

# Rauch- und Wärmeabzugsgeräte



## Fragen, Anmerkungen und Antworten zur neuen Industriebau-Richtlinie

Inhalt	
Vorwort	2
Rauchabzugsflächen	4
Der Rauch muss raus	6
Thermikströmungen	8
Wind- und Strömungsverhältnisse	10
Zulassung und Wartung	12
Wasserlöschanlagen in Verbindung mit RWA	14
Lüftungsanlagen und Entrauchung	18
Zentrale Forderungen an die M-IndBauRL	20
Checkliste zur Entrauchung von Räumen	22
Der FVLR stellt sich vor	24



Dipl.-Ing. Thomas Fr. Hegger,  
Geschäftsführender Vorstand  
des FVLR

## VORWORT

# Von Rauchabzügen, Öffnungen und anderen Lücken

**Brände fordern täglich viele Menschenleben und vernichten enorme Sachwerte. Auch im technisch hoch entwickelten Deutschland sterben selbst heute noch über 500 Menschen pro Jahr an den Folgen von Bränden. Todesursache ist in über 80 Prozent der Fälle giftiger Brandrauch. Deshalb ist eine frühzeitige Erkennung und die gezielte Eingrenzung sowie die Abführung des Rauches für die Flucht der betroffenen Menschen und für den erfolgreichen Löschangriff der Feuerwehren unverzichtbar.**

In Deutschland wird Sicherheit im Brandschutz groß geschrieben. Die Aufgaben, die damit verbunden sind, sind Gegenstand einer Vielzahl von Gesetzen, Vorschriften und Richtlinien. Darüber hinaus besteht die Gesetzgebung in vielen Sonderbauten zunehmend auf komplexe Planungen für den Brandschutz. Dies alles macht es den Bauherren, Architekten und Anwendern nicht eben einfacher, die jeweiligen Maßnahmen richtig zu planen, differenziert zu bewerten und auch effizient zu nutzen.

Die in den Bundesländern zum Teil noch zur Veröffentlichung anstehende neue Muster-Industriebaurichtlinie (M-IndBauRL) lässt bei der Projektierung und Auswahl der jeweiligen Entrauchungssysteme leider wichtige Fragen offen.

Erfreulich dagegen ist, dass durch die neue M-IndBauRL die Rauchabführung jetzt in vielen Räumen vorgeschrieben wird. Die Frage „Was ist jetzt wo und wie konkret einzubauen?“ eröffnet allerdings neue und zu große Spielräume für Interpretationen. Die Wirksamkeit von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen könnte darunter leiden, schlimmstenfalls in ihr Gegenteil verkehrt werden.

Ist nach der neuen M-IndBauRL nur noch eine Rauchabzugsanlage erlaubt, wenn sie komplett aus allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Bauteilen besteht? Oder stellt bereits ein einfaches Industrietor von vielleicht 4 x 4 Metern eine komplette Rauchabzugsanlage dar? Ist eine

## **Muster-Industriebaurichtlinie – M-IndBauRL (Fassung März 2000) Auszug:**

### **§ 5.6 Rauchabzug**

**§ 5.6.1 Produktions- oder Lagerräume ohne selbsttätige Feuerlöschanlage mit einer Fläche von mehr als 200 m<sup>2</sup> müssen Wand- oder Deckenöffnungen erhalten, die eine Rauchableitung ins Freie ermöglichen. Dies gilt als erfüllt, wenn die Räume Öffnungen erhalten, deren Größe mind. 2 % der Fläche beträgt.**

**§ 5.6.2 Bei Produktions- oder Lagerräumen, die einzeln mehr als eine Fläche von 1.600 m<sup>2</sup> haben, muss eine ausrei-**

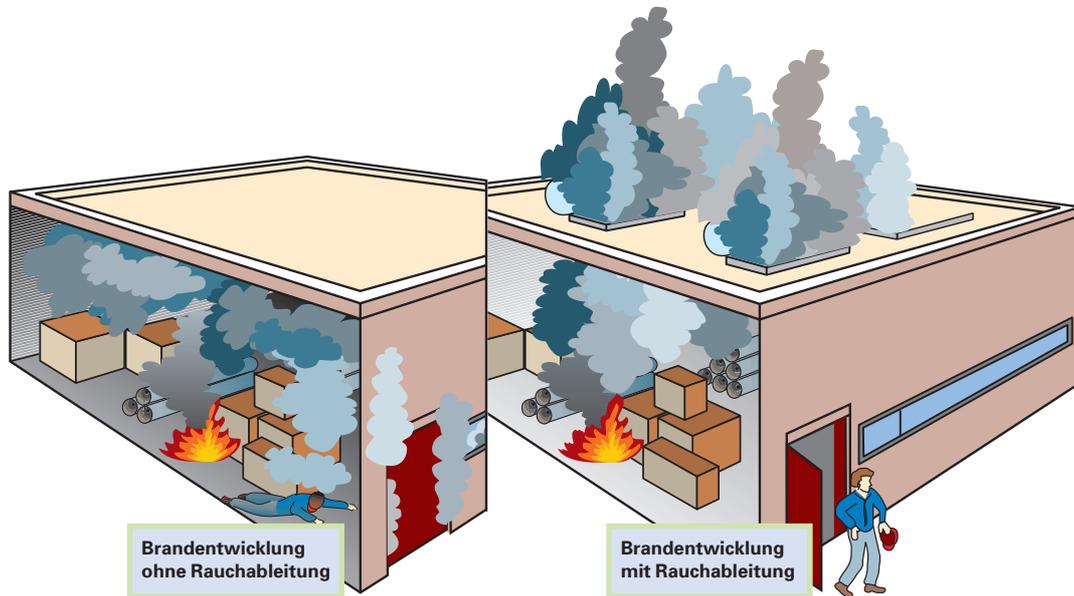
**chende Rauchableitung vorhanden sein, damit eine Brandbekämpfung möglich wird. Eine ausreichende Brandbekämpfung ist in der Regel dann möglich, wenn für jede zur Brandbekämpfung erforderliche Ebene eine raucharme Schicht mit mindestens 2,50 m Höhe rechnerisch nachgewiesen wird. Die Einrichtungen zur Rauchableitung müssen die technischen Anforderungen an Rauchabzugsanlagen erfüllen.**

**§ 5.6.3 Für Räume nach Abschnitt 5.6.2 mit selbsttätigen Löschanlagen genügen natürliche Rauchabzugsanlagen mit mindestens 0,5 % aerodynamisch wirksamer Rauchabzugsfläche, bezogen auf die Fläche des Raumes. Anstelle von Rauchabzugsanlagen können Lüf-**

**tungsanlagen verwendet werden, wenn diese so gesteuert werden, dass sie im Brandfall nur entlüften. Diese Lüftungsanlagen müssen hinsichtlich ihrer Ventilatoren nicht für den Brandfall ausgelegt sein. Im übrigen müssen sie den Anforderungen nach der Richtlinie über die brandschutztechnischen Anforderungen an Lüftungsanlagen entsprechen.**

**§ 5.6.4 Rauchabzugsanlagen in Räumen nach Abschnitt 5.6.2 ohne selbsttätige Feuerlöschanlage müssen automatisch auslösen und von Hand ausgelöst werden können. Die Bedienstellen sind mit der Aufschrift „Rauchabzug“ zu kennzeichnen; sie müssen erkennen lassen, ob die Rauchabzugsanlage betätigt wurde.**

In Dachoberlichtern integrierte Rauchabzugsgeräte erfüllen die Anforderungen der Brandschutzbehörden.



durch irgendwelche Rechenprogramme ermittelte Sichtweite von vier bis fünf Metern noch eine ausreichend raucharme Schicht? Gilt eine Raumentlüftungsanlage mit beispielsweise 1-fachem Luftwechsel und nicht gesicherter Stromversorgung im Brandfall als eine vollwertige Rauchabzugsanlage?

In dieser Broschüre lässt der FVLR Wissenschaftler, Anwender, Brandbekämpfer und Brandschutzplaner zu Wort kommen, die seit vielen Jahren ihre Kompetenz für den Brandschutz in Deutschland unter Beweis stellen. In dem hier vorgelegten Leitfaden veröffentlichen sie ihre Vorstellungen darüber, wie die Entrauchung von Standardanwendungen im Industriebau zukünftig sinnvoll zu planen und auszuführen ist.

Abgesicherte und langjährig bewährte Regel- und Rechenwerke stehen in Deutschland ausreichend zur Verfügung – die DIN 18232 und die entsprechenden VdS-Richtlinien seien hier stellvertretend genannt. Ihr Geltungsbereich wird künftig auf alle Gebäudearten ausgedehnt, auf die die Bestimmung der Raucheingrenzung und -ableitung angewendet werden können. Gebäude mit besonderer Bauart und Zweckbestimmung werden auch in Zukunft individuelle Einzelkonzepte erforderlich machen. Dazu werden allgemeine Richtlinien und Normen meist wenig hilfreich sein.

Dennoch: Die zahlreichen immer währenden Standardanwendungen sollten technisch sicher und trotzdem einfach und überschaubar bearbeitet werden können. Deshalb haben wir in dieser Publikation eine Checkliste integriert. Sie finden sie auf Seite 22. Einfach kopieren, mit den wichtigsten Daten versehen und als Dialogfax einem der Mitgliedsunternehmen des FVLR zusenden. So können wir Ihnen die Projektierung der Rauchabführung bei häufig anzutreffenden normalen Anwendungen erleichtern, Rechenparameter eindeutig darstellen, die Rauchfreihaltung von Räumen optimieren und die nötige Sicherheit bei der Aufgabenstellung vermitteln.

In diesem Sinne wünsche ich mir, dass die Broschüre einen Beitrag für einen besseren Rauchschutz in Deutschland leistet. Damit wären wir für die Rauchfreihaltung der Rettungs- und Angriffswege schon ein gutes Stück vorgekommen.

Ihr

Thomas Fr. Hegger

Vorschläge zur Anwendung  
der M-IndBaureg  
auf Seite 20/21



## Bauliche Anlagen müssen Bränden vorbeugen und Löscharbeiten wirksam ermöglichen

Nach den allgemeinen Forderungen der Bauordnung (§17 MBO) und insbesondere des Brandschutzes müssen bauliche Anlagen so beschaffen sein, dass der Entstehung eines Brandes und Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

### Künftig ist für Räume über 200 m<sup>2</sup> eine Entrauchung vorgeschrieben

**Produktions- oder Lagerräume zwischen 200 und 1.600 m<sup>2</sup>** wurden bisher nicht von den bauaufsichtlichen Regelwerken berücksichtigt. Nun ist im § 5.6.1 der M-Ind-BauRL festgelegt, dass Produktions- oder Lagerräume von mehr als 200 m<sup>2</sup> Wand- oder Deckenöffnungen haben müssen, die eine Rauchableitung ins Freie ermöglichen. Dies gilt als erfüllt, wenn die Räume Öffnungen erhalten, deren Größe mindestens 2 % ihrer Grundfläche betragen.

### Die Rauchabzugsfläche muss 2 % der Raumfläche betragen

Bei Raumflächen von weniger als 200 m<sup>2</sup> ist davon auszugehen, dass die jeweiligen Fluchtwege so kurz sind, dass die Personen, die sich bei einem Brandausbruch innerhalb dieses Raumes aufhalten, sich in ausreichender Nähe zur nächsten Fluchttür befinden und damit sich selbst schnell durch Flucht retten können.

Für die nachstehende Betrachtung wird eine Brandleistung von 300 kW/m<sup>2</sup>, wie sie auch der DIN 18232 für natürliche RWA zugrunde liegt, verwendet. Hierbei wird unterstellt, dass in einem 201 m<sup>2</sup> großen Raum eine Rauchableitung von 2 % der Grundfläche ausreichend ist, um den Raum im Brand- oder Gefahrenfall ohne Rauchbeeinträchtigung verlassen zu können. Mit Bezug zu einer brennenden Fläche von 20 m<sup>2</sup> und der Brandleistung von

300 kW/m<sup>2</sup> ergibt sich hier eine Gesamtbrandleistung von 6.000 kW (6 MW-Brand). Durch eine Deckenöffnung von 2 m<sup>2</sup> sowie eine Zuluftöffnung von 2 m<sup>2</sup> stellt sich nach meinen Untersuchungen eine raucharme Schicht von 2,05 m ein. Das Diagramm (siehe Abbildung 1) des von unserem Büro benutzten Computerprogramms verdeutlicht die Ergebnisse: Hieraus ist erkennbar, dass die 2%-Regelung für Räume zwischen 200 und 1.600 m<sup>2</sup> ausreichend ist, um die Selbstrettung von Personen zu gewährleisten bzw. den Angriff der Feuerwehr zu ermöglichen. Die Notwendigkeit einer Rauch- und – nicht zu vernachlässigen – einer Wärmeabführung auch aus kleinen Räumen ist in Abbildung 2 gut erkennbar. Ohne gezielte Rauch- und Wärmeabführung würde es nämlich innerhalb kürzester Zeit zu einem Wärmestau kommen, der den Einsatz der Feuerwehr erheblich behindert.

