



## Löschmittel Wassernebel

Funktion und Wirkungsweise, Konsequenzen für Auslegung und Planung

IWMA Seminar „Brandschutz mit Wassernebel“

24. November 2015, München

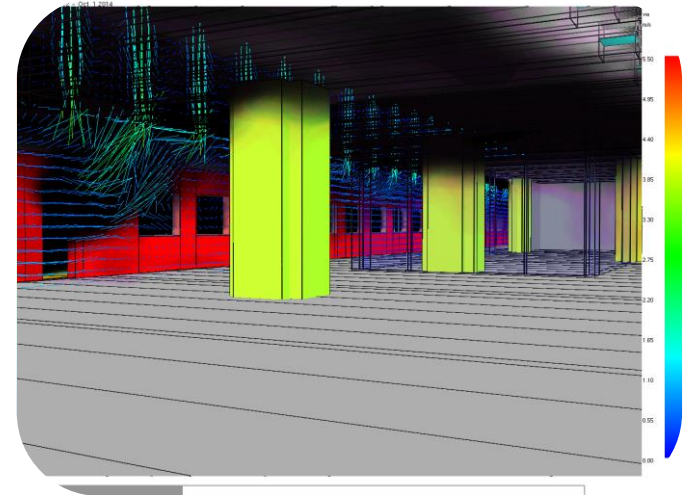
# IFAB – Schwerpunkte / Abteilungen

- Tunnel & Metros
- Schienenfahrzeuge
- Gebäude, Sonder- und Industriebauten
- Zuverlässigkeitsbetrachtung



# IFAB – Schwerpunkte / Abteilungen

- Brandschutzkonzepte
- Brandrisikoanalysen
- Planungsleistungen (z. B. für BBA)
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Sachverständigengutachten
- Brandursachenermittlung
- Rauchversuche
- Brandversuche
- Computersimulationen (CFD)
- Normenberatung
- Zulassungsunterstützung
- Schulungen / Seminare

