

# Rauchabzug im modernen Brandschutz

Heft 12



## Experten berichten aus Wissenschaft und Praxis

Inhalt	Seite
Vorwort	2
Mit kombinierten Verfahren gegen Brandrauch	2
Brandrauch – Entstehung, Ausbreitung, Auswirkung	4
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und Löschanlagen – Wirksamkeitskonflikt oder sinnvolle Ergänzung?	12
Einfluß von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen auf Sprinkler	15
Rauchschutz: Schlüssel für den praktikablen Brandschutz	20
Verrauchung ist bei Feuerwehreinsätzen das größte Problem	22
Personenschutz muß Vorrang haben	23
Der FVLR stellt sich vor	24

# Vorwort



Dipl.-Ing.  
Klaus Schäfer,  
Ltd. Städtischer  
Branddirektor,  
Feuerwehr  
Dortmund

„Mir kann das nicht passieren. Bei mir brennt es nicht.“ – So denken viele Gebäudebetreiber und vernachlässigen den Brandschutz ihres Gebäudes. Doch die Statistik beweist das Gegenteil: Brände in Wohn- und Gewerbebauten nehmen weiter zu. Dafür gibt es zwei Ursachen. Zum einen sind Gebäude mit einer Vielzahl von technischen Geräten ausgestattet, die Störungen verursachen und damit Brände auslösen können. Gewaltige Brandschäden resultieren darüber hinaus aus Brandstiftung und Vandalismus. Was im Brandfall passiert, haben verheerende Katastrophen in der Vergangenheit immer wieder gezeigt: Es kommt innerhalb weniger Minuten zu einer massiven Verrauchung. Auch erfahrenen Feuerwehrleuten werden dadurch die Löscharbeiten erschwert. Hier sind stimmige Brandschutzkonzepte gefragt, die den Brand melden, den Rauch abführen und in den Brandprozeß eingreifen. Kombinierte Verfahren, wie sie im europäischen Ausland bereits üblich sind, sollten auch in Deutschland zukünftig eingesetzt werden.

Klaus Schäfer

# Mit kombinierten Verfahren gegen Brandrauch

von Dipl.-Ing. Klaus Schäfer

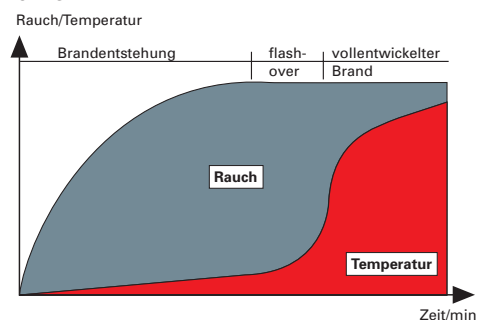
**Im Brandfall ist giftiger Rauch „Hauptgegner“ des Menschen. Er breitet sich unvermutet schnell aus und dringt über sogenannte Rauchwalzen auch in vermeintlich gesicherte Gebäudebereiche. Für die eingeschlossenen Opfer wird dies in vielen Fällen zum Verhängnis. Auch Experten unterschätzen die Dynamik der energetischen Entwicklung eines Brandes und die von ihm ausgehende rasante Verrauchung.**

■ Die Gefahren, die mit der starken Rauchentwicklung verbunden sind, finden im deutschen Baurecht bislang unzureichend Berücksichtigung. In den Verordnungen und Richtlinien hat der Sachschutz leider oft noch Vorrang vor dem Personenschutz. Verheerende Katastrophen, wie das Brandunglück am Düsseldorfer Flughafen vom April 1996, zeigen jedoch einmal mehr, daß Brandschutzkonzepte vor allem den Schutz von Menschenleben gewährleisten müssen.

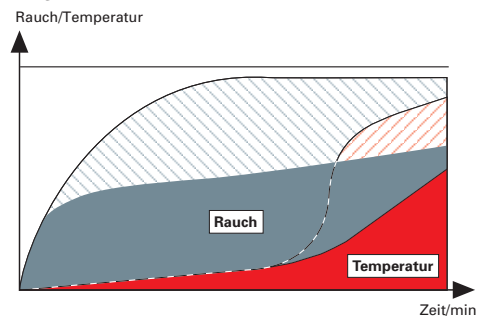
## Schlagartige Verqualmung nimmt Orientierung

Selbst erfahrene Brandbekämpfer können die Geschwindigkeit der Brand- und Rauchentwicklung nur schwer abschätzen. Auch wenn sie beim ersten Löschangriff noch rauchfreie Wege benutzen, befinden sie sich beim Rückzug häufig schlagartig in einem völlig verqualmten Raum. Es stellt sich ein Orientierungsverlust ein, die Feuerwehr kann den Brandherd und weitere Gefahrenquellen im Gebäude nicht

### ohne RWA



### mit RWA



Die Zeit:  
Das wichtigste  
„Löschmittel“

mehr erkennen. Schon eine größere Wohnung kann in einer solchen Situation zum gefährlichen Labyrinth werden.

## Rauchabzug unumgänglich

Der in der Anfangsphase eines Brandes emittierende Rauch muß möglichst schnell gemeldet und abgeführt werden. Zu diesem Zeit-



**Augenzeugenbericht eines Feuerwehrmanns:**  
 „Wir waren zu einem Einsatz in einem brennenden Supermarkt gerufen worden. Ein Kollege schweißte eine schwere Sicherheitstür von außen auf. Um keine Zeit zu verlieren, hatte er kein Atemschutzgerät angelegt. Während er das letzte Scharnier auftrennte, gab die Tür nach, und es schlug ihm eine riesige Rauchwolke entgegen. Er wollte durchhalten und das komplette Scharnier aufschweissen, um seinen Kollegen den Angriff zu erleichtern. Als er fertig war, wurde ihm übel, und er brach bewusstlos zusammen. Seit diesem Einsatz litt er unter massiven neurologischen Ausfällen und war dienstunfähig.“

punkt ist der Personenschutz das vorrangige Ziel. In einer späteren Phase gilt es, Sachwerte zu retten. Dazu muß es Anlagen geben, die aktiv in das Brandgeschehen eingreifen und die Arbeiten der Feuerwehr unterstützen.

**Kombination dreier Verfahren sinnvoll**

Die unterschiedlichen markt-gängigen Brandschutzinstrumente sind nur in Kombination sinnvoll. Ein stimmiges Brandschutzkonzept sollte daher bestehen aus:

1. Brandmeldeanlage zum frühzeitigen Erkennen und Melden des Rauches.

2. Fluchtleitsystem zur schnellen Selbstrettung der Betroffenen.

3. Rauchabzugsanlage zum Abführen des gefährlichen, giftigen und undurchsichtigen Rauches,

4. Sprinkleranlage zum späteren Eingreifen in den Brandprozeß.

Meine Erfahrungen haben gezeigt: Ein solch sinnvolles Brandschutzkonzept läßt sich auch zu akzeptablen Kosten realisieren.



**Ohne Rauchableitung tappt auch der beste Feuerwehrmann im Dunkeln. Wo sind noch zu rettende Personen, wo ist der vielleicht jetzt noch ablöschbare Brandherd, wo sind neue Gefahren?**



# Brandrauch – Entstehung, Ausbreitung, Auswirkung

**Etwa 80 Prozent der Todesfälle sowie die zahlreichen verletzten Personen bei Gebäudebränden sind der Einwirkung des Brandrauches zuzuschreiben. Der Brandrauch stellt daher eine der Hauptgefahren dar, die nur dann gebannt werden kann, wenn generell seine Ausbreitung verhindert wird. Zwei wesentliche Aspekte sind dafür maßgebend. Brandrauch darf möglichst nicht in die Rettungswege gelangen bzw. eingedrungener Brandrauch muß dort mit soviel Frischluft verdünnt werden, daß keine gravierenden Gesundheitsschäden und Sichtbehinderungen mehr auftreten.**



von Dipl.-Ing. Reiner John, Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe (TH)

■ Bereits die relativ kurze Zeitspanne, bis Brandmelder und Sprinkler reagieren und die Feuerwehr Gegenmaßnahmen einleitet, kann schon zum Personenschaden führen. Wie auch frühere Untersuchungsergebnisse der Forschungsstelle für Brandschutz belegen, werden die zulässigen Grenzwerte in bezug auf die optische Dichte und die Schadstoffkonzentration von Brandrauch im Vergleich zu den Normalwerten zum Teil innerhalb nur kurzer Zeit weit überschritten.

