

Positionspapier

Die aktuell verhandelte geplante Beschränkung der PFHxA umfasst neben der Substanz als solcher insbesondere auch alle Perfluortenside, die den AFFF-Schaumlöschmitteln ihre herausragenden Eigenschaften¹ verleihen. Die vorgesehene Beschränkung führt de facto nach Übergangsfristen für skizzierte Ausnahmereglungen zu einem vollständigen Ausstieg aus der AFFF-Technologie.

Die Unterzeichner teilen die Besorgnis, dass innerhalb des vom Beschränkungsentwurf vorgegebenen Zeitraums das Restrisiko eines Umstieges auf fluorfreie Schaummittel eine nicht akzeptable Höhe behält. Die Betreiber großer Tankläger, Raffinerien bzw. Produktionsbetriebe mit großen Vorräten brennbarer Flüssigkeiten sind aufgrund der SEVESO III-Richtlinie² verpflichtet, das Risiko für Leib und Leben sowie Umweltschäden durch Brände nach Möglichkeit auszuschließen, bzw. mindestens zu minimieren und eine Eskalation zu verhindern.

Die Unterzeichner halten es für unabdingbar, die bisher vorgeschlagenen Ausnahmeregelungen so zu adaptieren, dass sie technisch umsetzbar werden. Dazu sind im Folgenden Vorschläge aufgeführt.

1 Technische Umsetzungsprobleme

1.1 Ausnahmereglung für Großtanks:

Nach derzeitigem Stand ist für Tanks mit einer Oberfläche von >500qm eine Ausnahme dergestalt vorgesehen, dass hier AFFF-Schaumlöschmittel bis zu 12 Jahre weiterverwendet werden dürfen. Diese Regelung berücksichtigt die zugehörigen Auffangräume nicht. Dies widerspricht der technischen Realität in eklatanter Weise:

1. Tanks stehen in der Regel in Auffangräumen, die erheblich größere Oberflächen haben, als die Tankoberfläche und dadurch im Brandfall ein höheres Risiko darstellen. Diese Räume dienen der Rückhaltung austretender Flüssigkeiten.
2. Es ist gängige Praxis, dass Tanks (u.a. der in der Ausnahmereglung erfassten Größe) zu mehreren in einem gemeinsamen Auffangraum gruppiert sind (siehe u.a. TRGS 509).

Zum aktuellen Stand der Technik (SEVESO III-Richtlinie, DIN EN 13565:2020, Teil 2) gehört daher, dass sowohl Tank als auch Auffangraum gelöscht werden müssen, also nur gemeinsam im Brandschutzkonzept betrachtet werden können. Dies gehört zu den allgemeinen Betreiberpflichten nach der SEVESO III-Richtlinie, der die Tanklager und Raffinerien unterliegen.

Eine Ausnahme für Tanks allein in Abhängigkeit von deren Oberflächengröße ohne Berücksichtigung ihrer Auffangräume ist also technisch nicht umsetzbar.

¹ Zusammenfassung der wesentlichen Eigenschaften siehe Anhang 1

² In Deutschland umgesetzt im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) und der Störfallverordnung (12. BImSchV)

1.2 Erfahrungswerte

Die Erfahrung lehrt, dass Brandversuche nach Normen (DIN EN 1568-3 und -4) naturgemäß nicht die realen Verhältnisse eines Tank- bzw. Brandes des Auffangraums widerspiegeln³. Bei AFFF-Schaumlöschmitteln konnte man im Laufe der Zeit Erfahrungen aus realen Bränden bzw. Großversuchen (mit verschiedenen flüssigen Brennstoffen)⁴ und Normprüfungsverfahren⁵ einander angleichen. Diese Erfahrungen sowohl aus realen Brandereignissen, wie auch aus Großversuchen sind derzeit für fluorfreie Schaumlöschmittel lückenhaft und für eine allgemeingültige Beurteilung noch nicht hinreichend. Ein forcierter Umstieg bedeutet hier ein sehr hohes Restrisiko, insbesondere unter Berücksichtigung des Umstandes, dass es bei einem realen Tankbrand nur einen Versuch zur Löschung gibt. Versagt dieser, sind die Eskalationsszenarien höchst besorgniserregend.