Beim Öffnen der Tür und bei Zutritt von Sauerstoff müsste, ohne RWA, mit einer Durchzündung aufgrund der bereits erreichten Raumtemperatur von 464 K über Ausgangstemperatur (10 °C) gerechnet werden. Dies bedeutet: **Flash-over-Situation.**

Aus unseren Untersuchungen ist erkennbar, dass mit den hier veröffentlichten Parametern bei größeren Räumen (bis 1.600 m<sup>2</sup>) in der Regel eine höhere raucharme Schicht zu erwarten ist, je größer die Hallengrundfläche wird.

**Produktions- oder Lagerräume mit mehr als 1.600 m<sup>2</sup>** sind anders zu projektieren. Aufgrund von statistischen Untersuchungen wurden anhand eines Datenbestandes von über 3.000 Objekten festgestellt, dass die mittlere Brandabschnittsgröße in Deutschland in Produktionsbereichen zwischen 2.000 und 4.000 m<sup>2</sup> beträgt. Insofern war es konsequent, dass die M-IndBauRL ab einer Größe des klassischen Brandabschnittes **von 1.600 m<sup>2</sup> für**



Karl-Heinz Halfkann,  
 Öffentlich bestellter und vereidigter  
 Sachverständiger für Brandschutz und  
 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen  
 Staatlich anerkannter Sachverständiger für  
 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen nach  
 den Sonderbauordnungen der Länder  
 Mitarbeiter im Arbeitskreis der M-IndBauRL

**Räume ohne selbsttätige Löschanlage** für den Rauchabzug lediglich die Schutzzieldefinition einer raucharmen Schicht von 2,50 m ausgewiesen hat. Aufgabe des jeweiligen Fachplaners ist es nun, anhand der technischen Regelwerke, z. B. der DIN 18232, die notwendigen Maßnahmen für die Rauchableitung zu beschreiben und nachzuweisen, dass die raucharme Schicht von 2,50 m auf jeder Nutzungsebene eingehalten wird.

**Die raucharme Schicht muss mindestens 2,50 m betragen.**

In Verbindung mit selbsttätigen Löschanlagen ist nach § 5.6.3 der M-IndBauRL für Räume ab 1.600 m<sup>2</sup> eine aerodynamisch wirksame Rauchabzugsfläche von mindestens 0,5 % der Grundfläche vorgeschrieben, um mit Bezug zur Wirkung der selbsttätigen Löschanlage eine raucharme Schicht im Gebäude zu erreichen.

Zusammengefasst ist nach der neuen M-IndBauRL der Rauchabzug für die unterschiedlichen Räume wie folgt sicherzustellen:

**Räume von 200 bis 1.600 m<sup>2</sup>**

2 % Rauchabzugsfläche

**Räume > 1.600 m<sup>2</sup> ohne autom. Löschanlage**

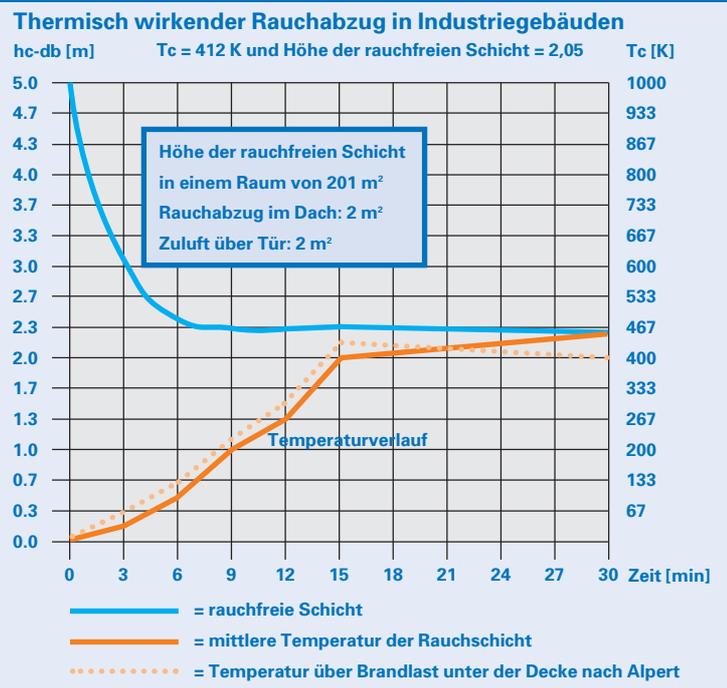
Raucharme Schichten von 2,50 m sind z. B. durch eine Projektierung nach DIN 18232 Teil 2 nachzuweisen.

**Räume > 1.600 m<sup>2</sup> mit autom. Löschanlage**

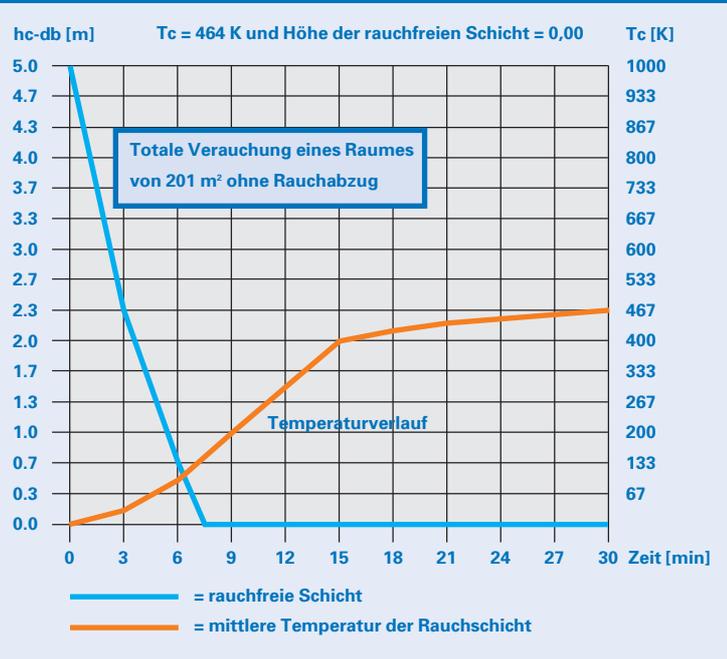
Es ist mindestens 0,5 % aerodynamisch wirksame Rauchabzugsfläche vorzusehen.

Karl-Heinz Halfkann

**Abbildung 1**



**Abbildung 2**





Tragisches Brandunglück:  
Am 11. April 1996 verlieren  
17 Menschen am Flughafen  
Düsseldorf ihr Leben. Fazit:  
Es gab keine ausreichenden  
Entrauchungsanlagen.

## „Fünf Atemzüge reichen zum Sterben“

Damit eine Orientierung in Räumen, in denen es brennt, überhaupt möglich ist, muss man sehen können. Ob als Flüchtender oder auch als Brandbekämpfer. Nach abgesichertem Wissen verdrängen Räume ohne Rauchableitung auch bei scheinbar kleinen Brandlasten in der für Laien unvorstellbar kurzen Zeitspanne von nur wenigen Minuten. Ohne Entrauchung ist danach nichts mehr zu sehen. Fluchtwege und Fluchttüren, Hindernisse oder nicht mehr fluchtfähige Menschen verschwinden in einer gräulich schwarzen Wolke. Panik und damit unsteuerbare Reaktionen setzen ein. Die Feuerwehr findet Verletzte oder flucht- oder gehbehinderte Personen ebenso schwer wie den in dieser Phase oft noch kleinen Brandherd, der damit oft genug nicht mehr direkt bekämpft und abgelöscht werden kann.

Ein alter, vielleicht etwas kernig klingender Feuerwehrspruch: „Fünf Atemzüge reichen zum Sterben“ beschreibt die Situation sehr treffend.

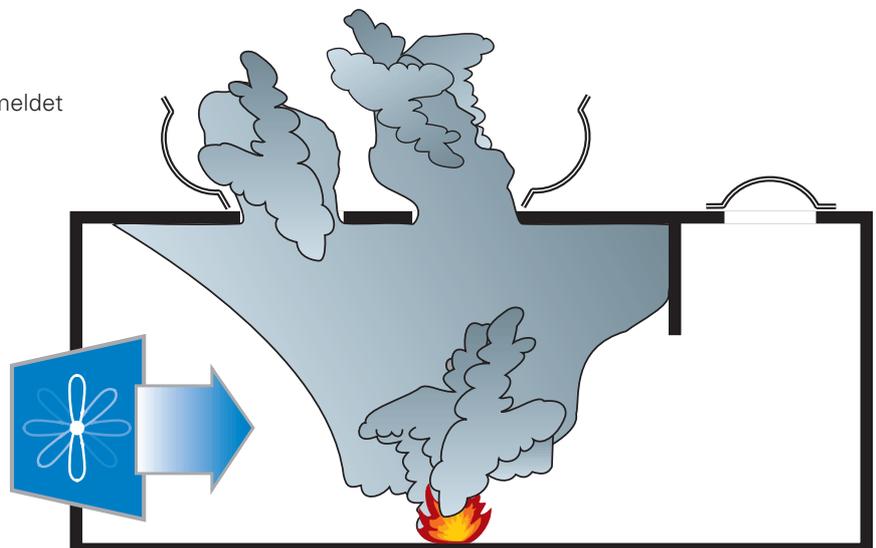
Um für die Menschen, die sich in den Gebäuden aufhalten, aber auch für den Feuerwehrmann, der im Brandfall diese retten und ihnen helfen, Sachwerte schützen und Umweltschäden reduzieren soll, etwas Sinnvolles zu tun, ist es wichtig, dass

- Brände möglichst frühzeitig entdeckt und gemeldet werden  
(Wir in Dortmund setzen verstärkt auf den Einsatz von Rauchmeldern.)
- die Selbstrettung schnell erfolgen kann
- die Ausbreitung der Rauchgase möglichst begrenzt bleibt
- die Rauchgase möglichst schnell und auf dem direktesten Weg aus dem Gebäude abgeleitet werden
- die Fremdrettung und der Löschangriff schnell und gezielt gestartet werden können.

Das Konzept der M-IndBauRL setzt u. a. verstärkt auf die so genannte Selbstrettung und die dazu notwendigen organisatorischen Maßnahmen. Die betroffenen Personen sollen sich also selbst retten können. Dies setzt eine frühzeitige Alarmierung, das Wissen und das Nutzenkönnen des kürzesten Fluchtweges und vor allem genügend Zeit voraus. Denn ist die Rauchschiicht erst einmal in den Aufenthaltsbereich des betroffenen Menschen herunter gesunken – und dies kann schon in zwei bis drei Minuten nach der Brandentstehung der Fall sein –, ist es zu spät.

Die giftigen schwarzen Brandgase müssen also zur Selbstrettung, zur Fremdrettung und zum Löschangriff aus dem Gebäude **auch wirksam abgeleitet werden** können.

Öffnungen in der raucharmen Schicht – also **Tore, Türen oder tiefliegende Fenster – sind dazu nach meiner langjährigen Erfahrung absolut nicht geeignet.** In Verbindung mit Öffnungen innerhalb der Rauchschiicht sind solche unteren Öffnungen als Nachströmöffnungen zwar unverzichtbar, als Rauchabzugsöffnungen versagen diese tiefliegenden Flächen jedoch völlig, weil die Rauchgaskon-





Dipl.-Ing. Klaus Schäfer,  
Leiter Berufsfeuerwehr  
Dortmund

zentration sich hier ja in der Phase der Flucht und des Löschangriffs (hoffentlich) noch nicht befindet.