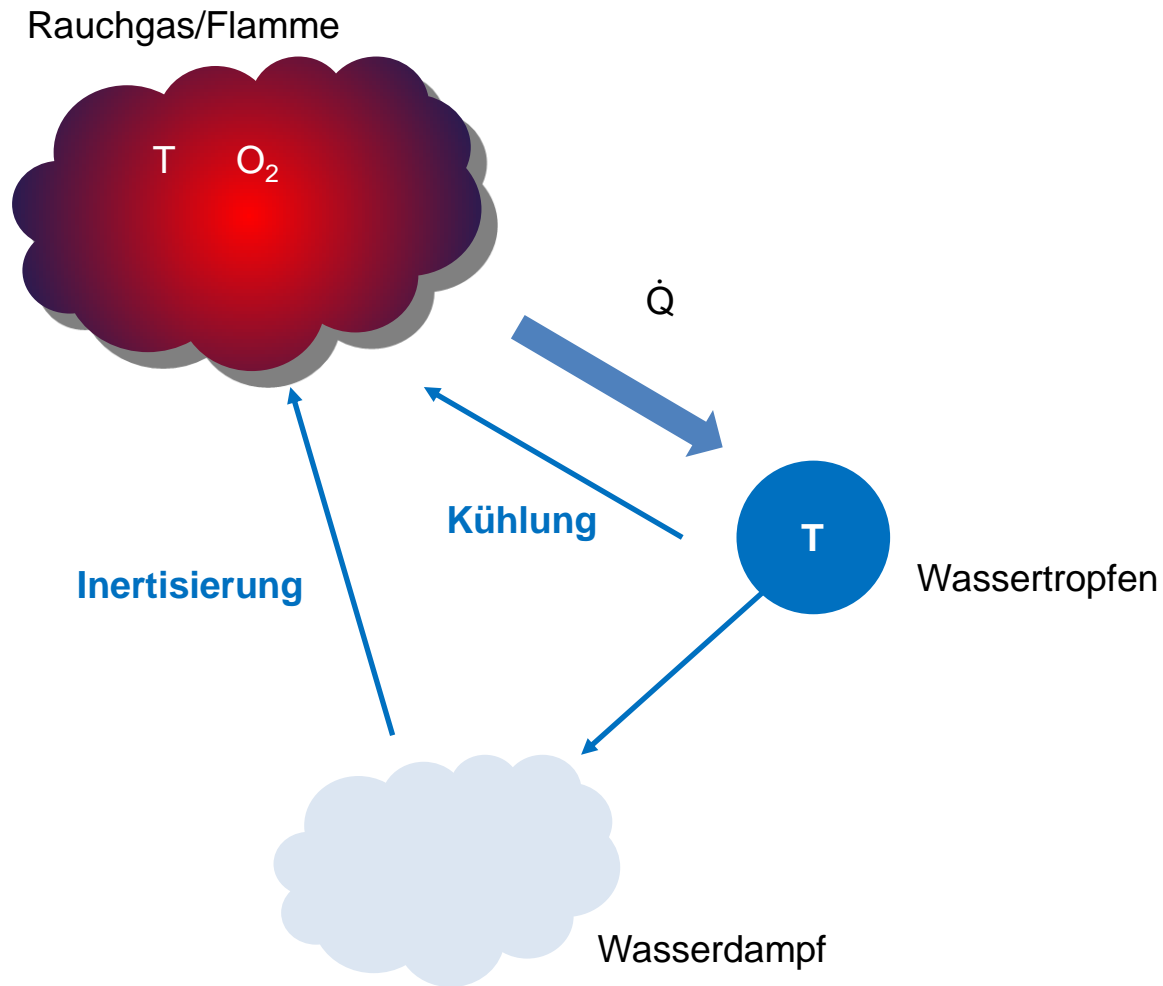


# Ortsfeste Löschanlagen - Begriffe

- Offizieller Sprachgebrauch:
  - Brandbekämpfungsanlage (BBA) / Fixed Fire Fighting System (FFFS)
- Andere Bezeichnungen:
  - Brandlöschanlage / *Fire **Extinguishing** System*
  - Brandunterdrückungsanlage / *Fire **Suppression** System*
  - Brandreduzierungsanlage / *Fire **Mitigation** System*
- BBA werden oft nicht eingesetzt für das Löschen, aber sie können die Effekte der Energie- und Stoffumsätze des Brandes abschwächen und damit die Schutzziele erreichen:
  - Selbstrettung
  - Fremdrettung
  - Bedingungen für Einsatzkräfte
  - Bauwerksschutz / Sachschutz

