



Schaum ist ein wirksames Mittel, das im Feuerwehreinsatz – hier Brand eines Tanklastzuges – kaum wegzudenken ist.

Brandherde und geeignete Mittel zu deren Bekämpfung

Löschmittel im Überblick

Ein universell verwendbares Löschmittel gibt es nicht. Wohl aber gibt es neben Wasser- und Speziallöschmitteln, wie Fettbrandlöscher, den bewährten Spezialisten Schaum und den Allrounder Pulver, der auch in „Haushalts-Löschgeräten“ Verwendung findet. Da brennbare Stoffe ihrer Art nach sehr unterschiedlich sind, ist es erforderlich, verschiedene Löschmittel je nach Einsatzgebiet einzusetzen.

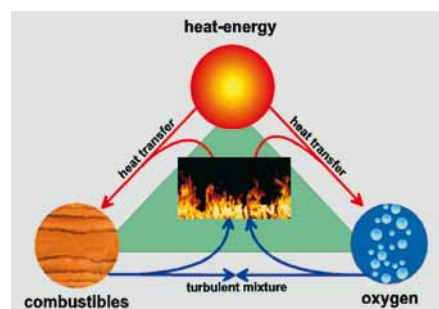
Der Spezialist – das Löschmittel Schaum

Schäume sind allgegenwärtig in unserem Alltag: vom Schaum in der Badewanne, Bierschaum oder geschlagener Sahne bis hin zu den Schaumstoffen für Polster, Schaum als Filtermaterial, zu Isolierzwecken, zur Stabilisierung oder als Stoßabsorber, zum Abdichten, Verkleben, Verfüllen etc. und schließlich Schaum zum Feuerlöschen.

Während die Vorzüge von Schaum in den vorgenannten Einsatzgebieten offensichtlich sind und dessen Einsatz sich somit quasi von selbst empfiehlt, ist es beim Feuerlöschen nicht so trivial. Schaum hat sich mittlerweile im Brandschutz fest etabliert und ist dort nicht mehr wegzudenken. Heute gibt es eine nahezu unüberschaubare Vielzahl von Schaummitteln, die unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten aufweisen und überdies ganz verschiedene Leistungsfähigkeiten. Doch was befähigt Schaum eigentlich, ein so gutes Löschmittel zu sein und wie unterscheidet sich dieser Schaum von anderen (z. B. den vorgenannten)?

Die Anatomie des Feuers

Das sogenannte „Branddreieck“ ist mittlerweile weithin bekannt: es definiert die drei Komponenten, die zusammen kommen müssen, um ein Feuer zu entzünden. Es sind dies ein Brennstoff, Sauerstoff und eine Zündquelle. Dabei ist die Zündquelle nötig, um den Brennstoff – gleich, ob fest oder flüssig – zu verdampfen und thermisch zu zerstören. Man nennt diesen Prozess Pyrolyse, in dessen Verlauf gasförmige extrem brennbare Stoffe gebildet werden, die



Der „Brandtetraeder“.

dann mit Luftsauerstoff reagieren und dabei große Mengen Energie frei setzen – was wir dann als Feuer wahrnehmen. Gleichwohl reicht das jedoch nicht, ein Feuer auch zu unterhalten: dazu muss der Brennstoff fort-dauernd erhitzt und thermisch zerlegt werden. Dies geschieht, indem die durch die Reaktion mit dem Luftsauerstoff freiwerdende Energie – in aller Regel überwiegend Wärmeenergie – ihrerseits auf das Brandgut zurückstrahlt und weiteres Brandgut vergast. Dieses fortdauernde Erhitzen wird auch als Wärmerückfluss oder thermische Rückkopplung bezeichnet. Daher spricht man auch vom Brandtetraeder.

Wege zum Löschen

Durch den Brandtetraeder sind gleichsam die Möglichkeiten vorweggenommen, wie ein Feuer gelöscht werden kann:

- Man kann den Brandstoff wegnehmen – was in der Praxis eher schwierig bis unmöglich ist. ▶

- Man kann dem Feuer Wärme entziehen und damit die thermische Rückkoppelung unterbrechen: das macht z. B. das Wasser.
- Man kann den Sauerstoffzutritt unterbrechen: das erreichen z. B. gasförmige Löschmittel wie CO₂, Stickstoff oder andere Gase durch Verdünnen.



Lotuseffekt: Wassertropfen auf einer beruhten Petrischale.

Wasser, das ultimative Löschmittel?

Das wohl bekannteste, best untersuchte und mit großem Abstand meist verwendete Löschmittel der Welt ist – Wasser! Und das hat auch gute Gründe: Wasser ist nahezu überall auf der Welt verfügbar, billig, es kühlt am besten (Wasser hat die höchste Wärmekapazität und kann also die höchste Wärmemenge pro Mengeneinheit speichern), ist äußerst einfach zu handhaben und schlichtweg völlig ungefährlich für die Umwelt.

