

## GESPRÄCHSKREIS ENTRAUCHUNG

Informationsblatt Nr. 2 / März 2003

### Kaltentrauchung/Sprinkler und Entrauchung

In der Muster-Verkaufsstättenverordnung ist bezüglich der Rauchabführung eine Formulierung folgender Art zu finden:

*§16 Abs.2 In Verkaufsstätten mit Sprinkleranlagen müssen Lüftungsanlagen in Verkaufsräumen und Ladenstraßen im Brandfall so betrieben werden können, dass sie nur entlüften, soweit es die Zweckbestimmung der Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung zulässt.*

Dies impliziert in der Praxis häufig die Interpretation, eine Entrauchungsanlage ist nicht erforderlich. An ihre Stelle tritt die sogenannte „Kaltentrauchung“, also die Rauchabführung mit der Lüftungsanlage.

Die Planung und Ausführung der Lüftungsanlage erfolgt normalerweise nach:

- Volumenstrom gemäß DIN 1946: 2-6facher Luftwechsel
- Zu- und Abströmöffnungen nach Behaglichkeitskriterien, fast ausschließlich in Ausführung Mischlüftung, also Zu- und Abluft im Deckenbereich
- Anforderungen an den Brandschutz: gemäß MLüAR (Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen)

Mit der planerischen Festlegung des Luftwechsels und der Anlagenart (Zu- und Abluft/Umluftsystem) ist die Frage zu stellen:

**Welchen Beitrag kann die „Kaltentrauchungs-Lüftungsanlage“ hinsichtlich der Schutzzielrealisierung (Zeitgewinn zur Flucht und Rettung sowie des Feuerwehrangegriffs) leisten?**

In nachfolgenden Diagrammen sind für zwei unterschiedlich große Räume (200 m<sup>2</sup> und 800 m<sup>2</sup> bei einheitlich 4 m Raumhöhe) der Verlauf der Temperatur in der Rauchschiicht und die Höhe der raucharmen Schicht bei langsamer Brandausbreitung (0,12 m/min) und einer Energiefreisetzungsrate von 300 kW/m<sup>2</sup> bei einem vierfachen Luftwechsel (**Nachströmung im unteren Raumbereich vorausgesetzt**) beispielhaft dargestellt.

Die zeitliche Bewertung der Sinnfälligkeit der Lüftungsanlage erfolgt gegenüber einem unbehandelten Raum (Luftwechsel = 0). Betrachtet werden kann entweder der Zeitraum, bis zu dem sich die Rauchschiicht bis auf 2,5 m abgesenkt hat, sofern nicht schon vorher das Schmelzlot der Brandschutzklappe diese zum Schließen gebracht hat, oder nur das zeitliche Verhalten der Rauchgastemperatur.

Für den 200 m<sup>2</sup> großen Raum ist durch die Entlüftung mit einem vierfachen Luftwechsel ein Zeitgewinn betreffs Rauchschiichhöhe von etwa 15 Sekunden zu verzeichnen, bei dem 800 m<sup>2</sup>-Raum ein Zuwachs von 2:15 Minuten. Beim Vorhandensein einer Brandschutzklappe mit Schmelzlot ist für den Raum mit 800 m<sup>2</sup> festzustellen, dass der genannte Zeitgewinn nicht wirksam wird, da die Schmelzlot-Schließzeiten im Bereich 3 – 4½ Minuten liegen.

