BUNDESVERBAND TECHNISCHER BRANDSCHUTZ e. V.

MERKBLATT

bvfa-Lm 2019-04 (01)

Feuerlöschmittel: Umwelt und Toxikologie

Dieses Merkblatt ist das vierte aus einer Serie von insgesamt vier Merkblättern, die den Anwendern die Funktion und Verwendung von Feuerlöschmitteln näherbringen wollen. Dabei werden die Anwendungsbereiche „tragbare Feuerlöscher", „Anwendung durch Feuerwehren" und „Löschanlagen und ihre Besonderheiten" jeweils in einem eigenen Merkblatt beleuchtet. Den Schluss der Reihe bildet das übergreifende Thema „Feuerlöschmittel – Umwelt und Toxikologie".

1 Pulverlöschmittel

1.1 Abbaubarkeit und Umweltverhalten

Die Inhaltsstoffe von Feuerlöschpulvern sind überwiegend gut biologisch abbaubar bzw. für die Umwelt unschädlich. Als problematisch können sich bestimmte Inertisierungs-, Hydrophobierungs- bzw. Trennmittel erweisen. Diese sind meist in geringen Konzentrationen vorhanden.

1.2 Bioakkumulierung

Es besteht kein Bioakkumulierungspotential.

1.3 Mobilität

Die Produkte sind im Grundwasser mobil, erfahren wegen guter Abbaubarkeit aber meist keine weite und dauerhafte Verbreitung.

1.4 Wasser

Die Inhaltsstoffe vieler Löschpulver können das Gewässer durch ein Nährstoffüberangebot zum „umkippen" bringen (eutrophieren). In der Realität verwendete Löschmittelmengen stellen jedoch im Einzelfall keine Gefahr dar.

1.5 Toxizität

Löschpulver sind im Allgemeinen, von Ausnahmen abgesehen, nicht toxisch. Dennoch kann es beim Einatmen des Staubs oder bei Augenkontakt zu Reizungen der Atemwege und der Augen kommen. Dieser Kontakt sollte vermieden werden. Auf das DWA Merkblatt M718 wird ergänzend verwiesen.

2 Schaumlöschmittel

2.1 Fluorfreie Schaumlöschmittel

2.1.1 Abbaubarkeit und Umweltverhalten

Abhängig von den Komponenten der Produkte sind fluorfreie Löschschäume meist gut biologisch abbaubar.

2.1.2 Bioakkumulierung

Es besteht kein Bioakkumulierungspotential.

2.1.3 Mobilität und Wasser

Die Produkte sind sehr mobil und werden ins Grundwasser eingetragen. Dort verbreiten sie sich im Grundwasserleiter.

Als wasserlösliche Produkte haben Löschschäume gemäß AwSV[1] prinzipiell mindestens Wassergefährdungsklasse (WGK) 1.

2.1.4 Toxizität

Wie alle Tenside sind die Löschschäume in höherer Konzentration schädlich für Mikroorganismen und haben daher ein Potential, den Boden zu schädigen. Dies gilt unabhängig von der biologischen Abbaubarkeit der Produkte. Der Eintrag von Löschschäumen in Grundwasser oder Boden ist nach Möglichkeit zu vermeiden, z. B. durch eine Löschwasserrückhaltung. Löschschäume, besonders die Konzentrate, können augen- und hautreizend sein. Direkter Kontakt ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

2.2 Fluortensidhaltige Schäume, AFFF

2.2.1 Abbaubarkeit und Umweltverhalten

Das Hauptproblem von Produkten mit perfluorierten Kohlenwasserstoffen (PFC) besteht darin,, dass die Fluorverbindungen nicht vollständig oder gar nicht biologisch abgebaut werden können. Die Fluor-Kohlenstoff-Bindung in organischen Molekülen ist so stark, dass sie durch keinen biologischen Abbauprozess getrennt werden kann. Folge: Die perfluorierten Anteile der PFC, die mit dem Feuerlöschschaum in die Umwelt gelangen, verbleiben im Boden oder Grundwasser, sie sind persistent. Das gilt auch für die neueren kurzkettigen Fluortenside.