1.3 Löschanlagen

Fluorfreie Schaumlöschmittelkonzentrate können sich in ihren chemisch-physikalischen Eigenschaften ganz erheblich von AFFF-Schaumlöschmittelkonzentraten und ebenso voneinander unterscheiden. Daher ist eine Umstellung bestehender Löschanlagen von AFFF auf fluorfreie Löschmittel, aber auch die Umstellung von einem fluorfreien Löschmittel A auf ein anderes fluorfreies Löschmittel B sehr komplex und in der Folge teuer (siehe nächster Abschnitt) und langwierig.

Hier ist außerdem zu beachten, dass eine Reinigung bestehender Anlagen bis zu einem Grad, der die Einhaltung der vorgesehenen Grenzwerte sicherstellt, sich als mindestens schwierig, wenn nicht gar unmöglich darstellt. Für bestehende stationäre Anlagen kann daher ein teilweiser oder vollständiger Ersatz notwendig werden.

1.4 Individualität der Löschleistung bei F3⁶

Erfahrungen aus Normbrandversuchen und anderen Versuchsszenarien⁷ scheinen darauf hin zu deuten, dass die beim Normversuch festgestellte Löschleistungsfähigkeit bei fluorfreien Löschmitteln deutlich stärker produktabhängig ist und von Faktoren wie Brennstofftyp, Art der Ausbringung, Exaktheit der Zumischung oder auch Wasserqualität stärker beeinflusst wird, als dies von AFFF bisher bekannt war.

2 Kosten

Basierend auf den Erfahrungen der Umstellung von C8-Fluortechnologie im Zuge der PFOS- und jetzt PFOA-Beschränkungsrichtlinie auf C6-Technologie werden die Investitionen auf durchschnittlich etwa 2Mio € je Tanklager bzw. 20Mio € je Raffineriestandort geschätzt.

Im Anhang wird dargelegt, welche Schritte bei einer solchen Umstellung i.d.R. notwendig werden. Darin begründen sich diese Kosten.

Bei 15 Raffinerien und 150 Tanklagern in Deutschland summiert sich der realistisch erwartbare Investitionsbedarf auf 600-650 Mio € nur für die Mineralölwirtschaft.

Hinzu kommen alle übrigen produzierenden Industrien, in denen heute noch fluorhaltige Schaumlöschmittel eingesetzt werden, insbesondere z.B. die chemische Industrie.

³ LASTfire (Large Atmospheric Tank Storage Fire): „Bundfire Testing Literature Review“; www.lastfire.org.uk; info@lastfire.org

⁴ LASTfire: „FIRE TEST SPECIFICATION, REVISION D, MAY 2015“;

⁵ Z.B. EN 1568; UL 162; NFPA 11 ; EN 13565

⁶ F3 = Abkürzung für fluorfreie Schaummittel (fluorine free foam) nach DIN EN 1568:2018

⁷ G.G. Back, J.P.Farley “Evaluation of the fire protection effectiveness of fluorine free firefighting foams“; Fire Protection Research Foundation 2020

3 Lösungsansatz

Eine alternative Möglichkeit besteht in der Einrichtung einer Ausnahmegenehmigung zur Weiternutzung fluorhaltiger Schaumlöschmittel basierend auf bestimmten Voraussetzungen, die durch Betriebe beantragt werden kann und an deren allgemeine Betriebsgenehmigung geknüpft würde:

Betriebe, die mit brennbaren Flüssigkeiten in einer Vielfalt und/oder Menge umgehen, die eine temporäre Weiternutzung von AFFF-Schaumlöschmitteln erfordert oder unabdingbar macht, unterliegen typischerweise der sogenannten SEVESO III-Richtlinie ((EU) 2012/18) betreffend der Kontrolle schwerer Unfallgefahren mit gefährlichen Stoffen.

Hiernach erfordert der Umgang mit diesen Stoffen eine behördliche Genehmigung⁸, deren Bestandteil u.a. ohnehin bereits Brandschutzmaßnahmen sind. Die Genehmigung wird auf Basis definierter Antragsformulare, eines definierten Verfahrens nach Prüfung erteilt und im Rahmen der bereits bestehenden Überwachungssysteme durch vor Ort Inspektionen der zuständigen Behörden nach Artikel 20⁹ der SEVESO III-Richtlinie widerkehrend überprüft.

