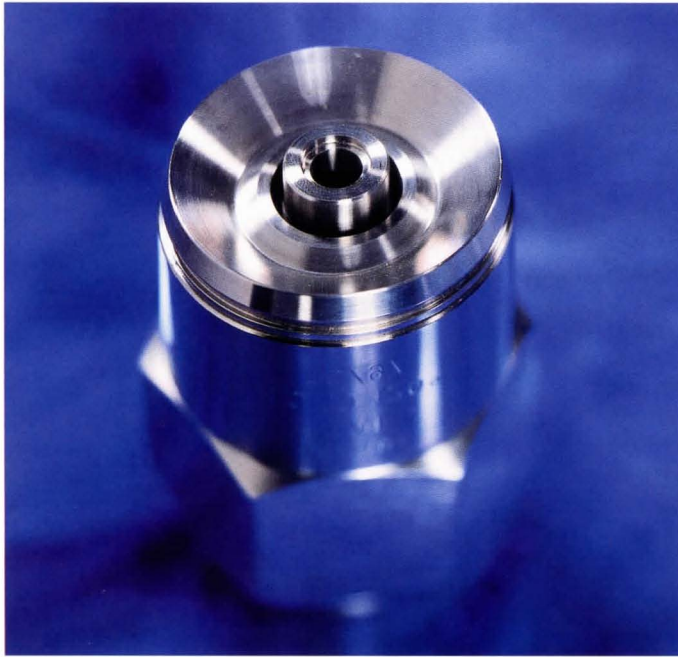


Stationäre automatische Wassernebellöschanlagen



Speziällöschdüse für die Erzeugung von Wassernebel im Niederdruckbereich.

Einleitung

Bereits Ende der 80iger/Anfang der 90iger Jahre begann, auch verursacht durch das Verbot von Halon als Löschmittel, eine verstärkte Suche nach effektiven Löschmitteln und Löschmethoden, verbunden mit einer möglichst hohen Personensicherheit.

Eine Möglichkeit bestand darin, die Effektivität der Brandbekämpfung unter Ausnutzung des Löschmittels Wasser zu erhöhen. Dazu wurde eine Idee aus den 20iger Jahren unseres Jahrhunderts aufgegriffen: Feinste Zerteilung des Wassers in diffuse Löschmittelstrahlen durch spezielle technische Erzeugungsverfahren. Ziel dieser Verfahren ist die Erzeugung großer spezifischer Löschwasserflächen zur besseren Ausnutzung der möglichen Löscheffekte. Abhängigkeiten wie die Druckstufe des Wassers, Kühlung, Verdampfung in Form einer Intertisierung, Trennung, Verdünnung und Antikatalyse sind dabei zu berücksichtigen. Die Ausbildung dieser Löscheffekte in

Synergie mit der Wechselwirkung zwischen dem erzeugten Löschmittelstrahl und der aufsteigenden Flammensäule/Heißgasströmung des Brandherdes führen zu einer Verbesserung der Löschwirkung und oft sogar zu einer Reduzierung der Löscheziten.

Stand der Löschanlagentechnik

Die Erarbeitung gemeinsamer wissenschaftlicher Grundlagen für eine risikogerechte Dimensionierung und Gestaltung stationärer automatischer Wassernebellöschanlagen für die unterschiedlichen Betriebsnenndruckbereiche steht noch am Anfangspunkt und bedingt im ersten Ansatz eine Analyse des heute erreichten technischen Niveaus.

Der Einsatz einer bestimmten Düsenart und damit spezifischer Düsenleistungsparameter, wie Tropfengrößenverteilung des Strahles, Tropfenschwärmichte, Sprühwinkel, Sprühprojektion, führt zwangsläufig zu unterschiedlichen Dimensionierungsgrundsätzen und damit zu Löschanlagengestaltungen einschließlich Gesamtbrandschutzkonzepten. Die vom Löschanlagenbetreiber eindeutig zu definierenden Schutzziele wie Brandlöschung, Brandkontrolle, Brandsperrung, Rauchgas- und Wärmebindung sowie weitere brandspezifische Einflußfaktoren sind dabei zu beachten. Dies erfordert, da weltweit nichts anderes geregelt ist, die Durchführung umfangreicher Löscherfahrungen für spezifische Anwendungen als Objekt-, Raum- oder Einrichtungschutz.