2.2.2 Bioakkumulierung

Fluorierte Verbindungen neigen dazu, sich in Organismen anzureichern, und zwar umso stärker, je länger die perfluorierten Molekülanteile sind. PFOS (Perfluoroctansulfonsäure) als typischer Vertreter der sogenannten C8-Stoffe beispielsweise hat im menschlichen Körper eine Halbwertszeit von 2-4 Jahren, und die Verwendung des Produktes unterliegt unter anderem aus diesem Grund strengen Beschränkungen. Kurzkettige Produkte (sogenannte C6-Telomere) sind weniger oder nicht bioakkumulierend.

2.2.3 Toxikologie

Die Erforschung der toxikologischen Eigenschaften fluorierter Verbindungen nimmt seit einigen Jahren dynamisch zu. Diese stellt für manche C8-Stoffe neben akuter Giftigkeit krebserregende, fruchtschädigende und andere negative Wirkungen fest.

2.2.4 Mobilität

PFC sind prinzipiell mobil in der Umwelt und verbreiten sich im Grundwasser und teils über Vorläuferstoffe auch über die Luft. Als Folge findet man heute, ca. 50 Jahre nach Produktionsbeginn, z. B. PFOS und PFOA (Perfluoroktansäure) überall auf der Erde: in Lebewesen, Grundwasser, Boden. Die mangelhafte Bioabbaubarkeit sorgt für weite Verbreitungsmöglichkeiten auch bei geringer Mobilität.

PFOS/PFOA

PFOS und PFOA sind die am besten erforschten Fluortenside. Sie gelten als besonders kritisch. Sie sind stark bioakkumulierend und giftig. PFOS und PFOA können weltweit in menschlichem Blut nachgewiesen werden. PFOS ist in der EU seit 2011 mit einem Verwendungsverbot belegt (Richtlinie 2006/122/EG). Es ist als persistenter, bioakkumulierender und toxischer (PBT)-Stoff eingestuft. Der Grenzwert für das Inverkehrbringen PFOS-haltiger Produkte beträgt 0,001 Gew.-% (10ppm). PFOA ist in seiner Verwendung durch die Verordnung (EU) 2017/1000 der Kommission geregelt und unterliegt strengen Beschränkungen seiner Konzentration in Produkten. Die Vorschriften dieser Regulierung gelten seit 4. Juli 2017 uneingeschränkt. Seit diesem Zeitpunkt dürfen Löschmittel höchstens 0,025ppm PFOA bzw. 1ppm sogenannter Vorläuferstoffe[2] enthalten.

PFOS wird schon seit langer Zeit nicht mehr für die Herstellung von fluorhaltigen Schaumlöschmitteln eingesetzt. Im Gegensatz dazu wurde PFOA nie als aktiver Inhaltsstoff eingesetzt, sondern kam als unerwünschte Verunreinigung in Spuren in Fluortensiden vor, die zur Herstellung von Schaumlöschmittelkonzentraten verwendet werden.

Aus den oben angeführten Gründen sollen heute keine Fluortensid enthaltenden Schäume als Übungsschäume eingesetzt werden. Mit Maßnahmen wie der Löschwasserrückhaltung oder der Vermeidung PFC-haltiger Löschschäume z. B. wenn keine Flüssigkeitsbrände zu erwarten sind, soll der Eintrag in die Umwelt und die Gefahr für Boden, Wasser und Gesundheit begrenzt werden. Auf das DWA Merkblatt M718 sowie das Merkblatt des Umweltbundesamtes wird ergänzend verwiesen.

Die Grenzwerte für PFOA und Vorläufersubstanzen in der Verordnung (EU) 2017/1000 (PFOA Verordnung) bei Feuerlöschschäumen beziehen sich nur auf Produkte, die nach dem 4. Juli 2020 auf dem Europäischen Markt verkauft werden.

