

Lösch- und Kühlsysteme

Welches Lösch- oder Kühlsystem ist für welche Art von Brand geeignet, und welches sind die Vor- und Nachteile der verschiedenen Anlagen? Um diese Fragen zu beantworten, müssen einige grundsätzliche Überlegungen zum Aufbau der verschiedenen Systeme angestellt werden.

Marcel Büchner

Grundsatz: Löschanlagen müssen immer im Rahmen eines ganzheitlichen Brandschutzkonzepts geplant und eingesetzt werden.

Allen Systemen gemein ist, dass sie sich die physikalischen und chemischen Löschmechanismen zunutze machen, die dem «Feuerdreieck» zugrunde liegen – sie unterbrechen den Oxidationsprozess der Verbrennung: Entweder wird dem Feuer durch Kühlung die Wärmeenergie entzogen, der Sauerstoffgehalt wird durch Verdrängen gesenkt, oder aber es findet ein direkter chemischer Eingriff in die Verbrennungsreaktion statt.

Wasserlöschanlagen

Sprinkleranlage

Funktion

Sprinkleranlagen sind ortsfeste automatische Löscheinrichtungen, die ein Schadenfeuer in der Entstehungsphase mel-

den und selbständig löschen oder zumindest unter Kontrolle halten. Ein Rohrleitungsnetz leitet das Löschwasser zu den im geschützten Bereich oder innerhalb von Lagergestellen in regelmässigen Abständen angebrachten *verschlossenen Düsen* – den Sprinklern. Diese öffnen sich bei Wärmeeinwirkung nur im Bereich des Brandherdes. Das ins Rohrleitungsnetz nachfliessende Wasser löst zugleich einen Feueralarm aus.

Dass Sprinkleranlagen später auslösen als Brandmeldeanlagen, wird insofern kompensiert, als sie ein Feuer nicht nur melden, sondern auch sofort bekämpfen. Die Löschkraft eines Sprinklers ist etwa jener des kleinkalibrigen Innenhydranten vergleichbar (Abb. 2).

Vorteile

Der Sprinkler bringt das Löschwasser senkrecht von oben direkt auf den Brandherd; seine Löschwirkung beginnt sofort, auch wenn der Brandherd stark

verqualmt ist – im Gegensatz zu den Interventionskräften, die den Brandherd im dichten Rauch oft erst suchen müssen. Damit wird die kritische Zeit zwischen der Alarmierung und dem Eintreffen der Feuerwehr genutzt, um die Flammen zu löschen oder zu begrenzen. Mit der Entwicklung schnell auslösender Sprinklerköpfe $RTI < 50$ (Quick Response) hat sich die Zeitspanne zwischen Brandausbruch und automatischer Brandbekämpfung weiter verkürzt.

Die Anlagen werden im Normalfall als Nassanlagen gebaut. Weil das gesamte Rohrleitungsnetz mit Wasser gefüllt ist, dürfen sie nur in frostfreien Räumen installiert werden. Besteht Frostgefahr, ist dem Wasser dieses Anlagentyps ein Frostschutzmittel beizumischen.

Für frostgefährdete Bereiche eignen sich Trockenanlagen. Das Rohrnetz ist bis zum Alarmventil mit Druckluft gefüllt. Beim Öffnen eines Sprinklers strömt zuerst Luft und erst dann Wasser aus.

Dimensionierung

Die wesentlichen Bemessungskriterien sind die Wirkfläche und die spezifische Wasserleistung. Die Wirkflächen A liegen je nach Brandgefährdung zwischen 100 und 300 m^2 . Die spezifische Wasserleistung W kann zwischen 2,5 und 30,0 mm/min ($l/min \cdot m^2$) variieren. Damit lässt sich überschlagsmässig der Wasserbedarf berechnen.

Geringer Löschwasserbedarf

Die maximale Schutzfläche pro Düse beträgt 9, 12 oder 20 m^2 . Statistisch gesehen werden in der Schweiz rund 90% aller Brände bereits durch einen bis fünf Sprinkler abgelöscht. Ein Feuer wird demnach auf durchschnittlich 60 m^2 begrenzt. Setzt man diese Fläche in Relation zur Gesamtfläche, die eine Sprinkleranlage abdeckt (es kann sich ohne weiteres um mehrere 10 000 m^2 handeln), wird deutlich, wie effizient Sprinkleranlagen den Schaden begrenzen.

