

Nebellöschanlagen – Alternative zum Sprinkler

CCN CongressCenter (Mitte) Nürnberg / 21.02.2013

Prof. - Dr. – Ing. Ulf Schremmer
Fachhochschule Köln / Brandschutzingenieurwesen
Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr

Vortragsinhalt

1. Einleitung
2. Anlagentechnische Schutzziele als Ausgangspunkt
3. Anlagentechnische Kennwerte für Planung, Einbau und Auswahlgrundlagen
4. Gegenüberstellung der Einsatzgebiete
5. Ableitungen und Zusammenfassung

1. Einleitung



Quelle: TOTAL WALTHER GmbH

Einleitung

- Breites Anwendungsspektrum Löschmittel Wasser in Form Sprinklerspray, Sprühwasser und Wassernebel für neue Werkstoffe und Materialien mit unbekannten Verbrennungseigenschaften
- Verbreitung der Anwendungsgebiete für Wassernebel – Anlagen
- Erarbeitung von Normen und Regelwerken für Planung und Einbau Wassernebel – Anlagen auf der Grundlage definierter Prüfverfahren
- Diskussion über die Vor- und Nachteile zum Einsatz Sprinkler – und Wassernebel – Anlagen



Ansatzpunkte für Vergleichbarkeit Wassernebel – Sprinkler auf der Grundlage Löscheffekte und Löschmethoden für vergleichbare Anwendungsbereiche und anlagentechnische Schutzziele !

2. Anlagentechnische Schutzziele als Ausgangspunkt



Quelle: Fogtec Brandschutz GmbH & Co. KG

Ansatzpunkte



- Komplexe tropfenabhängige Wirkmechanismen des Energie-, Massen- und Stofftransports in Wechselwirkung des Löschmittelstrahls mit der vom Brandherd aufsteigenden Flammensäule/Heißgasströmung

Ansatzpunkte

- Wirkung und Funktion der stationären Lösch- und Brandbekämpfungstechnik kann objektiv aus den folgenden tropfenabhängigen räumlichen und /oder auf der Oberfläche wirksamen Eigenschaften der unterschiedlichen Löschmittelstrahlen (Polytropfenschwärme) am Brandherd abgeleitet werden:
 - Lokale Inertisierung (**Stickeffekt**),
 - Absorption und Reflexion (**Trenneffekt**),
 - **Sedimentation**,
 - **Adsorption**,
 - Wärmeentzugsleistung (**Kühleffekt**),
 - Inhibition (**Inhibitionseffekt**),
 - Stabilität gegenüber Luftströmungen

Ansatzpunkte



Umsetzung in anlagentechnische Kennwerte Wasserintensität, Wirkfläche, Schutzfläche, Mindestbetriebszeit für eine risikogerechte Dimensionierung und Gestaltung (Planung und Einbau) !



- Die tropfengrößenabhängigen Wirkmechanismen der Löschmittelstrahlen bedingen verfahrensimmanente Vor- und Nachteile und damit ökonomische Anwendungsgrenzen in Abhängigkeit von der Brandgefahr !



3. Anlagentechnische Kennwerte für Planung, Einbau und Auswahlgrundlagen

Kennwerte und Auswahlgrundlagen

Leistungsscharakteristik Düse

Anordnungsgeometrie der Düse in Abhängigkeit vom Tropfendurchmesser bestimmt im Wirkbereich, die:

- Bewegung der Tropfen im Polytropfenschwarm zum Brandherd,
- Wechselwirkung der Tropfen im Polytropfenschwarm mit der Flammensäule/Heißgasströmung.

Raumwirkung

Raum- und
Oberflächenwirkung

Oberflächenwirkung

Schnelle und effektive Ausbildung aller Löscheffekte in Abhängigkeit Brandgefahr sowie brandspezifischer Einflussfaktoren !

Kennwerte und Auswahlgrundlagen

Mindestanforderung an die Düsenanordnung im Wirkungsbereich sind:

- gleichmäßige Wasserbeaufschlagung,
- Vermeidung Luftturbulenzen,
- ausreichend hohe Penetration Flammenvolumen und/oder Brandstoffoberfläche mit Wasser,
- richtiger Abstand zum Brandherd.