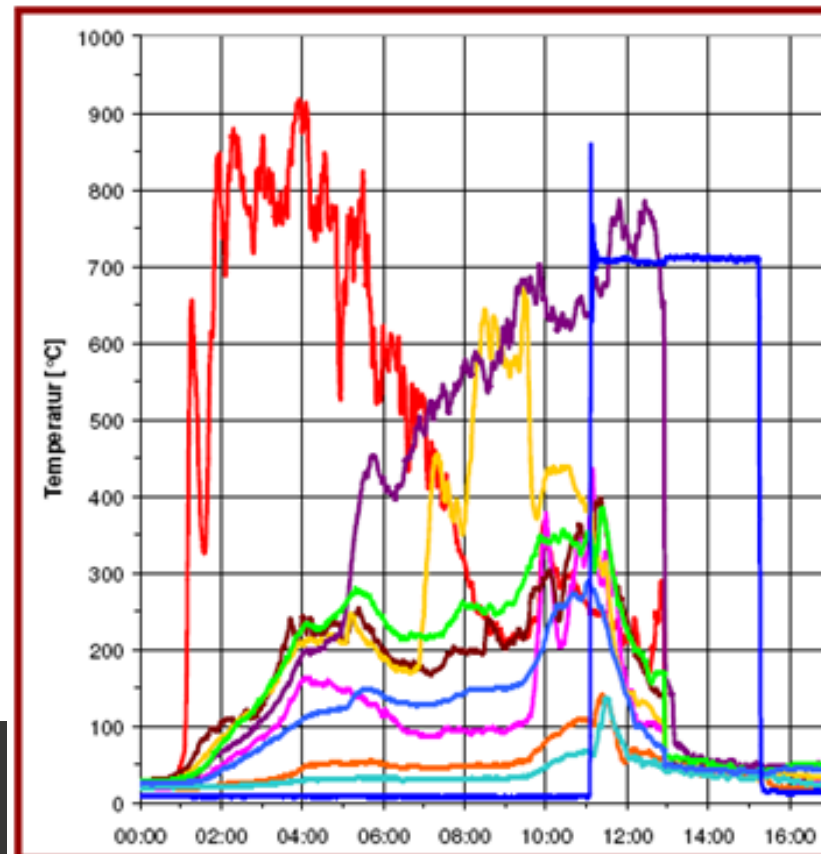


# Wasserbasierende Anlagen - Wirkung



# Kühlung - Wasserdampfnebel

- Effektive Wärmeleitung / Wärmeübertragung (Konvektion) auf das Löschmittel durch kleine Tropfen.
- Übertragung von Wärme und Strahlung auf das Löschmittel.
- Einhüllung des Brandherdes = Barriere.
- Kühlung und Schutz der angrenzenden Flächen.





# Kühlung - Wassernebel

- 1 g Wasser nimmt bei Erwärmung pro 1 K, 4,2 Joule auf. Bei Verdampfung sogar 2.442 Joule.
  - **Theoretisch** bedeutet dies, dass bei 1 g vollständig verdampftem Wasser die komplette Energie von 57 g vollständig verbranntem Heizöl aufgenommen wird.
  - **Praktisch** können solche Annahmen nicht für eine WNA Auslegung zur Schutzzielerreichung genutzt werden, da die einzelnen Löscheffekte zu komplex miteinander verknüpft sind. Bedingungen wie:
    - Brandszenario,
    - Raumgeometrie,
    - Ventilationsbedingungen,
    - Schutzziel,sind zu beachten.



# Verdrängung - Wasserdampf

- Bei Erreichen der Siedetemperatur = Verdampfung.
- Wechsel des Aggregatzustands: Flüssig - Dampf (Umkehr bei Abkühlung).
- Vergrößerung des Volumens um das 1600-1700fache.

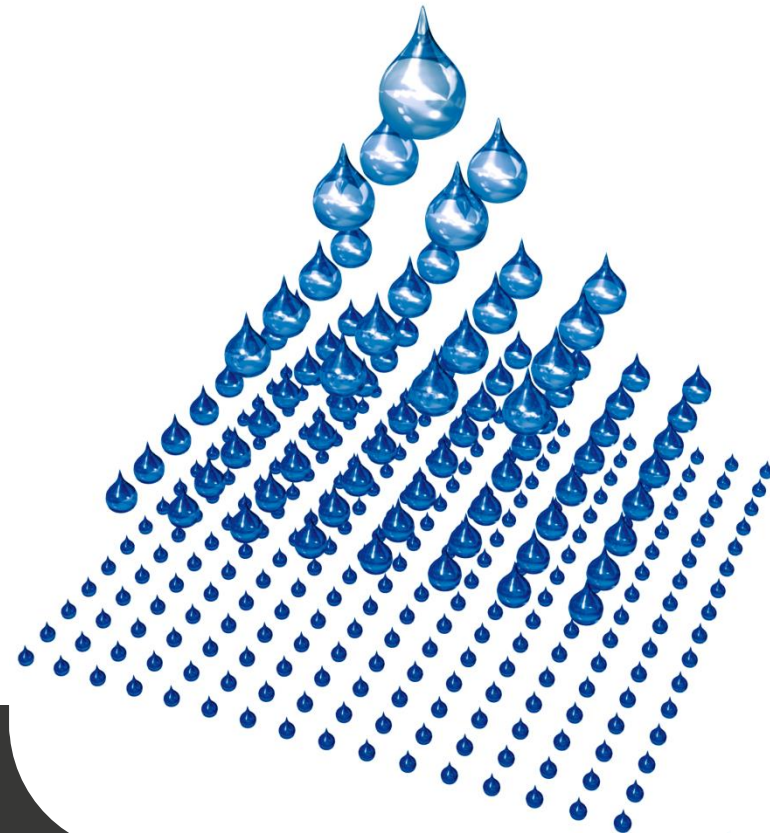
→ Reduzierung der Sauerstoffkonzentration und Verdünnung der Pyrolysegase im Bereich des Zustandswechsels.