Ungerechnet auf einen einzelnen Sprinkler (konventioneller hängender Sprinkler mit K-Faktor 80 oder Schirm-



Abb. 1: Kühlung eines Flüssiggastanks.

Archiv Sicherheitsinstitut

Sprinkler mit K-Faktor 115), beträgt die Ausströmmenge zwischen 60 und 100 l/min. Die Tatsache, dass verhältnismässig wenig kontaminiertes Löschwasser entsteht, kann für die bauliche Dimensionierung von Löschwasserrückhalte-Volumina bei Lagern einen entscheidenden Kostenvorteil bedeuten.

Wann sollen Sprinklersysteme eingesetzt werden?

Sprinkleranlagen werden eingebaut, wenn die Beschaffenheit des im Betrieb vorhandenen Materials eine rasche Brandentwicklung erwarten lässt oder wenn eine grossflächige Bauweise erwünscht ist. Dank den technisch ausgereiften Armaturen und dem einfachen Wirkungsprinzip ist die Sprinkleranlage ein geeignetes Mittel, um hohen Brandrisiken in Industriebetrieben, Grosslagern, Grosshotels, Warenhäusern und unterirdischen Verkehrsanlagen wirksam zu begegnen. Die moderne Sprinklertechnik bietet auch für schwierige Objekte, wie beispielsweise Lager und Gebäude von grosser Höhe, gute Lösungen an.

Eine Beimischung filmbildender Schaummittel ist vor allem sinnvoll in Lagern oder in Produktionsgebäuden, in denen grössere Mengen leichtbrennbarer Flüssigkeiten verarbeitet werden. In vertikal offenen Produktionsgebäuden, in denen grössere Mengen leichtbrennbarer Flüssigkeiten verarbeitet werden, ist der Sprinkleranlage allenfalls eine Sprühflutanlage mit Sektoren vorzuziehen (siehe Sprühflutanlage).

Sprühflutanlage

Funktion

Die klassischen Sprühflutanlagen sind ähnlich aufgebaut wie Sprinkleranlagen, mit dem Hauptunterschied, dass am Leitungsnetz für die Wasserverteilung *offene Düsen* angebracht sind. Das heisst, im Brandfall gibt die gesamte Anlage einen flächendeckenden Sprühregen ab. Bei grösseren Anlagen werden Sektoren gebildet. Es wird immer gleichzeitig ein ganzer Bereich oder Sektor geflutet.

Auslösungsmechanismen

Die Auslöseventile der Anlagen oder Sektoren können entweder manuell oder automatisch ausgelöst werden.

Die automatische Auslösung des Ventils erfolgt entweder durch das Signal einer Brand- oder Gasmeldeanlage oder aber durch eine Erregerdüse in einem pneumatischen Netz. Die automatisch-mechanische Auslösung geschieht mittels Seilzug und Schmelzlot-Element.

Wasserbedarf

Der Wasserbedarf einer Sprühflutanlage richtet sich in erster Linie nach der Nutzung und der Art des zu schützenden Objekts. Die Art des Lagergutes und die Lagerhöhe spielen eine wesentliche Rolle. Im allgemeinen werden zwischen 5 und 15 l/min · m² benötigt.

Für die Kühlung freistehender Tanks mit brennbaren Flüssigkeiten sind spezielle Auslegungskriterien zu berücksichtigen (siehe Berieselungsanlagen).

Bei Sprühflutanlagen ist die richtige Wahl der Sprühdüsen und deren Anordnung besonders wichtig. In der Praxis haben sich für verschiedene Anwendungsgebiete auch bestimmte Düsentypen bewährt. So werden beispielsweise bei Transformatoren vielfach Vollkegeldüsen (40°- bis 100°-Winkel/20–90 l/min) verwendet. Die maximale Schutzfläche pro Düse soll höchstens 9 m² betragen. Die Düsenanordnung ist gegebenenfalls durch Versuche festzulegen (Abb. 3).

Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich für Sprühflutanlagen ist vielfältig: Spänesilos, Kabelkanäle, Kabelböden, Transformatoren, Spritzlackieranlagen, Umschlag- und Füllstellen in Tankanlagen, Papiermaschinen, unterirdische Verkehrsanlagen usw. Eine Beimischung von Schaummittel ist vor allem notwendig in vertikal offenen Produktionsgebäuden der chemischen Industrie, in denen grosse Mengen leichtbrennbarer Flüssigkeiten verarbeitet werden, oder bei Umschlag- und Füllstellen für Produkte der Klasse F1 und F2 (Abb. 4).