Wir schlagen vor, diese Betriebsgenehmigung nach (EU) 2012/18 dahingehend zu erweitern, dass Unternehmen eine Ausnahmegenehmigung für die vorübergehende Weiternutzung von AFFF-Schaumlöschmitteln beantragen und bei nachweislicher Erfüllung entsprechender Voraussetzungen auch bekommen können.

Zu diesen Voraussetzungen könnten u.a. gehören:

- Eine detaillierte Begründung dafür, warum nicht sofort auf fluorfreie Löschmittel umgestellt werden kann und AFFF weiter genutzt werden sollen
- Der Nachweis geeigneter Rückhaltesysteme und Entsorgungswege für alle mit Fluorverbindungen kontaminierten Löschwässer
- Regelmäßige detaillierte Berichte über die vorgehaltenen, beschafften und verbrauchten Mengen an Schaummitteln sowie Entsorgungsnachweise für ungebraucht ersetzte AFFF-Schaummittel
- Einen detaillierten Umstiegsplan auf fluorfreie Löschmittel mit nachprüfbaren Zielen. Bei der Erstellung dieser Ziele muss eine wirksame Kombination aus technischen Einrichtungen und Löschmittel wesentliche Grundlage für die Zeitsetzung sein.

Die Voraussetzungen könnten an den jeweiligen Stand der Technik/Stand der allgemeinen Umstellung angepasst werden, eine danach ausgefertigte Genehmigung wäre befristet (z.B. in Anlehnung an die Intervalle der vor Ort Inspektionen nach Störfallverordnung auf zwei bis drei Jahre).

Damit würde

- vermieden werden können, die Ausnahmeregelungen an unrealistische und schwer zu befolgende Bedingungen zu knüpfen (z.B. die Ausnahme von Tanks >500qm ohne Berücksichtigung ihrer Auffangräume)
- Unternehmen mit besonders komplexen Brandschutzanlagen oder für die eine ad hoc-Umstellung wirtschaftlich besonders schwierig würde, die Möglichkeit gegeben, die Umstellung an ihre Leistungsfähigkeit anzupassen
- Behörden im Gegenzug die Möglichkeit gegeben, über die Antragsdaten sehr genaue Informationen über die Stoffströme zu bekommen, die Genehmigungsvoraussetzungen flexibel an den

⁸ In Deutschland nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz „BImSchG“

⁹ In Deutschland § 52 BImSchG und § 16 der 12. BImSchV

allgemeinen Stand der Entwicklung anzupassen und somit den Ausstieg aus der Fluortechnologie mit maximaler Geschwindigkeit bei minimalem Risiko durchführen zu können.



- Behörden im Rahmen des bereits existierenden Überwachungssystems nach Artikel 20 der SEVESO III-Richtlinie bei den widerkehrend vor Ort Inspektionen in den Betrieben ein Überblick über vorgehaltene, verbrauchte und beschaffte Schaumlöschmittel gegeben.

4 Fazit

Wir die Unterzeichner sind der Auffassung, dass der derzeit in Europa verhandelte Vorschlag zur Beschränkung von Perfluorhexansäure (PFHxA)¹⁰ und verwandte Verbindungen, der alle in der Feuerlöschtechnik verwendeten Fluortenside betreffe, einen vollständigen Ausstieg aus der Technologie fluorhaltiger Löschmittel bedeutet. Die im Zusammenhang mit diesem Beschränkungs Vorhaben derzeit diskutierten Übergangsfristen und -regelungen halten wir bei der Brandbekämpfung von Tanks und Auffangräumen in der petrochemischen Industrie für gefährlich kurz und nicht praxisgerecht.

Mit unserem vorbezeichneten Vorschlag glauben wir eine praktikable Lösung gefunden zu haben, die eine individuelle Gestaltung des Ausstiegs angepasst an den technologischen Fortschritt, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und das Risiko erlaubt.

Wir fordern Sie auf, diesen Vorschlag zu unterstützen und im Interesse der Aufrechterhaltung eines sicheren und auch gesetzlich geforderten Brandschutzes in unseren Betrieben in Europa einzubringen.