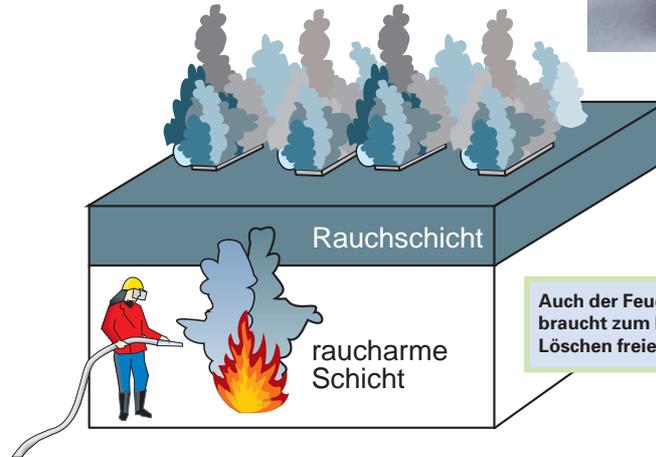
Sinkt die Rauchschiicht auf die Höhe der unteren Öffnungen herab, kommt es im Grenzbereich dann sogar sehr schnell zu den verheerenden Rauchverwirbelungen und unkontrollierten Rauchverschleppungen. Ein Zustand, der unbedingt vermieden werden muss.

Die Rauchabzugsöffnungen gehören damit in den oberen Wand oder – wenn möglich noch besser – in den Dachbereich. Die Öffnungen im unteren Wandbereich stellen dann die ebenfalls notwendigen Nachströmöffnungen dar.

Manchmal höre ich Vermutungen, dass Feuerwehrleute, die ja ihre Atemluft über Pressluftflaschen mitbringen können, sich in den schwarzen Rauchgasen mit Wärmebildkameras orientieren können. Der Nutzen solcher Suchsysteme ist in der Nachlöschphase unumstritten. Finden wir doch oft nur so die tückischen Glutnester, um sie dann endgültig ablöschen zu können. Die Brandherdsuche oder etwa die Suche nach noch nicht ins Freie geflüchteten Menschen in einem verrauchten größeren Raum kann mit solchen Geräten aber nicht durchgeführt werden. **Auch der Feuerwehrmann braucht zum Retten und Löschen freie Sicht.**

Eine weitere, sehr sinnvolle technische Ausrüstung der Feuerwehr, der Hochdrucklüfter, wird vom Laien oft falsch eingeschätzt. Ein solcher Hochdrucklüfter – über einen Wasser- oder einen eigenen Verbrennungsmotor angetrieben – wird von uns eingesetzt, um Räume mit enormen Mengen an Frischluft zu spülen (siehe Grafik auf Seite 6).

Der Hochdrucklüfter spült verrauchte Räume mit enormen Mengen an Frischluft



Auch der Feuerwehrmann braucht zum Retten und Löschen freie Sicht

So können wir u. a. verrauchte Treppenträume schnell wieder passierbar machen.

Voraussetzung dabei ist aber, dass im oberen Treppenträumbereich z. B. ein Fenster (eine Rauchabzugsöffnung) offen steht bzw. schnell geöffnet werden kann und die Türen zu den Wohnungen geschlossen sind. Nur so bekommen wir den Rauch aus dem Gebäude raus und nicht in die Wohnungen rein.

Sinngemäß gilt auch für größere Räume, dass wir die Rauchabzugsöffnungen im oberen Wand- oder Dachbereich als Abströmöffnungen und Rauchschürzen im Deckenbereich als Begrenzung der Rauchausbreitung benötigen. Auch der Hochdrucklüfter ist eher ein Einsatzmittel für die Brandnachsorge und für die Brandbekämpfung sowie für die Flucht- und Evakuierungsphase weniger geeignet. Damit ist die wirksame Entrauchung auch von Industriegebäuden für die erfolgreiche Flucht-, Rettungs- und Angriffsphase eine wichtige Voraussetzung.

Ich freue mich, dass in der neuen M-IndBauRL die Entrauchung nun vorgeschrieben ist und hoffe, dass die dazu künftig getroffenen Regelungen und die eingesetzten Systeme eine Entrauchung wirklich sicherstellen. Denn sonst bleibt uns Feuerwehren oft nur noch die Chance des Abkühlens von außen, um das Übergreifen des Feuers auf andere Gebäude zu bekämpfen.

Klaus Schäfer



## Thermikströmungen erzeugen die Ausbreitung der Rauch- und Brandgase

Die Ausbreitung der Rauch- und Brandgase in geschlossenen und nicht entlüfteten Räumen wird bestimmt durch die Brandquelle, die einen nach oben gerichteten Thermikstrom (Plume) [sprich: plüm] erzeugt. Da die aus dem unteren Raumbereich durch den Verbrennungsprozess und durch Konvektion entnommene und die auf dem Strömungsweg dem Thermikstrahl durch Induktion beigemischte Raumluft auch im unteren Raumbereich ersetzt werden muss, ergibt sich zwangsläufig eine Rezirkulation im Brandraum.

Das heißt, **in geschlossenen Räumen müssen Rückströmungen aus dem Deckenbereich in den Aufenthaltsbereich stattfinden**, sodass auf diesem Wege auch Brandrauch in die Aufenthaltszone zurückgeleitet wird. Diese Rückströmung findet vornehmlich an den Raumumschließungsflächen statt.

Da der Induktionsprozess im Bereich des voll ausgebildeten Thermikstrahls die höchsten Werte erreicht, wird auch zunächst vornehmlich der obere Raumbereich verraucht. Die Verrauchung im unteren Raumbereich verläuft etwas langsamer, da zunächst die sich ausbildende Kaltluftschicht aufgelöst wird. Trotzdem beträgt die Zeitspanne, bis der Brandrauch die Aufenthaltszone erreicht, nur wenige Minuten.

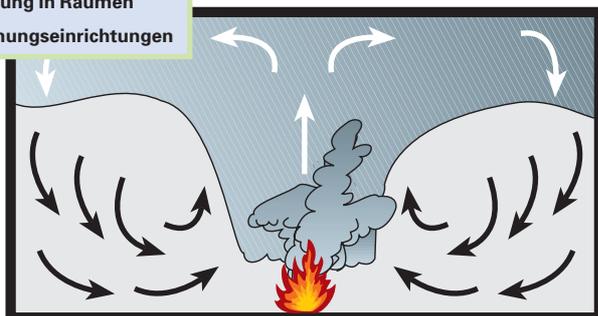
Derartige Strömungsvorgänge sind aus der Raumlufttechnik bekannt und stellen nur hinsichtlich der Strömungsintensität eine Besonderheit dar.

Die Rauchableitung kann somit direkt auf die Grundlagen und Erfahrungen der Raumlufttechnik zurückgreifen.

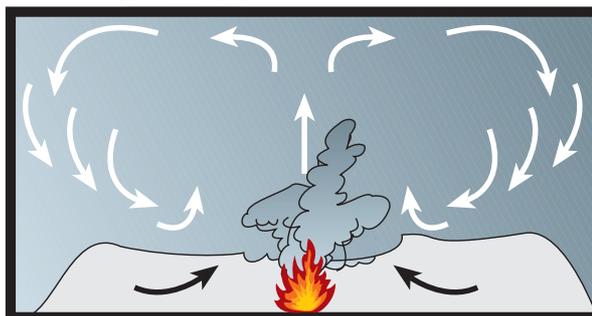
**Anders verläuft die Rauchausbreitung in Räumen, die Entrauchungseinrichtungen aufweisen.** Wird der im unteren Bereich entnommene Luftstrom durch nachströmende Luft von außen ersetzt, bilden sich zwei Luftschichten im Raum aus. Während die obere Schicht mit Brandrauch angereichert ist, ergibt sich im Aufenthaltsbereich die so genannte raucharme Schicht, die von der Nachströmluft geprägt ist. Damit sich dieser Schichtprozess ausbilden kann, sind verschiedene Voraussetzungen zu erfüllen:

- Es muss sich ein Strömungsgleichgewicht einstellen. Das oben abströmende Rauchvolumen muss unten durch nachströmende Luft ersetzt werden.
- Die nachströmende Luft muss möglichst impulsarm nachgeführt werden, um Ausspülungen aus dem Thermikstrahl zu vermeiden. Dazu sollte die Eintrittsgeschwindigkeit nicht größer als 1 m/s sein.
- Die Öffnungen zur Nachströmung müssen innerhalb der raucharmen Schicht angeordnet sein.

Rauchausbreitung in Räumen ohne Entrauchungseinrichtungen



Phase 1: Brandentstehung



Phase 2: Ausgebildeter Brand

- Werden Rauchabschnitte durch Rauchschürzen getrennt, sollte die Höhe der Rauchschürze mindestens 50 cm größer sein als die kalkulierte Rauchschiehtdicke.
- Rauchabzugsflächen und Nachströmflächen müssen aufeinander abgestimmt sein und dürfen nicht unabhängig voneinander gewählt werden (z. B. Faktor 2).
- Die Rauchabzugsfläche wird bestimmt durch die zu erwartende Größe von Rauchfreisetzung und Energiefreisetzung.

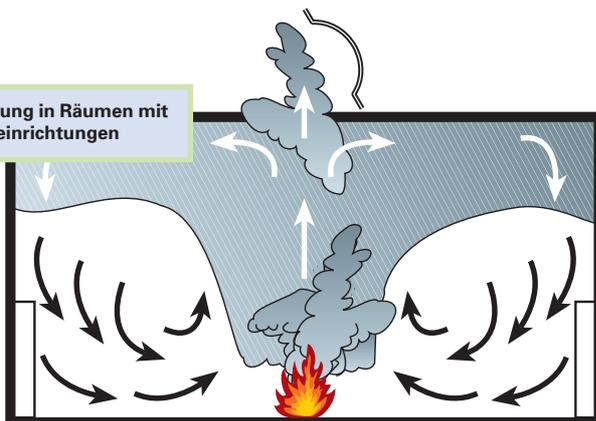
Die Brandrauchableitung kann mit natürlichen Rauch- und Wärmeabzugsgeräten oder mit mechanischen Systemen erfolgen.

Bei der Frage der Bemessung solcher Anlagen stehen für Standardanwendungen die Regelwerke der DIN 18232 Teil 2 und 5 bzw. die der VdS-Richtlinie 2098 zur Verfügung.

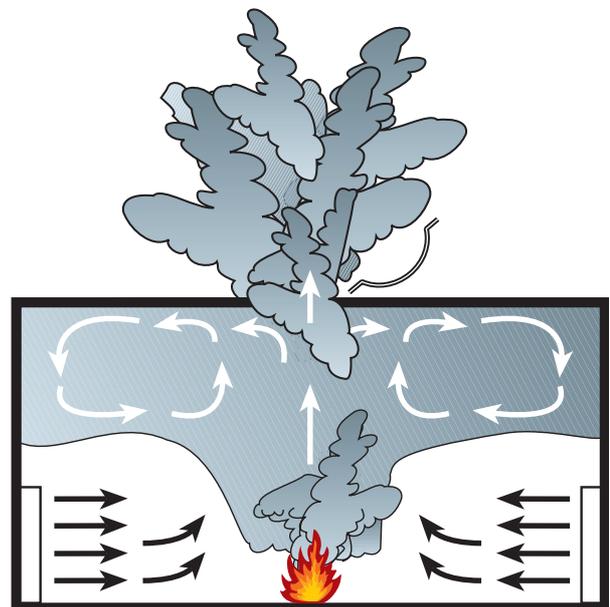
Bei Sondergebäuden empfiehlt es sich, die Dimensionierung durch Feldmodellberechnungen (CFD-Berechnungen) oder durch Modellstudien im Labor durchzuführen. Komplexe Strömungsprozesse sind mit Zonenmodellen nicht ausreichend nachzuvollziehen. Daher muss der Aufwand einer Feldmodellberechnung in Kauf genommen werden. Der Nachteil derartiger Berechnungen liegt jedoch darin, dass – wenn sie ordnungsgemäß durchgeführt werden – eine große Anzahl von Volumenzellen (z. B. 3–5 Millionen) erforderlich sind, um den Strömungsprozess vollständig zu erfassen. Dies bedeutet einen erheblichen Zeitaufwand zur Erstellung des mathematischen Modells und zur Durchführung der Berechnung, die darüber hinaus auch instationär über einen längeren Zeitraum durchzuführen ist. Aus diesem Grund führen bei der Entwicklung von Entrauchungskonzepten Modellstudien im Allgemeinen rascher zu einem zuverlässigen Ergebnis.