Alle Feuerlöschschäume, die bereits vor dem 4. Juli 2020 in Verkehr gebracht wurden, unterliegen nicht den Grenzwerten der Verordnung. Nur Feuerlöschschäume, die nach diesem Zeitpunkt auf dem europäischen Markt verkauft werden, fallen unter die Bestimmungen der Verordnung.

Alle vor dem 4. Juli 2020 verkauften gesetzeskonformen Feuerlöschschäume können (innerhalb ihrer Spezifikationen) auf unbestimmte Zeit verwendet werden, auch nach Inkrafttreten der Bestimmungen der PFOA Verordnung.

C8-Feuerlösch-Schaumprodukte dürfen ab dem 4. Juli 2020 nicht mehr verkauft werden, aber Bestände beim Kunden, die vor dem 4. Juli verkauft worden sind, können innerhalb der individuellen Spezifikationen des Produktes weiterhin verwendet werden.

Moderne C6-Schäume sind von der Verordnung nicht betroffen und können nach dem 4. Juli 2020 verkauft, gekauft und verwendet werden. Die Verordnung sieht in keiner Weise ein allgemeines Verbot von AFFF-Schaumprodukten vor. Sie betrifft nur PFOA und PFOA-verwandte langkettige fluorierte Produkte nach der Definition der Verordnung.

3 Entsorgung von Löschmitteln

Abfälle im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) sind alle Löschmittel, deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Für die Entsorgung selbst muss zwischen privaten und gewerblichen/industriellen Anwendern unterschieden werden:

Der private Anwender kann in der Regel einzelne Feuerlöscher, die zu entsorgen sind, bei kommunalen Abfallannahmestellen (z.B. Bauhof) bzw. bei örtlichen Entsorgungsfachbetrieben abgeben und braucht keinen Entsorgungsnachweis zu führen.

Für den gewerblichen Abfallbesitzer (Brandschutzfachbetriebe, Unternehmen, Behörden oder Feuerwehren) gelten weiterreichende Pflichten: er muss alle seine Abfälle zunächst nach AVV (Abfallverzeichnisverordnung) klassifizieren (idealerweise zusammen mit dem Entsorgungsfachbetrieb und/oder den örtlichen Behörden), darf Abfälle nur an dazu befähigte Entsorgungsfachbetriebe abgeben (Andienungspflicht) und muss dies über einen Entsorgungsnachweis belegen. Gegebenenfalls muss er im Rahmen eines Abfallkonzeptes nachweisen, dass die vorhandenen Abfälle ihrer Art und Menge nach unvermeidlich sind (Abfallvermeidungsprüfung).

[1] Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)
[2] Als Vorläuferstoffe werden Stoffe bezeichnet, die in der Umwelt zu PFOA abgebaut werden können.

Dieses Merkblatt ist das vierte einer Serie von insgesamt vier Merkblättern, die Löschmittel den Anwendern näher bringen wollen. Dabei werden die Anwendungsbereiche Handfeuerlöscher, mobiler Feuerwehreinsatz und Löschanlagen und ihre jeweiligen Besonderheiten jeweils in einem eigenen Merkblatt beleuchtet. Den Schluss der Reihe bildet das übergreifende Thema „Feuerlöschmittel – Umwelt und Toxikologie".