# Löscheffekte

- Alle Löscheffekte treten immer gemeinsam auf.
- Je nach Auslegung der WNA und Kombination von:
  - Wassermenge,
  - Tröpfchengröße,
  - Tröpfchenanzahl,kann der angestrebte Effekt verstärkt werden.



# Anlagenparameter

Risikoanalyse

Schutzziele

Anlagenkonzept

Anlagenentwurf

Wirksamkeits-  
nachweis

Umsetzung

Parameter!  
Zwei Optionen:

Bekannt!

- Normen, Richtlinien,
- durchgeführte Versuche,
- Design Unterlagen Hersteller.

Nicht bekannt!

- im Wirksamkeitsnachweis festlegen.



# Anlagenparameter - bekannt

Risikoanalyse

Schutzziele

Anlagenkonzept

Anlagenentwurf

Wirksamkeits-  
nachweis

Umsetzung



Parameter bekannt!

- Anlage umsetzen.
- Wirksamkeit bereits nachgewiesen.
- Ggf. Bewertung bei geringfügigen Änderungen.

# Anlagenparameter – nicht bekannt

Risikoanalyse

Schutzziele

Anlagenkonzept

Anlagenentwurf

Wirksamkeits-  
nachweis

Umsetzung

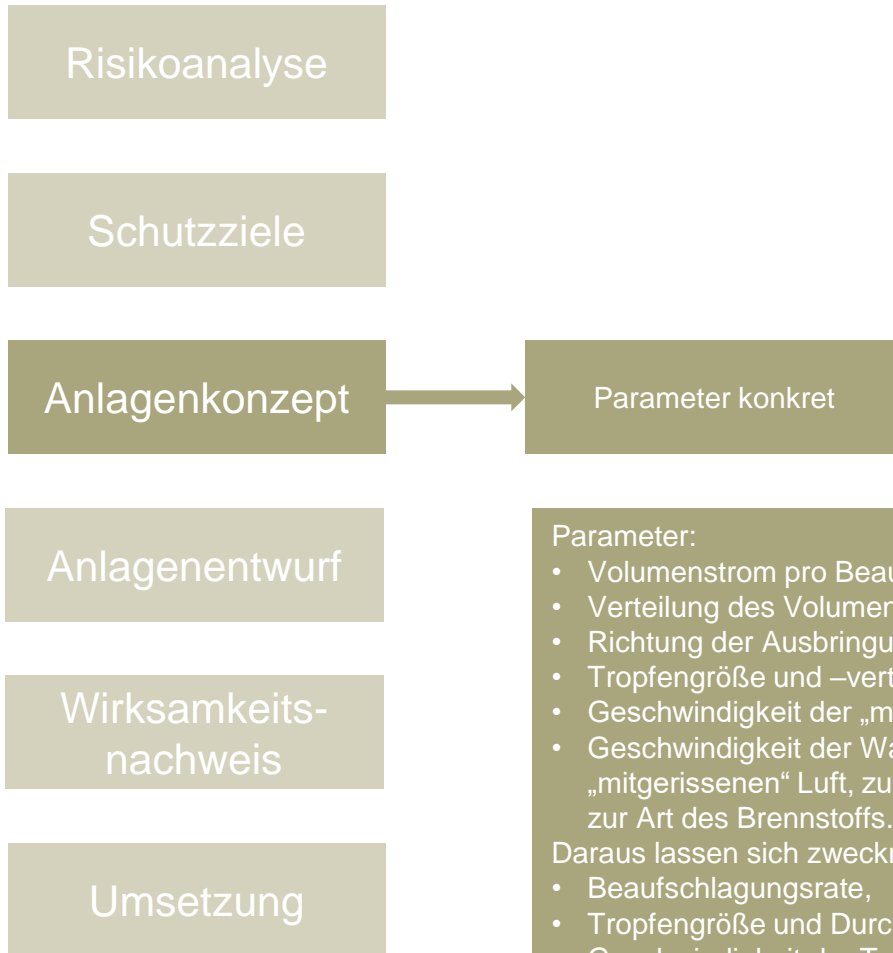


Parameter **nicht** bekannt!

- Parameter der Versuchsauslegung?
- Prüfinstit./Gutachter/SV involvieren.
- Versuche konzipieren.
- Versuche planen.

12