Rüdiger Detzer

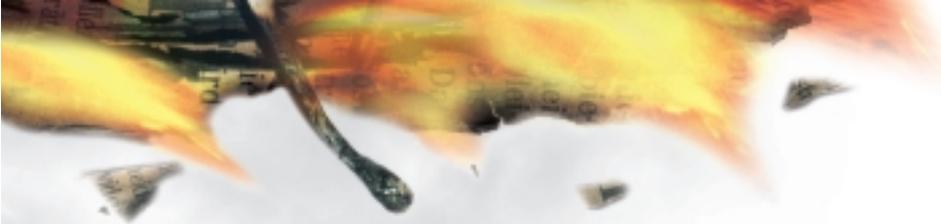
Rauchausbreitung in Räumen mit Entrauchungseinrichtungen



Phase 1: Brandentstehung



Phase 2: Entrauchungsanlage in Betrieb



## Rauchabzugsanlagen müssen Windrichtungsunabhängig funktionieren

**Damit Rauchgase aus Gebäuden herausströmen können, muss der Luftdruck an der Austrittsöffnung im Gebäude größer sein als an der Außenseite. Dies ist bei Windstille und bei entsprechend hoch im Gebäude angeordneten Öffnungen im Brandfall immer gegeben. Nicht so aber bei im unteren Wandbereich vorhandenen Türen, Toren oder Fenstern. Aus diesem Grund und natürlich auch, weil sich die Rauchgase vor allem im Deckenbereich ansammeln, müssen Rauchabzugsöffnungen immer möglichst deckennah, am besten im Dach, eingebaut sein.**

An etwa 90 Prozent aller Tages- und Nachtstunden ist in Deutschland Wind vorhanden. Und dieser Wind hat auf die Druckverhältnisse an den Wand- oder Dachflächen und damit an den dort eingebauten Ausströmöffnungen einen erheblichen Einfluss. Dieser kann bei Unterdruck für die Entrauchung sehr positiv sein, bei Windstaudruck aber auch die Entrauchung ins Gegenteil verkehren und im Raum zu den gefürchteten Rauchverwirbelungen führen.

Um die Entrauchung auch wirklich sicherzustellen, ist das windbedingte Strömungsfeld an der Gebäudehülle zu berücksichtigen.

Aus diesem Grund wurde bereits in den 70er Jahren für das natürliche, d. h. über den thermischen Auftrieb wirkende Rauchabzugsgerät die so genannte aerodynamisch wirksame Rauchabzugsfläche unter Beachtung des Seitenwindes bestimmt.

Es ist bekannt, dass bei Dächern bis 20° Neigung die örtlichen Strömungsgeschwindigkeiten maximal 1,5-mal so groß sind wie die Windgeschwindigkeit.

In der DIN 18232 und in den VdS-Richtlinien wurde seinerzeit eine örtliche Strömungsgeschwindigkeit von 10 m/s als Bemessungswindgeschwindigkeit angesetzt. Dies entspricht einer Windgeschwindigkeit vor dem Gebäude

von etwa 6,7 m/s, ein Wert, der bezogen auf den Jahreszeitraum nur zu 18 Prozent überschritten wird.

Zur Berücksichtigung des Windeinflusses werden Rauch- und Wärmeabzugsgeräte zur Bestimmung der aerodynamisch wirksamen Rauchabzugsfläche im Windkanal unter Beachtung aller Anströmrichtungen vermessen. Und dies gilt auch nach der neuen Europäischen Norm EN 12101-2.

Damit es im Dach nicht zu negativen Effekten durch Seitenwindwirkung kommt, sollte im Regelfall der Abstand zwischen den einzelnen Rauchabzugsöffnungen immer größer als 5 m sein, die Einzelöffnung des RWG keine Seitenlänge über 2,50 m haben und der Abstand zu aufgehenden Wänden hinreichend groß sein, um einen Windaufstau im Gebäudebereich zu vermeiden.

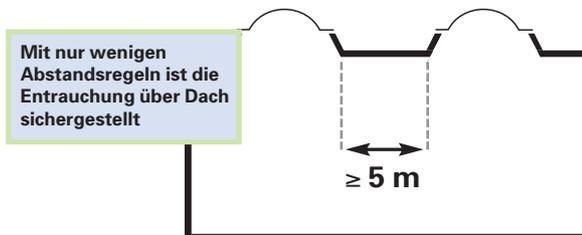
Die Strömungsverhältnisse auf den Außenwänden eines Gebäudes sind dagegen weniger gut zu vereinheitlichen. Hier spielen die im Brandfall vorherrschende Windrichtung (wer soll diese wohl voraussagen können?), die Gebäudehöhe, die Höhe der Rauchabzugsöffnung darin und deren Abstand zu den Gebäuderändern, die Nachbarbebauung und noch weitere Faktoren eine wichtige Rolle.

Innerhalb einer Fassadenseite ist immer sichergestellt, dass zwischen dem unteren und oberen Bereich ein Druckgefälle herrscht. Ob dieses absolut zur Rauchableitung ausreicht (geringerer Druck als an der Rauminnenseite erforderlich), ist damit aber nicht zu gewährleisten.

**Mit der Beachtung dieser Parameter ist sichergestellt, dass das im Windkanal vermessene RWG im Dach die im Labor festgestellte aerodynamisch wirksame Rauchabzugsleistung im Brandfall wirklich erbringt.**

**Für freistehende Gebäude reichen zur Entrauchung Fenster mit 4-facher Fläche**





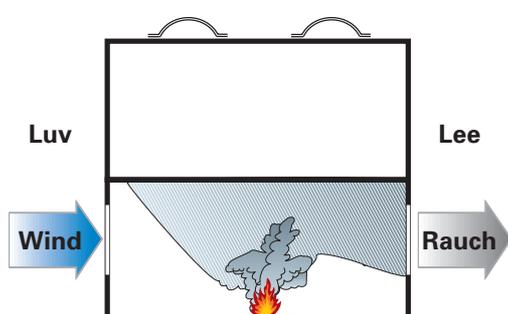
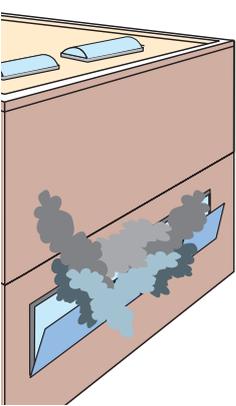
**Deshalb sollten in eingeschossigen Gebäuden und in den obersten Etagen mehrgeschossiger Gebäude die Rauchabzugsöffnungen möglichst im Dach angeordnet werden.**

Die Nachström- oder Zuluftöffnungen können dann beliebig im unteren Teil der Außenfassade angeordnet sein.

Bei mehrgeschossigen Gebäuden werden bei der natürlichen Entrauchung die unteren Geschosse besonders beachtet. Und dies gilt für jedes Geschoss. Wegen der meist geringeren Differenzhöhen, besonders im niedrigen Raum zwischen der jeweiligen Ab- und Zuluftfläche, sind diese möglichst tief bzw. hoch anzuordnen.

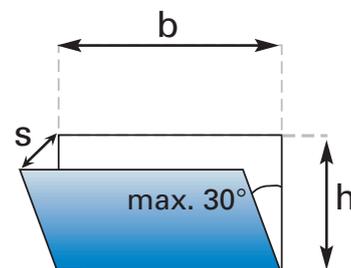
Die Druckverhältnisse auf den Fassadenseiten hängen neben der Windrichtung noch von den Gebäudehöhen der Nachbarbebauung ab. Die im Folgenden genannten Vorschläge sind deshalb nur allgemein verbindlich, vorausgesetzt der Abstand zwischen den Gebäuden beträgt mindestens das 4-fache der Gebäudehöhe. Liegen die Gebäude näher zusammen, ist eine individuelle Betrachtung erforderlich.

Da für den Brandfall die vorherrschende Windrichtung nicht vorher bekannt sein kann, muss auch die RWA in der Seitenwand windrichtungsunabhängig funktionieren können. Eine Möglichkeit stellt in frei stehenden Gebäuden die Öffnung von Fenstern dar, deren Höhe mindestens der halben Raumhöhe entsprechen und die über die gesamte Raumbreite an zwei gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind. Auf der staudruckbeaufschlagten Wandseite (Luv) sind die Fenster dann Zuluftöffnungen, auf der sogbelasteten Seite (Lee) Rauchabzugsöffnungen (siehe Abbildung unten).



Da die Windrichtung auch auf die dritte bzw. vierte Seite des Gebäudes gerichtet sein kann, müssen auch in diesen Fassaden entsprechende Fenster vorhanden sein, die dann jeweils als Eintritts- oder Austrittsöffnung genutzt werden können. Durch eine windrichtungsabhängige Steuerung ist bei diesem nur für frei stehende Gebäude nutzbaren Konzept dafür zu sorgen, dass nur die luv- und leeseitigen Flächen öffnen. Die notwendigen Fensterflächen selbst sind für jede Fassadenseite in der gleichen Größe zu wählen, wie sich aus der Projektierung der im Dach notwendigen aerodynamisch wirksamen Rauchabzugsfläche errechnet hätte, also die 4-fache Fläche. Genauere Bemessungsregeln für übliche Gebäude- und Raumanordnungen würden im Rahmen eines Forschungsvorhabens im Strömungslaboratorium an der FH Aachen erarbeitet.

Die aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche von Rauchabzugsgeräten für den Wand einbau können bei Beachtung der hier genannten Voraussetzungen – ohne Versuch – abgeschätzt werden. Bei Öffnungswinkel bis 30° gilt näherungsweise  $A_w = 0,9 \cdot b \cdot s$ , da durch



**Auch mit Seitenfenstern kann man entrauchen**

die 2-fache Anordnung Sicherheiten vorhanden sind. Für besondere Anwendungen können die Rauchabzugs- und Nachströmöffnungen natürlich auch objektabhängig im Modellmaßstab im Windkanal individuell untersucht und projektiert werden. Die hier genannten Standardanwendungen decken aber den normalen Praxisfall bereits ausreichend gut ab.

*Hans J Gerhardt*

Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Gerhardt, M. Sc.,  
Fachhochschule Aachen



## Nachgewiesene Eignung für Rauch- und Wärmeabzugsgeräte besonders wichtig

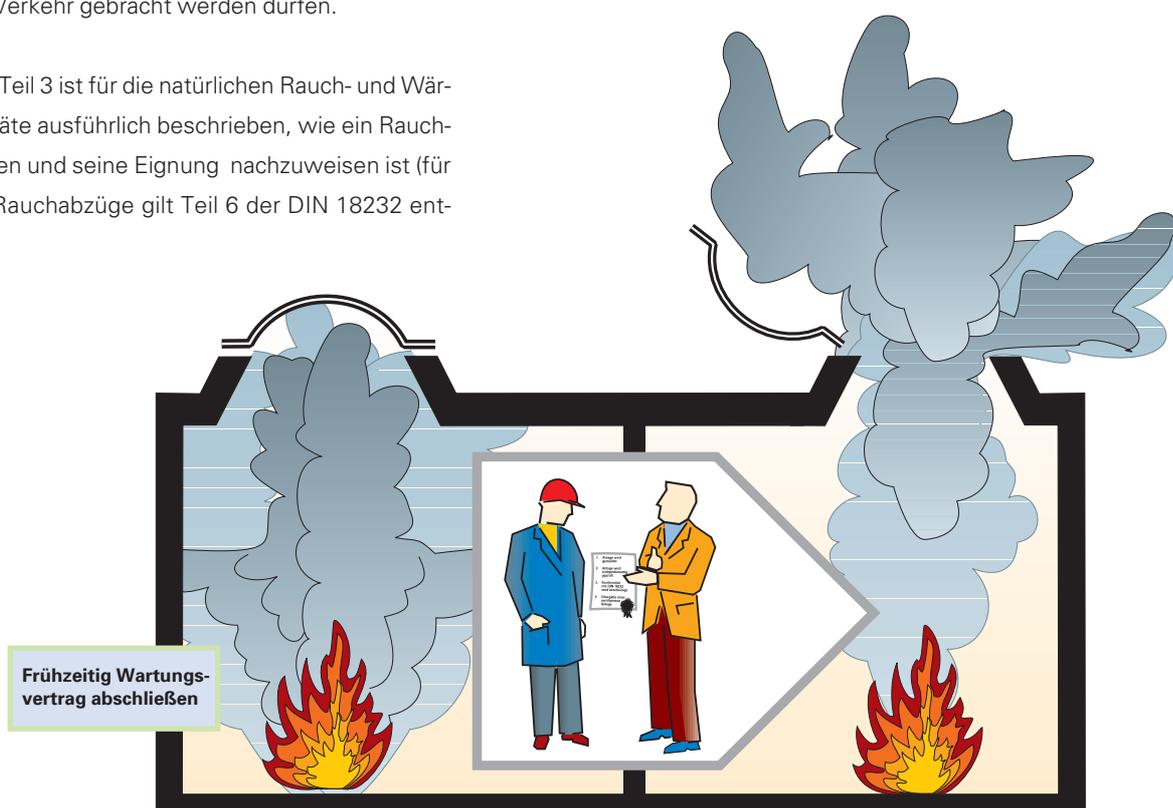
**Rauch- und Wärmeabzugsgeräte sind nach der Bauregelliste A Teil 2 eingestuft. Dort ist auch die zu beachtende technische Regel, die DIN 18232 Teil 3, genannt.**

Bauprodukte dürfen nach §20 MBO nur verwendet werden, wenn

- sie von den technischen Regeln, die das DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) in der Bauregelliste veröffentlicht, nicht oder nicht wesentlich abweichen und das Ü-Zeichen tragen
- oder ihre Verwendbarkeit nachgewiesen wird
  - durch eine allgemein bauaufsichtliche Zulassung
  - durch ein allgemein bauaufsichtliches Prüfzeugnis
  - oder durch eine Zustimmung der obersten Bauaufsicht im Einzelfall.
- Oder wenn sie nach dem Bauproduktengesetz mit CE-Zeichen in Verkehr gebracht werden dürfen.