## **Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) kontra Sprinkler?**

Zur Rauchfreihaltung werden thermisch oder mechanisch betriebene RWA-Anlagen eingesetzt. Nach wie vor umstritten ist dabei die gegenseitige Beeinflussung von RWA und Sprinkleranlagen. Kontrovers wird über eine mögliche gegenseitige Beeinflussung von RWA und Sprinkleranlagen diskutiert. Einig ist sich die Fachwelt über die Rangfolge der

Schutzziele. An erster Stelle steht der Personenschutz, Selbstrettung und Rettung gefährdeter Personen, gefolgt vom Sachschutz, der sich auf das Gebäude bezieht. Die dritte Stelle nimmt der Umweltschutz ein. Diskutiert wird dagegen, in welcher Reihenfolge beide Systeme wirksam werden und welche Folgen dies nach sich zieht.

## **Rauch schränkt die Orientierung ein**

Untersuchungen der Forschungsstelle für Brandschutztechnik sowie eine umfangreiche Literaturlauswertung ergeben: Schon sehr geringe Brandrauchkonzentrationen behindern die Räumungsabläufe in und aus einem Gebäude. Sowohl die Orientierung als auch die Bewegung von Personen werden wesentlich eingeschränkt. Der Gefährdungsgrad von Personen ist dabei abhängig vom Zeitpunkt der Branderkennung, dem Beginn der Räumung, der Räumungsdauer, der Brandintensität sowie den baulichen Gegebenheiten. Um Brände möglichst in ihrer Entstehungsphase zu erkennen, werden Rauchmelder eingesetzt, die sich als besonders geeig-



net erwiesen haben. Eine weitere Erkennungsmöglichkeit bietet der durch einen Brand hervorgerufene Temperaturanstieg. Diese Kenngröße wird zum Beispiel zur Auslösung von Sprinklern herangezogen. Da die Brandrauchkonzentration deutlich schneller ansteigt als die zum Auslösen der Sprinkler benötigte Temperatur, sprechen Rauchmelder in der Regel auch dementsprechend schneller an als Temperaturmelder bzw. Sprinkleranlagen. Im Brandfall müssen jedoch alle Personen das Gebäude und insbesondere den Raum, in dem der Brand

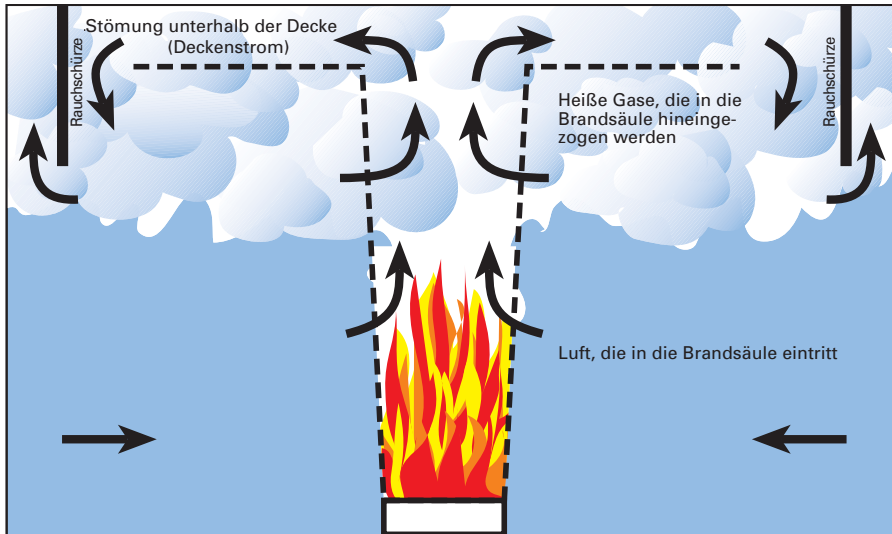
entsteht, ungehindert verlassen können. Daher ist die Ausbreitung von Brandrauch in die Bereiche, über die Personen das Gebäude verlassen müssen, unbedingt zu verhindern. Sind nun Sprinkler als die einzige Brandschutzeinrichtung installiert, vergeht bis zum Auslösen gegenüber Rauchmeldern eine wesentlich längere Zeit. In dieser Zeit haben sich bereits große Mengen an Brandrauch in teilweise hohen Konzentrationen bilden und infolge von Luftströmungen oder durch ihre Thermik schnell in andere Bereiche eines Gebäudes ausbreiten können. So kann eine Räumung bereits in

diesem frühen Stadium erheblich behindert werden. Das Sprühwasser der Sprinkler kühlt zudem den Brandrauch und reißt ihn bei großen Austrittsvolumenströmen nach unten. Daraus folgt, daß auch weiter vom Brandherd entfernte Bereiche verqualmen können. Selbst kurze Rettungswege von nur 25 Metern Lauflänge sind dann nicht mehr benutzbar. Besonders in Gebäuden, in denen sich viele Personen aufhalten (z. B. Versammlungsstätten, Kaufhäuser, Schulen), kommt der Rauchableitung eine der wichtigsten Funktionen zu.

**Mit Rauchableitung und Früherkennung kann der dann meist noch kleine und damit beherrschbare Brandherd im Innenangriff abgelöscht werden. Ist es aber erst einmal soweit wie auf diesem Foto gekommen, kann man oft nur von außen eine noch weitere Ausbreitung auf andere Gebäude verhindern.**







**Strömungsmuster bei ungelüftetem Rauchabschnitt mit Rauchschürzen.**

### Systeme ergänzen sich

Kritische Situationen können beim Einbau von Sprinkler und RWA durchaus vermieden werden, wenn folgendes Brandschutzkonzept angewendet wird: Alle Räume erhalten eine Rauchabführung, die durch Rauchmelder ausgelöst wird. Die Deckenöffnungen der Rauchabführung sind so anzuordnen, daß im Brandfall nur die Rauchgase abgeführt werden, die sich unter einer vorbestimmten Schichtdicke unterhalb der Decke bilden. Innerhalb dieser Rauchschicht befinden sich die Sprinkler. Nach dem Ansprechen der Rauchmelder wird dann nur soviel Rauch abgeleitet, daß die Sprinkler innerhalb der Rauchschicht liegen, es aber zu keiner Absenkung in Aufenthalts- und Fluchtbereiche von Personen kommt. Gleichzeitig wird dadurch das Rauchvolumen begrenzt, das beim Öffnen von Sprinklern nach unten gedrückt wird. Die Gefährdung von Personen bei der Räumung wird damit wesentlich verringert bzw. gänzlich vermieden. Ein weiterer Vorteil

einer Rauchabführung ist bei nicht sofortiger Löschung des Brandes durch Sprinkler das Erkennen des Brandherdes durch die Feuerwehr. Die Rauchabführung erfolgt in der Regel aufgrund des thermischen Auftriebs des Brandrauches durch RWA-Klappen. In Sonderfällen sind gegebenenfalls Abluftventilatoren notwendig. In beiden Fällen sind ausreichend große Zuluftöffnungen bzw. eine ausreichend mechanische Zuluftzuführung erforderlich. Auf diese Weise können die Ausbreitung des Brandrauches auf einen kleineren Bereich begrenzt und somit Folgeschäden minimiert werden. Zusätzlich wird es der Feuerwehr in einer späteren Phase mittels ihrer mobilen Hochleistungslüfter möglich, noch vorhandene Brandgase über die offenen RWA-Anlagen abzuführen.