bvfa
BUNDESVERBAND TECHNISCHER BRANDSCHUTZ e. V.
MERKBLATT
bvfa-Lm 2019-01 (01)
Feuerlöschmittel in Feuerlöschern
Dieses Merkblatt ist das erste aus einer Serie von insgesamt vier Merkblättern, die den Anwendern die Funktion und Verwendung von Feuerlöschmitteln näher bringen wollen. Dabei werden die Anwendungsbereiche „tragbare Feuerlöscher", „Anwendung durch Feuerwehren" und „Löschanlagen und ihre Besonderheiten" jeweils in einem eigenen Merkblatt beleuchtet. Den Schluss der Reihe bildet das übergreifende Thema „Feuerlöschmittel – Umwelt und Toxikologie".
In diesem Merkblatt werden die in Feuerlöschern verwendeten Löschmittel vorgestellt, deren unterschiedliche Wirkweisen und vor allem deren Anwendungsbereich und -grenzen. Damit soll dem Anwender von Feuerlöschern ein Grundverständnis der zum Einsatz kommenden Löschmittel an die Hand gegeben werden.
1 Brandklassen
Brandklasse A
Brände von festen glutbildenden Stoffen: Holz, Papier, Kunststoffe, Kohle, Textilien, Autoreifen, Stroh usw.
Brandklasse B
Brände von flüssigen oder flüssig werdenden Stoffen: Lacke, Farben, Alkohole, Benzine, Wachse, Teer, viele Kunststoffe usw.
Brandklasse C
Brände von gasförmigen Stoffen, auch unter Druck: Methan, Acetylen, Erdgas, Propan, Wasserstoff usw.
Brandklasse D
Brände von brennbaren Metallen: Aluminium, Natrium, Kalium, Magnesium usw.
Brandklasse F
Brände von Speisefetten und -ölen in Fritten- und Fettbackgeräten (Fettbrand)
2 Feuerlöschmittel
2.1 Feuerlöschmittel Pulver
Man unterscheidet nach der Anwendbarkeit in den jeweiligen Brandklassen drei Arten von Feuerlöschpulvern: ABC-, BC- und D-Feuerlöschpulver
2.1.1 ABC Feuerlöschpulver
ABC Feuerlöschpulver sind Universallöschmittel, die gegen nahezu alle Brandrisiken des häuslichen und beruflichen Alltags mit Erfolg eingesetzt werden können. Kennzeichnend ist der schlagartige Löscheffekt und die hohe Löschleistung, die wie bei den BC Pulvern (siehe unten) durch die Flammenunterdrückung vermittels des sogenannten antikatalytischen Effektes erfolgt: hierbei werden die in einer Flamme ablaufenden Radikalkettenreaktionen durch die Pulverpartikel unterbrochen und somit ein schlagartiger Löscherfolg erreicht.
Der Pulverstahl ist elektrisch nicht leitend, daher ist der Einsatz auch in elektrischen Anlagen unter Berücksichtigung der VDE 0132 möglich.
Bestandteile sind feinst gemahlenes Ammoniumphosphat und -sulfat mit wasserabweisenden Zusätzen (Hydrophobierung) sowie Fließhilfsmitteln.
In der Brandklasse A (Feststoffbrände unter Glutbildung) wirken die Pulver nach der Flammenunterdrückung zusätzlich durch die schnelle

