE BRANDKLASSEN	6
2. LÖSCHMITTEL WASSER.....	7
2.1 Eigenschaften	7
2.2 Wasser mit Löschmittelzusätzen	7
2.3 Wasserlöschverfahren	8
2.4 Einsatzgrenzen von Wasser	14
3. LÖSCHSCHAUM.....	17
3.1 Eigenschaften von Löschschaum	17
3.2 Schaumlöschverfahren	18
3.3 Schaummittel.....	26
4. LÖSCHGASE.....	33
4.1 Kohlendioxid (Kohlenstoffdioxid).....	33
4.2 Stickstoff.....	34
4.3 Argon	35
4.4 Inergen	35
5. LÖSCHPULVER	36
5.1 BC-Löschpulver	36
5.2 ABC-Löschpulver.....	37
5.3 D-Löschpulver	38
6. SONSTIGE LÖSCHMITTEL.....	39
6.1 Sand / Hohlglasgranulate	39
6.2 Kochsalz	40
6.3 Sonstige Behelfslöschmittel	40
ANLAGEN	41

1. DIE BRANDKLASSEN

Löschmittel sind Stoffe, die bei fachgerechter Anwendung geeignet sind, ein Feuer zu löschen. Der Verbrennungsvorgang wird hierbei durch eine Löschwirkung unterbrochen. Die Voraussetzungen, unter denen eine Verbrennung stattfinden kann und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten, einen Verbrennungsvorgang zu beenden, werden in der Fachinformation „Brennen und Löschen“ ausführlich dargestellt.

Bedingt durch die physikalischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen brennbaren Stoffe und der Löschmittel ist nicht jedes Löschverfahren für jeden brennbaren Stoff geeignet. Damit Löschmittel ihren Anwendungsbereichen zugeordnet werden können, wurden Brandklassen festgelegt. Eine Brandklasse kennzeichnet eine Gruppe brennbarer Stoffe, der bestimmte Löschmittel als geeignet zugeordnet werden. Brandklassen sind insbesondere für die Kennzeichnung des Anwendungsbereiches der tragbaren Feuerlöscher von Bedeutung.

Nach DIN EN 2 werden sie wie folgt unterschieden:



Brandklasse A: Brände fester Stoffe, hauptsächlich organischer Natur, die normalerweise unter Glutbildung verbrennen



Brandklasse B: Brände von flüssigen oder flüssig werdenden Stoffen



Brandklasse C: Brände von Gasen



Brandklasse D: Brände von Metallen



Brandklasse F: Brände von Speiseölen / -fetten (pflanzliche oder tierische Öle und Fette) in Frittier- und Fettbackgeräten und anderen Kücheneinrichtungen und -geräten

Tragbare Feuerlöscher, die für bestimmte Brandklasse(n) zugelassen sind, werden mit entsprechenden bildlichen Darstellungen gekennzeichnet.

2. LÖSCHMITTEL WASSER

2.1 Eigenschaften

Wasser ist ein ungiftiges und umweltfreundliches Löschmittel, das durch seine vielfältigen Verwendungen im alltäglichen Leben als Trinkwasser, Brauchwasser und als Prozesswasser für technische Zwecke durch die vorhandene Infrastruktur meist in ausreichender Menge verfügbar ist oder bei Bedarf mit den technischen Mitteln der Feuerwehr in größeren Mengen auch über weite Strecken transportiert bzw. gefördert werden kann.

Mit 100 °C (bei 1013 mbar) liegt der Siedepunkt von Wasser (chemische Formel: H_2O) ungewöhnlich hoch für ein Molekül dieser Größe, was auf die Anordnung der Atome im Wassermolekül zurückzuführen ist. Aus diesem Grund hat Wasser mit einer spezifischen Wärmekapazität von 4,19 kJ/(kg · K) und einer Verdampfungswärme von 2252 kJ/kg ein außergewöhnlich hohes Wärmeaufnahmevermögen. Wasser ist damit ein ideales Löschmittel, um brennbare Stoffe und ihre Umgebung zu kühlen. Die abkühlende Löschwirkung von Wasser wird insbesondere bei Bränden der Brandklasse A angewendet. Die Kühlwirkung des Wassers hängt von seiner Verteilung ab (Größe der Wassertröpfchen) und ist bei Sprühstrahl besser als bei Vollstrahl.

Reines Wasser ist elektrisch nicht leitend. Löschwasser ist aufgrund gelöster Verunreinigungen und im Wasser enthaltener Salze jedoch immer elektrisch leitfähig.

2.2 Wasser mit Löschmittelzusätzen

Für bestimmte Einsatzbereiche kann die Löschwirkung von Wasser durch Löschmittelzusätze verbessert werden:

- Dies können Salze mit flammenhemmender Wirkung sein, die dem Löschwasser für die Bekämpfung von Waldbränden aus der Luft beigemischt werden.
- Verdickungsmittel (Gelbildner) werden gelegentlich eingesetzt, um ein besseres Anhaften des Löschwassers am Brandgut und damit einen länger anhaltenden Kühleffekt zu erzielen, können aber zu Problemen beim Wasserfluss in der Strahlrohrstrecke führen. Löschmittelzusätze dieser Art sind bei öffentlichen Feuerwehren in Deutschland kaum gebräuchlich.
- Deutlich häufiger kommen Netzmittelzusätze (Tenside) zum Einsatz, die dem Wasser in geringer Menge (0,1 – 0,3 %) zugesetzt werden, um die Oberflächenspannung des Wassers zu reduzieren und ein besseres Eindringen des Wassers in die Poren des Brandgutes, besonders

bei gepressten (z. B. Ballen aus Baumwolle oder Stroh) oder schlecht benetzbaren Materialien der Brandklasse A (z. B. Braunkohle) zu ermöglichen. In der Praxis werden als Netzmittel in der Regel geeignete Schaummittel eingesetzt, deshalb wird das Netzmittelverfahren im Abschnitt 3.2 (Schaumlöschverfahren) ausführlicher behandelt.

2.3 Wasserlöschverfahren

Wasser dient der Feuerwehr beim Vorgehen gegen Brände als bevorzugtes Löschmittel. Es ist gut verfügbar über Hydrantennetze, Flüsse, Seen oder Brunnen.

Durch den technisch richtigen Einsatz von Strahlrohren können die Eigenschaften von Löschwasser vielfältig genutzt werden. Dieser wird als Löschverfahren bezeichnet und auf den folgenden Seiten näher beschrieben.

Hierfür sind bei der Feuerwehr diese Löschgeräte gebräuchlich:

- Handgeführte Strahlrohre (Mehrzweck-, Hohlstrahlrohre)
- Wasserwerfer
- Löschlanzen, Fognail
- Hochdrucklöschgeräte
- Tragbare Kleinlöschgeräte

Bei der Brandbekämpfung mit Strahlrohren und Wasserwerfern unterscheidet man zwischen einer Wasserabgabe mit Vollstrahl und Sprühstrahl.

Beim Löschen mit Sprühstrahl kommt die abkühlende Wirkung des Wassers besonders gut zur Entfaltung. Durch die feine Verteilung (kleine Wassertröpfchen) ist die Oberfläche beim Sprühstrahl bei gleicher Wassermenge um ein Vielfaches größer als beim Vollstrahl. Die Voraussetzung zum Verdampfen und damit der Wirkungsgrad des Sprühstrahles ist deswegen wesentlich besser als beim Vollstrahl. Gleichzeitig wird der Wasserschaden minimiert.

Vollstrahl wird meist dann verwendet, wenn größere Wurfweiten, in der Regel im Außenangriff, erreicht werden müssen. Eine Wasserabgabe mit Vollstrahl kann auch dann sinnvoll sein, wenn durch die höhere Durchschlagskraft des Vollstrahls eine größere Eindringtiefe des Wassers in das Brandgut erreicht wird, um tieferliegende Glutschichten zu erreichen. Bei fein verteilten brennbaren Stoffen (z. B. Holzstaub, Mehl) darf kein Vollstrahl angewendet werden, um ein Aufwirbeln des Staubes und die damit verbundene Gefahr einer Staubexplosion zu vermeiden.

2.3.1 Mehrzweckstrahlrohre

Genormte Mehrzweckstrahlrohre der Größen B, C und D sind bei der Feuerwehr seit vielen Jahrzehnten nahezu unverändert im Einsatz. Mit Mehrzweckstrahlrohren kann das Wasser als Vollstrahl oder als Sprühstrahl abgegeben werden, wobei die Strahlaufweitung beim Sprühstrahl nicht verändert werden kann. Durch eine Wasserabgabe mit oder ohne Mundstück sind für jede Strahlrohrgröße zwei verschiedene Wasserdurchflussmengen realisierbar.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht (Faustwerte) über die Durchflussmengen und Wurfweiten von Mehrzweckstrahlrohren:

Mehrzweckstrahlrohr	Mundstück	Innen-Ø Durchflussmenge		Wurfweite
DM	mit	4 mm	ca. 25 l / min	
	ohne	6 mm	ca. 50 l / min	
CM	mit	9 mm	ca. 100 l / min	ca. 15 m
	ohne	12 mm	ca. 200 l / min	ca. 20 m
BM	mit	16 mm	ca. 400 l / min	ca. 25 m
	ohne	22 mm	ca. 800 l / min	ca. 30 m

Tabelle 1

Erläuterung:
Druckschlauchgrößen D, C, B
Das M in der Bezeichnung steht dabei für **Mehrzweckstrahlrohr**.



Abb. 1

BM-, CM- und DM-Strahlrohr

Bei einer Wasserabgabe im Bereich elektrischer Anlagen sind für Voll- und Sprühstrahl jeweils unterschiedliche Sicherheitsabstände zu beachten. Tabelle 2 gibt die bei Löscharbeiten mit einem CM-Strahlrohr (5 bar Strahlrohrdruck) einzuhaltenden Mindestabstände zu elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0132 an:

Tabelle 2

Strahlrohrabstände
nach DIN VDE 0132

	Sprühstrahl	Vollstrahl
Niederspannung bis 1.000 V	1 m	5 m
Hochspannung über 1.000 V	5 m	10 m

Insbesondere bei der Brandbekämpfung im Innenangriff wurden die Mehrzweckstrahlrohre weitgehend durch Hohlstrahlrohre (Abschnitt 2.3.2) verdrängt.