In DIN 18232 Teil 3 ist für die natürlichen Rauch- und Wärmeabzugsgeräte ausführlich beschrieben, wie ein Rauchabzug zu prüfen und seine Eignung nachzuweisen ist (für maschinelle Rauchabzüge gilt Teil 6 der DIN 18232 entsprechend).

Für natürliche Rauchabzüge legt die Bauregelliste fest, dass der Verwendbarkeitsnachweis mit einem allgemein bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (ABP) zu führen ist. In diesem ABP, das durch das Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen (MPA NRW) erstellt wird, fließen die Ergebnisse aller Teilprüfungen zusammen. Es wird mit den übrigen mit der Durchführung von Teilprüfungen (z. B. Standsicherheit, Funktionstüchtigkeit, aerodynamische Kennwerte, Brandverhalten) befassten Prüfstellen abgestimmt. (Vor der Einführung des ABP als Verwendbarkeitsnachweis wurde ein entsprechendes Dokument mit der Bezeichnung „Zusammenfassendes Prüfzeugnis ZPZ“ erstellt.). Das ABP stellt somit einen umfassenden Verwendbarkeitsnachweis dar, in dem alle relevanten Eigenschaften abgehandelt sind.





**Je nach Hersteller und System gibt es erhebliche anlagenspezifische Unterschiede. Deshalb müssen die Wartungsanleitungen des Herstellers beachtet und die Originalersatzteile verwendet werden.**

Das MPA stellt eine Übersicht aller gültigen ABP für Rauchabzüge in einer Liste zusammen, die mehrmals jährlich aktualisiert wird. Somit wird der Öffentlichkeit ein guter Überblick über alle zugelassenen Systeme und Hersteller verschafft.

Die Bauregelliste legt auch fest, wie der Hersteller eines Produktes die Übereinstimmung mit dem ABP zu dokumentieren hat. Für Rauchabzüge ist dies die Herstellererklärung, die auf der Basis einer werkseigenen Produktionskontrolle durch ein Ü-Zeichen auf dem Rauchabzug abgegeben wird.

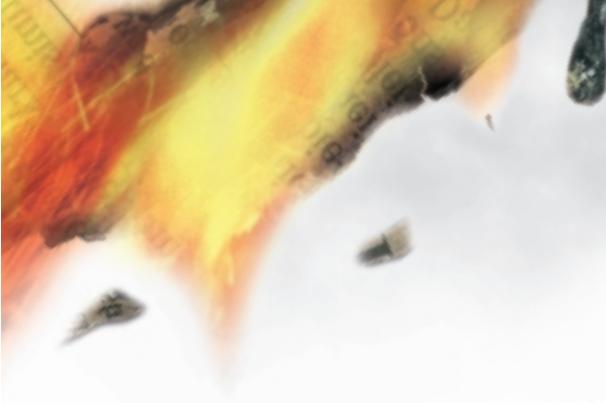
Nach §17 MBO müssen bauliche Anlagen so beschaffen sein, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind. Diese Forderung

bezieht sich nicht nur auf die Herstellung und Errichtung der Anlagen, sondern setzt auch voraus, dass technische Anlagen so in Stand gehalten werden, dass sie ihre Funktionstüchtigkeit während ihrer Lebensdauer beibehalten. Für die Planung und Errichtung von RWA hat der VdS Richtlinien aufgestellt und vergibt für Hersteller, die ihre Qualifikation hierzu nachgewiesen haben, eine VdS-Errichter-Anerkennung. Diese Anerkennung ist immer systemgebunden und stellt sicher, dass die Errichtung der Anlage fachgerecht durchgeführt wird.

Um eine dauerhafte Funktionstüchtigkeit zu gewährleisten, wird in den ABP des MPA NRW die Auflage gemacht, die Rauchabzüge regelmäßig zu warten. Die Wartung sollte mindestens einmal jährlich durchgeführt werden. In der täglichen Praxis wird diese Wartung häufig stiefmütterlich behandelt. Da aber Rauch- und Wärmeabzugsgeräte ruhende Sicherheitsanlagen sind, deren Funktion im Brandfall ohne Verzögerung sichergestellt sein muss, ist hier die sachgerechte Wartung von besonderer Wichtigkeit.

Die Wartung sollte daher von sachkundigen Fachfirmen durchgeführt werden. Der VdS fordert, dass die Wartung bei den von ihm betreuten/anerkannten Anlagen von Fachfirmen durchgeführt wird, die ihre Sachkunde nachgewiesen haben und deren Mitarbeiter an Fachlehrgängen des VdS teilgenommen haben.

Hans Georg Klingelhöfer



## Anlagentechnische Maßnahmen erfüllen unterschiedliche Beiträge zur Erreichung der Schutzziele

**Der Brandschutz dient dem Schutz der unterschiedlichsten Interessen, wie zum Beispiel dem Personen-, dem Sach- und dem Umweltschutz. Anlagentechnische Maßnahmen wie Sprinkler- oder Rauch- und Wärmeabzugsanlagen erfüllen dabei unterschiedliche Beiträge zur Erreichung dieser Schutzziele.**

Wasserlöschanlagen werden zum Löschen von Bränden durch Kühlung und Vorbenetzung der Brandlast und/oder zur Verringerung der Brandausbreitung eingesetzt. Der Begriff Rauch- und Wärmeabzug verbindet zwei Aufgabefelder. In der Entstehungsbrandphase werden Rauchgase abgeleitet. Fluchtwege zur Selbst- oder Fremdreitung sowie Angriffswege der Feuerwehr zum gezielten Löschangriff bleiben passierbar. In der Vollbrandphase wird durch zusätzliche Wärmeabführung die thermische Belastung auf die (tragenden) Bauteile verringert und damit deren Standzeiten verlängert.

Die früher befürchtete mögliche negative Auswirkung dieser beiden Systeme aufeinander ist nachgewiesenermaßen nicht gegeben. Es ist vielmehr grundsätzlich davon auszugehen, dass die Kombination von Sprinkler- und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen vorteilhaft ist.

Die Löschwirkung einer Wasserlöschanlage entsteht durch Abkühlung des Brandgutes über Wärmeentzug in das Löschwasser hinein. Die Auslösung einer Wasserlöschanlage erfolgt dabei meist über Thermoelemente, die dafür einen ausreichend großen Temperaturanstieg, verbunden mit einer entsprechenden Luftströmung, benötigen.

Die Wirkung der beiden verschiedenen Anlagen auf den Personen-, Sach- und Umweltschutz ist unterschiedlich. Die Tabellen auf Seite 15 zeigen die unterschiedlichen Wirkungen der Anlagen zur Erreichung des jeweiligen Schutzzieles.

Die Wirkung einer Sprinkleranlage kann natürlich erst ab dem Zeitpunkt ihrer Aktivierung einsetzen. Bei niedrigen Raumhöhen und sofortiger, sehr intensiver Wärmefreisetzung ist davon auszugehen, dass die Aktivierung bereits nach mehreren Minuten erfolgt. Bei einem sich eher langsam entwickelnden Entstehungsbrand und in Räumen mit größerer Höhe kann es mit zehn Minuten und mehr aber wesentlich länger dauern, bevor die Thermoelemente ansprechen. Wie die Feuerwehr täglich erlebt, entwickeln sich die meisten Brände zuerst langsam.

Dieses Auslöseverhalten gilt natürlich auch für die Öffnung der RWA, wenn diese ebenfalls über Thermoelemente erfolgt. Um eine wesentlich frühere Öffnung der RWA, möglichst zu Beginn der Entstehungsbrandphase, zu erreichen, ist die Aktivierung der RWA über Melder mit der Kenngröße Rauch generell sinnvoll.

Wie in den Tabellen auf Seite 15 gut zu erkennen ist, wirken die beiden Anlagen sehr unterschiedlich, aber es setzt sich langsam die Erkenntnis durch, dass sie sich in ihrer Wirkung ergänzen.

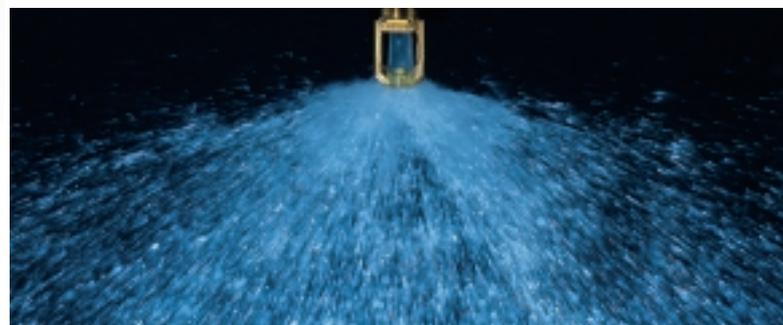
**Aus diesem Grund ist eine kombinierte Anwendung einer Sprinkler- oder Sprühwasserlöschablage mit einer RWA empfehlenswert.**

Damit sichergestellt ist, dass sich die Thermoauslöser der Sprinkleranlage auch bei schon aktivierter RWA noch in der Heißgasschicht befinden, sind diese möglichst deckennah anzuordnen. Unter Berücksichtigung dieser deckennahen Anordnung in Verbindung mit der Bildung von Rauchabschnitten bei größeren Räumen spricht der Sprinkler im Vergleich zu Räumen ohne RWA nicht wie früher befürchtet später an. In vielen Fällen spricht der Sprinkler bei geöffneter RWA sogar früher an (wegen verbesserter Wärmeübertragung der sich bewegenden Heißgasschicht). Die früher übliche, um 18 Kelvin höhere Auslösetemperatur der RWA ist heute nicht mehr zu beachten.