Dennoch hat auch Wasser Nachteile, die seine Verwendung und Wirksamkeit als Löschmittel einschränken: Wasser vergrößert sein Volumen beim Verdampfen erheblich (teilweise schlagartig) und der gebildete Dampf kann erheblich höhere Temperaturen erreichen (>200°C) als Wasser selbst (100°C). Mit manchen Metallen – besonders in erhitztem Zustand – reagiert Wasser äußerst heftig. Wasser kann Flüssigkeiten (Siehe Infobox „Flüssigkeitsbrände und Wasser“) oft nur schlecht oder gar nicht abdecken. Wasser kann auch bestimmte Oberflächen schlichtweg nicht benetzen. Das liegt daran, dass diese Oberflächen so dicht mit kleinen Erhebungen (z. B. die Rußpartikel) belegt sind, dass Wasser die dazwischen liegenden „Täler“ wegen seiner hohen Oberflächenspannung nicht ausfüllen kann (sog. Lotuseffekt). Oder aber – wie im Falle der Kunststoffe oder Lacke, sind die Oberflächen selbst wasserabstoßend (wie z. B. Öl oder Fett Wasser abstößt).

Schließlich weisen die Schadensbilanzen eindeutig nach, dass häufig die Kollateralschäden durch Wasser deutlich höher sind, als die Schäden durch den eigentlichen Brand.

Warum also Schaum?

Schaum (siehe Infobox „Was ist Schaum“) wurde „erfunden“ als eine Möglichkeit, die hervorragenden Löscheinrichtungen des Wassers zu behalten, aber seine Nachteile zum größten Teil zu eliminieren:

Durch die Bildung von Schaum vergrößert man das Volumen des Wassers ganz erheblich und macht es damit einerseits sehr leicht. Dadurch kann das im Schaum gebundene Wasser nun auf allen Flüssigkeiten schwimmen und diese abdecken und löschen.

Einige der im Schaummittel enthaltenen Stoffe (sogenannte Tenside) senken die Oberflächenspannung des Wassers so deutlich, dass nun praktisch alle Oberflächen benetzt werden können. Zudem bildet Schaum zusammenhängende Aggregate und haftet daher sehr gut – weshalb auch senkrechte oder überhängende Strukturen beschäumt werden können.

Zu guter Letzt verhindert Schaum nicht nur den Gasaustausch zwischen Brennstoff und Umgebungsluft (Sauerstoffzutritt), sondern unterbindet durch seine isolierende Wirkung bereits den thermischen Rückfluss zum Brennstoff und damit die Bildung brennbarer Gase.

Vom Wasser zum Schaum – Schaummittel

Schaummittel sind – wie vorstehend beschrieben – Mischungen von Chemikalien, die es ermöglichen, aus Wasser einen (für die zum Löschen nötige Dauer) stabilen Schaum zu erzeugen. Es gibt am Markt eine von vielen als verwirrend empfundene Viel-

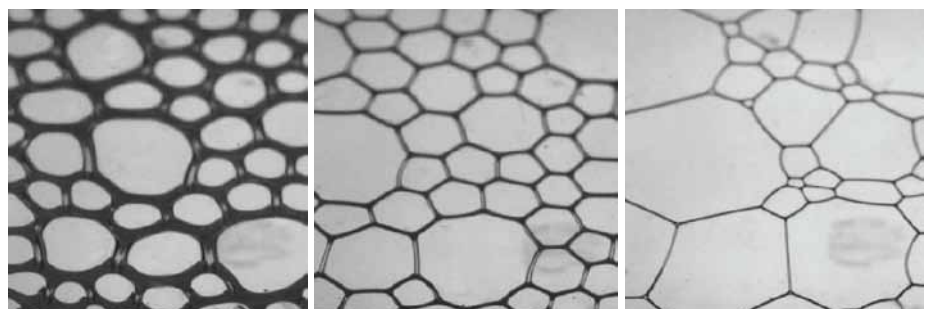
Infobox Flüssigkeitsbrände und Wasser

Man unterscheidet im Brandschutz zwei Arten von Flüssigkeiten: solche, die mit Wasser mischbar sind (wie zum Beispiel Alkohole, auch als **polare Flüssigkeiten** bezeichnet) und solche, die es nicht sind (z. B. Treibstoffe, auch als **unpolare Flüssigkeiten** bezeichnet). Polare Flüssigkeiten können mit Wasser bedingt gelöscht werden, indem man die Brennstoffe mit sehr viel Wasser unter deren Brennbarkeitskonzentration verdünnt. Unpolare Flüssigkeiten können nur dann mit reinem Wasser gelöscht werden, wenn sie ein höheres spezifisches Gewicht als Wasser haben. Dann nämlich schwimmt das Wasser auf. In allen anderen Fällen sinkt Wasser ab und kann daher nicht löschen.

Infobox Was ist Schaum?