2.3.2 Hohlstrahlrohre

Im Innenangriff setzen Einsatzkräfte Hohlstrahlrohre mit einer C-Storz-Kupplung ein. Meist gibt es bei Hohlstrahlrohren einen Volumenstromregler mit dem die Durchflussmenge in Stufen geregelt werden kann. Abhängig vom Hersteller liegt die maximale Durchflussmenge zwischen 130 und 500 Liter pro Minute. Durch eine besondere Technik ist das Tröpfchenbild bei Hohlstrahlrohren besser als bei Mehrzweckstrahlrohren. Dieser Vorteil ist beim Lösch-erfolg durch das feinere Tröpfchenbild feststellbar.



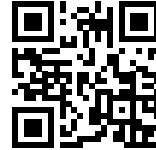
Abb. 2

Hohlstrahlrohr

Unabhängig von der Durchflussmenge stellt die Einsatzkraft am Strahlformsteller das Sprühbild ein. Dieses Sprühbild ist stufenlos von Vollstrahl, bis zu einem weiten Sprühstrahl regelbar. Mehrzweckstrahlrohre bieten den Einsatzkräften nicht diese Möglichkeiten. Dadurch sind Hohlstrahlrohre im Innenangriff effektiver. Sie bieten den besseren Schutz bei Rauchgasdurchzündungen und bei der Rauchgaskühlung.

Die Tabelle 2 zeigt die Sicherheitsabstände für Hohlstrahlrohre im Niederspannungsbereich bis 1000 Volt. Zum Löschen im Hochspannungsbereich über 1000 Volt gelten für Hohlstrahlrohre andere Vorgaben (siehe Anlage 2).

**Hinweis: siehe auch Fachinformation
„Atenschutzgeräteträger“**



<https://t1p.de/tq0o>

Kosten
abhängig vom
Netzbetreiber

2.3.3 Wasserwerfer

Wasserwerfer werden bei der Feuerwehr als tragbare Wasserwerfer, Anhänger-Wasserwerfer, Dachwerfer auf (Tank-)Löschfahrzeugen und als Wenderohre auf Drehleitern eingesetzt. Wasserwerfer kommen zum Einsatz, wenn große Wurfweiten und/oder hohe Löschwassermengen erforderlich sind, z. B. bei Großbränden im industriellen Bereich. Wasserwerfer werden insbesondere dann (unbemannt) eingesetzt, wenn aufgrund der Gefahrenlage, z. B. zum Kühlen eines brandbeaufschlagten Flüssiggastanks, ein Aufenthalt im Gefahrenbereich nicht möglich ist.



Abb. 3

tragbarer
Wasserwerfer
im Einsatz

2.3.4 Löschlanzen, Fognail (Löschnagel)

Löschlanzen werden bei der Feuerwehr vorwiegend bei Bränden in Heustöcken eingesetzt, um Wasser an schwer zugängliche Glutnester tief im Inneren des Heus zu bringen.

Abb. 4

Löschlanze



Für schwer zugängliche Brände gibt es das Fognail. Es besteht aus einer spitzen Düse zur Abgabe von einem zerstäubten Wasserstrahl und einer D-Storz-Kupplung zur Wasserversorgung. Zur Ausstattung von einem Fognail gehört ein spezieller Hammer. Damit schlägt die Einsatzkraft ein kleines Loch in Wände oder Türblätter. Die Einsatzkraft führt das Fognail in das Loch ein und öffnet den Absperrhahn. Das eingesprühte Wasser senkt die Temperatur im Brandraum und ermöglicht eine gefahrlose Brandbekämpfung. Dehnfugenbrände und Moorbrände lassen sich ebenfalls gut mit einem Fognail bekämpfen. Die Bauform erlaubt das Einbringen der Spitze selbst in kleinste Öffnungen oder in den Boden.

Abb. 5

Fognail



2.3.5 Hochdrucklöschanlagen

Hochdrucklöschanlagen wurden dazu entwickelt, einen sehr feinen Sprühstrahl zu erzeugen. Die feine Zerstäubung des Wasserstrahls minimiert den Wassereinsatz und damit den Wasserschaden. Gleichzeitig soll das Vorrücken der Trupps dadurch erleichtert werden, dass bei Hochdrucklöschverfahren kleinere Schlauchdurchmesser möglich sind. Hochdrucklöschanlagen haben sich hierzulande jedoch nicht flächendeckend durchgesetzt.

Im skandinavischen Raum werden Hochdrucklöschsysteme eingesetzt, bei denen durch einen scharfen Wasserstrahl zunächst eine Öffnung in den Brandraum geschnitten wird, um dann wie mit einem Fognail zunächst von außerhalb löschen zu können. Diese Hochdruckschneidsysteme finden hierzulande auch bei Werkfeuerwehren Anwendung, jedoch vorwiegend um unter explosionsgeschützten Bedingungen Öffnungen in havarierte Gefahrstoffbehälter zu schneiden.

2.3.6 Tragbare Kleinlöschgeräte

Tragbare Kleinlöschgeräte gehören zu den Löschgeräten mit einem geringen Löschvermögen, die vorwiegend bei Entstehungs- oder Kleinbränden eingesetzt werden. Typische Vertreter dieser Gerätekategorie sind beispielsweise tragbare Feuerlöscher oder Kübelspritzen.

Bei der Bekämpfung von Bränden der Brandklasse A dient bei diesen Gerätschaften Wasser als Löschmittel. Dieses hat den Vorteil, dass es im Brandfall wesentlich geringere Folgeschäden als andere Löschmittel hinterlässt.

2.3.7 Stationäre Löschanlagen

Bei Sprinkleranlagen, Berieselungs- und Sprühwasserlöschanlagen kommt Wasser als Löschmittel zum Einsatz. Sprinkleranlagen lösen erst nach Temperaturbeaufschlagung aus. Hohe Temperaturen bringen die Schutzgläser der Düsen zum Bersten. Das Wasser tritt anschließend in einem begrenzten Bereich aus und löscht den Brand.

Berieselungs- oder Sprühwasserlöschanlagen werden von Hand oder durch automatische Melder ausgelöst. Bei diesen Anlagen öffnen alle Düsen gleichzeitig. Diese Anlagen sind zum Beispiel im Theater als "Eisener Vorhang" oder bei Lagertanks sind diese Anlagen zu finden.

Zu den stationären Löschanlagen zählen ebenfalls die Wandhydranten. Es gibt sie in zwei Ausführungen, den Typ S (Selbsthilfe) und die Ausführung F (Feuerwehr). Bei der Ausführung S ist mit einem fest angeschlossener Schlauch mit einer Düse ausgestattet. Jeder Laie kann damit einen Löschversuch durchführen. Am Typ F ist ein Schlauch mit einer C-Storz-Kupplung befestigt. Die Feuerwehr kann im Brandfall den Wandhydranten auch mit eigenem Schlauchmaterial nutzen.



Abb. 6 und 7
Sprinklerdüsen

2.4 Einsatzgrenzen von Wasser

Bei den im Folgenden beschriebenen Fällen kann Wasser als Löschmittel nicht oder nur sehr eingeschränkt und unter besonderer Vorsicht eingesetzt werden.

2.4.1 Brennbare Flüssigkeiten

Brennbare Flüssigkeiten, die mit Wasser nicht mischbar sind (Brandklasse B), sind bis auf wenige Ausnahmen leichter als Wasser. Löschwasser sinkt daher in diesen Flüssigkeiten zu Boden, ohne eine nennenswerte Löschwirkung auf die Flammen zu haben. Löschversuche mit Wasser können zu einer Ausbreitung des Brandes führen, wenn der Behälter mit der brennenden Flüssigkeit durch den Wassereintrag überläuft und die brennende Flüssigkeit sich weiter ausbreiten kann.

Besondere Vorsicht ist bei brennenden Flüssigkeiten erforderlich, deren Flammpunkt oberhalb von 100 °C liegt. Dazu zählen Speiseöle und -fette (Brandklasse F), Wachse, Teer bzw. Bitumen. Bei Löschversuchen mit Wasser verdampft das in der Flüssigkeit absinkende Wasser in der über 100 °C heißen Flüssigkeit explosionsartig und schleudert die brennende Flüssigkeit in einer Stichflamme aus dem Gefäß (Fettexplosion).

Brände der Brandklasse B können mit Schaum, (A)BC-Löschpulver und Kohlendioxidlöschern wirksam bekämpft werden. Für die Brandklasse F sind spezielle Fettbrandlöscher (Schaumlöscher) erhältlich, mit denen Fettbrände im Küchenbereich sicher bekämpft werden können.

2.4.2 Brände von Metallen und Koks

Bei Metallbränden (Brandklasse D) kommt es zu sehr hohen Verbrennungstemperaturen, bei denen das Wasser sehr heftig mit dem brennenden Metall unter Abspaltung von brennbarem Wasserstoff (H_2) zum Metalloxid reagiert. Es besteht die Gefahr von Knallgasexplosion. Größere Metallbrände müssen daher mit Metallbrandpulver oder Behelfslöschmitteln (möglichst trockenem Sand) gelöscht werden.

In modernen PKWs werden zur Gewichtseinsparung häufig Leichtmetalle und deren Legierungen verwendet, die bei einem PKW-Brand zu einem Metallbrand führen können. In den meisten Fällen können die betroffenen Fahrzeuge jedoch unter dem nötigen Abstand mit den üblichen Löschmitteln (Wasser oder Schaum) erfolgreich gelöscht werden.

Seltener kommen Brände von Koks vor, die auch bei sehr hohen Temperaturen ablaufen.

2.4.3 Mit Wasser gefährlich reagierende Stoffe

Alkalimetalle (z. B. Natrium, Na), Carbid (z. B. Calciumcarbid, CaC_2) und verschiedene andere chemische Stoffe reagieren mit Wasser schon bei niedrigen Temperaturen unter Bildung brennbarer Gase. Diese Gase sind gefährlich und können zu Explosionen führen.