<b>Personenschutz</b>		
	<b>Wasserlöschanlagen</b>	<b>Rauch- und Wärmeabzugsanlagen</b>
<b>Schäden durch Brandwärme/Hitze</b>	Verminderung der vom Brand freigesetzten Wärme	Ableitung von Brandwärme Thermische Entlastung der Konstruktion
<b>Sicherung von Flucht- und Rettungswegen</b>	Begrenzung des Brandes und seiner Ausbreitung	Schaffung einer raucharmen Schicht zur Selbst- und Fremdreitung
<b>Brandbekämpfung</b>	Direkte Brandbekämpfung nach Auslösung der Anlage Brandbegrenzung und Unterstützung des Löschangriffs durch die Feuerwehr	Raucharme Schicht ermöglicht die Brandbekämpfung durch die Feuerwehr
<b>Schadstofffreisetzung</b>	Nach erfolgter Brandlöschung wird die weitere Schadstoffbildung vermindert	Abführen von Brandgasen

<b>Sachschutz</b>		
	<b>Wasserlöschanlagen</b>	<b>Rauch- und Wärmeabzugsanlagen</b>
<b>Schäden durch Brandwärme/Hitze</b>	Begrenzung der Brandausbreitung und Verminderung der Wärmefreisetzung mittels direkter Brandbekämpfung nach der Auslösung der Anlage	Ableitung von Brandwärme Thermische Entlastung der Konstruktion
<b>Schäden durch Rauch</b>	Nach der Brandlöschung wird die weitere Schadstoffbildung vermindert	Abführen von Brandgasen Eingrenzung der Rauchschäden

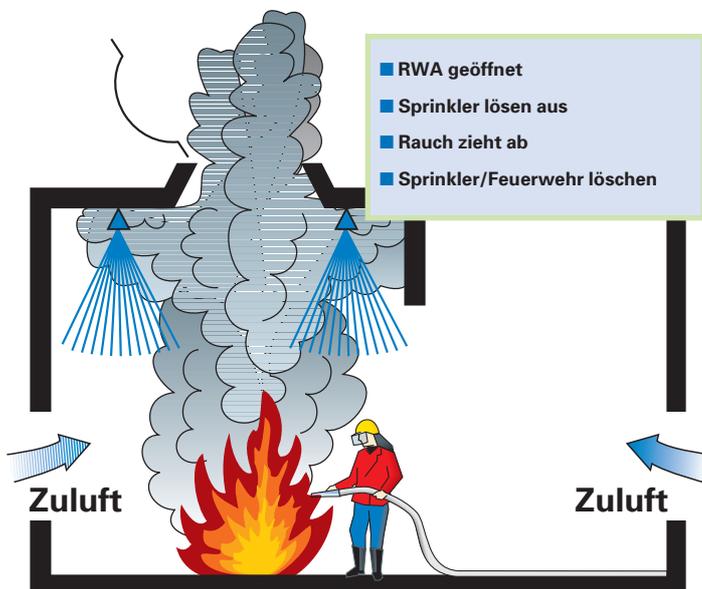
<b>Umweltschutz</b>		
	<b>Wasserlöschanlagen</b>	<b>Rauch- und Wärmeabzugsanlagen</b>
<b>Brandfolgeprodukte</b>	Nach der Brandlöschung wird die weitere Schadstoffbildung vermindert	Unterstützung des gezielten Löschangriffs durch die Feuerwehr



Die auf der folgenden Seite stehende Tabelle ist einem VdS-Merkblatt entnommen. Die zahlreichen Kombinationsbereiche von RWA und Sprinklern sind darin gut dargestellt. Es gibt eigentlich nur zwei Einschränkungen der gemeinsamen Anwendung. Es handelt sich dabei um die ESFR- und Feinsprühanlage.

Die empfindliche ESFR-Sprinkleranlage ist eine nicht sehr verbreitete Sonderlöschanlage, bei der am einzelnen Sprinklerkopf ein erhöhter Wasserdruck anstehen muss. Hier würde unter Umständen eine frühzeitigere Aktivierung von mehreren ESFR-Sprinklerköpfen zu einem Druckabfall und damit zu einer Verschlechterung der Wirksamkeit der Löschanlage führen. Unter Beachtung der in der Tabelle angegebenen Parameter ist aber auch bei der ESFR-Sprinkleranlage eine gemeinsame Anwendung mit einer RWA sinnvoll. Nicht verwechselt darf der Begriff ESFR mit dem so genannten FR-Sprinkler-Fässchen (**f**ast **r**espond), welches als schnell ansprechendes Auslöseglied auch in Normal-Sprinkleranlagen eingesetzt wird. Hier bestehen nämlich keine speziellen Einschränkungen in der Kombination mit RWA.

Feinsprühanlagen werden überwiegend in kleinen abgekapselten Räumen eingesetzt, wo im Regelfall eine RWA sowieso nicht eingesetzt wird.



Aus meiner jahrzehnte langen Praxis weiß ich, dass

- sich die im Brandfall oft sehr schnell entwickelnden erheblichen Rauchgasmengen bis zum Auslösen einer Löschanlage nicht selten zu einem bedrohlichen Gefahrenpotenzial ausbilden können. Die vom Brand freigesetzten Rauchgasmengen bzw. -volumenströme und das aus der Gebäudegeometrie und aus den gebäudespezifischen Randbedingungen resultierende Rauchgasvolumen reichen meist aus, um in kürzester Zeit die Verrauchung auch größerer Gebäudeabschnitte hervorzurufen. Ein von mir im letzten Jahr begleitetes Forschungsvorhaben beim MFPA Leipzig hat u. a. gezeigt, dass die in der Initialbrandphase freigesetzten Rauchgasmengen bzw. -volumenströme weit oberhalb der bisher angenommenen Werte auf Basis der Energiefreisetzung lagen

- und deshalb die in der M-IndBauRL bis zu 105 m langen erlaubten Laufwege zur Selbstrettung ohne ausreichenden Rauch- und Wärmeabzug in Frage zu stellen sind;

- und damit auch die Fremdrettung und die Brandbekämpfung verhindert oder zumindest erheblich behindert werden können. Und dies möglicherweise alles, bevor die Auslösung einer automatischen Löschanlage überhaupt in Betracht genommen werden kann

- Rauchgasschichtungen in Bereichen ausgelöster Sprinkler nicht eintreten. Vielmehr wird zusätzlicher Wasserdampf gebildet und ohne geöffnete RWA mit dem Rauch verwirbelt.

Dabei besteht die Gefahr, dass der mit Wasserdampf verwirbelte Rauch in die Rettungs-, Evakuierungs- und Angriffsebene heruntergedrückt wird. Geschieht dies, kann sich das verwirbelte Volumen in der Nähe des Bodens lawinenartig ausbreiten



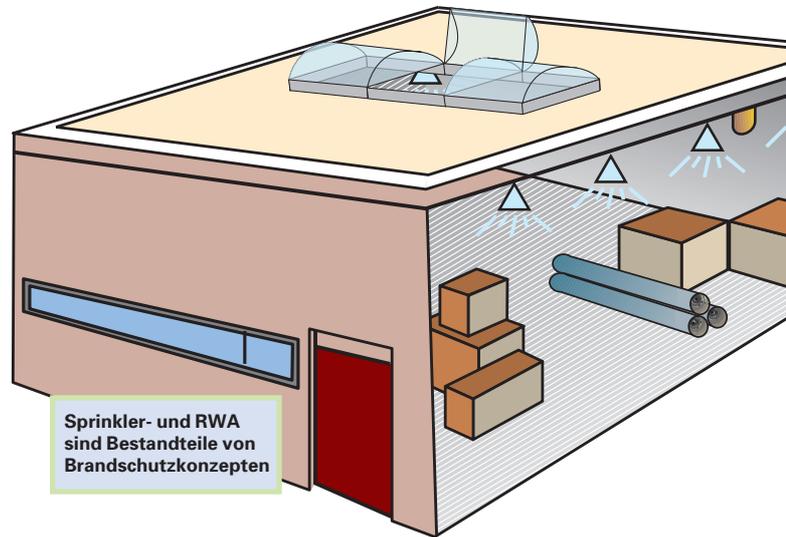
Sprinkler- und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen ergänzen sich im Personen-, Sach- und Umweltschutz.

- daher insgesamt eine gleichmäßige und gezielte Ent Rauchung mit geeigneten Rauch- und Wärmeabzugsgeräten, in Verbindung mit entsprechenden Zuluftöffnungen, bei größeren Räumen mit Rauchschränzen und einer über Melder mit der Kenngröße Rauch frühzeitigen Aktivierung nicht verzichtbar erscheint.

Kombinationen von frühzeitig aktivierten RWA und automatischen Löschanlagen können so im Sinne eines fachgerechten Brandschutzes dem Rauch und seinen Folgen bereits in der Initialbrandphase wirksam begegnen und eine weitere Brandausdehnung vermeiden. Nur so kann sichergestellt werden, dass praxisingerechte Evakuierungskonzepte entstehen und Feuerwehren eine gezielte und schnelle Fremdrettung und Brandbekämpfung bzw. Nachlösarbeiten durchführen können. Nur so sichern wir Menschenleben und Sachwerte, nur so sichern wir unsere Umwelt.

Gerd Jung

**PS: Der Fachausschuss Brandschutz beim Hessischen Ministerium des Inneren, der Vorsitzende des Arbeitskreises „vorbeugender Brandschutz“ der AGBF Hessen und der AVB-G des Landesfeuerwehrverbandes haben dazu hinsichtlich der Musterverkaufsstätten-Verordnung ebenfalls Stellung bezogen ([www.feuerwehr-hessen.de](http://www.feuerwehr-hessen.de))**



### Tabellarische Darstellung der Kombinationsmöglichkeiten

RWA	Sprinkler	ESFR	Sprühwasser	Feinsprüh
Maschineller Rauchabzug	Unter Beachtung der Querlüftung möglich	eingeschränkt möglich, siehe Vorgabe nach FM 2-2 für Lüftung	bedingt möglich, Ansteuerung nur über SP-Ventilstation	Kombination in der Regel nicht sinnvoll
Natürlicher Rauchabzug Auslösung über Rauchmelder	Kombination möglich und sinnvoll unter Berücksichtigung der deckennahen Anordnung	nicht sinnvoll	Kopplung möglich und sinnvoll unter Berücksichtigung der deckennahen Anordnung und verknüpfter Auslösung	Kombination in der Regel nicht sinnvoll
Natürlicher Rauchabzug Auslösung über Thermoelemente	Kombination möglich und sinnvoll unter Berücksichtigung der deckennahen Anordnung	Auslösung RWA nach ESFR (ESFR 68 °C, RTI < 50; RWA 141 °C, RTI > 80); konstruktive Anforderungen sind zu beachten	Kombination möglich und sinnvoll unter Berücksichtigung der deckennahen Anordnung	Kombination in der Regel nicht sinnvoll
Natürlicher Rauchabzug Auslösung über Handmelder	sinnvolle Kombination	sinnvolle Kombination	sinnvolle Kombination	bedingt möglich



Dr.-Ing. Ludger Siepelmeyer-Kierdorf,  
 Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
 Brandschutzsachverständiger Riskcon GmbH, Köln

## Zwei separate Systeme für Entlüftungs- und Entrauchungsfunktion erforderlich

**Bei vorhandener Sprinkleranlage soll nach der neuen M-IndBauRL die Entrauchung auch über normale Lüftungsanlagen betrieben werden können.**

Dabei geht man davon aus, dass die heißen Brandgase nach der Kühlung durch den Sprinkler und durch die Vermischung mit kälterer Raumluft im Lüftungskanal kalt genug sind, um die thermisch auslösenden Brandschutzklappen nicht zu aktivieren. Man spricht in diesem Zusammenhang auch gerne vom so genannten **Kaltrauch, den es physikalisch betrachtet aber auch nicht gibt**. Bis zum Zeitpunkt der Sprinklerauslösung bilden sich je nach Brandlast, Raumhöhe und Lage Heißgastemperaturen von über 100 °C. Liegt der Brandherd dann in der Nähe der Ansaugstelle und diese in der Nähe der Brandschutzklappe, kann das dort eingesetzte Thermoelement den Lüftungskanal schließen.

Damit die Lüftungsanlagen im Brandfall den Rauch nicht in andere Brandabschnitte verteilen, geht man im Lüftungsanlagenbau verstärkt dazu über, die Brandschutzklappen nicht nur über Thermoelemente, sondern auch über Rauchmelder zur Schließung anzusteuern. Lüftungsanlagen sind nämlich im Brandbereich sofort abzuschalten, andere im Brandbereich befindliche Brandklappen sollten ebenfalls über Fernwirkung geschlossen werden.

Schließen die Brandschutzklappen, ist aber ab diesem Zeitpunkt die Entrauchung blockiert. Heute übliche Lüftungsanlagen werden meist, auch aus Gründen der Energieeinsparung, nur mit 1- bis 4-fachen Luftwechseln betrieben. Für eine ausreichende Entrauchung muss jedoch in der vereinfachten Berechnung mindestens eine 10-fache, in der Regel aber eine 15-fache Luftwechselrate sichergestellt sein. Zur Rauchfreihaltung von Flucht- und Angriffswegen sind normale Lüftungsanlagen – auch wegen zu geringer Leistung – nicht ausreichend.

Zur Sicherstellung der Entrauchungsfunktion muss auch im Brandfall die Stromversorgung gesichert sein. Notstromversorgung oder zweite Einspeisung wären hier zu nennen.