### Gefährliche Mehrfachwirkung von Brandrauch

Die Notwendigkeit, daß Brandrauch in vielen Fällen abgeführt werden muß, belegen umfangrei-



che Untersuchungen der Forschungsstelle für Brandschutztechnik sowie zahlreiche Literaturangaben. Daraus folgt eine erhebliche Beeinträchtigung für Personen durch verminderte Kontraste von Kennzeichen in Rettungswegen, eine nachlassende Konzentrationsfähigkeit, eine verringerte Gehgeschwindigkeit sowie eine Gesundheitsgefährdung durch das Einatmen toxischer Rauchgase. Die Ursachen dafür liegen vor allem in

der optischen Dichte und der Schadstoffkonzentration von Brandrauch. Messungen bei Brandversuchen ergaben, daß beide Faktoren die tolerablen Grenzwerte weit übersteigen können. Der maßgebliche Wert dafür wird durch den Extinktionskoeffizienten ausgedrückt. Für Rettungswege beträgt der zulässige Extinktionskoeffizient  $0,15 \text{ 1/m}$ . Brandrauch darf daher nur in sehr geringen Mengen in Rettungswege eindringen.

reflektierende Hinweisschilder erkennbar sein. Das gilt ebenso für selbstleuchtende oder blinkende Hinweisschilder. Dazu führten Untersuchungen in bezug auf die Kontraständerung, die Farbunterscheidung, die spektrale Absorption und die Reizwirkung des Brandrauchs unter anderem zu folgenden Ergebnissen:

■ **Kontrastveränderung**

Die im Brandrauch enthaltenen Rauchpartikel verändern die Leuchtdichte und damit den Kontrast. Ebenso verringert sich die Beleuchtungsstärke im Rettungsweg.

■ **Farbunterscheidung**

Das Sehen von Farben ist grundsätzlich nur bei Leuchtdichten über  $1 \text{ cd/qm}$  möglich. Die DIN 5035 Teil 5 fordert für die Notbeleuchtung  $1 \text{ Lux}$ , was bei einem Reflexionsgrad von  $0,5$  eine Leuchtdichte  $0,16 \text{ cd/qm}$  ergibt. Bereits ohne Brandrauch ist somit das Erkennen der Rettungswege bei Notbeleuchtung stark eingeschränkt.

■ **Spektrale Absorption**

Brandrauch absorbiert das Licht in Abhängigkeit zur Wellenlänge mit unterschiedlichen Anteilen. Wie frühere Untersuchungen belegen, wird dadurch die Erkennbarkeit von Hinweisschildern ganz erheblich verschlechtert.

### **Schlechte Sicht behindert**

Um die Sichtverhältnisse durch Brandrauch zu beurteilen, wurden verschiedene Forderungen nachgeprüft. So müssen in einem allgemein beleuchteten Rettungsweg trotz Brandrauch noch Umfassungswände, Türen sowie angestrahlte, besonders

**Rauch versperrt den Zutritt,  
Rauch verhindert den gezielten  
Löscheinsatz.**





■ Reizwirkung des Brandrauches  
Ab einem Extinktionskoeffizienten von 0,1 1/m nimmt die Sehschärfe ab.

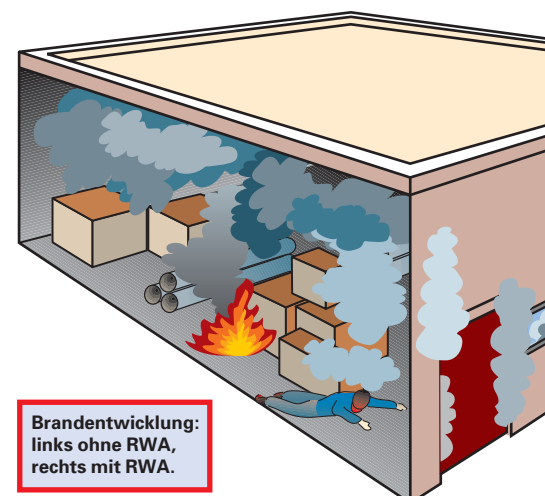
■ Reaktion von Personen  
Brandrauch beeinträchtigt die Konzentrationsfähigkeit und die Gehgeschwindigkeit. Für Personen, denen die Räumlichkeiten im Gebäude unbekannt sind und die nicht über Erfahrungen mit Brandrauch verfügen, stellt der Extinktionskoeffizienten von 0,15 1/m den maximal akzeptablen Wert dar. Die Sichtweite darf dabei 13 Meter nicht unterschreiten.

### **Rauchabführung unverzichtbar**

Es ist daher notwendig, den in Rettungswege eingedrungenen Brandrauch zu verdünnen. Vor allem der gefährliche Schadstoffanteil und insbesondere der Kohlenmonoxidgehalt als höchstes Gesundheitsrisiko wird durch Frischluftzufuhr minimiert.

Rauch entsteht durch die thermische Zersetzung und Verbrennung von Stoffen. Seine Intensität hängt von der Temperatureinwirkung bei der thermischen Zersetzung, der Art des Brandgutes (fest, flüssig), der Art und dem Ort der Brandentstehung (Zündquelle) sowie der Brandausbreitungsgeschwindigkeit ab. Der letztgenannte Aspekt steht dabei wiederum in Abhängigkeit zum Brandmaterial und dessen Anordnung sowie zur Raumgeometrie. Aus Versuchsergebnissen ist bekannt, daß die Rauchmelder im Normalfall nach ein bis zwei Minuten reagieren. Unter günstigen Bedingungen sprechen sie bereits wesentlich früher an. Im ungünstigsten Fall sprachen die Rauchmelder bei einem Brandversuch jedoch erst nach sechs Minuten an. An ver-

gleichbaren Stellen installierte Sprinkler sprechen je nach Auslöseelement nach drei bis 15 Minuten, bei ungünstigem Brandverlauf noch später oder gar nicht an. Wenn Sprinkler auslösen, wird in den allermeisten Fällen die Brandausbreitung begrenzt, vielfach verringert oder der Brand gelöscht.



**Brandentwicklung:**  
links ohne RWA,  
rechts mit RWA.



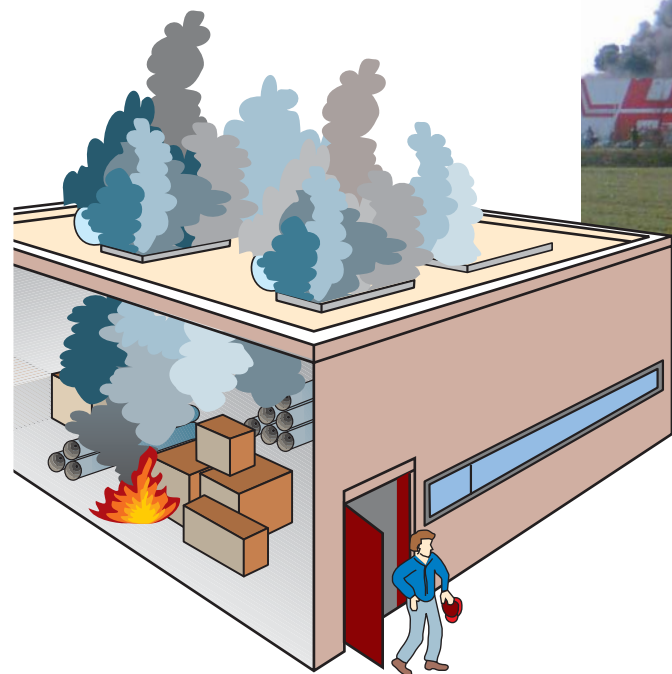
Diese unterschiedlichen Reaktionen liegen unter anderem im Sprinklertyp, seiner Installationshöhe über dem Brandherd, der Auslösezeit, der Wasserbeaufschlagung, dem Sprühbild sowie der Art und Lagerung des Brandgutes begründet. Bei langen Ansprechzeiten der Sprinkler ist bereits sehr viel Brandrauch entstanden. Um eine Verqualmung von Rettungswegen zu vermeiden, mußte ein Teil des Brandrauches abgeführt werden. Möglich wäre dies durch zusätzliche, durch Rauchmelder angesteuerte RWA-Anlagen. Beim Ansprechen der Rauchmelder (und dem gleichzeitigen Öffnen der RWA-Anlagen) wird ein großer Teil des Brandrauches abgeleitet. Damit wird ein Absenken des Rauches in Bereiche vermieden, in denen sich Personen aufhalten. Gleichzeitig wird auch das Rauchvolumen begrenzt, das beim Öffnen der Sprinkler nach unten gerissen wird.

Personen sind daher bei der Räumung wesentlich weniger gefährdet. Kann außerdem ein Brand durch die Sprinkler nicht gelöscht werden, findet die Feuerwehr aufgrund der Rauchabführung viel schneller den Brandherd. An der Forschungsstelle für Brandschutztechnik wurden zahlreiche Brand- und Löschversuche mit verschiedenen Materialien und Lagerkonfigurationen sowie unterschiedlichen Sprinklertypen und Anordnungen durchgeführt. Die Kenn-

größe eines Sprinklers wird über den RTI-Wert bestimmt, der vom Durchmesser des Glasfäßchens abhängt. Normalsprinkler besitzen einen RTI-Wert von  $250 (ms)^{1/2}$ . Ein RTI-Wert von beispielsweise  $50 (ms)^{1/2}$  steht für einen schnell ansprechenden Sprinkler. Je kleiner demnach der RTI-Wert ist, desto schneller spricht ein Sprinkler an. Zusätzlich wird das Auslöseverhalten von der Höhe des betreffenden Sprinklers über dem Brandherd beeinflusst.