Ungelöschter Kalk (Calciumoxid, CaO) entwickelt im Kontakt mit Wasser in einer heftigen Reaktion sehr hohe Temperaturen, die zu einem Brand führen können.

2.4.4 Bildung von Wasserdampf

Das Energieaufnahmevermögen des Wassers bis zu seiner Verdampfung stellt die Hauptlöschwirkung von Wasser dar (Kühleffekt). Aus einem Liter Löschwasser entstehen ca. 1.700 l Wasserdampf bei 100 °C. Bei höheren Temperaturen dehnt sich der Dampf, wie jedes Gas, noch weiter aus. Durch diese Volumenausdehnung entsteht in Brandräumen eine Verbrühungsgefahr durch heißen Dampf, vor der sich die vorgehenden Trupps nur mit einer vollständig geschlossenen Schutzkleidung schützen können.

Aus diesem Grund dürfen z. B. Kaminbrände niemals mit Wasser gelöscht werden, da Einsatzkräfte durch explosionsartig entweichenden Wasserdampf (Volumenausdehnung) gefährdet werden können und der Kamin durch den Druckanstieg im Extremfall bersten kann.

Durch gezielten Wassereinsatz können jedoch heiße Rauchgase soweit abgekühlt werden, dass die daraus resultierende Volumenverkleinerung der Rauchgase die Volumenvergrößerung durch den Wasserdampf weitgehend kompensiert (z. B. bei der Rauchgaskühlung im Brandraum).

2.4.5 Gewicht und Quellungswirkung von Wasser

Durch das Einbringen großer Mengen an Löschwasser kann die Statik eines Gebäudes versagen, insbesondere wenn Baustoffe, Bauteile und Lagergüter vorhanden sind, die durch Wasseraufnahme an Gewicht zunehmen können.

Quellfähige Lagergüter wie Getreide oder Hülsenfrüchte können sich durch Wasseraufnahme ausdehnen und z. B. zum Bersten eines Silos führen.

2.4.6 Gefrierendes Löschwasser

Der Gefrierpunkt von Wasser bei 0 °C führt im Winter zu verschiedenen Problemen an der Einsatzstelle. Gewässer, Saugstellen und Hydranten(deckel) können zufrieren. Auf dem Boden gefrierendes Löschwasser führt zu Rutschgefahren für Personen und Fahrzeuge. Stehendes Löschwasser kann in Schläuchen und Armaturen gefrieren, wobei sich das Wasser beim Erstarren um ca. 10 % ausdehnt (Anomalie des Wassers), so dass Armaturen gesprengt werden können.

3. LÖSCHSCHAUM

Hinweis: Ausführliche Informationen zum Einsatz von Löschschaum sind im Leitfaden „Umweltschonender Einsatz von Feuerlöschschäumen“ zu finden.



<https://t1p.de/kfgv>

Kosten
abhängig vom
Netzbetreiber

Schaum ist ein Löschmittel, das durch Verschäumung eines Wasser-Schaummittel-Gemisches erzeugt wird und sich aus den drei Komponenten Wasser, Schaummittel und Luft zusammensetzt.

3.1 Eigenschaften von Löschschaum

- **Verschäumungszahl**

Die Verschäumungszahl gibt an, um welchen Faktor sich das Volumen des Wasser-Schaummittel-Gemisches durch die Verschäumung vergrößert hat. Je nach Verschäumungszahl wird Schaum in folgende Arten eingeteilt:

Schwerschaum bis 20

Mittelschaum über 20 bis 200

Leichtschaum über 200

- **Dichte**

Die Dichte von Löschschaum hängt von seiner Verschäumungszahl ab. Durch seinen Luftanteil ist Schaum leichter als alle dampfbildenden Flüssigkeiten und daher gut geeignet, durch Abdecken die Freisetzung von (brennbaren) Dämpfen auf einer Flüssigkeitsoberfläche zu unterdrücken.

- **Hauptlöschwirkung**

Die Hauptlöschwirkung des Schaums beruht auf dem Ersticken durch Abdecken. Diese Eigenschaft bringt besondere Vorteile beim Löschen von Bränden der Brandklasse B. Schwerschaum hat durch seinen hohen Wasseranteil auch eine abkühlende Wirkung, die seinen Einsatz bei Bränden fester glutbildender Stoffe ermöglicht. Mit steigender Verschäumungszahl verringert sich die Kühlwirkung von Schaum (geringerer Wasseranteil).

- **Fließfähigkeit**

Die Fließfähigkeit beschreibt das Ausbreitungsverhalten des Schaumes beim Ausbringen an der Brandstelle. Die Fließfähigkeit nimmt mit zunehmender Verschäumungszahl ab.

- **Abbrandwiderstand**

Der Abbrandwiderstand beschreibt die Beständigkeit des Schaumes gegen die thermische Einwirkung des Feuers. Schwertschaum hat aufgrund seines hohen Wasseranteils einen hohen Abbrandwiderstand. Mit steigender Verschäumungszahl nimmt der Abbrandwiderstand ab.

- **Wasserhalbezeit**

Die Zeit, nach der sich die Hälfte des im Schaum enthaltenen Wasser-Schaummittelgemischs wieder als Flüssigkeit abgeschieden hat. Bei Schwer- und Mittelschaum soll diese Zeit bei mindestens 15 Minuten liegen.

- **Elektrische Leitfähigkeit**

Schaum und Schaummittel-Wassergemisch ist durch die ionischen Bestandteile des Schaummittels elektrisch leitfähig.

Der Einsatz von Schaumstrahlrohren in spannungsführenden Anlagen ist grundsätzlich nicht zulässig. (nach DIN VDE: 0132:2015-10, Ausgabe 2018-07, siehe Anlage 3).

3.2 Schaumlöschverfahren

3.2.1 Zumischverfahren

In tragbaren Kleinlöschgeräten wird das Wasser-Schaummittel-Gemisch bereits im Behälter gelagert. Diese Vormischung wird auch als Pre-mix bezeichnet. Bei allen anderen in der Feuerwehr gebräuchlichen Schaumlöschverfahren, wird das Schaummittel erst in der Förder- bzw. Strahlrohrstrecke zugemischt. Dabei wird eine definierte und möglichst konstante Zumischrate angestrebt. Die Zumischrate gibt den Volumenanteil an Schaummittel in Prozent im gebrauchsfertigen Wasser-Schaummittel-Gemisch an und ist abhängig vom verwendeten Schaummittel und dem beabsichtigten Anwendungszweck.

Die Zumischung kann durch fest im Löschfahrzeug verbaute Zumischanlagen oder durch tragbare/fahrbare Zumischanlagen bzw. Z-Zumischer erfolgen, die jeweils nach der Feuerlöschkreiselpumpe in die Schlauchstrecke eingebaut werden:

● Z-Zumischer

Als Z-Zumischer werden genormte Zumischer der Größe Z2, Z4 und Z8 für eine festgelegte Wasserdurchflussmenge von 200, 400 bzw. 800 l/min bezeichnet. Die Durchflussmenge des Zumischers muss der Durchflussmenge des daran angeschlossenen Mittel- (M2, M4, M8) oder Schwerschaumrohrs (S2, S4, S8) entsprechen.

Z-Zumischer arbeiten nach dem Injektorprinzip und saugen das Schaummittel über einen formstabilen Schlauch mit D-Kupplung an, wobei in der Regel 20 Liter-Kanister der Fahrzeugbeladung genutzt werden.



Abb. 8

Z-Zumischer

Die Zumischrate kann in der Regel im Bereich von 1–6 % eingestellt werden. Für Zumischraten $< 1\%$, die z. B. für die Herstellung von Netzwasser benötigt werden, sind geeignete Dosierventile im Handel erhältlich, die zwischen Zumischer und Ansaugschlauch eingesetzt werden.

Es sind auch Zumischer mit Feindosierung erhältlich, bei denen die Zumischrate im Bereich von 0–6 % eingestellt werden kann.

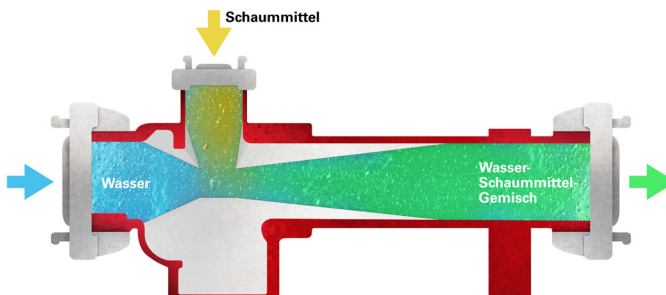


Abb. 9

Z-Zumischer
Querschnitt

Z-Zumischer funktionieren nur dann ordnungsgemäß, wenn der Gegendruck in der Schlauchleitung zum Strahlrohr kleiner als 2 bar ist. Z-Zumischer werden daher direkt in die Strahlrohrstrecke eingebaut, wobei eine möglichst kurze Leitung zum Schaumrohr angestrebt wird und Förderhöhen > 20 m hinter dem Zumischer (z. B. Abgabe über Drehleiter) zu vermeiden sind. Zudem erfolgt eine gute Zumischung nur bei einer entsprechenden Durchflussmenge (z. B. Z4 = 400 l/min). Ansonsten kann es sein, dass die angestrebte Schaumqualität nicht erzielt wird.

- **Tragbare / fahrbare Druckzumischer**

Mobile Druckzumisanlagen werden über das durchfließende Löschwasser angetrieben und haben eine einstellbare Zumischrate. Im Gegensatz zu den Z-Zumischern können Druckzumisanlagen mit einer variablen Wasserdurchflussmenge bei gleichbleibender Zumischrate betrieben werden und funktionieren auch bei Gegendruck in der Strahlrohrstrecke einwandfrei. Sie sind in der Regel für größere Durchflussmengen als Z-Zumischer ausgelegt und auf Fahrzeugen bzw. Abrollbehältern für Sonderlöschmittel verlastet.