Obwohl gelegentlich diskutiert, sollte von der Feuerwehr auf keinen Fall verlangt oder erwartet werden, im Brandfall eine für sie fremde Lüftungsanlage für Entrauchungs- oder Belüftungszwecke zu steuern.

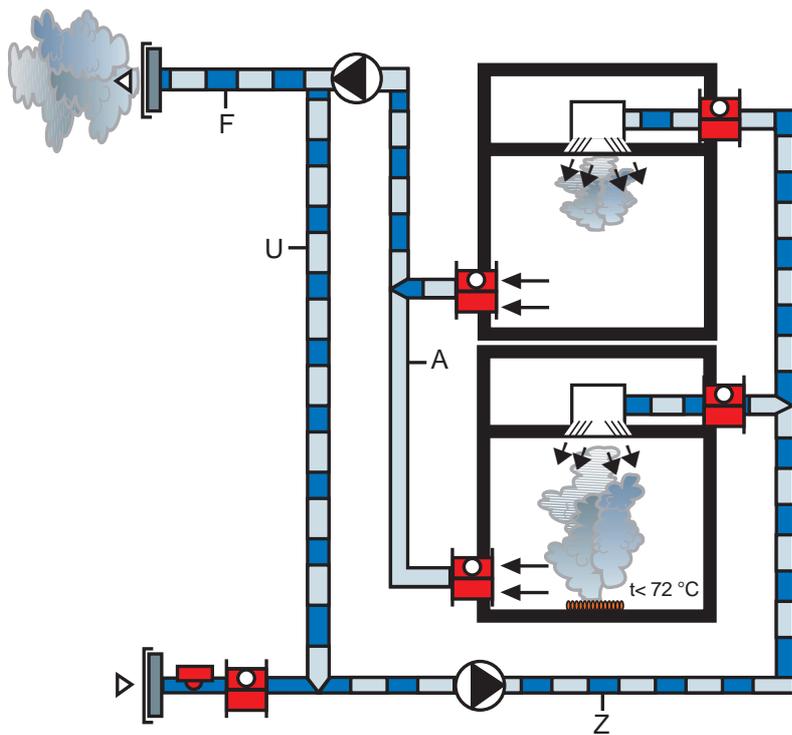
**Normale Lüftungsanlagen sind damit zur Entrauchung grundsätzlich nicht geeignet.**

Lüftungsanlagen sind damit zur Entrauchung grundsätzlich nicht geeignet, es sei denn, die Lüftungsleistung, das Kanalnetz, die Ventilatoren sowie die Energieversorgung und die Lüftungszentrale sind für den Brandfall ausgelegt, und die Lüftungsleitungen weisen auf der Abluftseite keine Absperrvorrichtung auf.

In diesem Zusammenhang kaum beachtet ist der häufiger vorkommende, kleinere (Entstehungs-) Brand, der mit „Bordmitteln“ noch abgelöscht werden kann. Auch hier entstehen aber sehr schnell und sehr massiv Rauchgase. Werden diese dann in die Lüftungsanlage gesogen und in ihr verteilt, werden die Kanalsysteme dauerhaft kontaminiert. Eine sehr aufwändige und teure Reinigung, in vielen Fällen ein Austausch, ist unvermeidbar.

All diese Gründe sprechen insgesamt dafür, die Entlüftungs- von der Entrauchungsfunktion zu trennen.

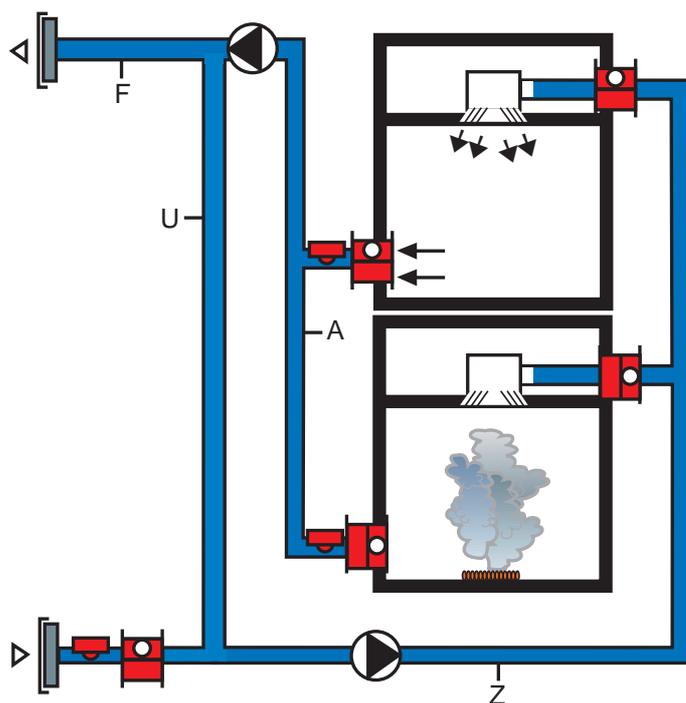
Ludger Siepelmeyer-Kierdorf



**Luftleitungssystem und Brandschutzklappen mit thermisch-elektrischer Auslöseeinrichtung**

Z = Zuluft  
 A = Abluft  
 U = Umluft  
 F = Fortluft

	Brandschutzklappe mit thermisch-elektrischer Auslöseeinrichtung (z. B. Federrücklaufmotor)
	Rauchauslöseeinrichtung



**Luftleitungssystem und Brandschutzklappen mit thermisch-elektrischen Auslöseeinrichtungen und Rauchauslöseeinrichtungen in allen Luftleitungen**

Z = Zuluft  
 A = Abluft  
 U = Umluft  
 F = Fortluft

## Mindest-Sicherheit durch neue M-IndBauRL noch nicht gewährleistet

Nach gründlicher Analyse der M-IndBauRL, zahlreichen Gesprächen, Untersuchungen und auch Forschungsarbeiten zum Thema Rauchenstehung, Rauchausbreitung, Rauchendeckung, Rauchableitung kommen nahezu alle Fachleute zu dem Schluss:

Dass zur Sicherstellung des

- Personenschutzes
- Sachschutzes
- Umweltschutzes

es im Brandfall grundsätzlich immer erforderlich ist, dass die sich im Gebäude aufhaltenden Menschen

- alarmiert werden
- in einer Atmosphäre, die Sehen und Atmen zulässt, fliehen können

und dass die eintreffende Feuerwehr möglichst die Chance bekommt, noch in das Gebäude hineinzukommen, um

- noch im Gebäude befindliche Personen und Tiere zu finden und retten zu können
- die Brandbekämpfung unter vertretbaren Sichtbedingungen schnell und gezielt einleiten zu können.

Leider sind die Formulierungen in der M-IndBauRL nicht genau genug, um diese Forderungen durch den Einbau entsprechend geeigneter Maßnahmen zu garantieren.

So könnte z.B. ein Industrietor mit der Aufschrift „Rauchabzug“ einen solchen darstellen, da nach § 5.6.1 u. a. auch offenbare Wandflächen zur Entrauchung eingesetzt werden können. Daneben enthält die M-IndBauRL auch technische Fehleinschätzungen, in dem z. B. nicht qualifizierte Raumlüftungsanlagen als Entrauchungsanlagen dienen sollen.

Um den Rauch aber wirklich nach außen abzuleiten, sind natürlich andere Maßnahmen, wie von den hier abgedruckten Autoren veröffentlicht, erforderlich. Um eine Mindest-Sicherheit in Sachen Brandrauch zu schaffen, schlage ich dringend vor, die M-IndBauRL wie folgt zu verändern oder als Anwender wie folgt zu interpretieren:

### § 5.6 Rauchabzug

**§ 5.6.1** Produktions- oder Lagerräume ohne selbsttätige Feuerlöschanlage mit einer Fläche von mehr als 200 m<sup>2</sup> müssen Wand- oder Deckenöffnungen erhalten, die eine Rauchableitung ins Freie ermöglichen.

Dies gilt als erfüllt, wenn die Räume Öffnungen erhalten, deren **aerodynamisch wirksame Fläche** mind. 2 % der Raumgröße beträgt. **Die Einrichtungen zur Rauchableitung müssen die technischen Anforderungen an Rauchabzugsanlagen erfüllen.**

**§ 5.6.2** Bei Produktions- oder Lagerräumen, die einzeln mehr als eine Fläche von 1.600 m<sup>2</sup> haben, muss eine ausreichende Rauchableitung vorhanden sein, damit eine Brandbekämpfung möglich wird. Eine ausreichende Brandbekämpfung ist in der Regel dann möglich, wenn für jede zur Brandbekämpfung erforderliche Ebene eine raucharme Schicht mit mindestens 2,50 m Höhe **nach DIN 18232 oder anderen anerkannten Verfahren** rechnerisch nachgewiesen wird. Die Einrichtungen zur Rauchableitung müssen die technischen Anforderungen an Rauchabzugsanlagen erfüllen.

**§ 5.6.3 Dieser Abschnitt sollte komplett entfallen. Zumindest sollten jedoch folgende Anpassungen beachtet werden:** Für Räume nach Abschnitt 5.6.2 mit selbsttätigen Löschanlagen genügen natürliche Rauchabzugsanlagen mit mindestens **1,0 %** aerodynamisch wirksamer Rauchabzugsfläche, bezogen auf die Fläche des Raumes. Anstelle von Rauchabzugsanlagen **können zur Rauchableitung geeignete** Lüftungsanlagen verwendet werden, wenn diese so gesteuert werden, dass sie im Brandfall nur entlüften. Diese Lüftungsanlagen müssen hinsichtlich ihrer Ventilatoren nicht für den Brandfall ausgelegt sein. Im übrigen müssen sie den Anforderungen nach der Richtlinie über die brandschutztechnischen Anforderungen an Lüftungsanlagen entsprechen.

**§ 5.6.4** Rauchabzugsanlagen in Räumen nach Abschnitt **5.6** müssen automatisch auslösen und von Hand ausgelöst werden können. Die Bedienstellen sind mit der Aufschrift „Rauchabzug“ zu kennzeichnen; sie müssen erkennen lassen, ob die Rauchabzugsanlage betätigt wurde.

Ich freue mich, dass es nun endlich gelungen ist festzustellen, dass im Regelfall Sprinkleranlagen und RWA sich nicht etwa gegenseitig behindern, sondern in ihrer Wirkweise ergänzen. Um so verwunderlicher ist die Regelung in der M-IndBauRL mit dem so genannten Kaltrauch, den es natürlich nicht gibt. Aufsteigender Rauch ist immer (erheblich) wärmer als die Umgebungsluft, aber meist über einen längeren Zeitraum nicht heiß genug, um den Sprinkler zu aktivieren. Da in dieser Zeitspanne auch die Flucht und oft auch der Löschangriff stattfinden, **muss die Frage der Entrauchung unabhängig von einer eventuell vorhandenen Sprinkleranlage gelöst sein.**

Die Frage der Entrauchung mit der Raumhöhe, hier erlaubt die M-IndBauRL bei höheren Räumen längere Fluchtwege, zu koppeln, ist wissenschaftlich nachgewiesen nicht haltbar. Die größere Höhe bringt keinen Zeitbonus für die Fluchtphase.

In der europäischen Normung werden solche Überlegungen bereits integriert, aber auch in Deutschland werden die Normen daraufhin überarbeitet, was ich sehr begrüße.

Ich hoffe, dass diese Überlegungen auch stärker in künftige Gesetzesvorhaben einfließen können und dass jeder Bauherr und Planer sich bewusst ist, dass er nach dem neuen Bauordnungsrecht die volle Haftung dafür aufgebürdet bekommen hat, dass seine Planungen und Risikoannahmen in Bezug auf den späteren Ernstfall richtig waren.