<p>Dr. Michael Winkler Leiter produktbezogene Regulierungen</p>  <p>Mineralölwirtschaftsverband e.V. Georgenstr. 25, 10117 Berlin Sitz: Berlin (Amtsgericht Berlin, VR 29985 B) www.mwv.de</p>	<p>Frank Schaper Geschäftsführer</p>  <p>UTV Unabhängiger Tanklagerverband e.V. Georgenstraße 23 10117 Berlin www.tanklagerverband.de</p>
---	--

¹⁰ Siehe <https://echa.europa.eu/de/registry-of-restriction-intentions/-/dislist/details/0b0236e18323a25d>

Anhang 1: Umstellung auf fluorfreie Schaumlöschmittel

Basis für die nachfolgende Aufstellung ist, dass die Eigenschaften der evtl. in der Zukunft für die Tank- und Auffangraum-Brandbekämpfung verfügbaren fluorfreien Schaummittel vergleichbar sind mit den heutigen fluorfreien Schaummittel d. h.:

- Höhere Viskosität als AFFF-Schaummittel.
- Höhere Schaumaufgabe erforderlich.
- Ggf. unterschiedlich Schaummittel für unterschiedliche Lagerprodukte.
- Ggf. höhere Verschäumungszahl erforderlich.

<p>Situation:</p>	<p>Raffinerien und einzelne Rohöl-Großtanklager</p> <p>ca. 15 Standorte</p> <p>ca. 1.000 - 1.500 Flachbodentanks</p> <p>Tankdurchmesser ca. 20 m bis 98 m.</p> <p>Auffangräume bis 16.000 m² zu beschäumende Fläche.</p> <p>Es stehen mehrere Tanks in den Auffangräumen.</p>	<p>Mineralöl-Tanklager (Versorgung der Tankstellen und Großkunden)</p> <p>ca. 150 Tanklager</p> <p>ca. 4.000 – 5.000 Flachbodentanks</p> <p>Lagerkapazität zwischen 5.000 und 900.000 m³ pro Lager.</p> <p>Tankdurchmesser 20 m bis über 65 m.</p> <p>Auffangräume bis ca. 10.000 m² zu beschäumende Fläche.</p> <p>Es stehen mehrere Tanks in den Auffangräumen.</p>	<p>Chemie-Firmen, Schmierstoff-Raffinerien, Spirituosen-Lager</p> <p>Anzahl: unbekannt</p> <p>Bekannt: ca. 1.000 Flachbodentanks und sehr viele zylindrische Hochtanks mit Klöpperböden in gemeinsamen Auffangräumen.</p> <p>Tankdurchmesser 3 m bis 20 m, in Ausnahmen einzelne größer.</p> <p>Auffangräume bis ca. 5.000 m² zu beschäumende Fläche.</p> <p>Es stehen sehr viele Tanks zusammen in den Auffangräumen.</p> <p>In den größeren Chemiefirmen (sind in dieser Tabelle nicht berücksichtigt) gibt es z. T auch sehr große Flachbodentanks und Auffangräume, die die gleichen Probleme wie die Mineralölfirmen haben.</p>
<p>Löschwasservorrat</p>	<p>z. T. Entnahme aus Oberflächengewässer >> erhöhte Wasserentnahme kein Problem</p> <p>z. T. Löschwassertank >> zusätzlicher Löschwassertank erforderlich</p>	<p>z. T. Entnahme aus Oberflächengewässer >> erhöhte Wasserentnahme kein Problem</p> <p>z. T. Löschwassertank >> zusätzlicher Löschwassertank erforderlich</p>	<p>z. T. Entnahme aus Oberflächengewässer >> erhöhte Wasserentnahme kein Problem</p> <p>z. T. Löschwassertank >> zusätzlicher Löschwassertank erforderlich</p>