Schaum ist eine stabile Mischung von Gas in einer Flüssigkeit, hier Wasser und Luft. Reines Wasser kann keinen stabilen Schaum bilden, man benötigt dazu Chemikalien (wie z. B. Shampoo oder Spülmittel), hier die sogenannten **Schaumkonzentrate** oder **Schaummittel**. Löschsäume bestehen also im Grunde aus drei Komponenten, die am Einsatzort in geeigneter Weise vermischt werden müssen: Wasser, Schaummittel und Luft. Schaum wird im Brandschutz durch zwei Kenngrößen beschrieben: die sogenannte **Verschäumungszahl** und die **Wasserhaltezeit**. Die Verschäumungszahl gibt an wie viel Schaum in Litern aus einem Kilogramm Schaumlösung erzeugt werden kann. Die Wasserhaltezeit wird als Wasserviertelzeit (die Zeit, nach der sich 25% des Schaumgewichtes wieder als Flüssigkeit abgeschieden haben) bzw. Wasserhalbezeit (Zeit für das Abscheiden von 50% des Schaumgewichtes). Je nach Verschäumungszahl unterscheidet man **Schwerschaum** (bis VZ 20ltr/kg), **Mittelschaum** (VZ >20 bis 200ltr/kg) und **Leichtschaum** (VZ >200 bis 1000ltr/kg).

falt von Schaummitteln, die sich teils marginal, teils erheblich unterscheiden. Dennoch ist es wichtig, die gängigsten Unterschiede zu kennen, um das geeignete Löschmittel auswählen und damit wirksam löschen zu können.



Zerfall eines AFFF-Schaums.

Anatomie der Schaummittel

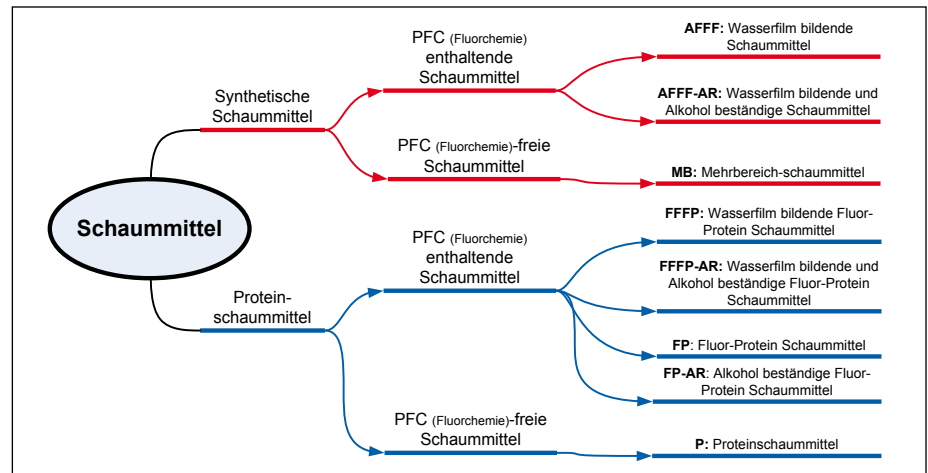
Alle Schaummittel haben folgenden Grundaufbau:

- **Schaumbildner:** bei sogenannten synthetischen Schaummitteln sind dies Tenside (wie sie auch in Reinigungsmitteln verwendet werden), bei den Proteinschaummitteln sind es Proteine.
- **Funktionsadditive:** dazu gehören u. a. sogenannte Fluortenside (zur Steigerung der Löscheffizienz), aber auch Polymere, Frostschutzzusätze, Konservierungsstoffe oder auch Korrosionsinhibitoren, Schaumstabilisatoren (zur Verlängerung der Wasserhaltezeit) etc. Im Wesentlichen sind es die Funktionsadditive, die Einsatzbereich und Leistungsfähigkeit der Schaummittel (siehe auch nächster Abschnitt) definieren. Z. B. müssen sogenannte Alkoholbeständige Schaummittel Stoffe enthalten (dies sind in der Regel Polymere, die in einigen Fällen auch Fluor enthalten können), die das Mischen des Alkohols bzw. anderer mit Wasser mischbarer Flüssigkeiten mit dem Wasser in der Schaumblase verzögern oder verhindern. Fehlen diese Stoffe, dann wird der Schaum so schnell durch die polare Flüssigkeit zerstört, dass sich keine Schaumdecke ausbilden kann.
- **Lösemittel:** dies sind vor allem Wasser, aber auch Glykole. Ihre Funktion ist es, zwischen den übrigen Bestandteilen zu „vermitteln“ und diese stabil in der Lösung zu halten.

Abhängig von der Zusammenstellung der Stoffe aus den o. g. drei Grundkategorien unterscheiden sich Schaummittel in ihrer Funktionalität und Effizienz ganz erheblich: Während sich die Gruppe der sogenannten synthetischen Schaummittel von der der Proteinschaummittel vereinfacht nur durch die Art des Schaumbildners unterscheidet, besteht einer der wichtigsten funktionalen Unterschiede zwischen denjenigen Schaummitteln, die Fluorchemikalien enthalten, und solchen, die diese nicht enthalten.