In einer Vielzahl von Löscherfahrungen an Testobjekten im Maßstab 1:1 konnte die Wirksamkeit der verschiedenen stationären automatischen Löschanlagentechniken im Niederdruck von 4 bar bis 16 bar, im Mitteldruck von 16 bar bis 40 bar und im Hochdruck von 40 bar bis 150 bar für die Erfüllung der verschiedenen Schutzziele nachgewiesen werden.

Dabei zeigten sich Unterschiede in der Ausbildung der verschiedenen Lösch-effekte des Wasserebels in den einzelnen Energiebereichen. Nach dem prozentualen Anteil der Ausbildung der verschiedenen Löscheffekte können diese Energiebereiche wie folgt eingeteilt werden:

Bereich 1: Wärmestrom ≤ 400 kW

Bereich 2: Wärmestrom
 $> 400 \dots \leq 1000$ kW

Bereich 3: Wärmestrom ≥ 1000 kW

Besonders die beiden Hauptlöscheffekte Kühlung und Verdampfung (lokale Inertisierung) werden in Abhängigkeit vom Wärmestrom unterschiedlich stark ausgebildet. Der Anteil einer lokalen Inertisierung nimmt vom Bereich 1 bis zum Bereich 3 zu.

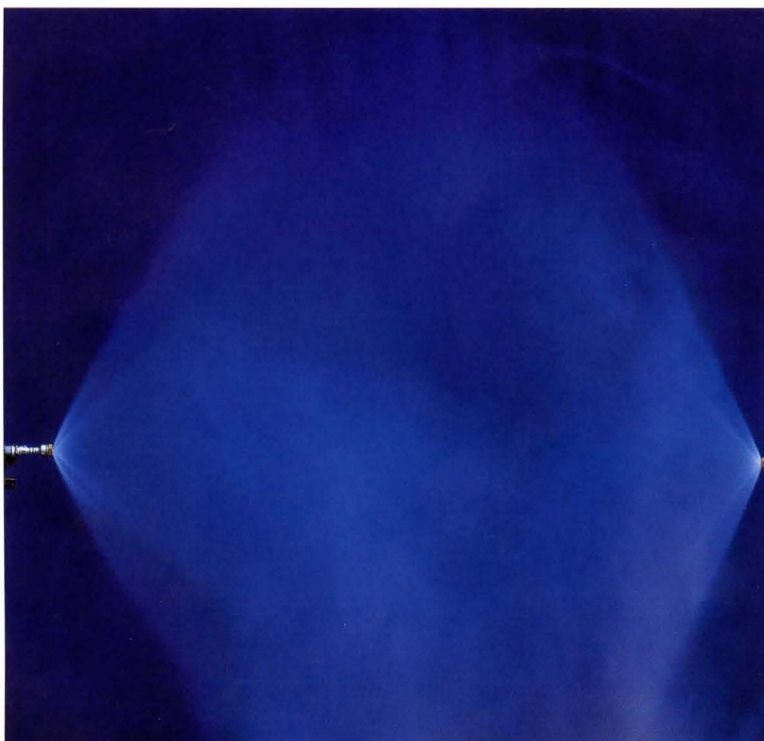
In den Bereichen 1 und 2 überwiegt der Kühleffekt in der Flammenzone und auf der Brandstoffoberfläche. Durch eine lokale Inertisierung können für kurze Zeit im Bereich 3 Sauerstoffkonzentrationen

von 12 .. 14 Vol. % am Brandherd erreicht werden. Für die Brandlöschung in den Bereichen 1 und 2, ohne eine durch einen Brand eintretende Sauerstoffkonzentrationserniedrigung löschen zu können, ist im Löschmittelstrahl eine Mindesttropfendichte von $\geq 0,6$ l/m³ zu realisieren.

Mit diesem Wert wird eine Abnahme der Tropfenschwarmdichte durch Impulsabbau während der Brandlöschung mit berücksichtigt. Je höher der Wärmestrom, desto niedriger ist die für eine Erreichung des vorgegebenen Schutzzieles erforderliche Tropfenschwarmdichte.

So können bei Wärmeströmen über 1 MW Tropfenschwarmdichten von 0,3...0,4 l/m³ ausreichend sein. Für eine Dimensionierung der Wasserebellöschanlagen auf die Löschung eines Entstehungsbrandes sind Tropfenschwarmdichten unter 0,6 l/m³ nicht praxisrelevant.

Durch die Ermittlung von Löschintensitäts-/Löschzeit- sowie Löschintensitäts-/Tropfengrößen-Diagrammen konnten in Abhängigkeit von dem im Betriebsnenn-druckbereich erzeugten mittleren Tropfendurchmesser im Löschmittelstrahl günstige brandstoffspezifische und schutzzielbezogene Tropfendurchmesser ermittelt werden.