**Ohne Rauchableitung füllen diese enormen Rauchmengen jeden Innenraum. Blitzschnell.**

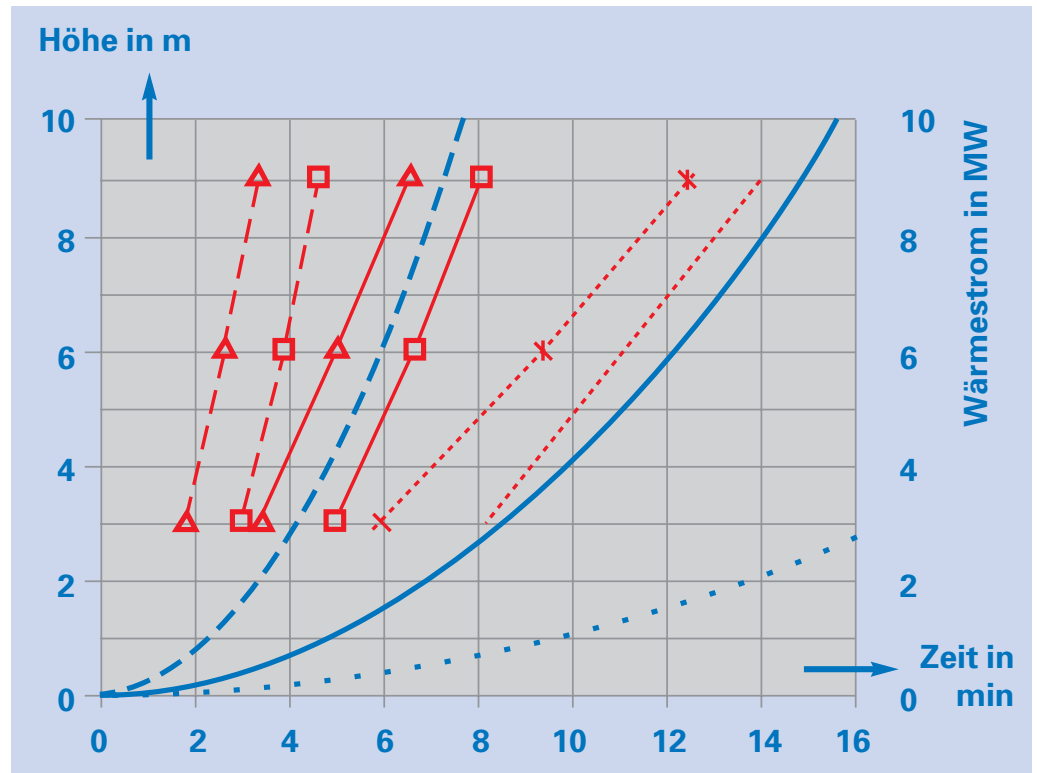


Für die Berechnungen wurde folgendes festgelegt:

- Veränderung der Höhenlage des Sprinklers zwischen drei und neun Meter,
- der Abstand des Sprinklers von der Achse der Brandquelle wurde mit dem halben diagonalen Abstand eines Drei-Meter-Rasters gewählt; das entspricht dem Fall, daß der Brand im Zentrum unter dem Diagonalschnittpunkt beginnt,
- für den zeitlichen Ablauf wurden drei verschiedene schnelle Brandentwicklungen angenommen: langsam, mittel und schnell,
- der RTI-Wert wurde mit 50 (ms)<sup>1/2</sup> als Beispiel für einen schnell

auslösenden Sprinkler angesetzt, 250 (ms)<sup>1/2</sup> entspricht einem normalen Sprinkler, ■ die Auslösetemperatur wurde mit 68 °C festgesetzt.

Das Diagramm berechnete Werte für die Auslösezeiten von Sprinklern mit unterschiedlichen RTI-Werten in verschiedenen Höhen sowie bei unterschiedlichen Brandausbreitungsgeschwindigkeiten. Diese berechneten Werte stimmen mit erhaltenen Meßwerten gut überein. Der Auslösezeitpunkt der Sprinkler beginnt bei etwa zwei Minuten und dauert in Abhängigkeit von der Raumhöhe bis zu zehn Minuten





Ohne Rauchableitung und eine sich dadurch bildene rauchfreie Schicht käme im Brandfall aus diesem „Labyrinth“ wohl kaum jemand heraus.

und mehr. Deutlich wird darüber hinaus, daß bis zum Auslösen eines trägen Sprinklers in 10 m Höhe im Fall der schnellen Brandausbreitung bereits eine Brandintensität von drei bis vier Megawatt erreicht wird. Dieses Ausmaß überschreitet bei weitem einen Kleinbrand. Aufgrund der Erfahrungen aus den Versuchen sind für eine schnelle Branderkennung Rauchmelder empfehlenswert.

Bereits seit Jahren wird versucht, sowohl mit mathematischen Modellrechnungen als auch mit Großversuchen das Zusammenwirken von Sprinklersystemen und RWA zu klären. In einer Reihe von Großversuchen in Gent (Belgien) wurde deshalb überprüft, inwieweit ein spezielles Rechenmodell die Wechselwirkung zufriedenstellend beschreiben kann. Trotz dieser umfangreichen Versuche ist das Zusammenwirken von RWA und Sprinkler noch nicht endgültig geklärt.

**Fazit:**

■ Auch in gesprinklerten Räumen ist in der Regel eine Rauchableitung erforderlich,



- die Rauchableitung muß so durchgeführt werden, daß die Funktion der Sprinkler nicht beeinträchtigt wird,
- schnelle Branderkennung über Rauchmelder oder andere schnell ansprechende Brandmelder sind zur Ansteuerung der RWA erforderlich,
- eine gezielte Rauchableitung ist sowohl in nichtgesprinklerten als auch in gesprinklerten Räumen unverzichtbar.

# Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und Löschanlagen – Wirksamkeitskonflikt oder sinnvolle Ergänzung?



von Dipl.-Ing. Karl Heinz Stahl,  
VdS Schadenverhütung

**Hört man zum Thema Zusammenwirken von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und Löschanlagen Vertreter der jeweiligen Branchen, hat man oft den Eindruck, daß Konkurrenzdenken und Erhabenheit das Handeln beherrschen. Extremste Aussagen der Interessenvertreter der Löschanlagenerrichter lauten: „Wenn eine Löschanlage installiert ist, ist eine Rauch- und Wärmeabzugsanlage negativ beeinflusst.“ Von der RWA-Seite ist zu hören: „Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sind unverzichtbar für den Personenschutz, den Löschanlagen nicht leisten können.“**

■ Der VdS steht hier als neutrale Stelle oft zwischen den Fronten. Dabei gibt die Höhe des Schutzwertes, den die Versicherer den unterschiedlichen Brandschutzmaßnahmen zumessen, auf den ersten Blick anscheinend deutlich Auskunft. Diese Betrachtung steht aber in der Tat für die jeweils installierte Anlage lediglich im bezug auf den Sachwertschutz, wobei der Wert einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage in dieser Hinsicht weitgehend von der Anrückzeit und Schlagkraft der Feuerwehr abhängt. Diese bewerten die Versicherer unabhängig und falls zutreffend zusätzlich zur installierten Brandschutzanlage.

Für sich alleine betrachtet – also ohne Feuerwehreinsatz – kann eine Rauch- und Wärmeabzugsanlage mit thermischer Einzelauslösung und gruppenweiser Handsteuerung auch schwerlich als das gegenüber einer Sprinkleranlage bessere Personenschutzkonzept erkannt werden.

Tatsächlich muß sich der VdS, und hier in vorderster Linie die Sachverständigen der Technischen Prüfstelle, mit dem Zusammenreffen der Systeme auseinandersetzen. Die Behörden fordern oft beide Anlagearten für dasselbe Objekt.