Thomas Fr. Hegger

**„Es entspricht der Lebenserfahrung, dass mit der Entstehung eines Brandes praktisch jederzeit gerechnet werden muss.**

**Der Umstand, dass in vielen Gebäuden jahrzehntelang kein Brand ausbricht, beweist nicht, dass keine Gefahr besteht, sondern stellt für die Betroffenen einen Glücksfall dar, mit dessen Ende jederzeit gerechnet werden muss.“**

(OVG Münster Westfalen 10A363/86)

## Weitere FVLR-Schriften



**Heft 1: Grundlagen, Aufgaben und Wirkungen von Rauch- und Wärmeabzugsgeräten. Eine Basisinformation für alle Baufachleute.**



**Heft 2: Praxis der Projektierung von RWA mit der Neufassung der DIN 18 232-2 als der allgemein anerkannten Regel der Technik zur Rauch- und Wärmedämmung.**



**Heft 4: Verbesserte Brandschutzkonstruktionen für Lichtkuppeln, Lichtbänder und RWG nach DIN 18 234. Wichtige Detailinformationen für Planer und Bauleiter.**



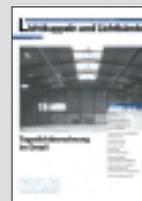
**Heft 5: Tipps und Hinweise für die Planung und Ausführung von Lichtkuppeln und Lichtbändern. Eine detaillierte Übersicht über Dachanschlüsse für alle am Dach Beteiligten.**



**Heft 7: Wartung und Instandhaltung von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen. Ein Ratgeber zur Sicherstellung der Funktion von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen.**



**Heft 8: Tageslicht und Wärmedämmung. Neue Energieeinsparverordnung (EnEV): Lichtkuppeln und Lichtbänder erfüllen nach wie vor die Anforderungen.**



**Heft 9: Tageslichtberechnung im Detail. Enthält eine Formel, mit der die Gesamfläche der Oberlichter im Rohbaumaß überschlägig ermittelt werden kann.**



**Heft 10: Zusatznutzen von Lichtkuppeln und Lichtbändern: Raumlüftung. Enthält Lüftungstechnische Grundlagen, Berechnungsformeln und Hinweise zur Geräteauswahl.**



**Heft 11: Gestaltung mit Dachlichtelementen: Enthält einen Überblick zur Geschichte der Tageslichtarchitektur, Hinweise für die Tageslichtplanung mit Dachlichtelementen und den kreativen Umgang mit Tageslicht.**



**Heft 12: Rauchabzug im modernen Brandschutz: Experten berichten aus Wissenschaft und Praxis und stellen integrierte Brandschutzkonzepte vor.**



**Heft 13: Tageslicht und Ergonomie: Leben und arbeiten mit Tageslicht – das Heft gibt Anregungen zur effizienten Nutzung von Tageslicht insbesondere am Arbeitsplatz.**



**Heft 16: Natürliche Entrauchung über Wände: Ergebnisse eines Forschungsvorhabens zur Entrauchung von Räumen über NRA in Wänden**

Alle Hefte können kostenlos angefordert werden beim:  
FVLR Fachverband Lichtkuppeln, Lichtband und RWA e. V.  
Ernst-Hilker-Straße 2 • 32758 Detmold  
Telefon 0 52 31/3 09 59-0 • Telefax 0 52 31/3 09 59-29  
www.fvlr.de • info@fvlr.de

Eine Haftung oder Gewährleistung aus diesen Veröffentlichungen wird ausdrücklich ausgeschlossen.

# Checkliste zur Entrauchung von Räumen

Per Fax an: 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Mit dieser Checkliste fordern Sie Ihre persönliche Projektierung an.  
Senden Sie die ausgefüllte Checkliste entweder per Post oder Fax an ein Mitgliedsunternehmen des FVLR.  
Anschrift bzw. Faxnummer finden Sie auf der Rückseite dieser Broschüre.

Absender	Objekt
Firma .....	Name .....
Name .....	Ort .....
Straße, Nr. ....	Bemerkungen .....
PLZ, Ort .....	.....
Telefon .....	.....
Telefax .....	.....
E-Mail .....	.....

Ich bitte um eine kostenlose Projektierung.      Ich bitte um eine kostenlose Beratung.

.....

<b>Datum</b>	<b>Unterschrift</b>
--------------	---------------------

## 1. Treppenraum

<p><b>Bezeichnung:</b> .....</p> <p><b>Vorhanden / geplant</b></p> <p><b>Fenster</b> Anzahl ..... Stück Höhe x Breite ..... m x ..... m</p> <p><b>Lichtkuppel</b> Anzahl: ..... Stück</p> <p><b>Art der Öffnung</b></p> <p>■ über CO<sub>2</sub>-Patronen und Pneumatikzylinder mit manueller Auslösung (nur zur Rauchableitung)</p> <p>■ über bauseitige Druckluft- und Pneumatikzylinder mit manueller Auslösung</p> <p>■ über Gasfedern (Schwachstromimpuls, nur Öffnen)</p> <p>■ über 24V-Elektromotoren</p> <p>■ Verlegung erforderlicher Leitungen für ein Gebäude mit der Höhe ..... m</p> <p>■ Optische Rauchmelder liefern, montieren und anschließen, Anzahl ..... Stück</p> <p>■ Manuelle Bedienstellen (mind. 2 Einheiten, max. Abstand 3 Etagen, in Gebäuden mit Ortsunkundigen in jeder Etage), Anzahl ..... Stück</p>	<p><input type="radio"/> &lt; 20 m<sup>2</sup> Grundfläche (1 m<sup>2</sup> geometrisch freie Rauchabzugsfläche)</p> <p><input type="radio"/> &gt; 20 m<sup>2</sup> Grundfläche (5 % geometrisch freie Rauchabzugsfläche), Länge x Breite ..... m x ..... m = ..... m<sup>2</sup></p> <p><input type="radio"/> Kippflügel</p> <p><input type="radio"/> Klappflügel</p> <p><input type="radio"/> Wendeflügel</p> <p><input type="radio"/> Dachflächenfenster, Typ: .....</p> <p>Länge x Breite ..... m x ..... m</p> <p><input type="radio"/> Öffnen</p> <p><input type="radio"/> Öffnen / Schließen</p> <p><input type="radio"/> Öffnen</p> <p><input type="radio"/> Öffnen / Schließen</p> <p><input type="radio"/> Öffnen / Schließen</p> <p><input type="radio"/> Öffnen / Schließen mit Lüftungsfunktion über Bedienstellen, Anzahl ..... Stück</p> <p><input type="radio"/> bauseitige Verlegung</p> <p><input type="radio"/> Verlegung durch RWA-Errichter</p> <p><input type="radio"/> auf Putz, geforderter Feuerwiderstand .....</p> <p><input type="radio"/> UP im bauseitigen Leerrohr (d &gt; 23mm, Einziehdraht)</p> <p><input type="radio"/> mit CO<sub>2</sub>-Flasche(n) AP/UP</p> <p><input type="radio"/> mit Akku/Netz-Ladegerät AP/UP und Auslösetaster, Anzahl ..... Stück</p>
--	---

## 2. Räume bis 1.600 m<sup>2</sup>

### Bezeichnung:

.....

### Vorhanden / geplant

#### Fenster

Anzahl ..... Stück

Höhe x Breite ..... m x ..... m

#### Lichtkuppel

Anzahl ..... Stück

#### Doppelklappe

Anzahl ..... Stück

#### Jalousie

Anzahl ..... Stück

### Art der Öffnung

- über CO<sub>2</sub>-Patronen und Pneumatikzylinder mit manueller Auslösung (nur zur Rauchableitung)
- über bauseitige Druckluft- und Pneumatikzylinder mit manueller Auslösung
- über Gasfedern (Schwachstromimpuls, nur Öffnen)
- über 24V-Elektromotoren
  
- Verlegung erforderlicher Leitungen für ein Gebäude mit der Höhe ..... m
  
- Optische Rauchmelder liefern, montieren und anschließen, Anzahl ..... Stück
- Manuelle Bedienstellen (mind. 2 Einheiten, max. Abstand 3 Etagen, in Gebäuden mit Ortsunkundigen in jeder Etage), Anzahl ..... Stück

Länge x Breite ..... m x ..... m = ..... m<sup>2</sup>

Produktion von .....

Lagerung von ..... bis ..... m Höhe

- Kippflügel
- Klappflügel
- Wendeflügel

Länge x Breite ..... m x ..... m

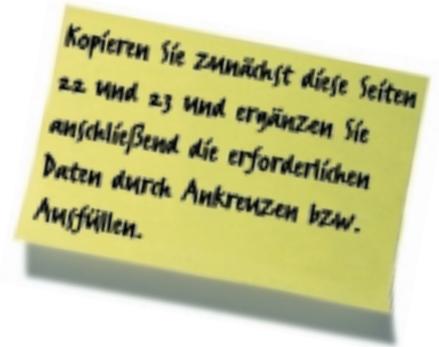
Länge x Breite ..... m x ..... m

Länge x Breite ..... m x ..... m

- Öffnen
- Öffnen / Schließen
  
- Öffnen
- Öffnen / Schließen

- Öffnen / Schließen
- Öffnen / Schließen mit Lüftungsfunktion über Bedienstellen, Anzahl ..... Stück
- bauseitige Verlegung
- Verlegung durch RWA-Errichter
- auf Putz, geforderter Feuerwiderstand .....
- UP im bauseitigen Leerrohr (d > 23mm, Einziehdraht)

- mit CO<sub>2</sub>-Flasche(n) AP/UP
- mit Akku/Netz-Ladegerät AP/UP und Auslösetaster, Anzahl ..... Stück



## 3. Räume größer 1.600 m<sup>2</sup>

### Bezeichnung:

.....

Länge x Breite ..... m x ..... m = ..... m<sup>2</sup>

Raumhöhe ..... m

### Auslösung der RWA

### RWG-Funktion

### Tägliche Lüftung

Produktion von .....

Lagerung von ..... bis ..... m Höhe

- BMA vorhanden
- Sprinkler vorhanden
- Rauchschrürze vorhanden, Höhe ..... m
- Mindesthöhe der raucharmen Schicht, Höhe ..... m

- thermisch automatisch und manuell über CO<sub>2</sub>
- thermisch automatisch und manuell über CO<sub>2</sub>, zusätzlich über Rauchmelder
- thermisch automatisch und manuell über 24V-Impuls
- thermisch automatisch und manuell über 24V-Impuls, zusätzlich über Rauchmelder

- Öffnen
- Öffnen / Schließen über CO<sub>2</sub>
- Öffnen / Schließen über Druckluft

- keine
- mit 230V-Elektromotoren
- mit 24V-Elektromotoren
- mit Pneumatikzylindern
- mit Wind- und Regenfühlerautomatik für Gruppen, Anzahl ..... Stück

## Der FVLR stellt sich vor

■ Der FVLR Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA e. V. wurde 1982 gegründet. Er repräsentiert die deutschen Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen. Langjähriges Know-how und technisch qualifizierte Mitarbeiter bilden die Grundlage für umfassende und aktive Beratung von Architekten, Planern und Anwendern bei der Projektierung, Ausführung und Wartung von Dachoberlichtern und RWA. Lichtkuppeln und Lichtbänder erfüllen vielfältige Aufgaben in der Architektur. RWA sind unverzichtbare Bestandteile des vorbeugenden baulichen Brandschutzes. Der FVLR leistet europaweit produktneutrale und fundierte Forschungs- und Informationsarbeit. Er ist aktives Mitglied in Eurolux, der Vereinigung der europäischen Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern und RWA, und wirkt seit vielen Jahren an der internationalen und europäischen Normungsarbeit mit.

Eine Liste aller Verbandsmitglieder sowie weitere FVLR-Publikationen zum Thema vorbeugender Brandschutz finden Sie im Internet unter [www.fvlr.de](http://www.fvlr.de).

## Planungssoftware für Rauchabzug

■ Mit der Software SmokeWorks können Planer schnell und einfach Rauch- und Wärmeabzugsanlagen nach DIN 18 232-2 projektieren. Der Nutzer setzt lediglich die erforderlichen Daten in die Eingabemasken ein: die Raumgröße, die Parameter zur Brandausbreitung sowie die Größe, Art und Lage der Zuluftöffnungen. Nach der Eingabe berechnet die Software alle zur Projektierung erforderlichen Rauchschutzgrößen, zum Beispiel die Mindeststückzahl der benötigten NRA, die notwendige Fläche der Rauchabzugsöffnungen und die Mindesthöhe der für dieses Objekt raucharmen Schicht.



Die Berechnungssoftware kann beim FVLR unter der Faxnummer 0 52 31/3 09 59-29 oder im Internet unter [www.fvlr.de/publikationen.htm](http://www.fvlr.de/publikationen.htm) gegen eine Schutzgebühr bezogen werden. Nutzer bisheriger SmokeWorks-Versionen erhalten Aktualisierungen unter der gleichen Web-Adresse als Download kostenlos.

---

**Mit freundlicher Empfehlung**