Merkblatt 1
Feuerlöschmittel in Feuerlöschern

bvfa
BUNDESVERBAND TECHNISCHER BRANDSCHUTZ e. V.
MERKBLATT
bvfa-Lm 2019-02 (01)
Feuerlöschmittel – Anwendung durch Feuerwehren
Dieses Merkblatt ist das zweite aus einer Serie von insgesamt vier Merkblättern, die den Anwendern die Funktion und Verwendung von Löschmitteln näherbringen wollen. Dabei werden die Anwendungsbereiche „tragbare Feuerlöscher", „Anwendung durch Feuerwehren" und „Löschanlagen und ihre Besonderheiten" jeweils in einem eigenen Merkblatt beleuchtet. Den Schluss der Reihe bildet das übergreifende Thema „Feuerlöschmittel – Umwelt und Toxikologie".
In diesem Merkblatt werden verschiedene Arten von Feuerlöschmitteln vorgestellt und deren Wirkweise und Anwendung beschrieben.
1 Feuerlöschmittel: Applikationstechnik
1.1 Die Anatomie der Verbrennung:
Wärmeenergie
Wärmeübertragung
Wärmeübertragung
Feuer
Brennstoff
Sauerstoff
Pyrolyse
Verbrennungsdreieck
Ein Brand kann nur dann entstehen, wenn ein brennbarer Stoff in einer Sauerstoffatmosphäre mit einer Zündquelle in Kontakt gerät. Der Erhalt des Brandes erfordert jedoch eine weitere Einflussgröße: den thermischen Rückfluss.
Dieser thermische Rückfluss erhitzt den Brennstoff so, dass dieser in elementarste Bestandteile zerlegt wird. Dieses Phänomen erzeugt extrem reaktionsfreudige Moleküle (sog. Radikale) die bereitwillig miteinander und dem Luftsauerstoff reagieren und dabei sehr viel Energie freisetzen, was wir als Lichterscheinung (Flamme) und Wärme wahrnehmen. Die Wärmerückstrahlung sorgt dabei für eine fortdauernde „Vergasung" (Pyrolyse) des Brennstoffs.
Hieraus ergeben sich zwingend die möglichen Löschwege:
• durch Entzug des Sauerstoffs (die meisten Feststoff- und Flüssigkeitsbrände verlöschen, wenn der O2-Gehalt unter 12% Vol. fällt)
• durch Entzug des Brennstoffs
• durch Unterbrechung der Gasphasenreaktionen
• durch Abschirmung der Wärmerückstrahlung
1.2 Löschmittel und deren Wirkung
1.2.1 Löschpulver
1.) Zu Brandschutztests eingesetzter, brennender Holzstapel 2.) Verkohlte Holzstäbe mit deutlich sichtbaren Schmelzrückständen des Löschpulvers auf der Oberfläche
Löschpulver wirken in der Gasphase des Brandes indem sie die dort ablaufenden Reaktionen unterbrechen. Gleichzeitig wird der Verbrennung Energie entzogen (Kühlung). Bei festen Brennstoffen erfolgt außerdem durch Versiegelung der Oberfläche eine Unterbrechung der Pyrolyse. Durch diese Mehrfachwirkung sind Löschpulver ausgesprochen effektiv.
Löschpulver sind die einzige Löschmittelart, in der universelle Metallbrandbekämpfungsmittel zu finden sind.