# Erörterung von Anlagenparametern



## Parameter:

- Volumenstrom pro Beaufschlagungsfläche,
- Verteilung des Volumenstroms,
- Richtung der Ausbringung,
- Tropfengröße und -verteilung,
- Geschwindigkeit der „mitgerissenen“ Luft,
- Geschwindigkeit der Wassertropfen relativ zur „mitgerissenen“ Luft, zur Flammengeschwindigkeit und zur Art des Brennstoffs.

Daraus lassen sich zweckmäßig folgende Größen ableiten:

- Beaufschlagungsrate,
- Tropfengröße und Durchmesser-Verteilung,
- Geschwindigkeit der Tropfen.

# Beaufschlagungsrate

- Definition durch flächen- und zeitbezogene Beaufschlagung ( $l/(min \cdot m^2)$ ).
  - Je kleiner die Tropfen, desto länger befinden Sie sich in einer „Fallbewegung“.
    - Folge: Bei kleineren Tropfen, bei gleicher Fallhöhe → mehr Zeit für Wärmeübertragungsvorgänge.
    - Deshalb sinnvoll: Bei kleinen Tropfen mit volumetrischen Beaufschlagungsraten arbeiten.
- Welche Parameter gewählt werden müssen ist abhängig von: Schutzziel und Löscheffekt (angestrebt).





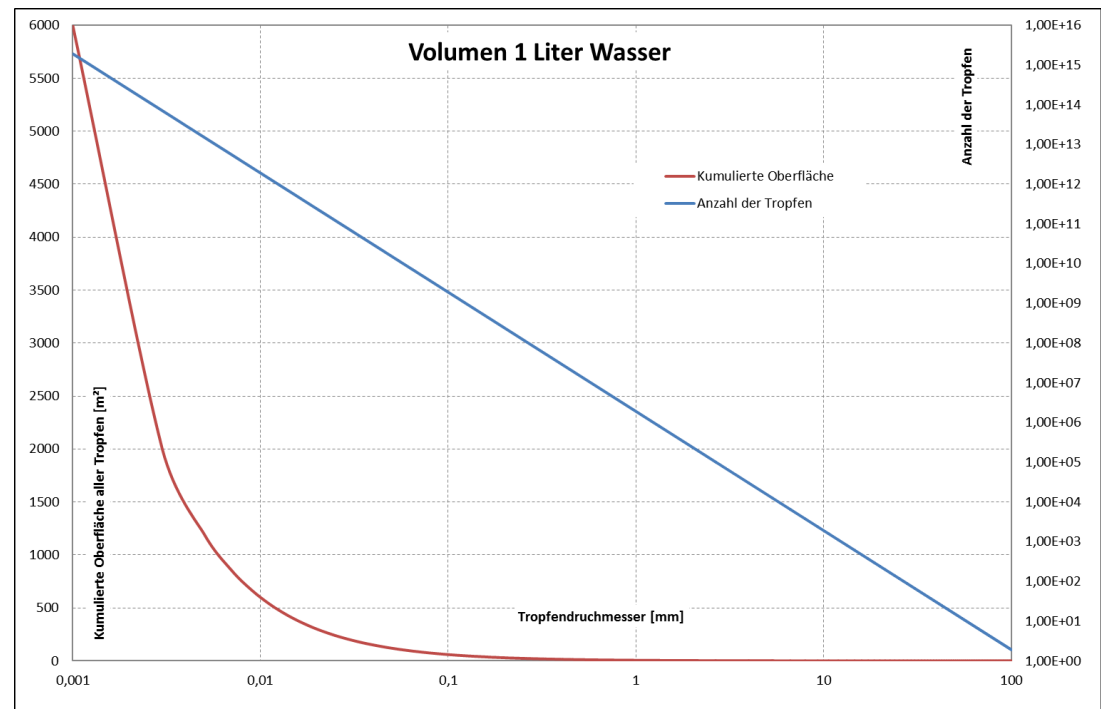
# Tröpfchengröße und Durchmesser-Verteilung