Funktion der Fluorchemikalien in Schaumlöschmitteln

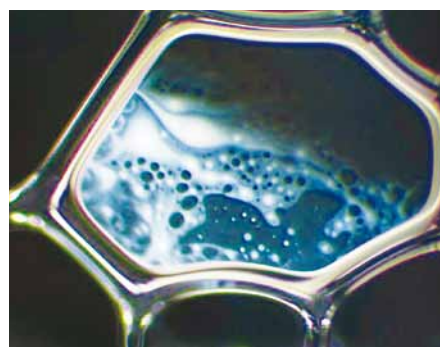
Fluorchemikalien haben in Schaummitteln einige ganz wichtige Funktionen: Z. B. vermögen Fluortenside die Oberflächenspannung noch viel weiter als die normalen Tenside zu senken (Wasser hat eine Oberflächenspannung von $\sim 72 \text{ mN/m}$, Proteine kom-



Gliederung der Schaummittel.

men bis auf $\sim 40\text{-}50 \text{ mN/m}$ herunter, Tenside bis etwa 25 mN/m und Fluorchemikalien können bis $12\text{-}16 \text{ mN/m}$ erreichen). Außerdem wirken Fluorchemikalien sowohl auf Wasser, als auch auf Öle oder fettähnliche Stoffe abstoßend (z. B. kann eine mit der Fluorchemikalie Teflon® beschichtete Pfanne weder von Wasser noch von Öl benetzt werden) – man nennt diese Eigenschaft Oleophobie (von Oleo = Öl und phobos = abstoßend). Diese Oleophobie der Fluorchemikalien ermöglicht, die Aufnahme von Flüssigbrennstoffen (siehe Box „Der Fuel-Pick-Up-Effekt“) durch den Schaum zu reduzieren oder gar ganz zu verhindern.

Außerdem können bestimmte Fluorchemikalien auf nicht mit Wasser mischbaren Flüssigkeiten einen hauchdünnen Wasserfilm (siehe Box „Der Wasserfilm“) (namensgebende Eigenschaft der AFFF = aqueous film forming foam und FFFP = film forming Fluorprotein, engl. für Wasserfilm bildender Schaum oder Wasserfilm bildender Fluorproteinschaum) bilden. Dieser Wasserfilm hilft enorm beim Löschen: er unterbindet oder erschwert den Gasaustausch und wirkt für Schaum als Gleitschicht die es dem Schaum ermöglicht, auch in verwinkelte Ecken zu fließen.



Schaumblase mit Schlieren von Emulgat.

Es sind im Wesentlichen diese beiden Eigenschaften der Fluorchemikalien – die Oleophobie und die Fähigkeit zur Bildung eines Wasserfilms auf dem Brennstoff – die AFFF- und FFFP-Schaummittel so ungemein wirksam und effizient machen: Nur dadurch ist es überhaupt möglich, ein Schaumlöschmittel nahezu unverschäumt (Verschäumungszahlen teilweise um 3 ltr/kg!) mit Hohlstrahlrohren oder Werfern über Distanzen von bis zu 100 m auf Brände zu schießen und dennoch effizient zu löschen.

Erst diese spezielle Eigenschaft ermöglicht es überhaupt, aus sicherer Entfer- ▶

Infobox Der Fuel-Pick-Up-Effekt (Brennstoffaufnahme)

Sogenannte **unpolare Flüssigkeiten** sind mit Wasser und wässrigen Systemen nicht mischbar (z. B. Öl in Wasser).

Bei Schaum kann eine unpolare Flüssigkeit durch Vermischen in den Zwischenraum zwischen Schaumblasen aufgenommen werden und dort relativ lange verweilen. Dies ist der sogenannte **physikalische Fuel-Pick-Up-Effekt**.

Noch ein weiterer Effekt ist möglich: Schaummittel enthalten zur Schaumbildung Tenside. Das ist auch bei den Fluorchemikalien enthaltenden Schaummitteln so.

Diese Tenside wirken nun aber als sogenannte Emulgatoren, d. h. sie ermöglichen es, unpolare, d. h. mit Wasser nicht mischbare, Stoffe in feine Tröpfchen zu zerteilen und diese mit einer Schicht aus Tensidmolekülen zu umhüllen. Das stabilisiert das Fetttröpfchen im Wasser so, dass es stabil „gelöst“ wird und sich nicht mehr trennt. Während dieser Effekt bei Wasch- und Reinigungsmitteln gewollt ist, führt er beim Löschschaum dazu, dass flüssige Brennstoffe in die Schaumphase übergehen – **emulgiert** werden. Dies ist der „**chemische Fuel-Pick-Up-Effekt**“.

Beide Arten der Brennstoffaufnahme durch den Schaum zerstören diesen und machen ihn quasi „brennbar“.

nung Brände von Großtanks oder große Leckagebrände wirksam und effizient zu bekämpfen. Ohne Verwendung von fluorhaltigen Chemikalien (Fluortenside oder -polymere) ist diese Löschtaktik zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht anwendbar.

Feuerwehren müssen mit Schaumrohren aus deutlich geringerer Entfernung unter erheblich höherer Gefahr für Leib und Leben angreifen und zudem deutlich größere Löschmittelmengen einsetzen.

Die Welt der PFC, PFOS, PFOA, „PFT“ etc.