Im Industriebau werden Sprinkleranlagen oft als brandschutztechnischer Ausgleich für Überschreitungen der maximalen Brandabschnittsflächen gefordert. Rauch- und Wärmeabzugsanlagen kommen hinzu, um der Feuerwehr im Brandfall den Innenangriff zu erleichtern. Bei den so ausgerüsteten Industriebauten handelt es sich normalerweise um eingeschossige Gebäude. Die RWA ist in solchen Fällen eine sogenannte natürlich wirkende Rauch- und Wärmeabzugsanlage mit im Dach angebrachten Kuppeln, Jalousien oder Klappen, die im Brandfall geöffnet werden.

Bei Verkaufsstätten, Garagen und Versammlungsstätten handelt es sich hingegen oft um mehrgeschossige Gebäude oder um Gebäude, bei denen die Decke nicht gleichzeitig das Dach ist. Werden für solche Gebäude Entrauchungsanlagen gefordert, müssen motorisch angetriebene Rauchabzüge zur Anwendung kommen.

Wie ist nun das Zusammenwirken dieser Rauch- und Wärmeabzugsmaßnahmen mit den Löschanlagen zu bewerten? Aus VdS-Sicht ist eines ganz klar: Gaslöschanlagen und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sind unverträglich. Leider finden





wir jedoch auch diese Kombination in manchen Auflagen der Baubehörden. Ist das Zusammentreffen im Ausnahmefall nicht vermeidbar, so müssen aus unserer Sicht die Geräte eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen die Brandthermik aufweisen. Da Gaslöschanlagen aus den Bereichen mit zu erwartendem schnellen Brandverlauf Anwendung finden, wird man auf Metallgeräte zurückgreifen müssen. Um die Wirksamkeit einer Gaslöschanlage nicht zu gefährden, darf die Aktivierung der Rauch- und Wärmeabzugsanlage auf keinen Fall automatisch erfolgen. Der Zeitpunkt der Aktivierung im Brandfall ist in das Ermessen der Einsatzkräfte der Feuerwehr gelegt. Unkritischer ist das Zusammentreffen von Wasserlöschanlagen und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen zu sehen.

### **Versuche sollen Licht ins Dunkel bringen**

Seit Jahren schon ist der VdS bemüht, die Frage der möglichen Beeinflussung von Sprinkleranlagen durch Rauch- und Wärmeabzugsanlagen zu objektivieren. Bereits 1989 haben wir uns an den Versuchen beteiligt, die mehr Licht ins Dunkel bringen sollten. Diese Versuche, die in Gent (Belgien) durchgeführt wurden, lassen nach unserer Einschät-

zung folgende Rückschlüsse zu:

- Die Zeit bis zum Ansprechen des ersten Sprinklers wird durch Rauch- und Wärmeabzugsanlagen nicht wesentlich beeinflusst.
- Eine Ablenkung von Thermikströmen und ein damit verbundenes Falschauslösen von Sprinklern findet nicht statt.
- Die Anzahl der im Testverlauf geöffneten Sprinkler ist mit offenen Rauch- und Wärmeabzugsgeräten sehr viel geringer als mit geschlossenen Geräten.
- Es gibt keinen wesentlichen Unterschied der beschriebenen Situationen bei Rauch- und Wärmeabzugsanlagen in täglicher Lüftungsstellung (ca. 30 % Öffnungsfläche) oder in Vollöffnungsstellung (Brandentlüftung).

Die Interpretation der Versuchsergebnisse war jedoch unterschiedlich. Der Initiator der Versuche, ein RWA-Hersteller, meinte aus den Versuchsergebnissen ableiten zu können, daß nun jede Sprinkleranlage zusätzlich mit einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage ausgerüstet sein müßte, damit nicht unnötig viele Sprinkler auslösen. Dieser Interpretation können wir uns angesichts der gegebenen Versuchsbedingungen nicht anschließen. Als Brandobjekte wurden während des Tests ausschließlich Wannen mit brennbaren Flüssigkeiten verwendet. Diese stellen sicher kein typisches Brandereignis für Sprinkleranlagen dar und lassen wegen der nicht gegebenen

### **VdS-Richtlinien für Sprinkleranlagen \***

Wenn die Installation einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage in Gebäuden mit Sprinklerschutz zusätzlich gefordert wird, sollte die Auslösung der RWA nur manuell durch autorisierte Personen möglich sein.

Wird die automatische Auslösung der RWA gefordert, müssen die RWG einzeln über thermische Auslöseelemente angesteuert werden. In diesen Fällen sollten Sprinkler der Ansprechempfindlichkeitsklassen „Schnell“ oder „Spezial“ eingesetzt werden. Die Auslösetemperatur der RWA sollte mindestens 18° C über der Auslösetemperatur der Sprinkler liegen.

### **VdS-Richtlinien für Wärmeabzugsanlagen \***

In Hallen mit automatischen Löschanlagen darf deren Auslösung nicht dadurch verzögert werden, daß durch Rauch- und Wärmeabzugsanlagen die Brandwärme abfließen kann. Die Auslösung der RWA ist nur gruppenweise manuell zulässig.

**\* Diese Richtlinien sind derzeit in Bearbeitung.**

**Was viele nicht wissen:  
Wird ein Kernbereich eines Unternehmens durch Feuer vernichtet, folgt in über 60 % der Fälle der Ruin des Unternehmens. Trotz aller Versicherungen – die Kunden sind weg.**



Solche Totalschäden will auch der Versicherer vermeiden.

Wirkmöglichkeit der Sprinkleranlage solche Schlüsse unseres Erachtens nicht zu.

Man könnte auch umgekehrt argumentieren, nämlich, daß durch die Wärmeabfuhr Sprinkler in den Randbereichen des Brandes nicht ausgelöst werden, die eine Befeuchtung von Brandgütern mit Wasser bewirken würden und deshalb die Gefahr der horizontalen Ausbreitung des Brandes erhöht wird.

Ob und inwieweit Sprinkleranlagen durch maschinelle oder natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen negativ beeinflusst werden können, soll anhand von Modellrechnungen im nachfolgenden Beitrag von Herrn Dr. Covelli beleuchtet werden.

Um Beeinflussungen auszuschließen, wurde bisher oft mit technischen Mitteln erreicht, daß bei Ansprechen der Sprinkleranlage die Rauch- und Wärmeabzugsanlage automatisch schließt oder die maschinelle Entrauchungsanlage abschaltet.

Haben wir es jedoch mit reinen Lüftungsanlagen oder -vorrichtungen zu tun, fällt es schwer, Maßnahmen

wie automatische Abschaltung oder ein selbsttätiges Schließen von Dach- und Seitenlüftern durchzusetzen.

### **Rauch- und Wärmeabzugsanlage als ergänzendes Schutzkonzept**

Geht man davon aus, daß Sprinkleranlagen normalerweise einen Brand kontrollieren können, wird für die Brandschutzmaßnahme Rauch- und Wärmeabzugsanlage im Sachschutz nicht viel Raum bleiben, auch wenn man unterstellt, daß ein manuelles Nach- oder endgültiges Ablöschen des Brandes erforderlich ist. Eine ausschließlich nach oben gerichtete Strömung der Brandgase wird sich unter der von den geöffneten Sprinklern erbrachten Wasserbeaufschlagung kaum einstellen, was bedeutet, daß eine rauchfreie Schicht im Bereich des Brandherdes durch eine natürlich wirkende Rauch- und Wärmeabzugsanlage kaum sichergestellt werden kann.

Auch bei maschinell wirkenden Rauchabzügen wird man je nach Brandverlauf lange warten müssen,

bis Rauchgase und Wasserdampf abgezogen sind. Möglicherweise wird die Feuerwehr mit ihrem Innenangriff nicht zu lange warten wollen. Folglich kann doch, und hier komme ich wieder auf die Ausgangsthesen der Spartenvertreter zurück, der Sinn einer zusätzlichen Rauch- und Wärmeabzugsanlage darin liegen, im Anfangsstadium des Brandes, also bevor eine Sprinkleranlage anspricht und den Brand unter Kontrolle gebracht hat, für den Abzug von personengefährlichen Rauchgasen zu sorgen.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen aber zwei physikalische Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Branderkennungseinrichtung der Rauch- und Wärmeabzugsanlage muß in einem Brandstadium auf Kenngrößen ansprechen, in welchem je nach Brandverlauf bereits eine Personengefährdung vorliegen kann, die Sprinkleranlage aber aufgrund ihres Thermomaximalmeldeprinzips noch nicht in der Lage ist, zu reagieren.