Raumschutz

Objektschutz

Einrichtungsschutz

Vergleichbarkeit
Sprinkler-Wassernebel ?

Hohe Verantwortung
Anbieter / Errichter

Weitere Spezifikationen
CEN/TS14972 ...

Allgemeine Planungs- und Einbauvorgaben im Sprinkleranlagenbau vorhanden !



Beispiel Leistungscharakteristik Düse

Kennwerte und Auswahlgrundlagen

Merkmal	Sprinkler	Sprinkler – Feinsprüh-technik	Feinsprühtechnik– Niederdruck	Feinsprühtechnik– Mitteldruck	Feinsprühtechnik– Hochdruck
Tropfengrößenbereich	0,25mm bis 2,5mm	0,06mm bis 0,7mm	0,04mm bis 0,3mm – Einstoffsystem 0,005mm bis 0,2mm - Zweistoffsystem	0,02mm bis 0,2mm	0,02mm bis 0,15mm
Charakteristischer mittlerer volumetrischer Tropfendurchmesser	1,0mm	0,3mm	0,2mm	0,1mm	0,07mm
Schwebegeschwindigkeit Tropfen	8,36m/s	1,36m/s	0,53m/s	0,13m/s	0,07m/s
Wärmeübergangszahl (mittlere Temperatur - erhöhung ca. 30K ab 20 °C)	382 W/(m² x K)	610 W/(m² x K)	790 W/(m² x K)	1.351 W/(m² x K)	1.856 W/(m² x K)
Schutzfläche pro Düse	9 bis 17m²	4 bis 16m²	9 bis 25m² - Einstoffsysteme (Bündeldüsen) 9 - bis 40m² Zweistoffsysteme (Bündeldüsen)	9 bis 25m²	9 bis 25m² (Bündeldüsen)
Durchflussrate Düse (k-Faktor)	57 bis 80	3,5 bis 15	1,4 bis 14 – Einstoffsysteme 1,0 bis 10,0 - Zweistoffsysteme	1,0 bis 11,5	0,3 bis 2,5

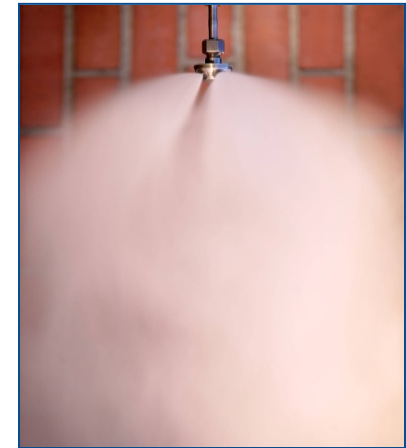


Quelle: TOTAL WALTHER GmbH

4. Gegenüberstellung der Einsatzgebiete

Gegenüberstellung

- Vergleichbarer, an konventionellen stationären Lösch- und Brandbekämpfungsanlagen orientierter Anlagenaufbau,
- Wassernebeltechnik auch im Mitteldruck ($>16\text{bar} \dots \leq 40\text{bar}$) und Hochdruckbereich ($> 40\text{bar}$) verfügbar (Anlagenteile und Komponenten),
- Spezielle technische Lösungen zur möglichst gleichmäßigen und allseitig räumlichen Wassernebelbeaufschlagung und für die Realisierung einer Brandstoff - Oberflächen – Wasserbeaufschlagung,
- Anwendung von Zweistoffsystemen,
- Anforderungen an die Sauberkeit des Löschwassers und weitere anlagenspezifische Besonderheiten (Anlagenmerkmale)...



Quelle: TOTAL WALTHER GmbH

Gegenüberstellung

Weitere Anlagenmerkmale:

- Nachprüfbarkeit Anlagenparameter für behördliche Akzeptanz, Erfahrungen mit Technik,
- Installationskosten und Platzbedarf (Rohrleitungen, zentrale Wasserversorgung, Energieversorgung Pumpen),
- Abnahmen, Genehmigungen und Prüfungen,
- Wartung und Instandhaltung (Betriebskosten),
- Praktische Besonderheiten für die Sicherstellung der Wirksamkeit im Einsatz.