Eine ganze Reihe von großteils wenig erklärten und für den chemischen Laien nicht gut verständlichen Abkürzungen hat sich den Weg durch die einschlägigen Gazetten gebahnt.

Allen diesen Abkürzungen ist gemein, dass die Buchstaben PF für die Silbe „perfluor-“, stehen, die meint, dass ein Teil eines Moleküls komplett mit Atomen des Elementes Fluor umgeben ist.

Sie kennen derartige Stoffe aus der Küche: anti-haft-beschichtete Pfannen sind meistens mit dem Kunststoff Perfluorpolyethylen oder (auch Polytetrafluorethylen = PTFE) kurz „Teflon®“ genannt beschichtet.

Perfluorkunststoffe sind außergewöhnlich stabil, so stabil, dass sie in der Chemie als inert – nicht mit anderen Stoffen reagierend – genannt werden. Daher kann Teflon® auch im Körper keine nachteiligen Reaktionen eingehen, was der Grund dafür ist, dass man Teflon® im Lebensmittelbereich oder auch der Medizin (Prothesen) gefahrlos einsetzen kann. Allerdings wird Teflon® in der Natur nicht abgebaut und verbleibt daher sehr lange in der Umwelt.

Fluorchemikalien in der Umwelt

Fluorchemikalien in Löschmitteln sind nun keine hochpolymeren Stoffe wie Teflon® (sonst wären sie nicht wasserlöslich), enthalten aber einen Teil ihres Molekülgerüsts, der perfluoriert – also vollständig von Fluor umgeben ist.

Dieser Teil ist verantwortlich für die PFs im Titel. Und er ist verantwortlich für die Problematik mit den Fluorchemikalien enthaltenden Löschmitteln: Weil eben nur ein kleiner Teil der Fluorchemikalie perfluoriert – Teflon®-ähnlich – ist, kann die Chemikalie in der Natur teilweise abgebaut werden –

außer eben der perfluorierte Teil. Dieser Teil aber verbleibt – wie der große Bruder „Teflon®“ – für sehr, sehr lange Zeit in der Umwelt, weshalb die entsprechenden Stoffe als „persistent“ bezeichnet werden. Leider kann es aber – diesmal anders als der große Bruder – durchaus mit anderen Stoffen reagieren.

Dies ist der Grund weshalb man beim PFOS (siehe Box „Kleines Glossar der PFs“) Indizien gefunden hat, in hohen Dosen Krebs auslösen zu können. Außerdem wurde festgestellt, dass sich PFOS bereits nahezu global in der Umwelt verbreitet hat (z. B. hat der Fund in Wasser der Möhnetalsperre für erhebliches Aufsehen gesorgt).

PFOS wird zwar schon seit Jahren nicht mehr in Schaumlöschmitteln verwendet, gleichwohl sind dort aber andere sogenannte PFCs enthalten. Wie in Abschnitt 2.2 beschrieben auch mit gutem Grund!

Obwohl derzeit keine giftigen Wirkungen dieser Stoffe nachgewiesen sind, bestehen doch seitens der Behörden, des Gesetzgebers und einiger Verbände Bedenken gegen deren Verwendung in einem Bereich, wo die Freisetzung in die Umwelt nicht nur unvermeidlich, sondern teilweise auch notwendig ist (z. B. Brandbekämpfung am havarierten Tankfahrzeug).

Teilweise haben regionale Behörden bereits mit Beschränkungen für die Verwendung von Fluorchemikalien enthaltenden Löschmitteln reagiert, die über das Verwendungsverbot der EU (was nur für PFOS gilt) weit hinaus gehen. Insgesamt besteht hier ein Klima der Unsicherheit, welches leider von einschlägigen Publikationen aus leicht nachvollziehbaren Gründen eher noch geschürt, denn ausgeräumt wird. Daher ist auch ein klarer Trend weg von den AFFF, AFFF-AR und FFFP Schaumkonzentraten, hin zu sogenannten fluorfreien (bisweilen auch als „grüne“ oder „ökologische“ Löschmittel bezeichnet) festzustellen, zumeist aus Sorge, von einem plötzlichen Verbot unvorbereitet getroffen zu werden.

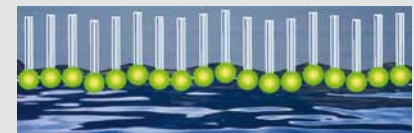
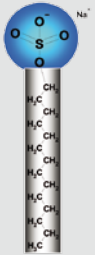
Fluorfreie Löschmittel sind genau so aufgebaut wie solche mit Fluor, lediglich fehlen ihnen die Fluorchemikalien (Fluortenside oder -polymere). Dieses Löschmittelkonzept ist nicht neu: seit den 60iger Jahren gibt es bereits sogenannte synthetische oder auch Mehrbereichsschaummittel, die auch heute noch durchweg frei von Fluor sind. Reine Proteinschaummittel (nicht die FPs oder FFFPs!) sind ebenso frei von Fluor. Dass

Infobox Der Wasserfilm

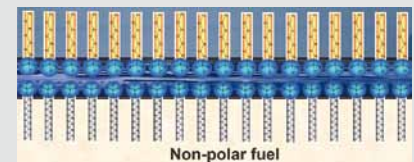
Da Wasser in aller Regel spezifisch schwerer ist, als die meisten unpolaren Flüssigkeiten, würde es beim Aufbringen einfach untergehen und nicht löschen.

Wenn man dem Wasser jedoch bestimmte Fluorchemikalien (auch als PFC = Perfluorcarbons bezeichnet) in Kombination mit herkömmlichen Tensiden zumischt, dann entsteht das Phänomen der Bildung eines Wasserfilms, der auf dem unpolaren Brennstoff schwimmt!

Tenside bestehen aus einem Wasser liebenden Kopfteil und einem Fett liebenden Schwanz (in den Grafiken unten blau-weiß). Bringt man diese Tenside in eine unpolare Flüssigkeit, so taucht der Schwanz in die unpolare Flüssigkeit und der Kopfteil schaut heraus:



Bei den PFC ist der Schwanzteil (unten blau-gelb) eben nicht Fett liebend, sondern verhält sich wie Teflon®: er stößt nicht nur Wasser, sondern auch Fett ab. Daher zieht sich Fett in einer Teflon®-Pfanne zu Tröpfchen zusammen. Dadurch werden die kleinen Fluorchemikalien-Stäbchen sowohl aus dem Wasser, wie auch aus dem unpolaren Brennstoff herausgedrängt.



Die beiden Kopfteile der PFC und Tenside stoßen sich aber ebenfalls ab und die einzige Möglichkeit sich zu stabilisieren, ist, einen dünnen Wasserfilm als Puffer dazwischen zu ziehen.

diese Löschmittel dennoch durch die fluorhaltigen AFFFs etc. in der Breite verdrängt wurden, liegt einzig daran, dass Fluor enthaltende Schaumlöschmittel Löschtaktiken zulassen, die mit keinen anderen in gleicher Weise möglich sind und daher auch in vielen anderen Bereichen für effizienter gehalten werden.

Die pauschale Absegnung der fluorhaltigen Löschmittel als diejenigen mit der höchsten Löschleistung ist sicherlich ebenso unzutreffend und unsachlich, wie die gegenteilige Behauptung, alle fluorfreien Löschmittel seien per se „schlechter“, weil sie „giftiger“ seien (gemeint ist hier eine höhere akute Umweltbelastung) und weniger effizient/leistungsfähig.

Infobox Kleines Glossar der „PFs“

PFC (= Perfluorinated Carbon, perfluorierte Kohlenwasserstoffe): Bezeichnet alle Chemikalien, die sogenannte perfluorierte Molekülteile enthalten.

PFT (= Perfluortenside): Bezeichnet alle Stoffe, die einen perfluorierten Molekülteil besitzen und wie Tenside in Wasser reagieren.

PFOS (= Perfluorooctylsulfonsäure): tensidähnliche Verbindung, die als freie Säure oder als Salz in verschiedenen technischen Anwendungen eingesetzt wurde und teilweise noch wird (z. B. Glanzverchromung). PFOS gilt als persistent und es gibt Anzeichen für eine krebserregende Eigenschaft des Stoffes. PFOS wurde in Schaummitteln und Fluortensiden der Fa. 3M eingesetzt. In 2000 sind diese Tenside der 3M vom Markt genommen worden, nachdem man PFOS im Blut der Mitarbeiter von 3M gefunden hatte.

Die EU hat die Verwendung von PFOS verboten (2006/122/EG). Schaummittel, die mehr als 0,005% Gew. PFOS enthalten, dürfen ab dem 27.6.2011 nicht mehr verwendet werden.

PFOA (= Perfluorooctylsäure): diese Verbindung wurde überwiegend in der Beschichtungstechnologie verwendet, kann aber Verunreinigung in Spuren in älteren Schaummitteln gefunden werden. PFOA wurde von der EU-Kommission unter Verdacht gestellt und wird seitdem beobachtet.

Fakt ist, dass nach wie vor bestimmte Brandszenarien ohne die Verwendung von fluorhaltigen Löschmitteln nicht löschar sind. Fakt ist auch, dass in anderen Fällen der Verzicht auf fluorhaltige Löschmittel bedeutet, dass erheblich größere Löschmittelmengen gebraucht werden.



Versuchsaufnahme Heptanbrand.

Fakt ist aber auch, dass fluorfreie Schaumlöschmittel mittlerweile deutlich an Leistungsfähigkeit gegenüber ihren Ahnen (den „alten“ MB-Schaummitteln) gewonnen haben. Und zwar so deutlich, dass sie in einigen Bereichen die fluorhaltigen Vertreter durchaus vollständig ersetzen können.

Mit wachsender Kenntnis über die Einflüsse von Löschmitteln auf unsere Umwelt und Gesundheit wächst auch die Notwendigkeit, in zunehmendem Maße Einzelfall-orientiert abzuwägen, welche Löschmittel sinnvoll einzusetzen sind, bzw. ob überhaupt. Das Erfordernis, schädliche, insbesondere persistente Stoffe nach Möglichkeit aus unserer Umwelt fernzuhalten, lässt

eine pauschale Brandbekämpfung mit einem „Musketier-Löschmittel“ (eines für alle ...) nicht mehr zu.