Löschwasserpumpen	Zusätzliche Löschwasserpumpen erforderlich	i.d.R. Neubau Löschwasserpumpenhaus mit neuen Pumpen. In wenigen Fällen zusätzliche Löschwasserpumpen möglich.	i.d.R. Neubau Löschwasserpumpenhaus mit neuen Pumpen. In wenigen Fällen zusätzliche Löschwasserpumpen möglich.
Löschwasserleitungen	Erweiterung zwischen Löschwasserpumpen und Zumischung	Erweiterung bzw. Neubau zwischen Löschwasserpumpen und Zumischung	Erweiterung bzw. Neubau zwischen Löschwasserpumpen und Zumischung
Hydranten-System	Keine Maßnahmen aufgrund eines Schaummittelwechsels	Keine Maßnahmen aufgrund eines Schaummittelwechsels	Keine Maßnahmen aufgrund eines Schaummittelwechsels
Schaummittellagerung	Reinigung bestehender Tanks und Behälter möglich?? Wahrscheinlich Neubau inkl. Erweiterung	Neubau In wenigen Fällen Erweiterung möglich.	Neubau In wenigen Fällen Erweiterung möglich.
Schaummittelpumpen	Neubau	Neubau	Neubau
Zumischung	Neubau	Neubau	Neubau
Schaum-Wassergemisch Rohrleitungen (Leerrohrsysteme)	Erweiterung bzw. Neubau	Erweiterung bzw. Neubau	Erweiterung bzw. Neubau
Schaummittel-Rohrleitungen (zwischen Zumischzentralen)	Neubau	Nur wenige vorhanden, dort Neubau	
Schaumaufgabestellen an Tanks	Erweiterung (ggf. Außerbetriebnahme der Tanks) plus Austausch der Schaumrohre und Schaumtöpfe an allen Tanks wegen höherer Verschäumungszahl	Erweiterung (ggf. Außerbetriebnahme der Tanks) plus Austausch der Schaumrohre und Schaumtöpfe an allen Tanks wegen höherer Verschäumungszahl	Erweiterung (ggf. Außerbetriebnahme der Tanks) plus Austausch der Schaumrohre und Schaumtöpfe an allen Tanks wegen höherer Verschäumungszahl
Schaumaufgabestellen an Auffangräumen	Erweiterung Austausch Schaumrohre wegen höherer Verschäumungszahl	Erweiterung Austausch Schaumrohre wegen höherer Verschäumungszahl	Erweiterung Austausch Schaumrohre wegen höherer Verschäumungszahl
Löschwasserrückhaltung an Tanks	Reduzierung der Produktmenge im Tank damit erhöhter Löschwasseranfall im Tank zurückgehalten werden kann	Reduzierung der Produktmenge im Tank damit erhöhter Löschwasseranfall im Tank zurückgehalten werden kann	Reduzierung der Produktmenge im Tank damit erhöhter Löschwasseranfall im Tank zurückgehalten werden kann

Löschwasserrückhaltung im Auffangraum	Vergrößerung des Rückhaltevolumens in den Auffangräumen wegen erhöhter Schaumaufgabe. Möglichst ohne die Fläche der Auffangräume zu vergrößern. >> Erhöhung der Auffangraumwände erforderlich, alternativ: Reduzierung der gelagerten Produktmenge	Vergrößerung des Rückhaltevolumens in den Auffangräumen wegen erhöhter Schaumaufgabe. Möglichst ohne die Fläche der Auffangräume zu vergrößern. >> Erhöhung der Auffangraumwände erforderlich, alternativ: Reduzierung der gelagerten Produktmenge	Vergrößerung des Rückhaltevolumens in den Auffangräumen wegen erhöhter Schaumaufgabe. Möglichst ohne die Fläche der Auffangräume zu vergrößern. >> Erhöhung der Auffangraumwände erforderlich, alternativ: Reduzierung der gelagerten Produktmenge
Mobile Löschwasserpumpen	Erweiterung erforderlich		
Mobile Schaummittelvorräte	Erhöhung der Vorräte >> neue Wechsellaudercontainer oder Fahrzeuge Reinigung der bestehenden Behälter möglich?? Sonst Neubeschaffung		
Mobile Zumischung	Erweiterung erforderlich		
Schlauchverlegeeinheiten	Zusätzliche Schlauchverlegeeinheiten erforderlich		
Mobile Werfer	Zusätzliche Werfer erforderlich Umbau der Werfer auf ggf. höhere Verschäumungszahl	Hier sind kleinere Werfer als in den Raffinerien im Einsatz. Vorwiegend für Produkttanks mit Flp. > 55°C. Zusätzliche Werfer erforderlich Umbau der Werfer auf ggf. höhere Verschäumungszahl	Hier sind in der Regel kleinere Werfer als in den Raffinerien im Einsatz. Vorwiegend für Produkttanks mit Flp. > 55°C. Zusätzliche Werfer erforderlich Umbau der Werfer auf ggf. höhere Verschäumungszahl

Anhang 2

Eigenschaften der AFFF-/AFFF-AR Schaummittel und die daraus sich ergebende Löschtechnik