Wasserebel-
Löschmittelstrahl

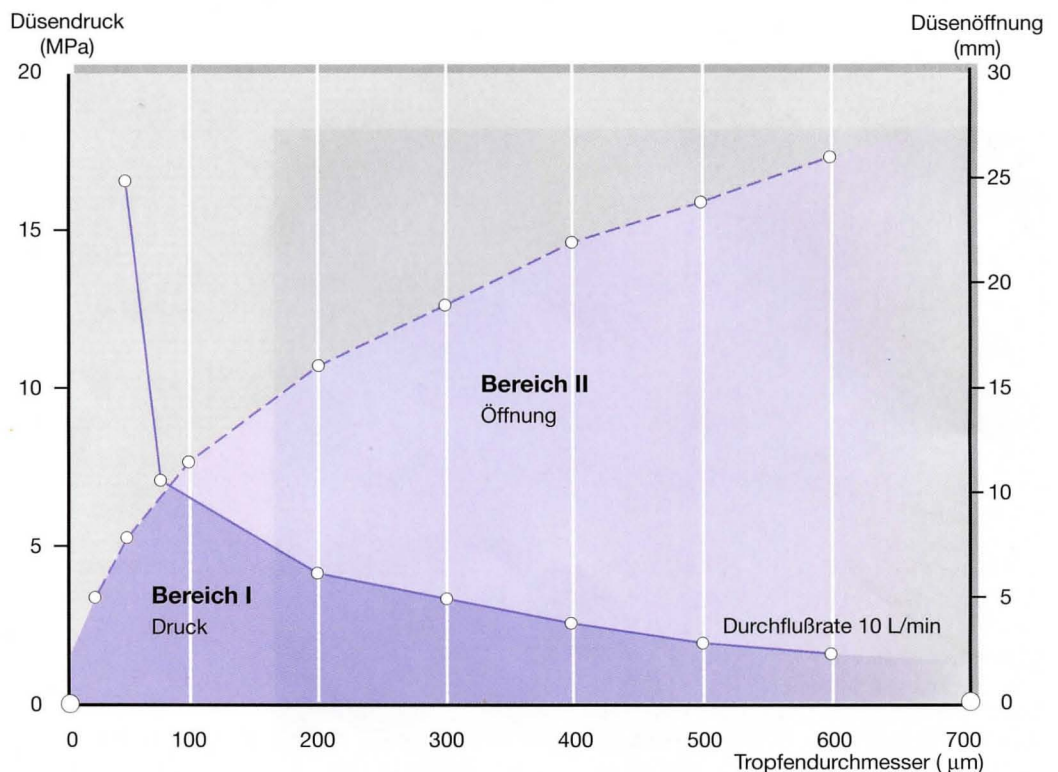


Stellvertretend können genannt werden:

- ▶ Tropfen $\leq 150 \mu\text{m}$ treten ab einem Wärmestrom von ca. 400 kW in Wechselwirkung mit der aufsteigenden Flammensäule / Heißgasströmung.
- ▶ Tropfen $> 150 \mu\text{m}$ treten je nach Höhe des Wärmestromes noch in Wechselwirkung mit der Brandstoffoberfläche,
- ▶ die größtmögliche Absorption der Wärmestrahlung erfolgt mit Tropfendurchmessern von $> 50 \dots \leq 100 \mu\text{m}$,
- ▶ Tropfen mit Durchmessern $\leq 50 \mu\text{m}$ haben einen hohen Anteil der Reflexion der Wärmestrahlung gegenüber einem niedrigeren Absorptionsanteil zur Folge,

- ▶ ein Tropfengrößenbereich von $400 \dots 600 \mu\text{m}$ ist für Brandstoffe der Brandklasse A und von $100 \dots 350 \mu\text{m}$ für Brandstoffe der Brandklasse B bzw. Gefahrklasse A und B nach der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) in bezug auf eine effektive Brandlöschung anzuwenden.
- ▶ Tropfen mit einem Durchmesser von $\leq 100 \mu\text{m}$ sind geeignet zur Löschung von Bränden der Brandklasse C,
- ▶ für die Brandlöschung niedrigsiedender Öle und Fette liegt die günstigste Tropfengröße im Bereich von $280 \dots 500 \mu\text{m}$,
- ▶ Brände höher siedender Öle und Fette werden mit Tropfengrößen von $450 \dots 600 \mu\text{m}$ am effektivsten gelöscht.