- **Turbinenzumischer**

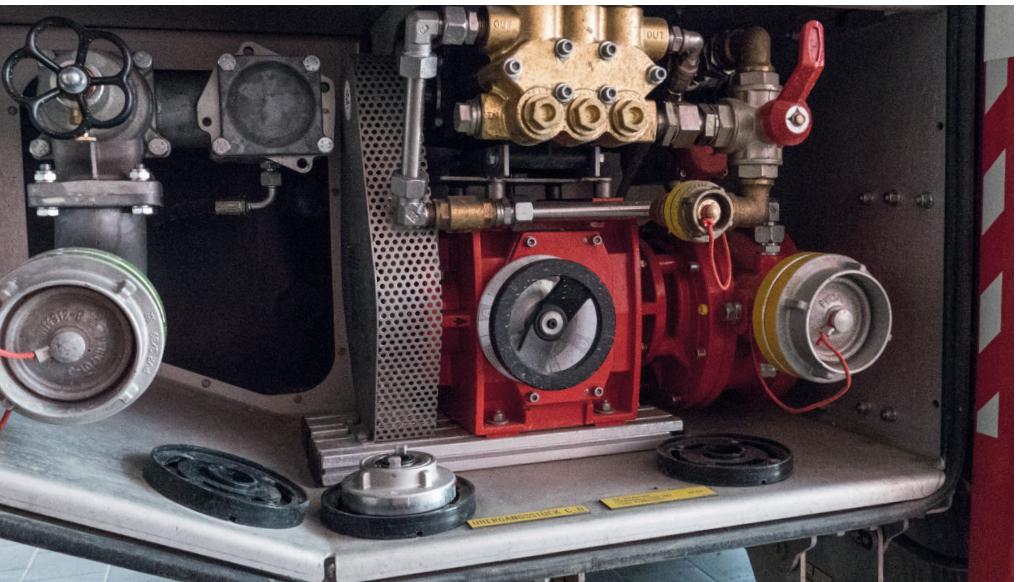
Turbinenzumischer werden wie Z-Zumischer in die Strahlrohrstrecke eingebaut und über ein Turbinenrad durch das durchströmende Löschwasser angetrieben. Aufgrund der mechanischen Förderung des Schaummittels funktionieren Turbinenzumischer auch bei Gegendruck in der Strahlrohrstrecke.

- **Im Fahrzeug fest eingebaute Druckzumisanlagen**

Löschfahrzeuge mit fest eingebautem Schaummitteltank verfügen häufig über eine eingebaute elektrisch oder mechanisch angetriebene Druckzumisanlage. Die Zumischrate ist einstellbar und unabhängig von der abgegebenen Wassermenge. Das Wasser-Schaummittel-Gemisch kann über einen oder mehrere Druckabgänge der Pumpe abgenommen werden, so dass der Zeit- und Personalaufwand für den Aufbau und Betrieb eines Z-Zumischers entfällt.

Abb. 10

FireDos
Zumisanlage



3.2.2 Schaummittel als Netzmittel

Netzwasser wird vorwiegend für die Bekämpfung von Bränden der Brandklasse A, aber auch für Fahrzeugbrände eingesetzt. Durch die Anwendung von Netzmitteln wird die Benetzung der Oberfläche des Brandguts bzw. das Eindringen des Löschwassers in tiefere Schichten des Brandguts (z. B. bei gepressten Lagergütern wie Strohballen oder Baumwolle) verbessert. Dadurch wird der Anteil des Wassers, der löschwirksam verdampft, erhöht und Wasserschäden können durch effizienteren Löschwassereinsatz minimiert werden. Der benetzende Effekt wird durch die Zumischung geringer Mengen von Schaummittel erreicht, die die Oberflächenspannung des Wassers verringern.



Abb. 11

Z-Zumischer mit
Feindosierung zum
Herstellen von
Netzmittel

Es wird Class-A-Schaummittel oder Mehrbereichsschaummittel mit einer Zumischrate $< 1\%$, typischerweise im Bereich von $0,1\text{--}0,5\%$, abhängig von Schaummitteltyp und -hersteller, eingesetzt. Das Schaummittel wird meist mit einer Druckzumischanlage im Löschfahrzeug zugemischt. Bei Verwendung eines Z-Zumischers ist ein zusätzliches Dosierventil erforderlich, das die Einstellung von Zumischraten $< 1\%$ ermöglicht. Netzwasser wird wie Löschwasser mit den üblichen Mehrzweck- oder Hohlstrahlrohren ausgebracht, eine Verschäumung mit Luft findet nicht statt. Die Löschwirkung von Netzwasser beruht somit auf dem Kühleffekt des Wassers.

3.2.3 Luftschaumrohre

Luftschaumrohre werden für die Erzeugung von Schwerschäum und Mittelschäum, hauptsächlich zur Bekämpfung von Flüssigkeitsbränden (Brandklasse B) eingesetzt. Ein Wasser-Schaummittel-Gemisch, das durch eines der beschriebenen Zumischverfahren hergestellt wurde, wird beim Ausbringen mit einem Schwer- oder Mittelschäumrohr mit der Umgebungsluft verschäumt. Die Luft wird dabei im Schäumrohr nach dem Injektorprinzip durch das Wasser-Schaummittel-Gemisch angesaugt und zu einem gleichmäßigen Luftschäum verwirbelt. Bei Mittelschäumrohren wird das Wasser-Schaummittel-Gemisch auf ein Prallsieb (Veredlersieb) gesprüht und beim Durchgang durch das Sieb mit der angesaugten Luft verschäumt.



Abb. 12
Kombinations-
schäumrohr

Genormte Luftschäumrohre gibt es für Schwerschäum mit den Durchflussmengen 200, 400 und 800 l/min (Bezeichnung S2, S4, S8), für Mittelschäum mit den Durchflussmengen 200, 400 und 800 l/min (Bezeichnung M2, M4, M8) und als Kombi-Schäumrohre, die wahlweise Schwer- oder Mittelschäum erzeugen können, mit den Durchflussmengen 200 und 400 l/min (S2/M2 und S4/M4).

Tabelle 3
Leistung von
Luftschäumrohren

Typ	Verschäumung		Volumenstrom des Wasser-Schaummittel-Gemischs in l/min	Effektive Reichweite in m
S 1	Schwer-schäum	4 bis < 20	100	9
S 2			200	12
S 4			400	20
S 8			800	25
M 0,5	Mittel-schäum	20 bis < 200	50	3
M 1			100	4
M 2			200	7
M 4			400	8
M 8			800	12

● Schwerschaum

Mit Schwerschaumrohren können Verschäumungszahlen im Bereich von 5–20 erzielt werden. Die Wurfweite ist abhängig von der Durchflussmenge des Schaumrohrs und liegt im Bereich von ca. 12 m (S2) bis ca. 25 m (S8). Schwerschaum hat eine gute Fließfähigkeit und aufgrund seines hohen Wassergehalts eine kühlende Löschwirkung sowie einen hohen Abbrandwiderstand. Wegen der relativ hohen Wurfweite und des guten Abbrandwiderstandes eignet sich Schwerschaum besonders für die Bekämpfung größerer Flüssigkeitsbrände. Das Aufbringen auf die Brandstelle kann dabei durch Abregnen, Aufschieben oder durch Abprallen und Abfließen, z. B. von einer Tankinnenwand auf das Brandgut, erfolgen.



Abb. 13

Schwerschaum
im Einsatz

● Mittelschaum

Die Verschäumungszahl von genormten Mittelschaumrohren liegt typischerweise im Bereich von 40–50. Die Wurfweite von Mittelschaumrohren ist mit 7 m (M2) bis 12 m (M8) deutlich niedriger als bei Schwerschaumrohren. Aufgrund des niedrigeren Wassergehalts ist der Abbrandwiderstand von Mittelschaum niedriger und die Löschwirkung beruht nahezu ausschließlich auf dem erstickenden Effekt. Wegen der geringeren Wurfweite und des geringeren Abbrandwiderstandes eignet sich Mittelschaum eher für die schützende Beschäumung von ausgelaufenen Gefahrstoffen, um eine Freisetzung von brennbaren oder ätzenden bzw. giftigen Dämpfen zu unterdrücken.

Es sind auch Mittelschaumrohre für erhöhte Wurfweiten (M2W, M4W, M8W) genormt. Die Wurfweiten dieser Mittelschaumrohre sind vergleichbar mit denen von Schwerschaumrohren, die erreichbaren Verschäumungszahlen sind jedoch niedriger.

Zusätzlich sind auf dem Markt Luftschaumrohre für Schwer- oder Mittelschaum erhältlich, bei denen die Zumischung direkt am Schaumrohr erfolgt und das Schaummittel in einem Kunststoffbehälter direkt am Strahlrohr mitgeführt wird, so dass sie auch an Schnellangriffseinrichtungen von Löschfahrzeugen betrieben werden können. Diese Schaumrohre werden oft als Schaumpistole bezeichnet und eignen sich aufgrund ihrer geringeren Durchflussmenge für Klein- und PKW-Brände. Größere Mengen Schwertschaum können auch mit stationären Werfern, z. B. in Form von Anhänger-Schaum- / Wasserwerfern oder Dachwerfern auf (Tank-)Löschfahrzeugen erzeugt werden, wobei die Schaummittelzumischung häufig selbstansaugend am Werfer erfolgt.

Hinweis:

Angesaugte Luft rauchfrei (rußfrei) halten, da sonst die Schaumbildung nicht ordentlich funktioniert.

Abb. 14

Schaumwerfer



3.2.4 Druckluftschaum (CAFS)

Druckluftschaum wird häufig mit der Abkürzung CAFS (engl. compressed air foam system) bezeichnet. Die Besonderheit bei Druckluftschaum besteht darin, dass der Schaum bereits im Löschfahrzeug mit einer CAFS-Anlage, bestehend aus Feuerlöschkreiselpumpe, Druckzumischanlage für das Schaummittel und einem Druckluftkompressor, hergestellt wird und als Luftschaum durch die Schlauchleitung zum Strahlrohr gefördert wird. Als Strahlrohr wird ein spezielles CAFS-Strahlrohr (Rundstrahlrohr) oder ein Hohlstrahlrohr mit hohem Wasserdurchfluss im Vollstrahl eingesetzt. Es entsteht ein fester, feinporiger Schaum, der gut an senkrechten Oberflächen haftet. Je nach Wasseranteil wird der Schaum als „trocken“ oder „nass“ bezeichnet. Druckluftschaum wird vorwiegend mit Class-A-Schaummittel erzeugt und aufgrund seiner Haftfähigkeit sowie seiner kühlenden und benetzenden Wirkung für Brände der Brandklasse A mit dem Ziel eingesetzt, Löschwasserschäden zu minimieren. Druckluftschaum ist generell auch für Brände der Brandklasse B geeignet.