Das stellt vor allem an die Brandwehren steigende Anforderungen, sich mit Löschmitteleigenschaften deutlich differenzierter auseinanderzusetzen und, wo nötig, auch neue Löschtaktiken und -strategien zu entwickeln. Aber es stellt auch erhöhte Anforderungen an die Industrie, mit sachkundigem und geschultem Personal den Wehren in dieser Aufgabe beizustehen. In jedem Falle ist eine betont sachliche Herangehensweise an die neuen Herausforderungen abseits einschlägiger Argumentationsketten und Animositäten dringend geboten.

Der Allrounder – das Löschmittel Pulver

Eine Verbrennung ist eine chemische Reaktion eines Brennstoffes mit Sauerstoff. Um eine laufende Verbrennungsreaktion – einen Brand – zu stoppen, gibt es unterschiedliche Ansatzpunkte. Während die flüssigen Löschmittel, angefangen vom Wasser, über Wasser mit Zusätzen bis hin zu den Schaumlöschmitteln, im Wesentlichen ihre Löschwirksamkeit dem Kühl- oder Stickeffekt zu verdanken haben, liegt den Trockenlöschpulvern ein anderer Wirkmechanismus zugrunde.

Mit der Einführung des Trockenlöschpulververfahrens 1912 wurde klar, dass es sich hier nicht einfach um ein Abdecken eines Brandes, wie etwa mit Sand oder Erde, handelt. Dazu ist die eingesetzte Pulvermenge

im Vergleich zur Brandlast eher gering. Im Laufe der Entwicklung über mehrere Jahrzehnte zeigte sich, dass es auch nicht die Zersetzung einer Substanz unter Abspaltung eines löschwirksamen Gases (z. B. CO₂) ist, die ursächlich für den Löscheffekt ist.

Wir unterscheiden ABC und BC Löschpulver neben den sogenannten D-Pulvern, die gegen Brände von Metallen eingesetzt werden. ABC und BC Löschpulver greifen unmittelbar in den Verbrennungsvorgang ein, indem sie die in der Flamme ablaufenden Radikalreaktionsketten durch eine sogenannte Wandreaktion an der Oberfläche der sehr feinen Pulverpartikel zum Abbruch bringen (inhibitorischer oder antikatalytischer Effekt, Wandreaktion). Dadurch

erklärt sich ihr schlagartiger Löscherfolg. Im Falle von glutbrandbildenden Stoffen kommt bei den ABC Pulvern zusätzlich noch ein chemischer Eingriff in den Verkohlungsprozess hinzu. Dadurch erfolgt eine schnelle Dämmschichtbildung, die den Zutritt von Sauerstoff zum Brandgut verhindert und somit auch dem Stickeffekt zuzuordnen ist. Die früher weit verbreitete Meinung, dass auf dem Brandgut eine Phosphatschmelze entsteht, konnte mit neueren u. a. raster-elektronenmikroskopischen Untersuchungen nicht bestätigt werden. D-Pulver hingegen bilden auf dem brennenden Metall eine Schmelzschicht und verhindern so den Zutritt von verbrennungsförderndem Sauerstoff. Ihre Rolle ist derzeit auf Spezialan- ►

wendungen beschränkt. Allerdings führt die zunehmende Verwendung von Leichtmetallen im Automobilbau und die Einführung von Elektrofahrzeugen mit großen Batterien zur verstärkten Suche nach geeigneten leistungsfähigen Metallbrandlöschmitteln, da solche Brände ja mit wässrigen Löschmitteln u. a. wegen der Gefahr der Knallgasbildung nicht beherrschbar sind.

Ideales Löschmittel und optimale Löschtaktik

Für jeden Brand gibt es theoretisch ein ideales Löschmittel, eine optimale Löschtaktik. Die Praxis zeigt, dass diese idealen Bedingungen nicht immer gegeben sind. Spektakuläre Großbrände haben meist als Brandursache einen relativ kleinen Entstehungsbrand. Um diesen bei rechtzeitiger Erkennung löschen zu können, wurden tragbare Handfeuerlöscher erfunden. Neben der sicheren Handhabbarkeit und Funktionsfähigkeit spielt das geeignete Löschmittel eine wichtige Rolle. Da in der Praxis die Art des Entstehungsbrandes, der Brandverlauf, die Art und Menge der Brandlast sehr unterschiedlich geartet sein kann, sollte ein Universallöschmittel möglichst weite Bereiche abdecken. Zudem ist zu berücksichtigen, dass in den allermeisten Fällen ungebübte und unerfahrene Personen mit der Brandsituation konfrontiert werden. Eine bestimmte Löschtaktik und Vorgehensweise sind, in Anbetracht der durch den Brand hervorgerufenen Stresssituation, nicht immer zu erwarten.