Berieselungsanlagen (Tankkühlung)

In Tankanlagen für brennbare Flüssigkeiten ist auf den einzelnen Tanks grundsätzlich eine Tankkühlung vorzusehen.

Je nach Art und Inhalt der Tanks beträgt die erforderliche Wasserleistung zwischen 1 und 3 l/min/m² der zu kühlenden Dach- und Tankmantelfläche.

Nebst der korrekten Bemessung der Wasserleistung ist die gute Wasserverteilung äusserst wichtig, um eine gleichmässige Benetzung der Oberflächen zu erreichen.

Auf Stehtanks im Freien haben sich Dralldüsen mit relativ grossen Bohrungen bei entsprechend geringem Druck bewährt. Diese sind auf Verunreinigungen wenig empfindlich, und eine zu feine Zerstäubung wird vermieden, da im Freien mit Windeinfluss zu rechnen ist (Abb. 5).

In memoriam

Dr. Eduard A. Bamert

Am 10. Oktober verstarb unser ehemaliger Direktor Eduard A. Bamert, Dr. sc. techn. dipl. Bau-Ing. ETH, nach längerer Krankheit.



1970 nahm der Verstorbene seine Tätigkeit beim damaligen Brand-Verhütungsdienst für Industrie und Gewerbe (BVD) auf. 1974 wurde er zum Direktor ernannt und leitete den BVD bis zu seiner Pensionierung im Jahr 1993. Auch im Ruhestand stellte Herr Dr. Bamert – nun als Senior Technical Consultant – sein breites Wissen und seine reiche Erfahrung in den Dienst unseres Instituts.

Früh schon erkannte der Verstorbene, dass wirksame Brandverhütung nicht auf Einzelmassnahmen basieren kann, sondern ganzheitlicher Schutzkonzepte bedarf. Mit dieser Philosophie erntete er weit über die Landesgrenzen hinaus grosse Beachtung. Herr Dr. Bamert wirkte in nationalen und internationalen Fachorganisationen, Kommissionen und Arbeitsgruppen mit; nach dem Brand in Schweizerhalle war er massgeblich an der Erarbeitung einer europäischen Chemielager-Richtlinie beteiligt. Die Stimme aus der Schweiz wurde gehört, seine Ideen beeinflussten den modernen Brandschutz ganz wesentlich. Zahlreich sind die Anerkennungen, die ihm zuteil wurden. Sie galten nie ausschliesslich dem exzellenten Fachmann, sondern immer auch dem liebenswürdigen Menschen Eduard Bamert.

Wir werden unseren langjährigen Direktor und Freund in dankbarer Erinnerung behalten.

Sicherheitsinstitut
Geschäftsleitung,
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter



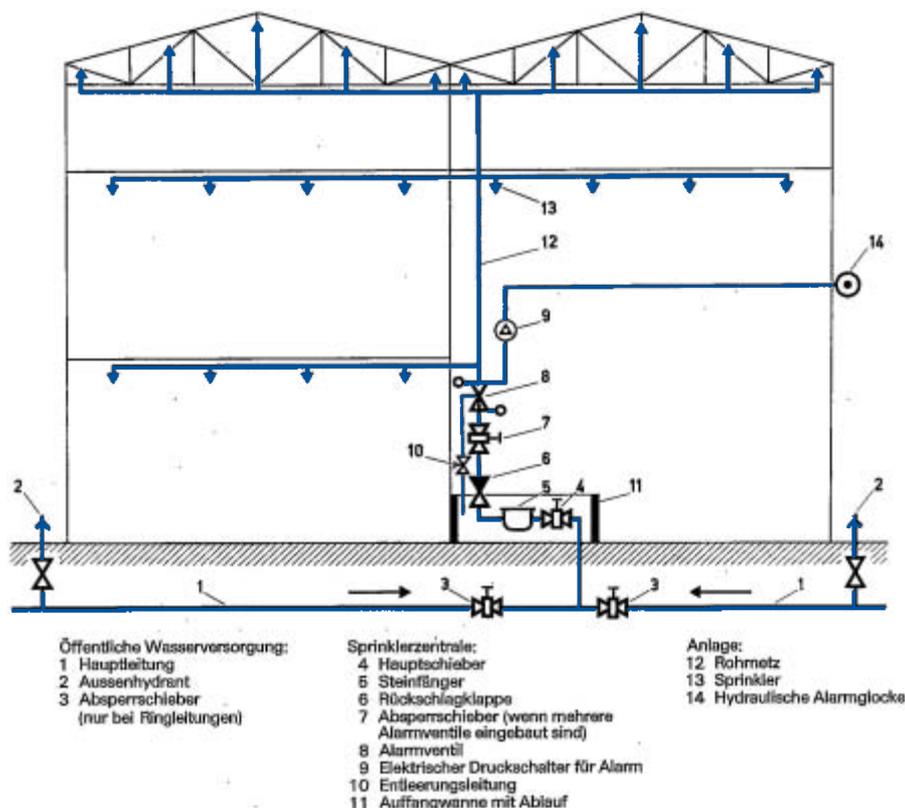


Abb. 2: Aufbau einer Sprinkleranlage.

Archiv Sicherheitsinstitut

Nebellöschanlagen oder Sprühnebelanlagen

Funktion

Der mobile Einsatz von «Nebel» zu Löschzwecken ist, vor allem in den USA, seit Jahrzehnten bekannt. In den achtziger Jahren haben dann vor allem die Skandinavier im Bereich der stationären Systeme Pionierarbeit geleistet. So stehen heute beispielsweise für den Einsatz auf Schiffen zuverlässige und wirkungsvolle Nebellöschanlagen zur Verfügung.

Diese Löschanlagen werden häufig aufgrund folgender Kriterien eingeteilt:

- Tropfengrösse (Zerteilungsgrad des Wassers im Löschstrahl);
- Betriebsnennndruck an den Löschdüsen;
- Einstoff- oder Mehrstoffsysteme.

Von Nebel oder Aerosol spricht man bei Tropfengrössen von < 100 µm. Grössere Tropfen (100 bis < 450 µm) werden Sprühnebel- oder Spraytropfen genannt.

Sprühnebel besteht aus ganz normalem, sauberem Wasser, das physikalisch-mechanisch so fein wie möglich zerteilt wird. Die Zerteilung findet meistens bei den Austrittsdüsen statt, die über das Rohrleitungssystem gespeist werden.

Voraussetzung für eine gute Zerteilung sind speziell gebaute Düsenformen und entsprechende Energie in Form von Druck. Vielfach werden mehrere einzelne Düsen zu einem Düsenkopf zusammengefasst. Unterschieden wird zudem zwischen Einstoffdüsen und Zweistoff- bzw. Mehrstoffdüsen (Abb. 6a und 6b).

Druckbereiche

Im Nieder- bis Mitteldruckbereich (bis 40 bar) braucht es mechanisch aufwendige Düsen, um eine gute Vernebelung zu erreichen. Das Kernstück dieser Anlagen bilden die Düsen, die bei niedrigem Druck durch die tangentielle Einströmung des Wassers in die Drallmischkammer einen hohen Umsetzungsgrad in Rotations- und Bewegungsenergie bewirken. Die «Wurfweite» der Niederdrucksysteme (Einstoffdüsen) ist jedoch beschränkt. Die Variation der geometrischen Parameter hat die unterschiedlichsten Tropfenspektren hervorgebracht. Hier ist der Übergang zu Feinsprühanlagen fließend. Es wurden Düsentypen entwickelt, die ein Glasfässchen als Auslöseelement besitzen, wie es aus der Sprinklertechnik bekannt ist.

Von Hochdrucksystemen spricht man ab 40 bar. Die häufigsten Anwendungen

finden sich im Bereich zwischen 80 und 120 bar. Es wurden aber auch Systeme mit Drücken bis 300 bar entwickelt.

Auslösungsmechanismen und Löszeit

Die Anlagen oder Sektoren werden meist automatisch ausgelöst durch das Signal einer Branddetektions-Einrichtung. Der Einsatz von Nebel erfordert, im Gegensatz zu Löschgasen, keine Vorwarnzeiten. Die Löszeit muss abgestimmt auf das Schutzziel und die übrigen Anlageparameter festgelegt werden und reicht von schnell löschend (< 10 s) bis langsam löschend (> 900 s).