3.2.5 Leichtschaumgeneratoren

Leichtschaum mit Verschäumungszahlen > 200 wird mit Mehrbereichschaummittel in meist elektrisch betriebenen Leichtschaumgeneratoren hergestellt. Das Wasser-Schaummittel-Gemisch wird dabei in einem Lüftergebläse mit großen Mengen Luft verschäumt und über Lutten an den Einsatzort geleitet. Leichtschaumgeneratoren gibt es als tragbare Elektrolüfter oder als Großlüfter auf Fahrzeugen oder Abrollbehältern montiert. Leichtschaum wird aufgrund seiner geringen Dichte nur in geschlossenen Gebäuden, zum Fluten großer Hallenbereiche oder Kellern verwendet, wenn der eigentliche Brandherd nicht zugänglich ist. Auch zum Abdecken von gefährlichen Stäuben (z.B. Asbest, Filterstäube) kann Leichtschaum verwendet werden. Dabei ist auf das Vorhandensein ausreichend großer Abluftöffnungen zu achten, damit die vom Leichtschaum verdrängte Luft entweichen kann. Weiterhin ist sicherzustellen, dass sich in den gefluteten Bereichen keine Personen mehr befinden, da eine Atmung in Leichtschaum nicht möglich ist. Ein Einsatz im Freien ist nicht erfolgversprechend, da Leichtschaum schon von leichtem Wind und der Brandthermik mitgerissen wird.

Abb. 15

Leichtschaum-
generator als
tragbarer
Elektrolüfter



3.3 Schaummittel

3.3.1 Mehrbereichsschaummittel

Mehrbereichsschaummittel (MBS) sind synthetische Schaummittel zur Herstellung von Leicht-, Mittel- und Schwertschaum.

Merkmale:

- Geeignet für Brände der Brandklassen A und B (nicht polar)
- Geeignet zur Herstellung von Netzmittel
- CAFS-tauglich
- Zumischrate (ZR) für Schwer- und Mittelschaum: je nach Hersteller: 1 %, 3 %, 6 %
- Unterschiedliche Frostbeständigkeiten von -6 bis -30 °C

Mehrbereichsschaummittel sind die derzeit bei kommunalen Feuerwehren in Deutschland am weitesten verbreiteten Schaummittel. Der Name leitet sich von dem Umstand ab, dass sich mit Mehrbereichsschaummitteln sowohl Schwer-, Mittel- als auch Leichtschaum herstellen lässt. Mehrbereichsschaummittel werden vorwiegend für Flüssigkeitsbrände (Brandklasse B, nicht polar) eingesetzt, können aber auch gegen Feststoffbrände (Brandklasse A) sowie zur Herstellung von Netzwasser verwendet werden. Die Zumischrate liegt dabei in der Regel bei 3 % (für Netzwasser bei unter 1%).

3.3.2 Class-A-Schaummittel

Class-A-Schaummittel sind hochkonzentrierte, synthetische Mehrbereichsschaummittel (MBS) zur Herstellung von Leicht-, Mittel- und Schwerschaum.

Merkmale:

- Hochkonzentriert
- Fluorfrei
- Umweltschonend
- Zumischung als Netzmittel: 0,1 bis 0,3 %
- Zumischung bei Brandklasse A bereits ab 0,3 bis 0,5 %
- Class-A-Schaummittel besitzen in der Regel neben A auch die Zulassung für die Brandklasse B, nicht polar (1 % ZR)

Class-A-Schaum (Schaum für die Brandklasse A) ist ursprünglich eine Entwicklung für die Vegetationsbrandbekämpfung und vereint die Eigenschaften von Netzmittel und MBS. Class-A-Schaummittel werden heutzutage häufig unverschäumt zur Erzeugung von Netzwasser bei Bränden der Brandklasse A dem Löschwasser zugemischt.

Die Tenside von Class-A-Schaummittel sind gut abbaubar und schonen in dieser Hinsicht die Umwelt. Bei einer Zumischrate von 0,1 bis 0,3 % können sie als Netzmittel eingesetzt werden. Eine Verschäumung findet je nach Hersteller bereits bei 0,3 % für CAFS und ab 0,5 % für Schwer- und Mittelschaum statt.

In der Regel besitzen diese Schaummittel eine Zulassung für die Brandklasse B zur Erzeugung von Schwer- und Mittelschaum auf nicht polaren, brennbaren Flüssigkeiten (DIN EN 1568-Teil 1 und Teil 3). Hierbei ist es unter Umständen nötig, die Zumischrate je nach Herstellerangaben zu erhöhen.

Aus taktischer Sicht kann ein Class-A-Konzentrat mit einer Zumischrate von 0,3 % oder 0,5 % vorteilhaft sein. Im Vergleich zu Mehrbereichsschaummitteln, mit einer Zumischrate von 3 %, kann mit einer geeigneten Zumischanlage die bis zu zehnfache Menge an Löschschaum erzeugt werden. Schaumtanks gefüllt mit Class-A-Konzentrat liefern im Vergleich zu herkömmlichen Schaummitteln die zehnfache Menge an Löschschaum.

Hinweis:

Für Zumischraten von 1 % und weniger sind geeignete Zumischer oder Druckzumischanlagen nach DIN 14430 erforderlich.

3.3.3 Alkoholbeständiges Mehrbereichsschaummittel (MBS-AR)

Alkoholbeständige Mehrbereichsschaummittel (MBS-AR) sind synthetische Schaummittel, die bei Bränden polarer Flüssigkeiten eingesetzt werden. Sie dienen zur Herstellung von Leicht-, Mittel- und Schwerschäum.

Merkmale, wie bei MBS, jedoch zusätzlich:

- Fluorfreie Alternative zum alkoholbeständigen AFFF/AR
- Durch Polymerfilmbildner alkoholbeständig
- Speziell für polare Flüssigkeiten entwickelt
- Bei polaren Flüssigkeiten indirekter Auftrag erforderlich
- Einsatz auf Feststoffen sowie polaren und nicht polaren Flüssigkeiten
- In der Regel eine sehr zähflüssige (hoch viskose) Flüssigkeit, macht unter Umständen eine spezielle Zumischtechnik erforderlich (z. B. Druckzumisanlage)

Bei der Bekämpfung von Bränden der Brandklasse B mit Schaum muss eine grundsätzliche Unterscheidung zwischen unpolaren Flüssigkeiten (wie Mineralölen) und polaren Flüssigkeiten (wie Alkoholen oder Aceton) getroffen werden. Unpolare Flüssigkeiten sind nicht mit Wasser mischbar und im Prinzip mit allen gängigen Schaummitteln löslich. Polare Flüssigkeiten sind mit Wasser mischbar und haben in der Regel die Eigenschaft, Löschschaum zu zerstören, sofern das verwendete Schaummittel nicht vom Hersteller als alkoholbeständig eingestuft ist. Somit sind alkoholbeständige Schaummittel keine eigenständige Klasse von Schaummitteln, sondern immer eine spezielle Sorte eines Protein- bzw. synthetischen Schaummittels. Diese Schaummittel sind meist mit dem Zusatz AR (alkoholbeständig, engl. „alcohol resistant“) gekennzeichnet wie z. B. MBS/AR.

Die Wirkungsweise von alkoholbeständigen Schaummitteln beruht auf der Bildung eines Polymerfilms zwischen dem Schaum und der polaren brennbaren Flüssigkeit, die eine Zerstörung der Schaumbläschen weitgehend verhindert. Abhängig von Hersteller und Typ des Schaummittels kann bei Bränden polarer Flüssigkeiten eine höhere Zumischrate als bei unpolaren Flüssigkeiten erforderlich sein, z. B. 6 % Zumischung statt 3 %.

Bedingt durch eine deutlich höhere Viskosität kann sich das Fließverhalten von alkoholbeständigen Schaummittelkonzentraten, verglichen mit anderen Schaummitteln, nachteilig auswirken, so dass diese Konzentrate nicht für alle Zumischanlagen geeignet sind.

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

Bei der Brandbekämpfung von brennbaren, polaren Medien sind drei wichtige Faktoren zu berücksichtigen:

- Gute Verschäumung und gute Schaumqualität
- Sanfte Schaumaufgabe: indirektes Löschen durch beispielsweise Aufschieben oder Abprallen lassen
- Ggf. muss eine höhere Zumischrate eingestellt werden

Hinweis:

MBS-AR darf wegen Klumpenbildung nicht mit anderen Schaummitteln vermischt werden!