Abhängigkeit zwischen Düsendruck, Düsenaustrittsöffnung und Tropfendurchmesser für Einstoffdüsen und Zweistoffdüsen.



Bereich I Bereich der Zweistoffdüsen mit Innen- und Außenmischung nach dem Druckprinzip.

Bereich II Bereich der Flüssigkeitsdruckdüsen (Axial- und Tangential Voll- und Hohlkegeldüsen).

Auswahl volumenbezogener Mindestlöschintensitäten in Abhängigkeit von der Brandgefahr und Düsenleistungsparameter für die Feinsprühlöschanlagentechniken.

Düsenleistungsparameter						
Parameter	Niederdruck				Mitteldruck	Hochdruck
	Einstoff		Zweistoff			
Druck	4 ... 8 bar	2 ... 14 bar	3 ... 5 bar Wasser	3,5 ... 5,5 bar Gas	30 ... 40 bar	60 ... 80 bar
Tropfen- größen- bereich	20 ... 200 μm	60 ... 150 μm	5 ... 200 μm		20 ... 200 μm	20 ... 150 μm
Durchfluß- rate	8 ... 65 l/min	11 ... 45 l/min	2,5 ... 20 l/min		3 ... 40 l/min	3 ... 20 l/min
Sprüh- winkel	90 ... 140°	60 ... 90°	90 ... 120°		90 ... 120°	60 ... 90°

Volumenlöschintensität l / (m ³ · min)						
Brand- gefahr	Niederdruck				Mitteldruck	Hochdruck
	Einstoff		Zweistoff			
	4 ... 8 bar	2 ... 14 bar	3 ... 5 bar Wasser	3,5 ... 5,5 bar Gas	30 ... 40 bar	60 ... 80 bar
BG 1	2,50	1,75	1,90		1,500	1,00
BG 2.1	3,00	2,10	2,25		1,80	1,20
BG 4.3	5,00	3,50	3,75		3,00	1,80
BG 4.3	7,00	4,90	5,25		4,20	2,50

Die Anwendung dieser Erkenntnisse muß einhergehen mit der Realisierung brandstoffspezifischer sowie schutzzielbezogener Mindestlöschintensitäten.

Durch die Anwendung von Tropfengrößen im Bereich von 20 ... 600 μm im Löschmittelstrahl werden volumen- und oberflächenwirksame Löschemanismen ausgebildet. Dabei überwiegt der volumenwirksame Anteil eindeutig. Aus

diesem Grunde können die zu realisierenden Mindestlöschintensitäten als Volumenintensität in l/(m³ x min) angegeben werden.

Heute lassen sich bereits volumenbezogene Mindestlöschintensitäten in Abhängigkeit von der Brandgefahr und den Dienstleistungsparametern für die stationäre automatische Wassernebeltechnik angeben.



Für die Erfüllung des vorgegebenen Schutzzieles im Wirkungsbereich einer Wassernebellöschanlage müssen noch weitere Bedingungen beachtet werden.

Im einzelnen sind dies:

- ▶ die allseitige und möglichst homogene räumliche Löschmittelbeaufschlagung mit einer Mindestlöschantensität,
- ▶ die Vermeidung von Luftturbulenzen infolge Parallelströmungen zur aufsteigenden Flammensäule / Heißgasströmung,
- ▶ ein Verhältnis von $\geq 0,3$ zwischen der Wärmefreisetzungsrate des Brandes zum Wärmebindungsvermögen durch das Löschmittel,
- ▶ die direkte Löschmittelbeaufschlagung verdeckter Raumbereiche (Sprüschatten),
- ▶ die Unterschreitung einer Geschwindigkeit der Luftquerströmung am Brandherd von ≥ 3 m/s bezogen auf den Strömungsquerschnitt des Löschmittelstrahles,

- ▶ die Unterschreitung einer Nettoöffnungsfläche des Raumes von $\leq 25\%$ gegenüber der freien Umgebung,
- ▶ die Realisierung ökonomisch sinnvoller Wirkungsbereiche oder Wirkteile in Abhängigkeit von den Erzeugungsverfahren, der Löschdüsenkonstruktion, den Löschmittelzuführungszeiten, der Gleichzeitigkeit der Löschmittelbeaufschlagung, den Branddetektionszeiten, den Mindestbetriebszeiten, der Löschdüsenanordnung sowie von der Zuführungsart des Löschmittels.

Die Berücksichtigung dieser Bedingungen führt zu spezifischen Löschwasserausnutzungsgraden am Brandherd.