Anwendungsbereiche

Wassernebel lässt sich grundsätzlich sowohl in geschlossenen Räumen als auch im Freien einsetzen. In geschlossenen Räumen werden alle positiven Eigenschaften des Nebels wirksam. Die Wärmeenergie am Brandherd und in seiner Umgebung wird stark absorbiert, die Sauerstoffzufuhr reduziert. Im Freien lässt sich der Sauerstoff in vielen Fällen nicht verdrängen.

Der Anwendungsbereich dieser Anlagen ist vielfältig: Maschinenräume, Transformatoren, Computerräume usw. Sprühnebel ist ein wirksames Löschmittel bei Flüssigkeitsbränden, weil Vermischen oder Abfließen mit dem Brandstoff unterbleiben, und eignet sich auch bei stauberzeugenden Anlagen. Die *Funkelöschanlage* in pneumatischen För-



Abb. 3: Berieselung eines Benzin-Kesselwagens (ohne Schaumbeimischung).

AVIA



Abb. 4: Lösch- und Kühlanlage einer Füllstelle für Tanklastwagen.

Vopak

dersystemen ist eine spezielle Anwendung der Wasserfeinsprüh-Technik.

Eine wesentliche Rolle bei der Auslegung einer Anlage spielt die Tropfengröße. So absorbieren Tropfen zwischen 50 und 100 μm die Wärmestrahlung sehr gut. Zum Löschen von Bränden mit brennbaren Flüssigkeiten sind Tropfengrößen zwischen 250 und 500 μm geeignet.

Ausblick

Neuerdings werden Wassernebel- und Gaslöschanlagen in einer einzigen Anlage kombiniert (Mehrstoffsysteme). Die Erarbeitung einheitlicher Richtlinien wird, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Leistungsparameter dieser Systeme, kaum möglich sein. Es können aber heute aufgrund von Versuchen und theoretischen Modellen Auslegungskriterien in Abhängigkeit der Brandstoffe und anderer Einflussfaktoren angegeben werden.

Funkenlöschanlagen

Funktion

Funkenlöschanlagen erkennen und löschen Funken und Glimmnester, die beim Erzeugen oder Transport brennbarer Stäube, Späne oder Fasern entstehen. Wesentliche Bestandteile sind der Funken-detektor, die Auswerteeinheit (Steuer-

ergerät), die Auslöseventile und die Sprühdüsen. Beim Auslösen wird das Löschmittel – in der Regel Wasser – fein verteilt in den betroffenen Teil der Anlage oder der Fördereinrichtung über eine bestimmte Zeitdauer eingedüst.

Schaumlöschanlagen

Art der Anlagen und Funktion

Die Anlagen werden aufgrund der Verschäumungszahl in Schwer-, Mittel- und Leichtschaumanlagen unterteilt und vor allem dort installiert, wo brennbare Flüssigkeiten gelagert oder umgeschlagen werden. Die Anlagen werden in ortsfester automatisierter, in manueller oder auch in «halbstationärer» Art gebaut.

Die wichtigsten Anlageteile sind in der Regel die Löschanlage mit der Schaummittelbevorratung, den Pumpen und den Zumischeinrichtungen sowie das Rohrnetz mit den Schaumerzeugern.

Beschäumungsleistung

(Mittel- und Schwertschaum)

Die Beschäumungsleistung richtet sich in erster Linie nach der Art des zu schützenden Objektes und des Brandgutes.

Die Leistung beträgt zwischen 3 und 10 $\text{l/min} \cdot \text{m}^2$ der abzudeckenden Flüssigkeitsoberfläche. Die Zumischrate der ver-

schiedenen Schaummittel liegt zwischen 1 und 6%. Die notwendige Schaummittelmenge pro Minute errechnet sich aus dem Wasserbedarf in l/min und der Mischrate des verwendeten Schaummittels.

Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich für Schaumlöschanlagen ist begrenzt. Sie werden beispielsweise eingesetzt bei Tankbeschäu-

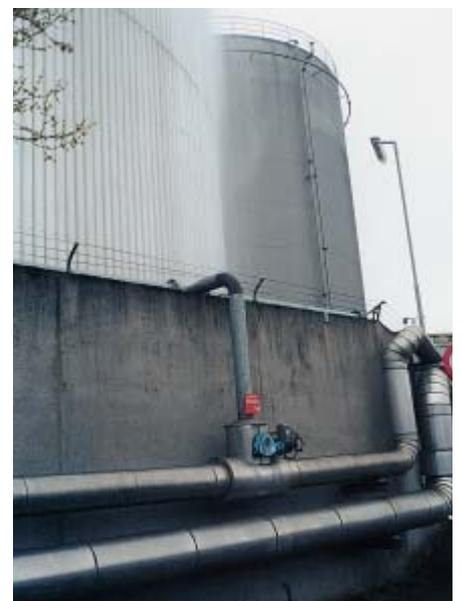


Abb. 5: Kühlung eines Stehtanks.

Vopak

mungen in Lagern im Freien und in Gebäuden, in Bassins bei Tankanlagen, für Bodenbeschäumungen bei Umschlagstellen und Lagergebäuden.

Leichtschaumanlagen sind unter anderem in grossen Lagerhallen und Flugzeughangars eingebaut worden (Abb. 7).

Gaslöschanlagen

In der Schweiz müssen wir Gaslöschanlagen, die chemische Löschmittel verwenden, nicht berücksichtigen. Sollten solche Löschmittel aus speziellen Gründen notwendig sein, muss eine Sonderbewilligung vorliegen.

Die Systeme benutzen die folgenden natürlichen Gase oder deren Gemische: Stickstoff (N₂), Kohlendioxid (CO₂) und Argon (Ar). Diese werden in der ISO 14520 als «nicht verflüssigt» definiert, das heisst als Gas oder Gasmischung mit normalerweise einem Inertgas, das unter Betriebsdruck und Umgebungstemperatur immer in Gasform vorliegt.

Raumlösch- und Einrichtungsschutzanlagen

Beim Raumschutz werden ganze Räume, die möglichst als Brandabschnitte ausgebildet sein sollten, mit Löschgas geflutet. Von Einrichtungsschutz spricht man, wenn einzelne Geräte (EDV-Racks), Schränke (Steuerungen) oder Laborkapellen in einem Raum oder im Freien mit einer automatischen Löschung versehen sind.



Abb. 6a: Offener Düsenkopf.

FOGTEC



Abb. 6b: Düsenkopf mit Glasfass.

FOGTEC

Personengefährdung

Am 27. Juli 1997 ereignete sich in einer Bank in Südafrika ein tödlicher Unfall im zentralen Computerraum. Dieser war durch eine CO₂-Gaslöschanlage geschützt. Weil in Räumen, die mit CO₂ geflutet werden, akute Erstickengefahr besteht, muss bei ortsfesten Anlagen vor dem Ausströmen des Löschmittels eine akustische und optische Warnung sicher gestellt sein.

Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich für Gaslöschanlagen ist vielfältig. Ob und welche Art von Gaslöschung die optimale Lösung darstellt, hängt vom Schutzziel ab, das im Rahmen des Schutzkonzepts definiert wurde. Diese Löschanlagen eignen sich

beispielsweise für informationstechnische Anlagen (EDV), Schalt- und Steueranlagen in Kraftwerken, Ölbäder, Trockenöfen, Lackierkabinen, Laborkapellen, Lösungsmittellager, Druckmaschinen.

Pulver-Löschanlagen

Pulver-Löschanlagen sind ortsfeste Anlagen für Flüssigkeits- oder Gasbrände. Sie werden dort empfohlen, wo es auf eine schlagartige Löschwirkung ankommt und die Verschmutzung durch das Löschpulver eine sekundäre Rolle spielt. Eine spezielle Anwendung sind die Anlagen zur Explosionsunterdrückung von Gas- und Staubexplosionen auf Mahlwerken, Zyklonen, Zerstäubertrocknern usw.

Marcel Büchner, dipl. Masch.-Ing. HTL
Sicherheitsinstitut
Nüscherstrasse 45
CH-8001 Zürich



Abb. 7: Beschäumung des Bassins eines Stehtanklagers.

AVIA

Literatur

- Kinkelmann, J.: Forschungsbericht Nr. 220; Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe, 2000
- Stephens, J. N.: Bewertung von Standard- und Spezialsprinklern, 1998
- Schremmer, U.: Wassersprühtechnik: Anwendung und Stand der Richtlinien, 1998
- Lee, B. M.: Development of the Series of Standards ISO 14520, 1998