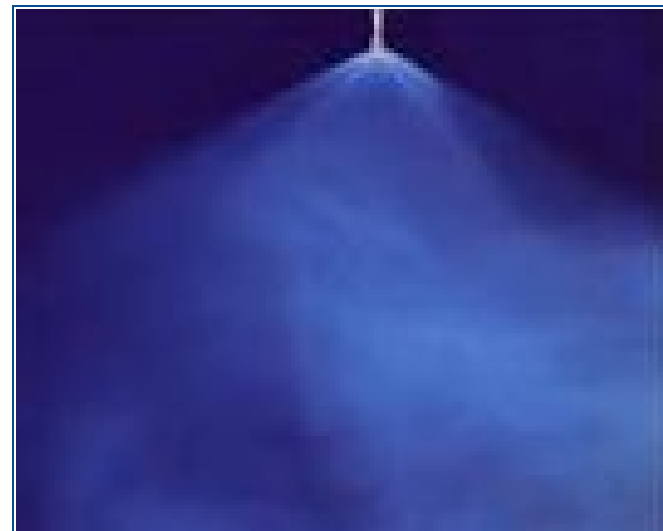


Quelle: TOTAL WALTHER GmbH

Gegenüberstellung

Weitere Anlagenmerkmale:

- Wärmeaustauschfläche, Tropfeneigenschaften, Löschwirkung, und Löscheffekte,
 - Einsatz löschwirksamer Zusätze,
 - Personengefahr,
 - Wasserausnutzungsgrad,
 - Schutz verdeckter Raumbereiche,
 - Verschmutzungsgefahr Düsen,
 - anlagentechnische Sicherheitsreserven/Sicherheitsniveaus,
- Anpassung an Nutzungsänderungen,



Quelle: TOTAL WALTHER GmbH



Beispiele mit Ableitung Anwendungen

Vergleich Kennwerte - Ausgangspunkt

Hochdruck - Wassernebel	Niederdruck - Mitteldruck - Wassernebel (Feinsprüh-Sprinkler!)	Sprinkler
Wärmeaustauschfläche	Wärmeaustauschfläche	Wärmeaustauschfläche
ca. 85m ² /(l)	ca. 30 bis 60m ² /(l)	ca. 6m ² /(l)
Polytropfenschwarm	Polytropfenschwarm	Polytropfenschwarm
- hohe kinetische Energie Strahlerzeugung - großer Impulsabbau - kein abgegrenztes Sprühbild (zerfließt) - Reaktionsoberfläche vergrößert sich exponentiell bei Tropfendurchmesser < 100µm - sehr geringer Anteil Aerosole ≤ 10µm	- kinetische Energie für Tropfen ≥ 125µm steigt quadratisch mit dem Durchmesser - abgegrenztes Sprühbild mit innerer Verwirbelung - Aerosolbildung nicht vorhanden	- Tropfen durchdringen vollständig Flammensäule/Heißgasströmung und erreichen die Brandstoffoberfläche - abgegrenztes Sprühbild mit geringen Tropfen - Verwirbelungen - Aerosolbildung ist vernachlässigbar
Wirkmechanismus Tropfen	Wirkmechanismus Tropfen	Wirkmechanismus Tropfen
- räumlich in Wechselwirkung mit der Flammensäule/Heißgasströmung - schnelle Verdunstung und Verdampfung mit Luftsauerstoffverdrängung durch Volumenzunahme um das 1680-fache - Verdampfung erfolgt bis zur Kühlgrenztemperatur, danach nur Verdunstung und Kühlung - langes „quasistationäres“ Schwebeverhalten - Tropfentransport mit zur Brandreaktionszone zuströmender Luft - Einmischung Rauchgase und Tropfenkondensation mit längerem Schwebezustand	- räumlich in Wechselwirkung mit der Flammensäule/Heißgasströmung und Oberflächenwirkung auf der Brandstoffoberfläche in Kombination - langsamere und anteilige Verdunstung und Verdampfung Wassertropfen im Tropfenschwarm (Kühlgrenztemperatur!) - kürzeres Schwebeverhalten - Tropfentransport mit zur Brandreaktionszone zuströmender Luft und über die Schwerkraft durch die Brandreaktionszone in Kombination - Einmischung Rauchgase und Tropfenkondensation mit schnellerer Auswaschung infolge Tropfenmasse zum Boden	- räumliche Wechselwirkung mit der Flammensäule/Heißgasströmung ist sehr klein - Oberflächenwirkung auf der Brandstoffoberfläche ist vorherrschend - Anteil Tropfenverdunstung ist gegenüber der Tropfenverdampfung im Tropfenschwarm viel höher - sehr kurzes Schwebeverhalten - Tropfentransport zur Brandreaktionszone überwiegend durch die Schwerkraft mit geringem Anteil Zuluftstrom - Einmischung Rauchgase und Tropfenkondensation aufgrund Tropfenmasse am Brandherd nur untergeordnet ausgebildet