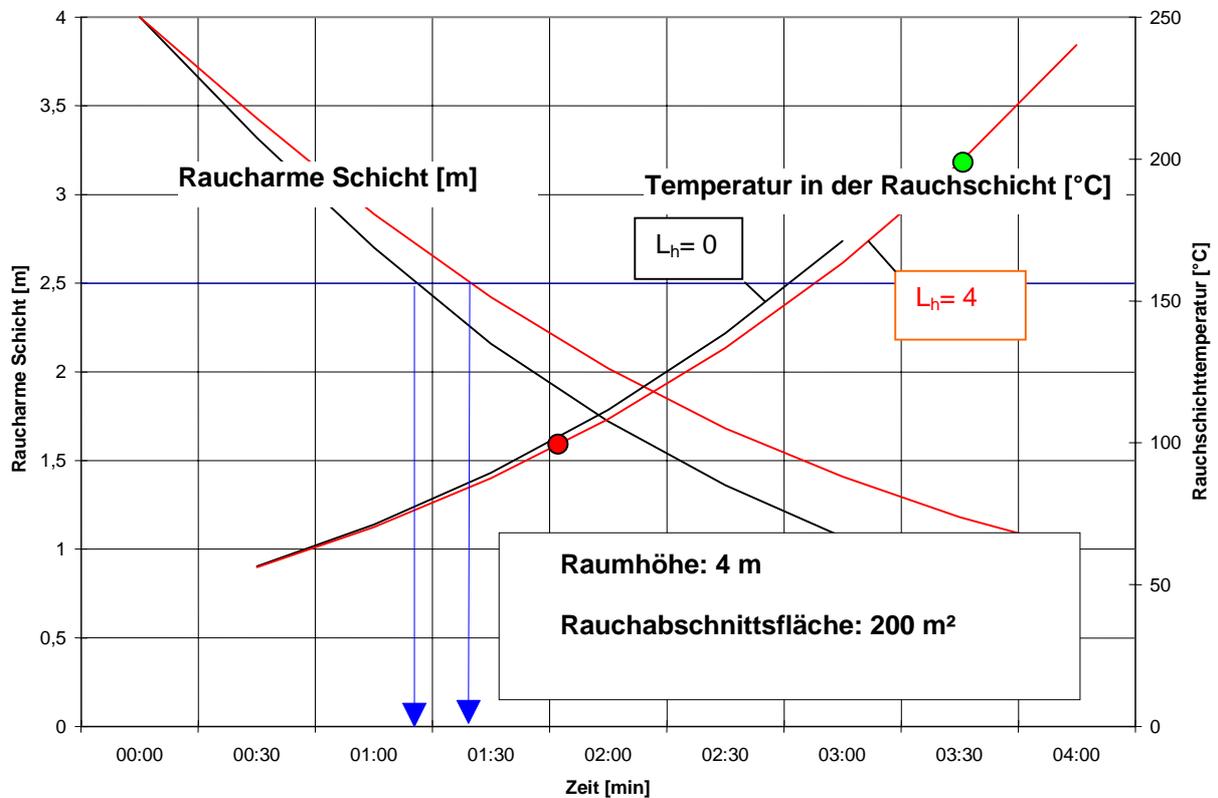
Bei einem Volumenstrom gemäß vierfachem Luftwechsel werden also weniger als 30 % des Raumvolumens abgesaugt, dann schließt die BSK (Brandschutzklappe).

Sind keine Brandschutzklappen vorhanden, so läuft die Anlage bis zum Versagen einzelner Komponenten.