Pulverlöschmittel und hier besonders ABC Pulver tragen dem in besonderer Weise Rechnung. Sie wirken schlagartig, haben eine sehr hohe Effizienz, sodass mit geringen Mengen in allen Brandklassen hohe Löschleistungen (Ratings) erzielt werden können. Sie wirken räumlich und erreichen beim Einsatz, auch durch den ungeübten Laien, aufgrund ihres feinteiligen Charakters den Brandherd auch an unzugänglichen Stellen, selbst, wenn dieser durch die Rauchentwicklung nicht erkennbar ist. Wenn man die allgemein gültigen Regeln beachtet, nicht gegen den Wind zu löschen und den Brand von unten zu bekämpfen, ist keine besondere Löschtaktik erforderlich, um auch dem Laien einen schnellen Löscherefolg zu ermöglichen.

Es versteht sich von selbst, dass Pulverlöschmittel, wie alle anderen Löschmit-

tel auch gesundheitlich unbedenklich sein müssen. Dies schreiben die geltenden Normen explizit vor. Dies ist auch durch Gutachten namhafter Institute belegt. Die Angst vor einem vermeintlich giftigen Chemiepulver, wie sie häufig nach Löschen mit Pulverlöschern auftaucht, ist daher völlig unbegründet.

Löschpulver sind, eingeschlossen im Handfeuerlöscher, extrem lange haltbar, aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung auch bei der Ausbringung „freundlich“ zu anderen Materialien. Sie zeigen – solange sie trocken bleiben – keine Korrosion, können durch aspirative, trockene Reinigungsverfahren (Staubsauger) entfernt werden und können im Entsorgungsfall umweltfreundlich wiederverwertet werden.

Neben den gewöhnlichen Anwendungen im Handfeuerlöscherbereich gibt es natürlich eine Reihe von Spezialanwendungen, die im Rahmen dieser Veröffentlichung nicht alle erwähnt werden können. Flughafenfeuerwehren setzen Löschpulver wegen des schlagartigen Löscherfolgs in Kombination mit Schaumlöschmitteln ein und im Bergbau ist es unverzichtbarer Teil der Explosionsunterdrückung. Löschpulver findet sich auch in Kleinlöschanlagen (z. B. in Motorräumen von Omnibussen).

Bleibt zusammenzufassen, dass Löschpulver zu den leistungsfähigsten Löschmitteln zählen, die in Verbindung mit technisch ausgereiften Handfeuerlöschergeräten auch



Pulverlöschmittel wirken schlagartig und haben eine sehr hohe Effizienz.

Infobox

Welches Löschmittel ist wofür geeignet?

Unterscheidung der Feuerlöscher nach Löschmittel

ABC- oder BC-Pulverlöscher

In Pulverlöschern werden als Löschmittel ABC-Pulver (für Glut- und Flammenbrände) oder BC-Löschpulver (nur für Flammenbrände) verwendet. Pulver bildet eine Pulverwolke, deren Pulverpartikel den Verbrennungsvorgang zum Erliegen bringen.

Metallbrandlöscher

Dieser Pulverlöscher enthält spezielles Metallbrandpulver für Metallbrände (Brandklasse D) und ist mit einem speziellen Applikator ausgestattet.

Kohlendioxidlöscher

In Kohlendioxidlöschern dient als Löschmittel Kohlendioxid (CO₂), das das Feuer durch Reduktion des Luftsauerstoffs (O₂) über dem Brandgut erstickt. CO₂-Löscher finden für die Brandklasse B und für das Ablöschen von elektrischen Anlagen Verwendung. Der Löscherfolg beruht auf dem Stickeffekt (Entzug des Sauerstoffes).

Wasserlöscher

Im Wasserlöscher wird als Löschmittel Wasser benutzt, dem in der Regel Frostschutz- und/oder Netzmittel zugesetzt wird. Die Löschwirkung beruht auf der Abkühlung der brennbaren Stoffe.

Schaumlöscher

Löschschaum wird durch Verschäumung eines Wasser-Schaummittel-Gemisches mit Luft erzeugt. Schaumlöscher können für Brandklasse A und B eingesetzt werden, um brennende Oberflächen abzudecken. Dabei wird der Stick- und Kühleffekt des Schaumes genutzt.

Fettbrandlöscher

Für Speisefett- und Speiseölbrände (Brandklasse F) wurden spezielle Löschmittel entwickelt, die z. B. zur Bekämpfung der gefährlichen Friteusenbrände eingesetzt werden. Das Fettbrandlöschmittel bildet eine dichte Schicht auf der Fettoberfläche, wodurch die Sauerstoffzufuhr unterbrochen wird und das Feuer erlischt.

Welche Art des Löschmittels zum Einsatz kommt, hängt von der jeweiligen Brandklasse ab.

löschtechnisch ungebübten Personen die Chance geben, einen Entstehungsbrand erfolgreich zu löschen. Voraussetzung hierfür ist allerdings ein hohes Qualitätsniveau bei der Herstellung, die mit der Auswahl hochwertiger Rohstoffe beginnt und über einen kontrollierten Fertigungsprozess zu einem Endprodukt führt, dass modernsten Qualitätsansprüchen genügt. ■