Vergleich Kennwerte - Ausgangspunkt

Sicherheitsreserven Hydraulik/Nutzung	Sicherheitsreserven Hydraulik/Nutzung	Sicherheitsreserven Hydraulik/Nutzung
- Anlagengröße bezüglich Wasserbedarf wird bestimmt durch die Kosten für den Druckerzeuger / Druckspeicher - Löschwasser - Optimierungen führen bei kleinen Risikoänderungen zu einem erheblichen Einfluss auf die Löschwirksamkeit der Anlage (Trend!) - eine Anpassung der Wassermenge bei Nutzungsänderungen ist durch die Charakteristik Pumpen-/Rohrnetz-kennlinie nur begrenzt oder nicht möglich (Zusätzliche Pumpen in Parallelschaltung!) - Veränderung der Lüftungsbedingung führt zum Versagen im Rahmen der Erfüllung anlagentechnischer Schutzziele	- Anlagengröße bezüglich Wasserbedarf wird bei Nutzung Zweistoffsysteme und im Mitteldruckbereich durch die Kosten für den Druckerzeuger / Druckspeicher mitbestimmt - Technik im Niederdruckbereich ist im Bezug auf die Reserven zur Gesamthydraulik mit konventioneller Löschtechnik vergleichbar - eine Anpassung der Wassermenge bei Nutzungsänderungen ist durch die Charakteristik Pumpen-/Rohrnetz-kennlinie in Grenzen, wie für die konventionellen Anlagen, im Regelfall möglich - Veränderung der Lüftungsbedingungen führen nicht zwangsläufig zum Versagen im Rahmen der Erfüllung anlagentechnischer Schutzziele	- Anpassungen Pumpen-/Rohrnetz-kennlinie ist in Grenzen durch oftmals vorhandene „systemimmanente“ Reserven bis Anlagengrenze möglich
Ausgleich Nachteile Tropfengröße	Ausgleich Nachteile Tropfengröße	Ausgleich Nachteile Tropfengröße
- Löschwasserversorgung zusätzlicher Düsen, durch Einsatz Remote - Sprinkler, druckempfindliche Verschlüsse, elektrische Heizelemente - Einsatz Düsen zur Erzeugung Klein- und Großtropfen - Einsatz oberflächenaktiver Stoffe	- Löschwasserversorgung zusätzlicher Düsen, durch Einsatz Remote - Sprinkler - Einsatz Düsen zur Erzeugung Klein- und Großtropfen - Einsatz oberflächenaktiver Stoffe	- Ansprechempfindlichkeit - Sprinkler Verschlusselement - Wärmestaubleche - Einsatz oberflächenaktiver Stoffe