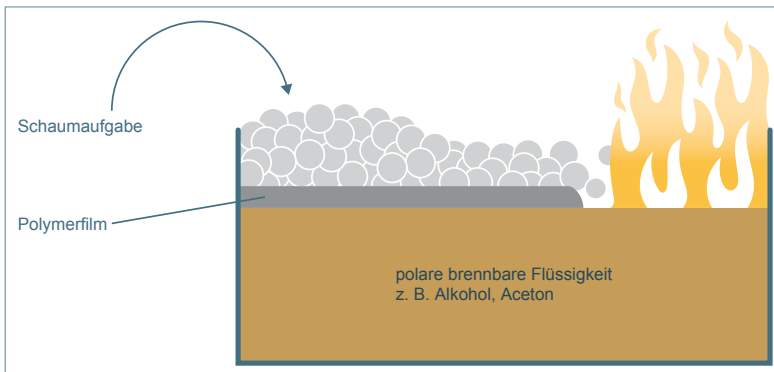


Abb. 16

Löschwirkung von alkoholbeständigen Mehrbereichs-schaummitteln – Bildung einer Sperrschicht zwischen Alkohol und Schaum (Polymerfilm)

3.3.4 AFFF-Schaummittel

AFFF-Schaummittel (engl.: aqueous film forming foam = Wasserfilm bildender Schaum) wurden speziell für die Bekämpfung von Flüssigkeitsbränden entwickelt. Die besondere Wirkungsweise von AFFF-Schaummitteln bei der Bekämpfung von Bränden unpolarer Flüssigkeiten wie Benzin oder Heizöl beruht auf der Ausbildung eines dünnen Wasserfilms auf der Oberfläche der brennbaren Flüssigkeit. Die Verwendung fluorierter Tenside in AFFF-Schaummitteln ermöglicht, dass der Wasserfilm auf der Oberfläche der brennbaren Flüssigkeit bleibt und nicht, wie bei Wasser zu erwarten, in der brennbaren Flüssigkeit nach unten sinkt. Dieser Wasserfilm ist selbstheilend und verhindert wirkungsvoll die Freisetzung brennbarer Dämpfe aus der Flüssigkeit. Durch den entstehenden Wasserfilm kann sich der AFFF-Schaum schnell auf der Oberfläche der brennbaren Flüssigkeit ausbreiten. Da der Wasserfilm jedoch selbst schon löschwirksam ist, kann ein AFFF-Schaummittelgemisch auch unverschäumt auf eine brennbare Flüssigkeit aufgebracht werden, wenn z. B. bei einem Tanklagerbrand große Wurfweiten erforderlich sind, die sich auch mit Schwerschaumwerfern nicht mehr erreichen lassen. AFFF Schaummittel eignet sich zur Erzeugung von Schwer-, Mittel- und Druckluftschaum (CAFS).

Abb. 17

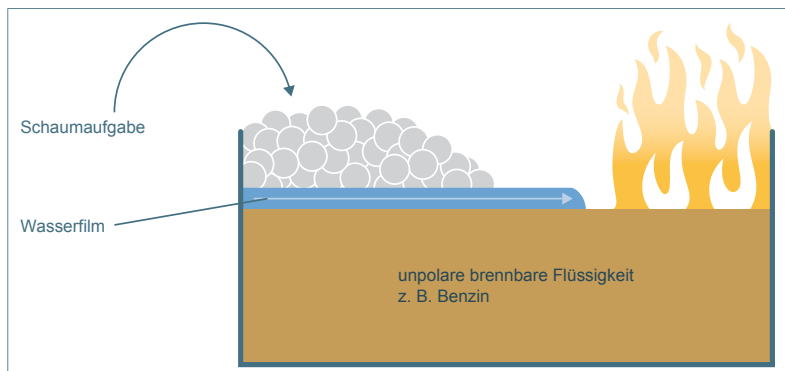
Schaummittel-
kanister



Aufgrund der besonderen Umweltproblematik fluortensidhaltiger Schaummittel (siehe Abschnitt 3.3.5) sollte der Einsatz von AFFF-Schaum auf die Bekämpfung von größeren Flüssigkeitsbränden (z. B. Tankbrände) beschränkt werden. Beim Einsatz von AFFF-Schaum ist für eine wirkungsvolle Löschwasserrückhaltung zu sorgen!

Abb. 18

Löschwirkung von
wasserfilmbil-
denden Schaum-
mittel (AFFF)



3.3.5 Umweltverträglichkeit von Schaummitteln

Zur Umweltverträglichkeit von Schaummitteln kann festgestellt werden, dass es ein umweltfreundliches Schaummittel nicht gibt. Alle Schaummittel haben die Eigenschaft, dass sie die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen, um entweder einen Luftschaum erzeugen zu können oder als Netzmittel zu wirken. Infolge dessen sind alle Schaummittel schädlich für Wasserorganismen.

Dies gilt auch für Mehrbereichsschaummittel und Class-A-Schaummittel, deren Löschwirkung auf der Bildung eines stabilen und standfesten Schaums beziehungsweise auf der Verringerung der Oberflächenspannung des Wassers beruht. Wenn im Zusammenhang mit Class-A-Schaummitteln von besonders umweltfreundlichen Schaummitteln die Rede ist, dann deshalb, weil die biologische Abbaubarkeit von MBS und Class-A-Schaummitteln im Allgemeinen gut ist und diese Schaummittel daher keine langfristigen Schäden in der Umwelt und in Gewässern verursachen. Damit Umweltschäden durch Mehrbereichsschaummittel vermieden werden, ist es daher wichtig, dass das mit Schaummittel kontaminierte Löschwasser in eine Kläranlage geleitet wird, in der das Schaummittel vollständig abgebaut werden kann. Bei der Einleitung größerer Schaummittelmengen ist es wichtig, den Betreiber der Kläranlage zu informieren, damit dieser ggf. Maßnahmen ergreifen kann, um den ordnungsgemäßen Betrieb der Kläranlage sicherzustellen.

Die fluorhaltigen Schaummittel AFFF und AFFF-AR wurden lange Zeit auf der Basis des Fluortensids Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) hergestellt. Nachdem bekannt wurde, dass PFOS bioakkumulierbar und giftig für Säugetiere ist, wurde das Inverkehrbringen von Schaummitteln mit einem Anteil von mehr als 0,005 % PFOS ab dem 27.06.2008 verboten. Mit dem 30.11.2011 ist die letzte Frist für die Verwendung PFOS-haltiger Schaummittel abgelaufen. Die derzeit im Handel erhältlichen fluorhaltigen AFFF-Schaummittel enthalten sogenannte Fluortelomertenside, von denen bisher keine schädliche Wirkung auf Menschen und Säugetiere bekannt wurde. Alle fluorierten Tenside haben jedoch die Eigenschaft, dass sie auch in Kläranlagen praktisch nicht abgebaut werden können und sich daher in der Umwelt anreichern.

Das Einbringen von fluorhaltigen Schaummitteln in Böden kann zu Sanierungskosten in Millionenhöhe führen. Aus diesem Grund muss vor einem Einsatz von fluorhaltigen Schaummitteln immer eine sorgfältige Abwägung getroffen werden, ob sie zur Erreichung des Einsatzziels notwendig sind und ob eine ausreichende Löschwasserrückhaltung und -entsorgung gewährleistet ist.

3.3.6 Schaummittelbedarf

Ein wichtiger Einsatzgrundsatz für die Brandbekämpfung mit Schaum lautet, dass ein Schaumangriff erst dann begonnen wird, wenn an der Einsatzstelle eine ausreichende Menge an Schaummittel vorhanden ist, um den Brand vollständig löschen zu können. Ein Schaumangriff, der vorzeitig abgebrochen wird, bleibt wirkungslos, weil der Schaum durch Flammeneinwirkung wieder zerstört wird (Abbrand). Aus diesem Grund ist es für den Einsatzleiter wichtig, den Bedarf an Schaummittel für einen Löschangriff abschätzen können.

Beispiel für Schwerschaum:

Annahmen:

Verschäumungszahl: 15

Zumischergröße: Z4 (400 l/min)

Zumischrate: 3 % (Mehrbereichsschaummittel)

Dicke der Schaumdecke: 20 cm

Der Schaummittelverbrauch beträgt bei 3 % Zumischung 12 l/min (3 % von 400 l/min).

Bei 400 l/min Zumischerleistung lassen sich 6.000 Liter (6 m³) Schwerschaum pro Minute erzeugen:

$400 \text{ l/min} \times 15 \text{ (Verschäumungszahl)} = 6.000 \text{ l/min}$

6 m³ Schaum lassen sich theoretisch bei einer 20 cm starken Schaumdecke über 30 m² (6 m³ geteilt durch 0,2 m) Fläche verteilen. Daraus ergibt sich, dass je Quadratmeter zu bedeckender Oberfläche 0,4 Liter (12 l/min geteilt durch 30 m²) Schaummittel notwendig ist. Dieser Wert ist nur rein rechnerisch. Unter Berücksichtigung der Wasserhalbezeit und des Abbrandes muss der Wert verdoppelt bis verdreifacht werden.

Für überschlägige Berechnungen kann der Bedarf an Schaummittel für Schwerschaum wie folgt angenommen werden:

Daumenregel zur Schaumberechnung:

Pro Quadratmeter zu bedeckende Oberfläche 1 Liter Schaummittel

Bei wesentlichen Abweichungen von den obigen Grundannahmen muss die Berechnung entsprechend angepasst werden.

4. LÖSCHGASE

4.1 Kohlendioxid (Kohlenstoffdioxid)

Kohlenstoffdioxid (chemische Formel: CO_2), umgangssprachlich als Kohlendioxid bezeichnet, entsteht bei der vollständigen Verbrennung von Kohlenstoff. Kohlendioxid ist ein geruchloses und farbloses Gas, das schwerer als Luft ist (relative Dichte: 1,52). Für technische Anwendungen, auch als Löschmittel, wird Kohlendioxid daher mit Zitronengeruch odorisiert.

Das Löschmittel Kohlendioxid wird in Handfeuerlöschern (1,5 kg und 6 kg Füllmenge) oder fahrbaren Feuerlöschern, als CO_2 -Löschanlage auf Löschfahrzeugen (Industrie- oder Sonderlöschmittelfahrzeuge) bzw. Abrollbehältern oder Anhängern und im anlagentechnischen Brandschutz in stationären Löschanlagen, als unter Druck verflüssigtes Gas in Stahlflaschen, bevorratet. Das Kohlendioxid kann entweder gasförmig aus dem Gasraum der Flasche oder flüssig, über ein Steigrohr, entnommen werden. Bei flüssiger Entnahme wird das CO_2 in einem Schneerohr oder einer Schneebräuse auf Normaldruck entspannt und kühlt sich dabei so stark ab, dass fester Kohlendioxidschnee (Trockeneis) entsteht. Dieser Schnee sublimiert bei -78°C , d. h. es entsteht wieder gasförmiges Kohlendioxid.



Abb. 19 und 20

Kohlendioxidlöscher
und Gaslöschanlage

Die Löschwirkung von Kohlendioxid beruht auf dem Erstickern durch Verdrängung des Luftsauerstoffs, die kühlende Wirkung von Kohlendioxidschnee ist trotz seiner niedrigen Temperatur eher gering. Kohlendioxid eignet sich deshalb als Löschmittel für die Brandklassen B (vorzugsweise als Kohlendioxidschnee) und C (vorzugsweise als gasförmiges CO_2). CO_2 ist elektrisch nicht leitfähig und wird daher häufig als Löschmittel in elektrischen Anlagen eingesetzt. Bei der Anwendung von Kohlendioxidlöscher in elektrischen Anlagen sind Sicherheitsabstände von 1 m zu Niederspannungsanlagen (bis 1.000 V) und von 5 m zu Hochspannungsanlagen (bis 380 kV) einzuhalten.

Ein weiterer Vorteil von CO_2 besteht darin, dass es sich rückstandsfrei verflüchtigt und keine Verunreinigungen zurückbleiben. Ein effektiver Einsatz als Löschmittel ist wegen der Flüchtigkeit meist nur in geschlossenen Räumen möglich. Kohlendioxid eignet sich nicht zur Bekämpfung von Metallbränden, da CO_2 bei hohen Temperaturen unter Abspaltung von Sauerstoff zu brennbarem und giftigem Kohlenstoffmonoxid reagiert.

Kohlendioxid ist nicht nur aufgrund seiner Sauerstoff verdrängenden Wirkung ein Atemgift, sondern hat auch eine Wirkung auf Blut, Nerven und Zellen. Die Steuerung der Atmung durch das im Blut gelöste CO_2 bewirkt bei leicht erhöhten Kohlendioxidkonzentrationen in der Atemluft zunächst eine Steigerung der Atemfrequenz. Bei höheren Kohlendioxidkonzentrationen kommt es dann zu einer Verminderung des Atemreizes und schließlich zum Atemstillstand. Aus diesem Grund müssen Bereiche, die von der Auslösung einer stationären CO_2 -Löschanlage betroffen sein können, immer mit umluftunabhängigem Atemschutz kontrolliert werden.

4.2 Stickstoff

Stickstoff (chemische Formel: N_2) ist ein geruchloses und farbloses Gas, das als Hauptbestandteil der Luft (ca. 78 Vol.-%) annähernd die gleiche relative Dichte wie Luft hat. Stickstoff ist chemisch relativ reaktionsträge (Inertgas) und unterhält die Verbrennung nicht. Die Löschwirkung von Stickstoff beruht auf der Verdrängung von Sauerstoff (erstickende Wirkung).

Abb. 21

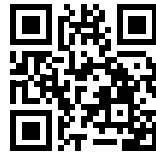
Stickstoffflasche einer Löschanlage



Stickstoff kommt als Löschmittel zur Anwendung, wenn große Behälter inertisiert werden müssen, z. B. bei Silobränden. Stickstoff ist technisch in großen Mengen verfügbar und kann tiefkalt verflüssigt (bei -196 °C) in Tanklastzügen an die Einsatzstelle geliefert werden. Der Stickstoff wird dann in sog. Verdampfern wieder auf annähernd Umgebungstemperatur erwärmt und in gasförmigem Zustand in den Brandraum eingeleitet, um den darin befindlichen Sauerstoff zu verdrängen.

Als Druckgas in Stahlflaschen (300 bar) bevorratet oder als Bestandteil des Löschgases Inergen wird Stickstoff im anlagentechnischen Brandschutz in stationären Gaslöschanlagen eingesetzt.

**Hinweis: siehe auch Fachinformation
"Einsatz an Siloanlagen"**



<https://t1p.de/dh3v>

Kosten
abhängig vom
Netzbetreiber

4.3 Argon

Argon (chemisches Elementsymbol: Ar) ist ein farb- und geruchloses Edelgas, das wie Stickstoff als Inertgas eingesetzt wird (erstickende Wirkung). Argon ist im Unterschied zu Stickstoff schwerer als Luft (relative Dichte: 1,38).

Als Druckgas in Stahlflaschen (300 bar) bevorratet oder als Bestandteil des Löschgases Inergen wird Argon im anlagentechnischen Brandschutz in stationären Gaslöschanlagen eingesetzt.

4.4 Inergen®

Das Löschgas Inergen hat folgende Zusammensetzung:

- Stickstoff (52 Vol.-%)
- Argon (40 Vol.-%)
- Kohlendioxid (8 Vol.-%)

Inergen® wird ausschließlich in stationären Gaslöschanlagen eingesetzt. Die Löschwirkung von Inergen beruht auf der Verdrängung von Sauerstoff (erstickender Effekt). Durch Einleiten von Inergen in den zu schützenden Raum wird die Sauerstoffkonzentration soweit abgesenkt, dass eine Verbrennungsreaktion zum Erliegen kommt. Der Kohlendioxidanteil im Inergen bewirkt, dass sich die Atmung von Personen im Brandraum beschleunigt, so dass der reduzierte Sauerstoffgehalt in der Atemluft durch ein erhöhtes Atemvolumen teilweise kompensiert wird. Auf diese Weise ist Selbstrettung auch nach Auslösen der Löschanlage aus einem mit Inergen gefluteten Raum möglich.

5. LÖSCHPULVER

Löschpulver ist ein Gemenge pulverförmiger Chemikalien, das eine Verbrennung unterbindet. Je nach Zusammensetzung wird Löschpulver für verschiedene Brandklassen verwendet. Die Bezeichnung des Löschpulvers enthält deshalb die Kurzzeichen für die entsprechenden Brandklassen, für die es zugelassen ist. Löschpulver kommt in den meisten Fällen in Form von Handfeuerlöschern zum Einsatz. Die Handhabung von Feuerlöschern und die dabei geltenden Einsatzgrundsätze sind in der Fachinformation „Tragbare Feuerlöscher“ ausführlich beschrieben.

<https://t1p.de/c1zs>

Kosten
abhängig vom
Netzbetreiber

**Hinweis: siehe auch Fachinformation
"Tragbare Feuerlöscher"**



5.1 BC-Löschpulver

Löschpulver für die Brandklassen B und C ist ein feines, fließfähiges Pulver auf der Basis von Natrium- oder Kaliumhydrogencarbonat und Kaliumsulfat, das durch Zugabe von Hilfsstoffen hydrophob (wasserabweisend) und lagerfähig gemacht wird. Das Pulver selbst und die Pulverwolke ist elektrisch nicht leitfähig.

Die Löschwirkung des BC-Pulvers kommt bei Bränden zum Tragen, die mit einer Flamme brennen. Die Hauptlöschwirkung ist antikatalytisch und beruht auf der heterogenen Inhibition. Die Wolke aus fein verteilten Löschpulverteilchen hat eine sehr große Oberfläche. Im Kontakt mit der kalten Pulveroberfläche („Wandeffekt“) verlieren die an der Verbrennungsreaktion beteiligten Komponenten ihre Reaktivität und die Kettenreaktion der Verbrennung wird unterbrochen. Auf diese Weise tritt ein schlagartiger Löscherfolg ein, wie er mit keinem anderen Löschmittel zu erreichen ist. Die erstickende Löschwirkung durch das Stören des Mengenverhältnisses von brennbarem Stoff und Sauerstoff und die abkühlende Löschwirkung durch die Absorption von Wärme durch die Pulverteilchen sind von untergeordneter Bedeutung. Aus diesem Grund besteht insbesondere bei Bränden der Klasse B nach einem erfolgreichen Pulvereinsatz immer die Gefahr einer Rückzündung durch heiße Oberflächen. Deswegen wird bei größeren Bränden oft noch der zusätzliche Einsatz eines kühlenden Löschmittels, wie z. B. Schaum, erforderlich. Dabei ist zu beachten, dass Löschpulver generell schaumzerstörend wirkt und für einen kom-

biniierten Pulver- / Schaumeinsatz schaumvertr gliches Löschpulver (mit der Zusatzbezeichnung SV) erforderlich ist.

BC- und ABC-Löschpulver sind sehr gut für die Bekämpfung von Gasbr nden (Brandklasse C) geeignet. In der Praxis werden diese Brände jedoch meist nicht gelöscht, sondern durch Abstellen der Gaszufuhr beendet, um eine Explosionsgefahr durch unverbrannt ausströmendes Gas zu vermeiden.

BC-Löschpulver findet Verwendung in tragbaren Handfeuerlöschern (6–12 kg Löschmittel), fahrbaren Feuerlöschern (meist 50 kg Löschmittel), Anhänger-Pulverl schger t P250 (250 kg Löschmittel), auf Fahrzeugen und Abrollbehältern verbauten Pulverl schanlagen (meist 750 kg Löschmittel), sowie in ortsfesten Pulverl schanlagen.

Das Löschpulver wird durch ein Druckgas als Treibmittel (bei Handfeuerlöschern meist Kohlendioxid, bei größeren Löschanlagen meist Stickstoff) aus dem L schmittelbeh lter gefördert und über einen formbest ndigen Druckschlauch mit einer Pulverpistole abgegeben. Beim Löschangriff ist auf einen ausreichend großen Abstand zum Brandherd zu achten (bei Handfeuerlöschern ca. 3–5 m), damit sich eine großvolumige Pulverwolke ausbilden und dadurch die Löschwirkung des Pulvers entfalten kann.

5.2 ABC-Löschpulver

Löschpulver für die Brandklassen A, B und C ist ein feines, fließfähiges Pulver auf der Basis der Salze Ammoniumphosphat, Ammoniumsulfat und Bariumsulfat. Das Pulver selbst und die Pulverwolke sind elektrisch nicht leitfähig. Das auf dem Brandgut schmelzende Pulver bildet jedoch elektrisch leitfähige Beläge.



Abb. 22

ABC-Pulverlöscher

Die Löschwirkung des ABC-Pulvers bei Flammenbränden beruht wie bei BC-Löschpulver auf dem Prinzip der heterogenen Inhibition (antikatalytische Löschwirkung). Zusätzlich ist ABC-Pulver löschwirksam bei Bränden glutbildender Stoffe. Das Pulver schmilzt auf heißen Oberflächen und überzieht feste Brennstoffe mit einer glasurartigen Schicht, die die Zufuhr von Sauerstoff zur Glut verhindert und den Brennstoff durch Abschirmung der Strahlungswärme vor einer weiteren thermischen Aufbereitung schützt.