AFFF-, bzw. AFFF-AR¹¹ Schaummittel sind für alle gängigen Mineralölkohlenwasserstoffe geeignet (Rohöle, Ottokraftstoffe, Dieselmotortreibstoffe, Heizöle, Zwischenprodukte in den Raffinerien, Flüssiggase, Benzol, Toluol, Xylol, Cyclohexan, Pentane, Octane etc.). Ebenso für alle Zumischkomponenten (Ethanol, Methanol, Bio-Komponenten, Additive etc.) und für viele Produkte in der chemischen Industrie. D. h. in den Tanklagern, Raffinerien und chemischen Betrieben genügt für die Tank- und Auffangraum-Brandbekämpfung nur ein AFFF-/AFFF-AR Schaummittel für alle Kohlenwasserstoffe. Somit hat jeder Betrieb in der Mineralölwirtschaft auch nur ein Löschesystem für die Tanks und deren Auffangräume, das Brandschutzkonzept ist entsprechend auf ein Löschmittel ausgerichtet.

AFFF-/AFFF-AR Schaummittel können nahezu unabhängig von der Qualität des damit erzeugten Schaumes¹² sehr effizient löschen, reagieren auf Schwankungen in der Qualität des Löschwassers bzw. ihre Zumischung zum Löschwasser über einen großen Bereich nur sehr wenig und sind damit insgesamt ausgesprochen fehlertolerant. Sie können mit stationären Löschanlagen (fest installierte Schaumlöschanlagen an den Tanks und deren Auffangräumen) oder mit mobiler Löschtechnik (Schaum-Wasser-Werfer) auf den Brand aufgegeben werden. Diese Löschtechnik und die zugehörigen Löschtaktiken bei der Tank- und Auffangraum-Brandbekämpfung wurden Großteils durch jahrzehntelange Entwicklung und Erfahrung speziell für den Einsatz von AFFF-/AFFF-AR Schaummittel ausgelegt und erstellt.

AFFF-/AFFF-AR Schaummittel bilden auf unpolaren brennbaren Flüssigkeiten einen wässrigen Film als Dampfsperre zwischen der brennbaren Flüssigkeit und dem Schaum. Durch diesen Wasserfilm wird der Austritt weiterer brennbarer Dämpfe aus den Mineralölen verhindert und dadurch der Brand gelöscht.

AFFF-/AFFF-AR Schaummittel besitzen eine sehr hohe Rückzündungssicherheit durch v. g. Dampfsperre. Der Wasserfilm hat die Fähigkeit sich immer wieder aus der Schaumdecke neu zu bilden und bei Verletzung selbst wieder zu schließen, bzw. um Hindernisse wie Rohrleitungen oder Stützen im Auffangraum herum zu fließen. Hieraus ergibt sich eine große Sicherheit für die Feuerwehrmitarbeiter(innen), die direkt an der Brandstelle d. h. sehr nah am Feuer tätig sind.

AFFF-/AFFF-AR Schaummittel haben eine herausragende Fließfähigkeit (> 30 m) auf der brennenden Oberfläche der Mineralöle. Auch dies wird durch den Wasserfilm wesentlich begünstigt. Alle stationären Schaumlöschanlagen an Tanks und deren Auffangräumen sowie alle mobilen Löscheinrichtungen sind nach dieser Fließfähigkeit des AFFF-/AFFF-AR Schaummittel ausgelegt. Das betrifft z. B. die Anzahl, Größe und Abstände der Schaumaufgabeeinrichtungen. Das gesamte Löschesystem in den Betrieben ist auf die mit den AFFF-/AFFF-AR Schaummittel aufzugebenden Mengen, deren Viskosität und der mit ihnen erreichbaren Löscheinleistung nahezu unabhängig von der Verschäumungszahl¹³ ausgelegt.

¹¹ AFFF = wasserfilmbildendes Schaummittel; AFFF-AR = wasserfilmbildendes und alkoholbeständiges Schaumlöschmittel

¹² Abweichend davon ist bei der Anwendung von AFFF-AR Schaumlöschmitteln auf wassermischbaren brennbaren Flüssigkeiten eine bestimmte Schaumqualität erforderlich für den Löscherfolg.

¹³ Verschäumungszahl: Volumen Schaum, welches aus einem gegebenen Volumen Schaumlösung erzeugt werden kann (VZ 7 = 7ltr Schaum können aus 1 ltr Lösung erzeugt werden)