2. Das Abzugsprinzip muß in der Lage sein, die Rauchgase auch tatsächlich abzuführen. Bei einer ausreichend dimensionierten mechanisch wirkenden Rauch- und Wärmeabzugsanlage ist das zu einem solch frühen Entwicklungszeitpunkt zu unterstellen.

Diese Fragen und die Frage, ob und inwieweit das Ansprechen einer Sprinkleranlage unter Einbeziehung unterschiedlicher Brandverläufe verzögert oder anderweitig beeinflusst werden kann, sollen die Modellbetrachtungen im Beitrag von Herrn Dr. Covelli beantworten.



# Einfluß von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen auf Sprinkler

**Zu der Problematik, inwieweit Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) die Auslösung von Sprinklern beeinflussen sind verschiedene Studien und Versuche durchgeführt worden.**

■ Mit Hilfe analytischer Methoden wird an einem Referenzfall gezeigt, wie sich Wechselwirkungen zwischen einer RWA und einer Sprinkleranlage auswirken und welche Berechnungsschritte für solche Abklärungen nötig sind. Dazu müssen zunächst die Vorgaben für RWA beachtet werden. Die technischen Regelwerke für Planung und Einbau der RWA sehen im Brandfall vier wesentliche Funktionen vor:

- Sicherung der Fluchtwege
- Ermöglichung des schnellen und gezielten Löschangriffs der Feuerwehr
- Schutz der Gebäudekonstruktion, der Einrichtungen und des Inhalts vor thermischer Belastung
- Reduzierung der Brandfolgeschäden auf Einrichtungen und Lagergut durch thermische Zersetzungsprodukte

Die RWA soll die entstehende Rauchmenge im Anfangsstadium des Brandes abführen soll, wozu eine frühzeitige Inbetriebnahme der Zu- und Ablufteinrichtungen erforderlich ist. Zwei Abzugssysteme sind zu unterscheiden: Die Abzugsöffnungen im Dachbereich auf dem strömungsmechanischen Prinzip der Naturkonvektion (natürliche RWA) und die Entlüftungs-Ventilation mittels erzwungener Konvektion der Raumluft (maschinelle RWA).

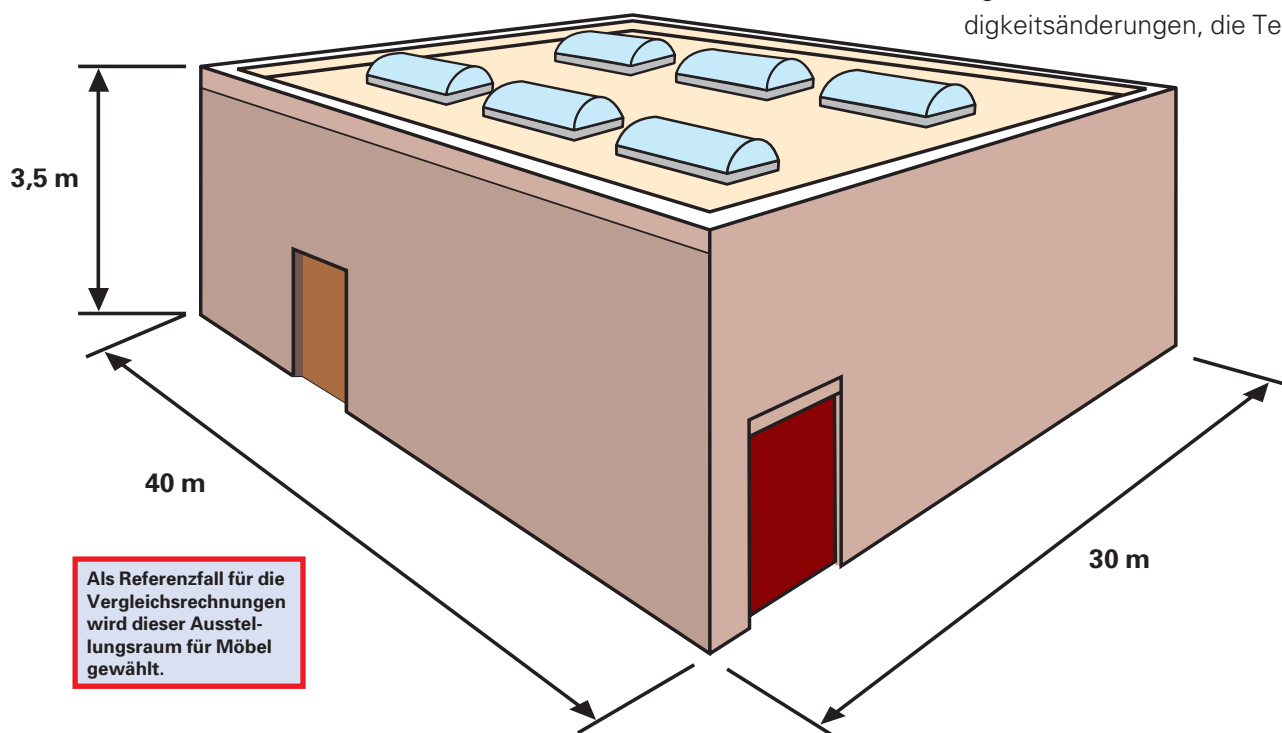
## Simulationsrechnungen zeigen Wechselwirkung von RWA und Sprinklern

Die Wechselwirkung zwischen einer RWA und einer Sprinkleranlage findet über die sich aufbauende Heißgas-Schicht im Deckenbereich statt. Die Temperatur, die lokale Strömungsgeschwindigkeit und die

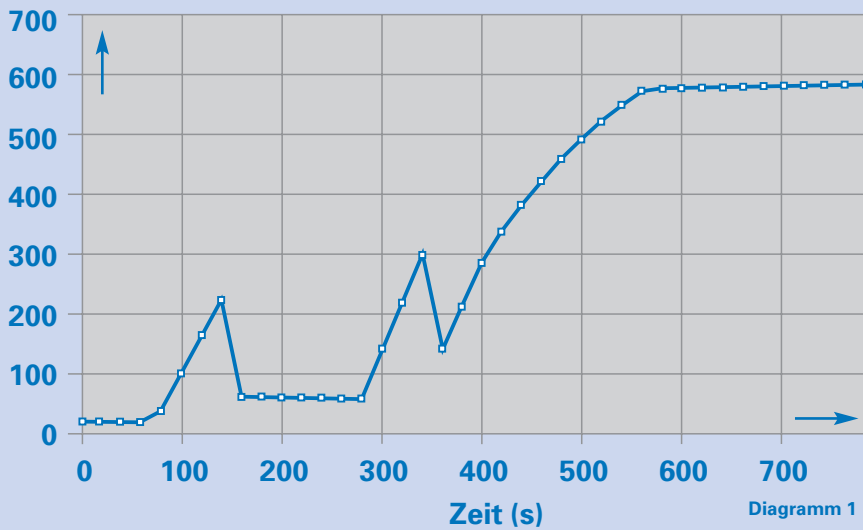
Schichtdicke sind die Einflußparameter auf beide Schutzeinrichtungen. Es ist daher erforderlich, die Thermodynamik und das Strömungsverhalten einer Heißgas-Schicht möglichst gut zu kennen. Zur Ermittlung der Heißgas-Dynamik während der Brandentwicklung wurde ein eigenes Mehrzonen-Brandmodell eingesetzt, das sich weitgehend auf physikalische Modelle abstützt. Die Auslösezeit der Sprinkler wird mittels der standardisierten Wärmeleitungsgleichung für Temperatur-Melder ermittelt. Der Einfluß der RWA auf die Sprinkler in der Nähe des Brandes erfolgt über die lokalen Geschwindigkeitsänderungen, die Tempe-



von Dr. Bruno Covelli  
Tecova AG



## Plume-Temperatur unter der Decke



ratur und die Mächtigkeit der Heißgas-Schicht. Anhand eines realistischen Referenzfalles (Ausstellungsraum für Möbel) soll das Rechenverfahren aufzeigen, wie weit die Sprinkler-Auslösung im Umfeld des Brandherdes von einer RWA mit Ventilator oder mit Abzugsöffnungen im Dach beeinflusst werden. Im vorliegenden Beispiel soll der Einfluß beider RWA-Systeme auf die Sprinkler im Nahfeld eines offenen Brandes untersucht werden. Dabei werden beide Varianten – die natürliche und die maschinelle RWA – in Betracht gezogen. Das Simulationsmodell berücksichtigt folgende Teilmodelle: die Brandentwicklung (Abbrandrate, chemische Reaktionen, Reaktionszone), das Plume-Modell (Abkühlung durch Lufteinmischung über der Reaktionszone), die Heißgaszone, der Gasaustausch zwischen Brandraum und Umgebung und die Temperatur an der Oberfläche und innerhalb von Einbauten (Decken, Objekte). Zudem wurde das Simulationsmodell auch auf mehrere Räume erweitert, was aber auf die nachfolgenden Betrachtungen keinen Einfluß hat.