Einfluss der Wassermenge und Tröpfchengröße:

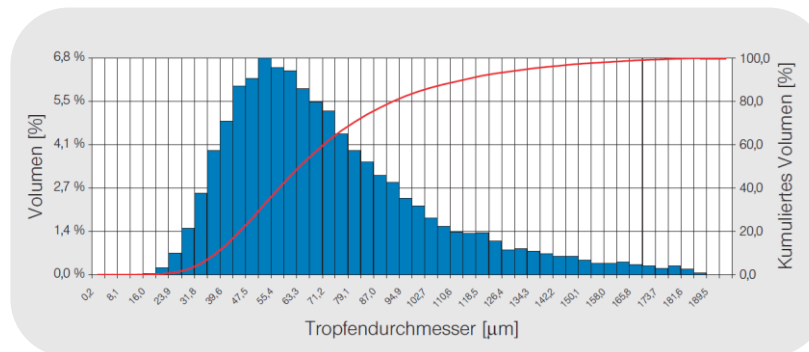
- löschwirksame Wasseroberfläche und Wasservolumen.

- $V = \frac{\pi}{6} d^3$

- $A = \pi \cdot d^2$



- Tropfendurchmesser unterliegen immer einer Verteilung, durch folgende Einflussfaktoren:
  - Druckbereich (Hoch-, Mittel-, Niederdruck),
  - Düsenbauform (Hohlkegel-, Vollkegel-, Flachstrahl-, Vollstrahldüsen),
  - Verfahren der Tropfenerzeugung (Einstoff-, Zweistoffdüsen).
- Tropfendurchmesser stellt Zusammenhang zwischen Löschmittelvolumen und Löschmitteloberfläche her.



# Geschwindigkeit der Tropfen

- Bauform der Düse und Druckerzeugung bestimmen Betrag und Richtung der Tropfenausbringung.
- Nach Öffnungsausritt werden die Tropfen abgebremst (Strömungswiderstand) und folgen einer bestimmten Bahn.
- Je nach Anfangsgeschwindigkeit und Richtung ergeben sich unterschiedliche „Weiten“.
- Ab einem gewissen Grad der Abbremsung überwiegt die Gravitation als beschleunigender Faktor.
- Die Fallgeschwindigkeit hängt von der Tropfengröße ab.

# Geschwindigkeit der Tropfen

- Beeinflussung durch äußere Bedingungen:
  - Luftbewegungen im Rauchgas-Plume,
  - Wirbel bei Umströmung von Körpern,
  - Etc.



# Ableitung Parameter für WNA

- Anzahl der wirksamen Düsen,
- Abstand der Düsen zueinander,
- Position und Ausrichtung der Düsen,
- Betriebsdruck an der Düse,
- Düsenbauform.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Noch Fragen