Vergleich Kennwerte - Ausgangspunkt

Anwendungsbereiche - Alternative	Anwendungsbereiche - Alternative	Anwendungsbereiche - Alternative
- Begrenzung der Anordnungshöhe Löschdüsen Raumschutz auf $\leq 7,5\text{m}$ - Einsatz in relativ kleinen geschlossenen Räumen mit Be- und Entlüftung $\leq 1\text{m/s}$ - sehr gute Einsatzbarkeit im Objekt- und Einrichtungsschutz mit hoher Brandgefahr - sehr gut geeignet für Anwendungen mit räumlicher Wirkung bei geringen Luftgeschwindigkeiten $\leq 1\text{m/s}$ (Wasserschleier!) - Einsatz dort, wo keine Löschwasserinfrastruktur (Menge und Druck) vorhanden ist und/oder „Platzmangel“ herrscht (Kosten/Nutzen!) - weniger geeignet zur Löschung fester zur Glutbildung neigender Brandstoffe - sehr gut geeignet zur Löschung brennbarer Flüssigkeiten, Fette und Öle sowie Gase Haupteinsatzgebiet: Lokaler, räumlich geschlossener Einrichtungs- und Objektschutz sowie kleinflächiger Raumschutz in den anlagentechnischen Grenzen	- Begrenzung der Anordnungshöhe Löschdüsen Raumschutz auf $\leq 7,5\text{m}$ - Einsatz in größeren geschlossenen und teiloffenen Räumen mit Be- und Entlüftung $\geq 3\text{m/s} \dots \leq 5\text{m/s}$ - sehr gute Einsatzbarkeit im Objekt- und Einrichtungsschutz mit hoher Brandgefahr - sehr gut geeignet für Anwendungen mit kombinierter Oberflächenwirkung und räumlicher Wirkung bei Luftgeschwindigkeiten $\leq 5\text{m/s}$ (Wasserschleier und Wasserrieselfilm!) - Einsatz dort, wo keine Löschwasserinfrastruktur (Menge und Druck) vorhanden ist oder eine vorhandene besser genutzt werden soll (Kosten/Nutzen/Brandrisiko!) - gut geeignet zur Löschung fester zur Glutbildung neigender Brandstoffe, brennbarer Flüssigkeiten, Fette und Öle sowie Gase Haupteinsatzgebiet: Lokaler, räumlich geschlossener oder teilgeschlossener Einrichtungs- und Objektschutz sowie klein- und großflächiger Raumschutz in den anlagentechnischen Grenzen	- große Anordnungshöhe Sprinkler für Raumschutz $\leq 15,0\text{m}$ - Einsatz in großen und weiträumigen geschlossenen und teiloffenen Räumen mit Be- und Entlüftung $\leq 10,0\text{m/s}$, auch zusammen mit Wärme- und Rauchabzugsanlage möglich - gut einsetzbar für den Schutz verschiedener Objekte und Einrichtungen - sehr gut geeignet für Anwendungen mit vorwiegender Oberflächenwirkung bei Luftgeschwindigkeiten $\leq 10,0\text{m/s}$ (Wasservorhang und Wasserrieselfilm!) - Einsatz dort, wo Löschwasserinfrastruktur (Menge und Druck) vorhanden ist oder geschaffen werden kann bzw. vorhandene risikobezogen besser genutzt werden soll (Kosten/Nutzen/Brandrisiko!) - sehr gut geeignet zur Löschung fester zur Glutbildung neigender Brandstoffe, gut oder nicht geeignet für brennbare Flüssigkeiten, Fette und Öle sowie Gase Haupteinsatzgebiet: Klein- und großflächiger geschlossener oder offener Raumschutz in den anlagentechnischen Grenzen



Quelle: TOTAL WALTHER GmbH

5. Ableitungen und Zusammenfassung

Ableitungen und Zusammenfassung

Ansatzpunkte für Wassernebel als Alternative zu den Sprinkleranlagen:

- Betrachtungen zum optimierten Wassereinsatz im Brandfall sowie von infrastrukturellen Kosten-/Nutzen-Analysen (Wasserversorgung, Platzbedarf ...) für den Raumschutz,
- Lokale Anwendungen (Objekte und Einrichtungen) mit begrenzter oder nicht vorhandener Löschwasserversorgung.

Physikalische Grenzen zur Anwendung von Wasser mit unterschiedlichen Zerteilungsgraden !

Anlagentechnische Schutzziele sind gleich und die Einsatz- und Anwendungsbedingungen führen zur effektiven Ausbildung der Wirkmechanismen des Wassers am Brandherd !



Quelle: TOTAL WALTHER GmbH

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !