

# Erarbeitung einer Richtlinie für die Durchführung von Brandrauchversuchen

## Drawing up a directive for the implementation of hot smoke tests

Riese, Olaf; Zehfuß, Jochen

### Abstract

As part of Unit 14 of the GFPA (German Fire Protection Association) iBMB and more leading provider of smoke tests involved in the drafting of a directive on the subject of hot smoke tests. In this GFPA guideline requirements, possibilities and limits of different methods to carry out the tests and the evaluation of the resulting results, as well as the exemplary organization of a documentation describes.

### 1. Einführung

Im Rahmen des Referats 14 der vdfb ist das iBMB und weitere führender Anbieter von Rauchversuchen an der Erarbeitung einer Richtlinie zum Thema Brandrauchversuche beteiligt. In dieser Richtlinie werden die Anforderungen, Möglichkeiten und Anwendungsgrenzen der verschiedenen Methoden, die Durchführung der Versuche und die Bewertung der sich ergebenden Ergebnisse, sowie der beispielhafte Aufbau einer Dokumentation beschrieben.

Die Entrauchung dient dazu, in Gebäuden vorher festgelegte Schutzziele im Zusammenhang mit einem Brandereignis zu erreichen.

Mit Rauchversuchen ist möglich umfangreich qualitative Erkenntnisse zur

- Rauchausbildung im deckennahen Bereich
- Störungseinflüssen durch Querströmungen
- Einfluss der Nachströmsituation
- Funktionieren der Steuerungsmatrix und der korrekte zeitliche Ablauf des Entrauchungskonzeptes beurteilt werden.
- Ausbildung von Rauchschichten sowie die Freihaltung von Flucht- und Rettungswegen.

zu gewinnen. Mit der Richtlinie sollen u. A. die Möglichkeit quantitative Aussagen aus den Brandrauchversuchen ableiten zu können, bewertet werden. Zur Klärung dieser Fragen und zum generellen Vergleich der Anlagen wurden Rauchversuche bei der Feuerwehr Frankfurt durchgeführt.

### 2. Grundlagen

In Zonenmodellen erfolgt die Berechnung der Höhe der Rauchschicht auf der Grundlage der theoretische Vereinfachung der Ausbildung einer Heiß(rauch)- und einer Kaltgasschicht. Die Ausbildung einer Grenzschicht ist aber je nach Stratifizierung durch eine kontinuierliche Übergangsschicht gekennzeichnet, also keiner festen Grenze (Bild 1).

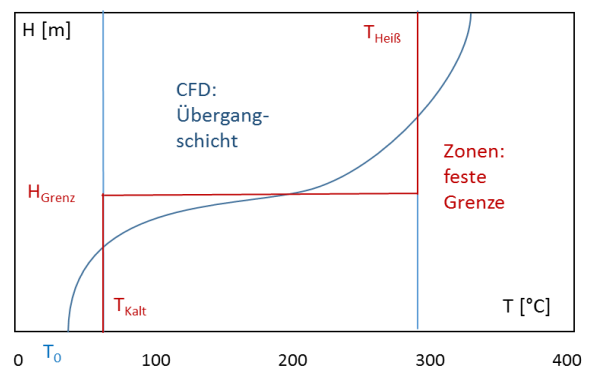


Bild 1 Theorie der Übergangsschicht bei Zonen- und Feldmodellen

Auf der Grundlage von Feld-Modellen werden daher als funktionale Anforderungen oft andere Bewertungsgrößen, als die Höhe der Rauchschicht herangezogen, wie z.B. die

- optische Dichte oder die Erkennungsweite.

Diese Größen sind von weiteren Randbedingungen abhängig von:






- Irritationen durch toxische Gase und dem Reflektionsgrad der Fluchtwegezeichen.

Für quantitative Bewertungen ist daher neben der Höhe insbesondere die Qualität der Rauchschicht eine maßgebliche Größe /1/. Der Nachweis dieser Größe ist im Rahmen von Brandrauchversuchen derzeit noch nicht zufriedenstellend gelöst. Im Rahmen von Feldmodellen kann mittels Datenreduktion /2/ aus dem Temperaturfeld auf die Grenzschicht zwischen Heiß- und Kaltgasschicht und damit auf die Höhe der raucharmen Schicht zurückgerechnet werden.

### 3. Verfahren

Bei Brandrauchversuchen werden unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Tabelle 1 zeigt einen Überblick zu den Verfahren und deren wesentlichen Merkmale.

Tabelle 1: Überblick über häufig eingesetzte Verfahren

	Flüssig-pool	Pool Wasser & Gas	Kompakter Gas-brenner	Gas-Ring-brenner	Einzel-Gasbrenner
Einzel-Leistung [kW] *)	15 – 1.000	15 – 1.000	15 – 120	15 – 350	15 – 2.500
Max. Leistung [kW] **)	>10.000	>10.000	<500	>1.000	>10.000
Leistungs-dichte [kW/m <sup>2</sup> ]	300-1.500	50 -1.000	-	-	200-1.000
Steuer-barkeit	mittel	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Praktika-bilität	gut	gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Plume-theorie ***)	sehr gut	sehr gut	mittel	mittel	Mittel
					
*) Leistungen der untersuchten Verfahren bei Verwendung von Einzelgeräten. Angaben auf Grundlage der verwendeten Geräte. Andere Leistungsstufen sind denkbar. **) Leistungen bei Verwendung mehrerer Geräte. ***) Solange keine weiteren Erkenntnis zu den einzelnen Geräten vorliegen.					

### 4. Versuche

Zur besseren Bewertung der Einsatzmöglichkeiten wurden die Verfahren einem Vergleichstest unterzogen. Ein Ziel dabei ist es Erkenntnisse zu relevanten Plumegrößen der teilweise sehr unterschiedlichen Verfahren zu gewinnen.

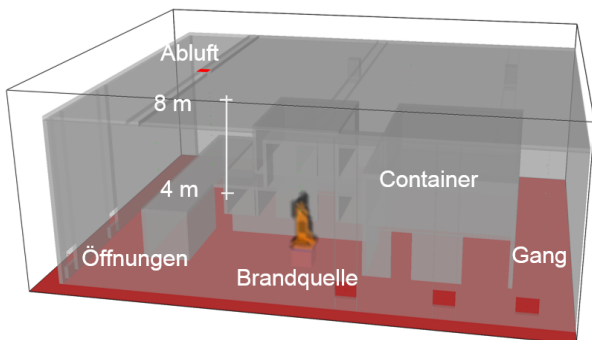


Bild 2 Modell der Realbrandhalle

Plumeformeln liefern den Massenstrom auf Grundlage der freigesetzten Leistung einer Quelle der zur Rauchschicht führt. Wenn bestimmte Randbedingungen vorliegen kann aus einem Modellbrand auf den realen Brand und die damit verbundene Rauchschicht zurückgerechnet werden. In der Realbrandhalle der Feuerwehr Frankfurt wurden u. A. Temperaturverläufe der einzelnen Verfahren ermittelt. Bild 2 zeigt ein Modell der Versuchshalle, welches im Rahmen einer zusätzlich durchgeführten Brandsimulation [2] erstellt wurde. In Bild 3 ist der Verlauf der Temperaturen an 2 Messstellen unterhalb der Decke bei 8 m und in 4 m Höhe dargestellt. Im Bild ist auch die eingesetzte Leistung der Verfahren angegeben. Als Vergleichskurve dient der Verlauf der Temperaturen die durch einen Holzkrippenbrand mit etwa 1.400 kW erzeugt wurden.

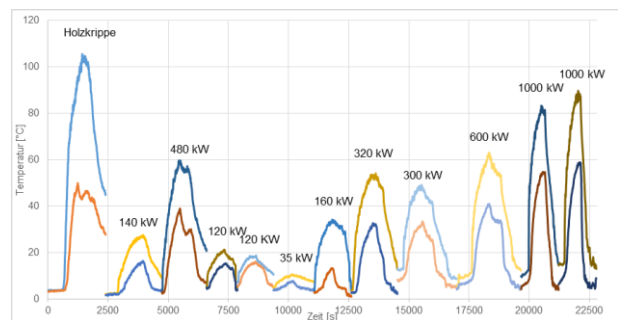


Bild 3 Vergleiche von Temperaturverläufen beim Einsatz verschiedener Brandsimulationsquellen

### 5. Zusammenfassung

Verfahren zur Durchführung von Heißrauchversuchen sind geeignet, wenn sie grundlegende Anforderungen aus der Thermodynamik erfüllen. Insbesondere die eingesetzte Leistung / Wärmefreisetzungsrate des Verfahrens ist entscheidend. Die Art der Einmischung von Aerosolen kann erheblichen Einfluss auf die Wahrnehmbarkeit und Bewertung der Rauchschicht haben. Ein quantitativer Nachweis ist derzeit nur für die Höhe der Rauchschicht möglich und im Grunde nur für einfache Räume durch Plumetheorie nachvollziehbar. Für die Verfahren müssen hierzu die grundlegenden Informationen aus der Plumetheorie bekannt sein.

### 6. Literatur

- [1] vfdB TB 04-01: Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, überarbeitete und ergänzte Ausgabe November 2013
- [2] McGrattan, Kevin; Hostikka, Simo et al.: Fire Dynamics Simulator User's Guide, NIST Special Publication 1019, Sixth Edition, Gaithersburg, September 2014