ABC-Löschpulver findet überwiegend in tragbaren Handfeuerlöschern mit 6–12 kg Inhalt als Universallöschmittel Verwendung. Der große Nachteil von ABC-Pulver (und auch von BC-Pulver) besteht in der großflächigen Verunreinigung von Brandstellen, insbesondere in geschlossenen Gebäuden durch feinst verteiltes Löschpulver, so dass nach dem Einsatz häufig eine aufwändige Reinigung der betroffenen Bereiche erforderlich ist und ein Einsatz von Löschpulver in sensiblen technischen Anlagen zu großen Schäden führen kann.

5.3 D-Löschpulver

D-Löschpulver oder Metallbrandpulver wird bei Bränden von Leichtmetallen und deren Legierungen (Brandklasse D) eingesetzt. Es besteht aus einem feinen Pulver, Hauptbestandteil ist in der Regel Natriumchlorid oder Kaliumchlorid.

Die Löschwirkung von Metallbrandpulver beruht auf dem Abdecken des Brandherdes mit einer dicken Schicht Löschpulver. Durch die hohe

Verbrennungstemperatur schmilzt das Löschpulver auf und bedeckt das brennende Metall mit einer dichten Kruste. Durch das Schmelzen der Salze wird dem Metall Verbrennungswärme entzogen und der weitere Zutritt von Sauerstoff wird verhindert. Die Hauptlöschwirkung des Metallbrandpulvers ist Erstickern.

Metallbrandpulver wird meist in Handfeuerlöschern mit 12 kg Löschpulver, im industriellen Bereich auch in fahrbaren Löschgeräten mit 50 – 250 kg Löschmittel bereitgehalten. Das Pulver wird über eine sogenannte Pulverbrause relativ drucklos abgegeben und rieselt von oben auf das Brandgut. Ein Metall-



brandlöscher hat somit keine Wurfweite, so dass man zum Löschen nahe an den Brandherd herantreten muss. Die Anwendung von Metallbrandlöschern ist daher eher auf kleinere Brände beschränkt.

Abb. 23
D-Löcher

6. SONSTIGE LÖSCHMITTEL

Sonstige Löschmittel kommen dann zum Einsatz, wenn geeignete reguläre Löschmittel nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Dies ist in der heutigen Zeit meist nur noch bei größeren Metallbränden im industriellen und gewerblichen Bereich (z.B. in Recyclingbetrieben) der Fall, wenn die vorhandenen Metallbrandlöscher zur Brandbekämpfung nicht ausreichen. Alle gängigen Behelfslöschmittel haben daher die Eigenschaft, dass sie im Einsatzfall schnell und in großen Mengen verfügbar sind.



Abb. 24

Sand als Löschmittel

6.1 Sand / Hohlglasgranulate

Sand eignet sich gut zum Abdecken von größeren Metallbränden, wobei feiner Sand zu bevorzugen ist, da er durch seine große Oberfläche die Verbrennungswärme schneller aufnehmen kann und durch seine höhere Schüttdichte das Brandgut besser gegen den Sauerstoff abschirmt. Wegen der Reaktion des Wassers bei Metallbränden sollte möglichst trockener Sand verwendet werden. Neben Sand sind auch andere feinkörnige mineralische Stoffe wie Tone oder Zement als Löschmittel bei Metallbränden geeignet.

Sand kann auch zum Abdecken von kleineren Flüssigkeitsbränden verwendet werden. Aufgrund der flächendeckenden Verbreitung von tragbaren Feuerlöschern hat Sand seine Bedeutung als Löschmittel für Kleinbrände weitestgehend verloren. Zur Bekämpfung von Metallbränden, aber auch von Bränden anderer fester Stoffe und Flüssigkeiten kommen zunehmend auch Hohlglasperlen (z. B. PyroBubbles®) zum Einsatz. Diese sind beständig gegen hohe Temperaturen, haben eine relativ geringe Schüttdichte und können aufgrund ihrer Rieselfähigkeit auch als Löschmittel in Feuerlöschern eingesetzt werden.

Abb. 25

Salz als Löschmittel



6.2 Kochsalz






Kochsalz, Hauptbestandteil vieler Metallbrandpulver, wird in Form von Streusalz meist in größeren Mengen vorgehalten (z. B. Bauhöfe, Straßenmeistereien). Aufgrund der Grobkörnigkeit ist die Löschwirkung von Streusalz etwas geringer, als die von kommerziellen Metallbrandpulvern, was aber durch die größere verfügbare Menge kompensiert wird.

6.3 Behelfslöschmittel

In der Vergangenheit wurden auch Schweröl und Graugussspäne zur Bekämpfung von Metallbränden eingesetzt. Die Löschmittel haben in der heutigen Zeit praktisch keine Bedeutung mehr.

ANLAGE 1

ANWENDUNGSBEREICHE VON LÖSCHMITTELN

Löschmittel		Brandklassen					Elektrische Anlagen	
		 A	 B	 C	 D	 F	bis 1.000 V	über 1.000 V
Wasser / Netzmittel	Vollstrahl	✓			X	X	(✓) ¹	(✓) ¹
	Sprühstrahl	✓			X	X	✓ ¹	✓ ¹
Schaum	CAFS	✓	✓			✓	X ²	X
	Schwertschaum	(✓)	✓		X	✓	X	X
	Mittelschaum		✓		X	✓	X	X
Kohlendioxid (CO ₂)			✓	✓	X		✓ ¹	✓ ¹
Löschpulver	BC-Pulver		✓	✓			✓ ¹	✓ ¹
	ABC-Pulver	✓	✓	✓	X		✓ ¹	X
	D-Pulver				✓		✓ ¹	X
Behelfslöschmittel (Sand, Zement, Kochsalz)			(✓)		✓			X

Anwendung des Löschmittels ist in der jeweiligen Brandklasse

✓ geeignet (✓) bedingt geeignet X gefährlich ☐ nicht zweckmäßig

¹ Sicherheitsabstände nach DIN VDE 0132 beachten!

² Schaum: Darf nur in spannungsfreien Anlagen eingesetzt werden; erforderlichenfalls sind auch benachbarte Anlagen spannungsfrei zu machen. Ausgenommen von dieser Beschränkung ist der Einsatz typgeprüfter Löschgeräte und deren Verwendung in elektrischen Anlagen.

ANLAGE 2

STRAHLROHRABSTÄNDE NACH DIN VDE 0132

Lfd. Nr.	Geräte / Anwendungsform	Wirksame Wurfweite (Mittelwert) in Meter	Eignung für Brandklasse nach DIN EN 2	Mindestabstände (m) zwischen Löschmittelaustrittsöffnung und unter Spannung stehenden Anlageteilen				
				Niedrigspannung bis AC 1.000 V oder DC 1.500 V	30 kV	110 kV	220 kV	380 kV
1a	Strahlrohre CM nach DIN 14365-1:1991-02 Sprühstrahl	5 (bei 5 bar Fließdruck)	A B nur eingeschränkt	1	3	3	4	5
1b	Vollstrahl	10 (bei 5 bar Fließdruck)	A	5	5	6	7	8
2a	Hohlstrahlrohre nach DIN EN 15182-2 (≤ 235 l / min; C-Kupplung) Sprühstrahl	3 bis 5	A B nur eingeschränkt	1	Nur mit geprüftem Hohlstrahlrohr und vorhandener Gefährdungsbeurteilung			
2b	Vollstrahl	> 10	A	5				

ANLAGE 3 LÖSCHSCHAUM NACH DIN EN 1568

Lfd. Nr.	Geräte / Anwendungsform	Wirksame Wurfweite (Mittelwert) m	Eignung für Brandklasse nach DIN EN 23	Mindestabstände (m) zwischen Löschmittelaustrittsöffnung und unter Spannung stehenden Anlagenteilen				
				Niederspannung bis AC 1 000 V oder DC 1 500 V	Hochspannung bis AC			
					30 kV	110 kV	220 kV	380 kV
1	Tragbare oder fahrbare Feuerlöscher, die die Anforderungen nach DIN EN 3-7:2007-10, Abschnitt 9 erfüllen	2 bis 6	A, B	1	Einsatz nur in spannungsfreien Anlagenteilen			
2	Tragbare oder fahrbare Feuerlöscher, die die Anforderungen nach DIN EN 3-7:2007-10, Abschnitt 9 nicht erfüllen	2 bis 6	A, B					
3	Sonstige Geräte, z. B. typgeprüfte tragbare Feuerlöscher oder typgeprüfte fahrbare Feuerlöscher	3 bis 7	A, B	3b				
4	Tragbare Schaumstrahlrohre nach DIN EN 16712-3:2015-12 S1/S2/S4/S8 M0,5/M1/M2/M4/M8	9/12/20/25 3/4/6/7/10	A, B A, B					
5	Schaumstrahlrohre für Werfer- Unterteile nach DIN 14366-2:1984-10 SW10/SW20/SW40	35/45/65	A, B					
6a	Bei Abgabe von Druckluft- schaum: Strahlrohre nach DIN 14365-1:1991-02 oder DIN EN 15182 oder andere Strahlrohre mit Austrittsöffnungen ≤ 25 mm Durchmesser (für alle Strahlrohre gilt: ≤ 235 l/min Wasser-Schaummittelgemisch und C-Kupplung) Sprühstrahl	3 bis 5	A, B	1				
6b	Vollstrahl	>10		5				

a Die Eignung kann auch die Brandklasse F umfassen.

b Dies gilt nur für den Einsatz typgeprüfter Löschgeräte und deren Verwendung in elektrischen Anlagen.



Wollen Sie mehr über die Arbeit der Bayerischen Staatsregierung erfahren?

BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Telefon 089 12 22 20 oder per E-Mail an direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

IMPRESSUM

Herausgeber:	Staatliche Feuerwehrschnule Würzburg, Weißenburgstr. 60, 97082 Würzburg
Mitwirkung:	Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Sport und Integration, Staatliche Feuerwehrschnule Geretsried, Staatliche Feuerwehrschnule Regensburg, Landesfeuerwehrverband Bayern e. V.
Gestaltung:	Staatliche Feuerwehrschnule Würzburg, Fachbereich Lehr- und Lernmittel
Internet:	Version 4.1



feuerwehr-lernbar.bayern

Kosten abhängig
vom Netzbetreiber

Hinweis: Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.