**Die Versagenstemperatur ist für den Planer nicht zu bemessen.**

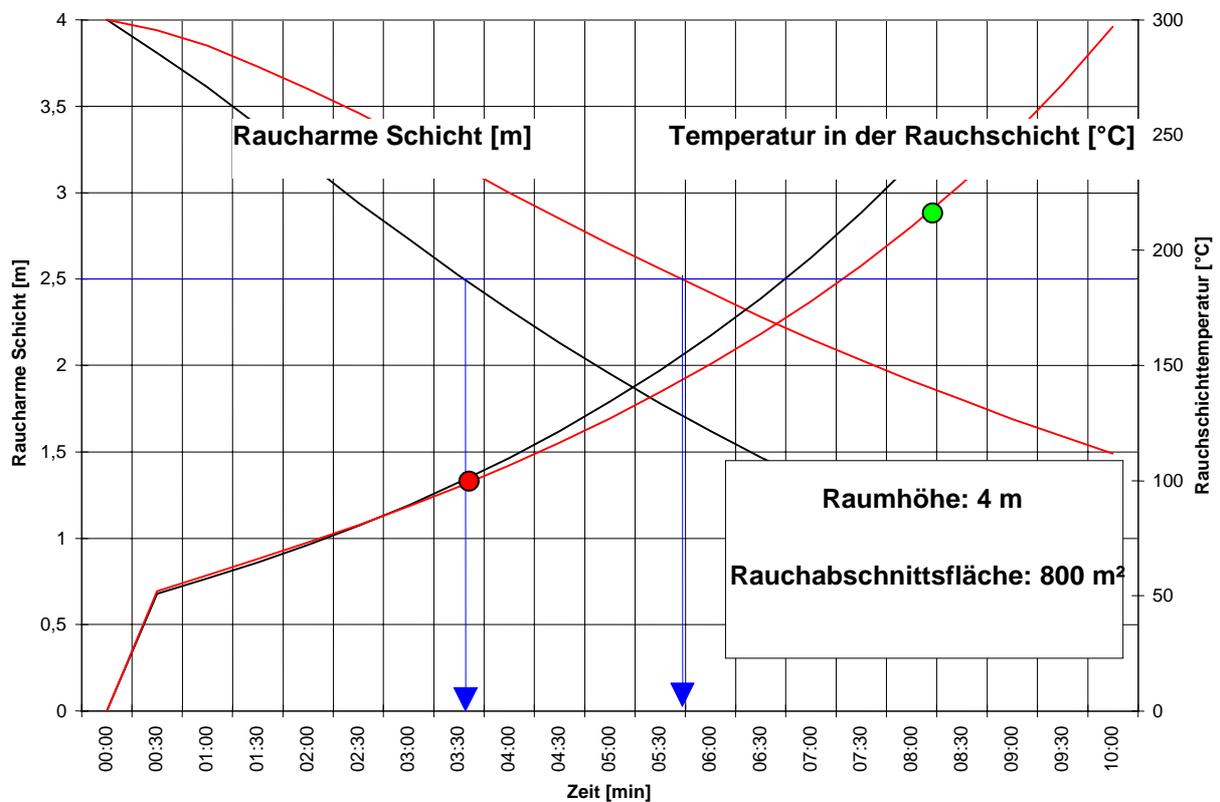
Der Einfluss der Lüftungsanlage auf den Temperaturverlauf ist bei beiden Raumgrößen bis zur Schmelzlot-Schließzeit ohne Bedeutung.

**Bild 1: Temperaturverlauf und Höhe der raucharmen Schicht nach Thomas/Hinkley für einen 200 m<sup>2</sup>-Raum**



● Schließvorgang Brandschutzklappe ● Versagenstemperatur der Lüftungsanlage

**Bild 2: Temperaturverlauf und Höhe der raucharmen Schicht nach Thomas/Hinkley für einen 800 m<sup>2</sup>-Raum**



### Schlussfolgerungen:

- Bei Lüftungsanlagen bestehen keine Anforderungen an die Lage der Nachströmung. Erfolgt die Nachströmung von oben, so wird der Impuls der Eintrittsströmung eine Verwirbelung des Rauches und damit eine rasche und vollständige Verrauchung des Aufenthaltsbereiches bewirken. Es kann sich keine raucharme Schicht einstellen.
- Bei Lüftungsanlagen bestehen keine Anforderungen an die Temperaturbeständigkeit der eingesetzten Komponenten. Je nach Ausführung der Komponenten (z.B. keilriemengetriebene, im Luftstrom angeordnete Ventilatoren) sind Ausfälle ab 40-60° C Temperatur nicht auszuschließen.
- Bei Lüftungsanlagen bestehen keine Anforderungen an die gesicherten Leitungen und die gesicherte Energieversorgung.