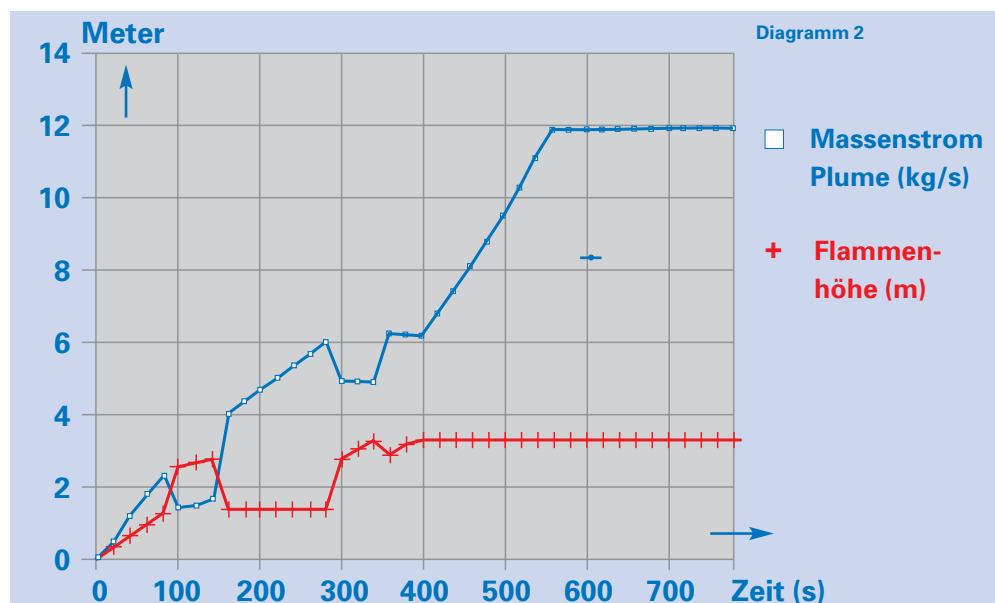
## Versuchsaufbau und Brandszenario

Als Referenzfall für die Vergleichsrechnungen wird ein Ausstellungsraum für Möbel gewählt. Die Brandgefahr wird nach VdS mit BG 2.2 eingestuft, was eine Mindestwasserbeaufschlagung der Sprinkler von 5 mm/min und eine mittlere Schutzfläche um 9 m<sup>2</sup> verlangt. Bei der natürlich wirkenden RWA ist in der VdS-Richtlinie im Referenzfall eine wirksame Öffnungsfläche von 6,4 m<sup>2</sup> vorgeschrieben. Im Beispiel werden sechs Öffnungen (RWG) mit je 1,5 m<sup>2</sup> aerodynamisch wirksamer Oberfläche angenommen. Im Falle der maschinellen RWA mit

Ventilator im oberen Deckenbereich wird ein Fördervolumen von 12 m<sup>3</sup>/sec. unterstellt. Als Brandstoff wird ein Gemisch von Textilien, Holz und ungeschäumten Kunststoffen vorausgesetzt.

Das Brandszenario hat folgenden Zeitablauf:

- Ausbruch des Feuers unter einem Sprinkler.
- Die Brandentwicklung verläuft nach BG 2.2 mit einem Abbrandkoeffizienten  $b = 7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{s}^2$ .
- Nach einer Minute erfolgt der Brandalarm, und die RWA treten in Funktion.
- Bis zum Eintreffen der Feuerwehr bleibt der Brand auf eine Fläche von 5 m<sup>2</sup> beschränkt.
- Nach 12 Minuten wird die Simulation abgebrochen.

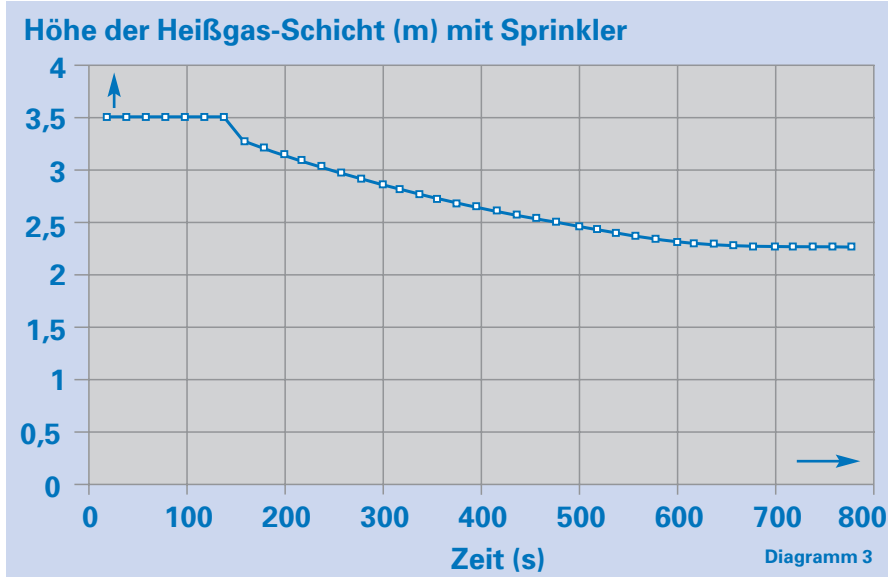


## Brandverlauf

Diagramm 1 zeigt die Plume-Temperatur unter der Decke über dem Brandherd im Laufe der Zeit. Nach rund 140 Sekunden wird der erste Sprinkler über dem Feuerzentrum ausgelöst und bindet bei einer angenommenen Kühlwirkung von 50% rund 2,5 MW Heizleistung. Nach 280 Sekunden hat sich der Brand soweit erholt, daß die Plume-Temperatur wieder markant ansteigt und dadurch nach rund 350 Sekunden die vier nächstgelegenen Sprinkler ebenfalls auslöst. Die Überlappung der Wirkungsflächen dieser Sprinkler bewirkt wiederum eine Dämpfung der Wärmeentwicklung. Nach rund 560 Sekunden ist der Vollbrand auf der vorgegebenen Brandfläche von 5 m<sup>2</sup> erreicht.

Diagramm 2 zeigt die Entwicklung des Brandgasmassenstromes unter der Decke und der Flammenhöhen. Nach rund 80 Sekunden sinkt der Plume-Massenstrom unter der Decke, da die höherschlagenden Flammen weniger Umgebungsluft mitschleppen als die Brandgase über der Reaktionszone. Deutlich ist der Einfluß der Sprinkler nach 150 und 350 Sekunden zu sehen. Die Reaktionszone (Flammen) erreichen nach rund 350 Sekunden eine Höhe von 3,3 m und somit die Decke.

Diagramm 3 zeigt den Aufbau der Heißgas-Schicht unter der Decke. Diese Mächtigkeit wird über die gesamte Deckenfläche gemittelt, da



keine Rauchschürzen vorhanden sind. Im Nahbereich des Brandes kann diese Heißgas-Schicht stark schwankende Schichtdicken aufweisen, die direkt abhängig von der Gestaltung der Decke sind. Ohne den Einfluß einer RWA baut sich nach rund 250 Sekunden eine Heißgas-Schicht mit einer Mächtigkeit über 0,5 m auf, so daß auch Sprinkler in größerem Abstand vom Feuer mit heißen Gasen umspült werden. Hinweis: Die Simulationen zeigen, daß der erste Sprinkler über dem Brandherd das Feuer löschen könnte. Um die Wechselwirkung zwischen RWA und Sprinkler zu untersuchen, wurde das Feuer im Zeitfenster von 150 bis 200 Sekunden „künstlich“ aufrecht erhalten.