Siehe Tabelle unten.

Natürlich bestehen, wie bei allen Arten von Löschmitteln, auch hier Anwendungsgrenzen aufgrund der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Löschmittels Wasser. Diese Grenzen ergeben sich zum einen aus seiner Wirkungslosigkeit bei speziellen Brandstoffen und zum anderen aus gefährlichen chemischen Reaktionen während des Einsatzes oder schließlich aus dem Wasserschaden.

Löschwasserausnutzungsgrad am Brandherd in Abhängigkeit von der freigesetzten Wärmemenge und den Druckbereich.

Vom Brand freigesetzte Wärmemenge in [kW]	Ausnutzungsgrad des Löschwassers am Brandherd in [%]					
	Niederdruck		Mitteldruck		Hochdruck	
	Objekt	Raum	Objekt	Raum	Objekt	Raum
≤ 4000	32	25	35	25	40	30
$> 400 \dots < 1000$	55	40	55	40	60	45
≥ 1000	75	55	80	60	80	65

Unter Berücksichtigung bzw. Kenntnis der Anwendungsgrenzen sowie der bisher durchgeführten praktischen Löschanlagen im Maßstab 1:1 sind verschiedene stationäre automatische Wassernebellöschtechniken auf der Grundlage derzeit existierender Richtlinien (FM, VdS, IMO) von den Versicherern anerkannt bzw. akzeptiert.

Einsatzgebiete

Die höhere Leistungsfähigkeit der stationären automatischen Wassernebellöschtechnik gegenüber der konventionellen Wasserlöschtechnik (Sprinkler- und Sprühwasserlöschanlage) konnte bereits nachgewiesen werden für den Schutz von:

- ▶ Dampf- und Gasturbinen
- ▶ Motorprüfständen
- ▶ elektrostatischen Naßlackierkabinen
- ▶ Sprühzonen unter Tage
- ▶ Maschinenräumen
- ▶ Kabelkanälen und Kabeltrassen
- ▶ Gurtfördereinrichtungen
- ▶ Tiefdruckrotationsmaschinen
- ▶ kontinuierliche und Mehretagen-Spanplattenpressen
- ▶ Konverterstationen
- ▶ mit Ölen und Fetten arbeitenden Geräten usw..

Die Entwicklung der stationären automatischen Wasserfeinsprühlöschanlagen ist bei weitem noch nicht abgeschlossen. Neue und bereits bekannte anlagentechnische Lösungen sowie Löschmethoden für eine weitere Löscheffektivitätssteigerung und Reduzierung des Löschmittelbedarfs werden untersucht.

Dazu zählen zum Beispiel:

- ▶ der Intervallbetrieb Löschen/ Pause/Löschen,
- ▶ die intermittierende Löschmittelfreisetzung
- ▶ der Einsatz löschwirksamer Zusätze
- ▶ die impulsbehaftete Löschmittelfreisetzung.

Die stationären automatischen Wassernebellöschtechniken werden sich für spezielle Anwendungen, besonders für den Objekt- und Einrichtungsschutz etablieren. Sie benötigen durch ihre höhere Komplexität auch ingenieurtechnische Aufwendungen für den praktischen Einsatz. Für die derzeit praktizierte risikogerechte Dimensionierung und Gestaltung derartiger Anlagen ist die hohe Eigenverantwortlichkeit der Anlagenerrichter auf der Basis der durchgeführten Löschanlagen im Maßstab 1:1 sowie der daraus abgeleiteten Möglichkeit der Systemanerkennung ein erster richtiger Ansatz.

Die Erarbeitung gemeinsamer Mindestanforderungen für die verschiedenen Wassernebellöschtechniken wird zur Zeit durch die europäische Normung in Angriff genommen. Probleme bereitet nicht die allgemeingültige Übertragbarkeit von Versuchsergebnissen aus Löschanlagen anhand thermodynamischer, strömungstechnischer sowie physikalischer Größen, sondern es bedarf hier noch einer intensiveren Grundlagenforschung.

Die Wassernebellöschanlagen können auch eine sinnvolle Ergänzung im Bereich der Anwendung stationärer automatischer Pulver-, Schaum- und/oder Inertgas-Feuerlöschanlagen darstellen.

Fazit

Dr.-Ing. Ulf Schremmer,
Leiter Löschanlagenentwicklung
und Produktmanagement,
Firma Total Walther GmbH, Feuerschutz
und Sicherheit, Köln Dellbrück