Das Verwenden der Lüftungsanlage für die Entrauchung im Brandfall kann nur einen begrenzten Beitrag hinsichtlich des Schutzziels, eine raucharme Schicht für den Zeitraum der Evakuierung aufrechtzuerhalten, liefern. Je kleiner der Raum ist, desto geringer ist der Zeitgewinn.

**Soll die „Kaltentrauchung“ notwendiger Bestandteil des Sicherheitskonzeptes sein, so sind die Evakuierungszeiten aus Rauchabschnitten (erforderlicher Bemessungszeitraum) in Abstimmung zu bringen mit der Dauer der Aufrechterhaltung der raucharmen Schicht.**

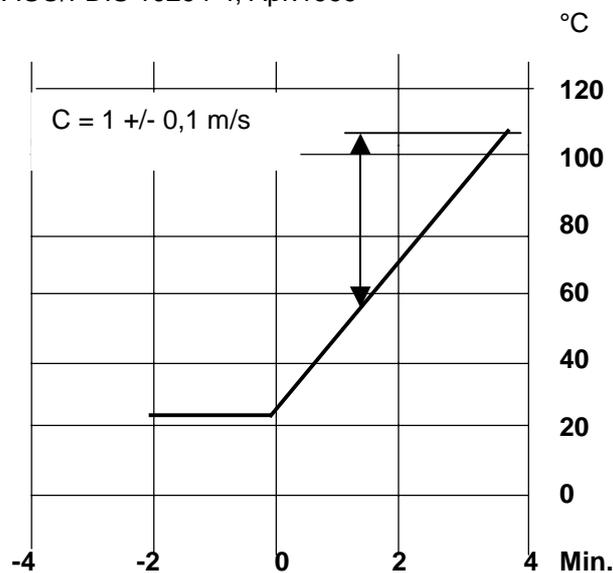
**Da der Zeitpunkt des Versagens der Anlage nicht bekannt ist, lassen sich „Kaltentrauchungsanlagen“ nicht bemessen.** (Es sei denn, die Eignung der eingesetzten Komponenten, über den Bemessungszeitraum bei der Bemessungstemperatur ihre Funktion aufrechtzuerhalten, kann nachgewiesen werden.)

Folgende Randbedingungen sind zu gewährleisten:

- Die Zuluftbringung/Nachströmung muss im unteren bodennahen Teil des Raumes mit Geschwindigkeiten kleiner 1 m/sec. erfolgen (z.B.: Quellluftauslässe).
- Die Standfestigkeit aller Komponenten und die Energieversorgung sind analog zu Enrauchungsanlagen über den Bemessungszeitraum sicherzustellen.

Vergleicht man die Schmelzlot - Schließzeiten in den Bildern 1 und 2 mit den Schmelzlot-Prüfkriterien nach ISO/FDIS 10294, siehe Fig. 3, erkennt man die Ausnutzung des oberen Temperatur-Toleranzbereiches der Schließtemperaturen in diesen Bildern. Die Benutzung der Rauchsichttemperaturen zur Ermittlung der Schmelzlot - Schließzeit von Brandschutzklappen scheint plausibel.

**Schmelzlot-Prüfkriterien, Fig. 3: ISO/FDIS 10294-4, Apr.1999**



### Wann löst ein Sprinklersystem aus ?

Die Benutzung der Rauchsichttemperaturen als Auslösetemperatur des Sprinkler-Systemes ist nicht ohne weiteres zu übernehmen.

#### **Die Rauchsichttemperatur stellt eine Mischtemperatur dar und läuft der Plumtemperatur nach.**

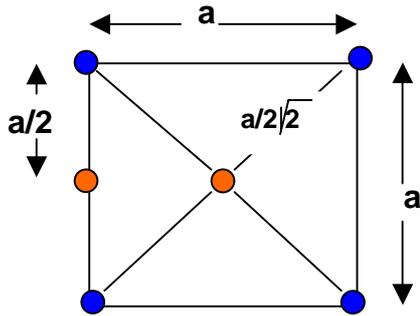
Die Platzierung der Sprinklerköpfe über der Rauchabschnittsfläche nach anerkannten Regeln der Technik zwingt zu folgender Betrachtungsweise:

- Sprinklerkopf unmittelbar über Plumachse
- Sprinklerkopf mit Abstand zur Plumachse und im Zustrom
- Sprinklerkopf mit Abstand zur Plumachse und im Abstrom

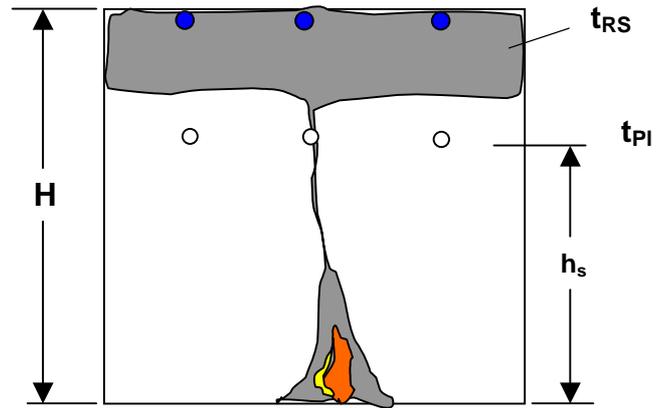
Zustrom: Sprinklerkopf zwischen Plumachse und Absaugöffnung

Abstrom: Plumachse zwischen Sprinklerkopf und Absaugöffnung

Zur Erläuterung dienen die Skizzen 1 und 2.



Skizze 1: Sprinkleranordnung zur Plumbachse, horizontal



Skizze 2: Sprinklerhöhenabhängigkeit, vertikal

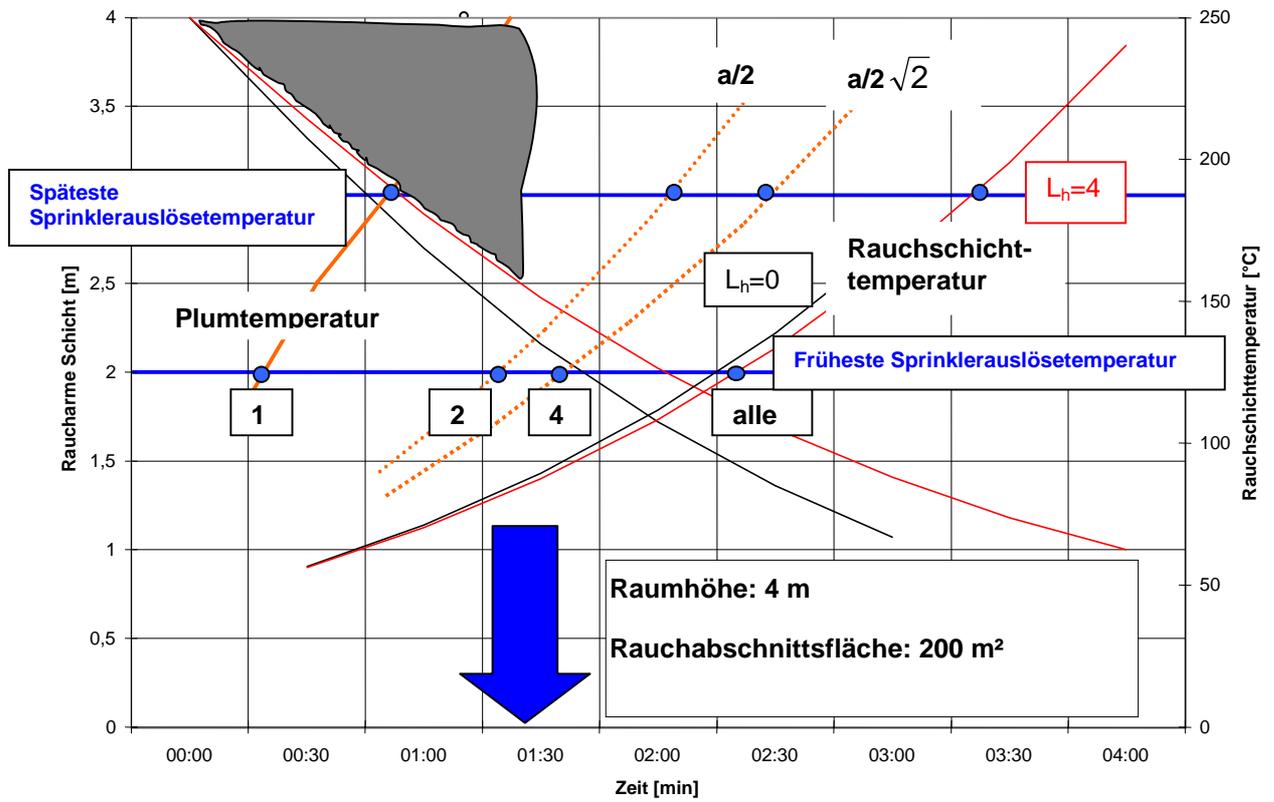
- Deckennahe Anordnung, Zündung infolge Rauchschichttemperatur
- Deckenferne Anordnung, Zündung infolge Nähe zum Plum.

**In der Regel lösen Sprinklerglasfässchen oberhalb 140 °C bis 180 °C aus!**

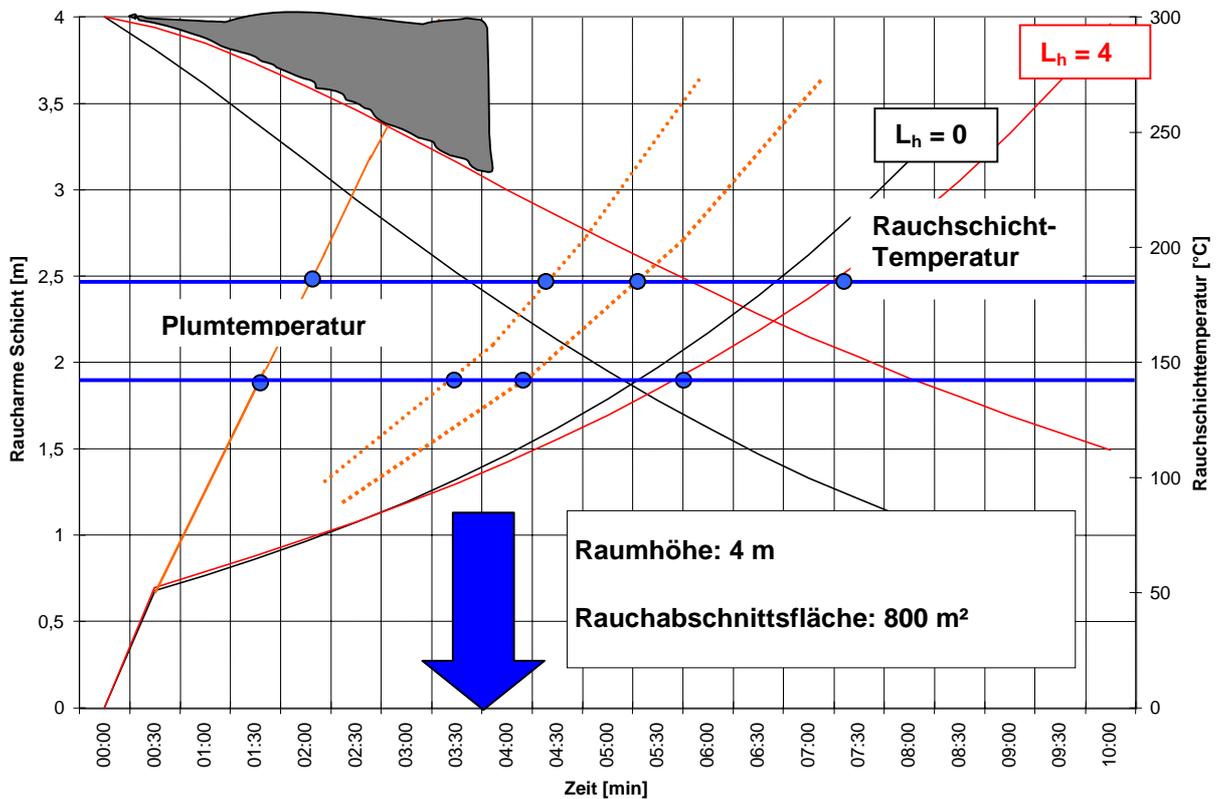
Zunächst sei dargestellt, wie die Plumbachse gegenüber der

Rauchschichttemperatur entsprechend der Szenarien nach den Bildern 1 und 2 verhält.

**Bild 3: Temperaturverlauf und Höhe der raucharmen Schicht und im Plum nach Thomas/Hinkley für einen 200 m<sup>2</sup>-Raum**



**Bild 4: Temperaturverlauf und Höhe der raucharmen Schicht und im Plum nach Thomas/Hinkley für einen 800 m<sup>2</sup>-Raum**



## Schlußfolgerungen :

1.) Unter der Wirkung der **Rauchsichttemperatur** würden **alle** installierten Sprinkler auslösen (**späteste Reaktionszeit**).

2.) Ein Sprinkler löst aus, falls der Sprinklerkopf unmittelbar in der **Plumachse unterhalb der Rauchsicht** liegt und damit der Wirkung der berechneten Plumtemperatur unterliegt (**früheste Reaktionszeit**).

3.) Ein Sprinkler löst aus, falls der Sprinklerkopf in der **Plumachse, aber in Deckennähe**, innerhalb der Rauchsicht installiert ist (**Reaktionszeit liegt zwischen** 1 u. 2).

4.) Zwei Sprinkler lösen aus, wenn sie in **Deckennähe im Abstand  $a/2$**  zur Plumachse installiert sind (**Reaktionszeit größer** 3).

5.) Vier Sprinkler lösen aus, wenn sie in **Deckennähe im Abstand  $a/2\sqrt{2}$**  zur Plumachse installiert sind (**Reaktionszeit größer** 4).

6.) **Unterhalb 200 m<sup>2</sup> bis 800 m<sup>2</sup>** Rauchabschnittsfläche (**H = 4 m**) entsteht durch die Sprinklerauslösung unmittelbare Behinderung der Eigenrettung durch das Herunterdrücken des Rauchreservoirs (12 – 25 % des Raumbolumens) sowie durch zusätzlich entstehenden Wasserdampf.

**Der Sprinkler behindert den Personenschutz !**

7.) **Unterhalb 200 m<sup>2</sup> bis 800 m<sup>2</sup>** Rauchabschnittsfläche (**H= 6 – 10 m**) **behindert** die **Sprinklerauslösung in gefährlichem Maß** die Eigenrettung, da bis zu 60% des Raumbolumens bereits verrauchte sind und dieses Rauchreservoir in die raucharme Zone gedrückt wird.

### Erläuterungen :

Sämtliche Berechnungen wurden mit dem Programm MA 96, Version 1.8.7, ein Zwei-Zonen Modell (Grundlage der DIN V 18232-5) durchgeführt.

Einheitliche Eingabedaten : Brandflächenverdopplung alle 5 Minuten

Brandausbreitungsgeschwindigkeit : langsam (0,11- 0,15 m/min)

Energiefreisetzungsrate : 300 kW/m<sup>2</sup>

Brandentwicklungsdauer : 10 min ( 200 m<sup>2</sup> u. 800 m<sup>2</sup>)

Im Vergleich von Sprinkler-Auslöse – Prüfkriterien nach ISO 6182-1 zu den Brandschutzklappen-Schmelzlot-Prüfungen nach ISO/FDIS 10294-4, April 1999, wird ersichtlich, dass zur Ermittlung von Auslösezeiten eines Sprinklerkopfes der Bezug zur Prüfzeit fehlt, bzw. nur über eine rechnerische Hilfsgröße, dem sogenannten RTI- Wert eine Prognose möglich ist.

**Sprinkler- Prüfbedingungen**, Tabelle 1: ISO 6182-1, Ausg. 1.7.1993: Windkanalbedingungen

	Glasflächentyp					
	Schnell ansprechend		Spezial ansprechend		Normal ansprechend	
Nenn-Ansprech-Temperatur °C	Luft-Temperatur °C	Geschwindigkeit m/s	Luft-Temperatur °C	Geschwindigkeit m/s	Luft-Temperatur °C	Geschwindigkeit m/s
57-77	129-141	1,65-1,85	129-141	2,4-2,6	191-203	2,4-2,6
79-107	191-203	1,65-1,85	191-203	2,4-2,6	282-300	2,4-2,6
121-149	282-300	1,65-1,85	282-300	2,4-2,6	382-432	2,4-2,6
163-191	382-432	1,65-1,85	382-432	2,4-2,6	382-432	2,4-2,6

## Gesprächskreis Entrauchung

Unter dem Dach des Fachverbandes Allgemeine Lufttechnik im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) hat sich im Jahre 1998 ein Gesprächskreis Entrauchung konstituiert. Ihm gehören Unternehmen des Lüftungsanlagenbaues und des Ventilatorenbaus sowie weitere Experten des Brandschutzes und der Brandbekämpfung an.

Der interdisziplinäre Gesprächskreis sieht sich als fachkompetente Stelle aller Themen zur Entrauchung von Gebäuden und ist an einer Zusammenarbeit auch mit anderen Organisationen interessiert. Vor dem Hintergrund des Personenschutzes will er über die Bedeutung von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen für die schnelle Entrauchung im Brandfall informieren.

Die Mitglieder haben sich folgende Arbeitsschwerpunkte gesetzt:

- Der Gesprächskreis leistet Aufklärungsarbeit über Probleme und Lösungen bei der Entrauchung und gibt im Rahmen einer Schriftenreihe Informationsblätter zu verschiedenen Themen heraus.
- Der Gesprächskreis hat eine technische Untersuchung zu Fragen der Rauchfreisetzungsrates von Objekten durchgeführt und plant dazu eine Veröffentlichung.
- Die Mitarbeiter bringen ihren Sachverstand in Normungsgremien ein und wollen einen technischen Standard festschreiben.
- Der Gesprächskreis nimmt Stellung zu Normentwürfen und Richtlinien und wird die Öffentlichkeit über deren Auswirkung in der Praxis unterrichten.
- Der Gesprächskreis hat im Jahr 2001 eine Tagung „Rauchentwicklung im Brandfall“ veranstaltet.
- Er gibt ein VDMA-Einheitsblatt mit dem Titel „Ventilatoren für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen“ heraus.

Zitierte Normen und Richtlinien:

DIN V 18232-5	Rauch- und Wärmeableitung – Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA); Anforderungen, Bemessung
DIN 1946	Raumlufttechnik
ISO 6182-1	Brandschutz – Automatische Sprinkleranlagen Teil 1: Anforderungen und Prüfungen für Sprinkler
ISO/FDIS 10294-4	Feuerwiderstandsprüfungen – Brandschutzklappen in Lüftungsleitungen Teil 4: Prüfung der temperaturlösenden Schließwarnrichtungen
MLüAR	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen
MVStättV	Musterverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten

weitere Publikationen:

Informationsblatt Nr. 1 „Nachströmung im Brandraum 4.2002 (kostenlos)

Lieferverzeichnis Entrauchung (kostenlos)

Tagungsmappe „Rauchentwicklung im Brandfall“ (vom 8. März 2001, 25 Euro)