Merkblatt 2
Feuerlöschmittel – Anwendung durch Feuerwehren

bvfa
BUNDESVERBAND TECHNISCHER BRANDSCHUTZ e. V.
MERKBLATT
bvfa-Lm 2019-03 (01)
Löschmittel in Löschanlagen
Dieses Merkblatt ist das dritte aus einer Serie von insgesamt vier Merkblättern, die den Anwendern die Funktion und Verwendung von Feuerlöschmitteln näher bringen wollen. Dabei werden die Anwendungsbereiche „tragbare Feuerlöscher", „Anwendung durch Feuerwehren" und „Löschanlagen und ihre Besonderheiten" jeweils in einem eigenen Merkblatt beleuchtet. Den Schluss der Reihe bildet das übergreifende Thema „Feuerlöschmittel – Umwelt und Toxikologie".
In diesem Merkblatt wird im Besonderen auf die Anwendung von Löschmitteln in Löschanlagen eingegangen. Löschmittel können vielfältig mit der Löschanlage interagieren, sei es chemisch oder physikalisch. Die Auswirkungen und Risiken derartiger Reaktionen zwischen Löschmittel und Löschanlage werden vorgestellt.
1 Löschmittel in Löschanlagen
Wasserlöschanlage
Da bei Löschanlagen ein enger Funktionsverbund zwischen Löschmittel und der technischen Einrichtung zu dessen Ausbringung vorliegt, der zudem im Einsatzfall automatisch, d.h. ohne menschlichen Kontrolleinfluss, auslösen kann, ist der sichere Ausschluss einer nachteiligen Beeinträchtigung von Löschanlagen durch das darin enthaltene Löschmittel besonders wichtig.
1.1 Chemische Interaktionen mit Löschanlagen
Damit sind Reaktionen zwischen Löschmittel und Werkstoffen der Löschanlage gemeint, d.h. Wechselwirkungen, die zur chemischen Veränderung mindestens eines der beteiligten Stoffe führen, was meist als Beschädigung eines der beiden oder beider wahrgenommen wird und zum totalen Funktionsausfall führen kann. Die wesentlichen Arten der chemischen Interaktion sind:
1.1.1 Elektrokorrosion
Hervorgerufen durch die elektrisch leitenden Verbindungen verschiedener Anlagenteile (Metalle) unter Bildung eines sogenannten Lokalelementes (ähnlich einer Batterie), welches über das Löschmittel quasi kurzgeschlossen wird und zu einer beschleunigten Korrosion von Metallteilen führt.
anodische Oxidation
kathodische Reduktion
$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2\,e^-$
$1/2\,O_2 + H_2O + 2\,e^- \longrightarrow 2\,OH^-$
H_2O
Eisen
Kupfer
Schaubild Elektrokorrosion
Elektrokorrosion erfordert eine elektrisch leitende Verbindung über das Löschmittel, welche typischerweise in Verbindung mit Feuchtigkeit auftritt. Löschpulver, Gase und Halone, die eigentlich extrem geringe Feuchten haben, führen in aller Regel nicht zu Elektrokorrosion.
Elektrokorrosion löst sich nur baulicherseits verhindern, indem man durch geeignete Materialkombination bzw. elektrische Entkoppelung die Ausbildung von Lokalelementen verhindert (Hinweis: Verbau von Kunststoffrohren funktioniert hier nur, wenn diese nicht dauerhaft medienführend sind).

Merkblatt 3
Löschmittel in Löschanlagen

Über den bvfa

Der bvfa - Bundesverband Technischer Brandschutz e. V. ist der in Deutschland maßgebliche Verband für vorbeugenden und abwehrenden Technischen Brandschutz. Der Verband wurde 1972 gegründet und hat seinen Sitz in Würzburg. In dem Verband sind die führenden deutschen Anbieter von stationärer und mobiler Brandschutztechnik sowie von Systemen des baulichen Brandschutzes vertreten. Die im Verband engagierten Unternehmen haben sich das Ziel gesetzt, den technischen Brandschutz in Deutschland voranzubringen, denn er dient der Sicherheit von Menschen, Sachwerten und Umwelt. Der bvfa arbeitet eng mit Behörden, Gesetzgeber, Normungsinstituten, Sachversicherern, Berufsgenossenschaften und befreundeten Verbänden zusammen. Die aus dieser intensiven Zusammenarbeit resultierenden Ergebnisse und Erkenntnisse zu den wichtigen Themen der Branche werden in aktuelle Informationen umgesetzt.

Dieses Merkblatt wurde von der Fachgruppe Löschmittel-Hersteller im bvfa erstellt.

Veröffentlicht: 04/2019

Impressum. Verantwortlich für den Inhalt: bvfa, Geschäftsstelle Würzburg. Geschäftsführer: Dr. Wolfram Krause, Koellikerstraße 13, D-97070 Würzburg, Telefon +49 931 35292-25, Fax +49 931 35292-29, info@bvfa.de, **www.bvfa.de**

Wissen transportieren. Das treibt uns an.

Die Wahrheit hört nicht jeder gern. Sie kann aber Leben retten. Deshalb gibt der bvfa dem Brandschutz eine vernehmbare Stimme und spricht klare Worte.

bvfa
BUNDESVERBAND TECHNISCHER BRANDSCHUTZ e. V.

bvfa – Bundesverband Technischer Brandschutz e. V., Koellikerstraße 13, 97070 Würzburg
Telefon +49 931 35292-25, Fax +49 931 35292-29, info@bvfa.de

www.bvfa.de