### Sprinklerauslösung ohne RWA

Zur Ermittlung der Auslösezeiten der Sprinkler im Nahfeld des Brandes wurde die Geschwindigkeit und die Temperatur der Heißgase unter der Decke im Abstand von null, drei, sechs und neun Metern ermittelt.

Die Heißgase kühlen vor allem durch die konvektive Wärmeabgabe an die Decke und durch die Abstrahlung in die Umgebung ab. Die Abnahme der Geschwindigkeit entsteht durch die ideal angenommene symmetrische Ausbreitung um das Brandzentrum. Im Falle des RWA-Einflusses kann diese Symmetrie

Die Auslösezeiten der Sprinkler betragen:		
	mit RWA	ohne RWA
<b>Zentrum:</b>	<b>139 s</b>	<b>140 s</b>
<b>Innerhalb 3 m:</b>	<b>334 s</b>	<b>344 s</b>
<b>Innerhalb 3–6 m:</b>	<b>367 s</b>	<b>405 s</b>
<b>Innerhalb 6–9 m:</b>	<b>420 s</b>	<b>437 s</b>

Tabelle 1

gestört werden.

Die Tabelle 1 zeigt die Lage der Sprinkler und die Gruppen, die im gleichen Zeitabschnitt ausgelöst werden.

### Sprinklerauslösung mit maschineller Entrauchung

Bei der maschinellen Entrauchung erhält die Raumluft mit einem oder mehreren Ventilatoren ein Ge-



schwindigkeitsfeld. Die Richtlinien verlangen eine auf Erfahrungen gestützte Förderleistung, die im vor-

Abstand (m)	Geschwindigkeit (m/s)	Simulationswert (m/s)
10	0,2–0,4	0,3
20	0.4–0,8	0,6

Tabelle 2

liegenden Referenzfall der Brandsimulation auch sehr gut entspricht (Diagramm 2). Mit Erfahrungswerten aus der Klimatechnik wurde über einen vorgegebenen Ansaugwinkel die Geschwindigkeit im Deckenbereich über dem Brandort abgeschätzt und gleichzeitig mit einer Feldmessung eines ähnlichen Raumes mit maschineller RWA verglichen. Je nach Abstand zwischen Ventilator und Brandort ändert sich das Geschwindigkeitsfeld, so daß für die nachfolgenden Betrachtungen zwei Fälle unterschieden werden: Der Ventilator befindet sich zunächst auf der Längsseite mit einem Abstand zum Brandort von 20 m; im anderen Fall wird der Ventilator auf der Breitseite aufgestellt, sein Abstand zum Brandort beträgt dabei nur noch 10 m.

Bei der Simulation der Sprinklerauslösezeiten wurde dem Geschwindigkeitsfeld gemäß Tabelle 2 der Simulationswert der erzwungenen Strömung überlagert, so daß die Seite vom Brandherd zum Ventilator beschleunigt und die gegenüberlie-

gende Seite verzögert wurde. Tabelle 3 zeigt die Simulationsergebnisse für die Auslösezeiten von Sprinklern bei verschiedenem Abstand (d) vom Brandzentrum und vom Ventilator. Beim Ventilatorabstand wird unterschieden, ob der

Sprinkler zwischen Brandzentrum und Ventilator (Zustrom), oder ob der Brandherd zwischen Sprinkler und Ventilator (Abstrom) liegt.

Die Berechnungen zeigen beim Referenzfall folgendes:

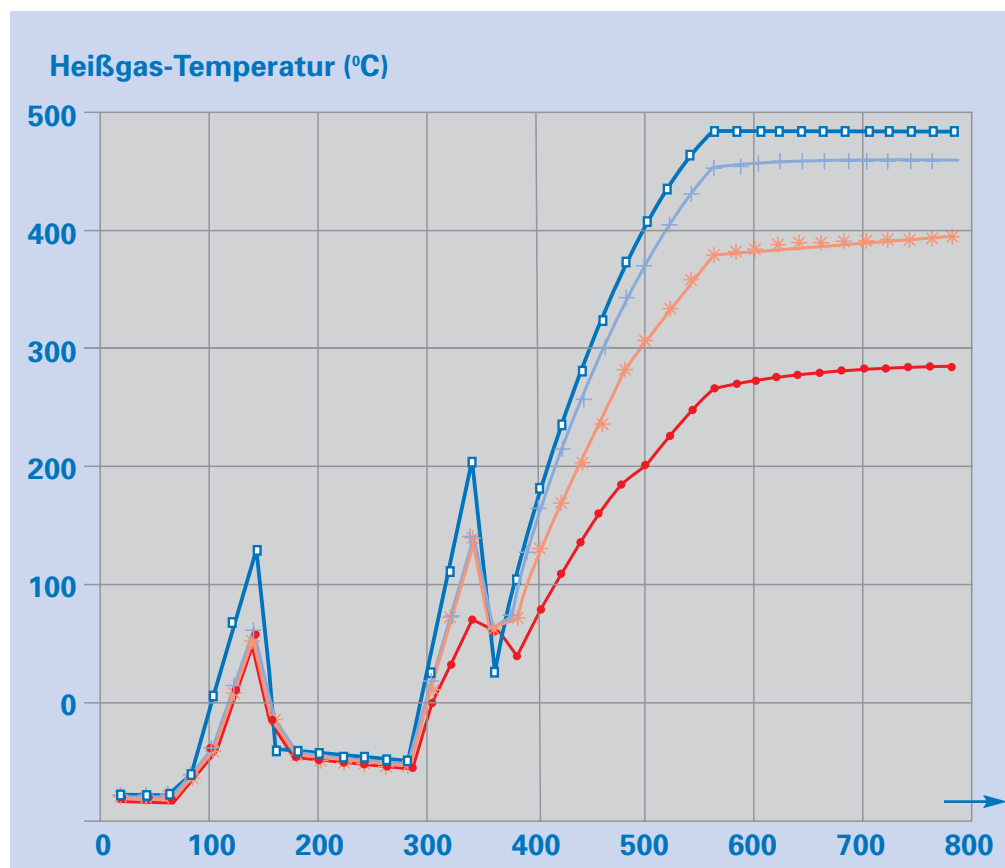
- Die Auslösezeit für Sprinkler im Plumbereich wird nur wenig beeinflusst.

- Die Sprinkler im Nahbereich (0 bis 3 m) mit Wirkflächen, die in die Brandfläche überlappen, werden im Zustrom 10 bis 20 Sekunden früher ausgelöst als ohne RWA. Im Abstrom wird die Auslösung im Vergleich ohne RWA um 40 bis 90 Sekunden verzögert.

- Im Bereich von 3 bis 6 m vom Brandzentrum lösen die Sprinkler im Zustrom 40 bis 70 früher, im Abstrom 50 bis 120 Sekunden später aus.

### Folgerung

Im Referenzfall macht sich der Einfluß der maschinellen RWA auf die Auslösezeit der Sprinkler im Nahfeld



Sprinkler- Abstand vom Brandschutz- zentrum (m)	Zustrom $v = 0,3 \text{ m/s}$ $d = 20 \text{ m}$ (sec)	Abstrom $v = -0,3 \text{ m/s}$ $d = 20 \text{ m}$ (sec)	Zustrom $v = 0,6 \text{ m/s}$ $d = 10 \text{ m}$ (sec)	Abstrom $v = 0,6 \text{ m/s}$ $d = 10 \text{ m}$ (sec)	Kein RWA (sec)
0	138	142	136	147	140
0-3	334	388	328	430	344
3-6	386	457	340	523	405
6-9	401	515	373	611	437

Tabelle 3

Auslösezeiten der Sprinkler bei verschiedenem Abstand vom Brandzentrum und vom Ventilator

des Brandherdes deutlich bemerkbar. Die asymmetrische Auslösung der Sprinkler wird jedoch auf die Löschfähigkeit der Sprinkleranlage keine maßgebende Bedeutung haben. Die Kühlung des Nahfeldes mit Wasser erfolgt in allen Fällen noch vor Erreichen des Vollbrandes.

### Sprinklerauslösung mit natürlicher RWA

Wie beschrieben, werden im Referenzfall mit natürlich wirkender

RWA sechs Dachluken (RWG) mit je  $1,5 \text{ m}^2$  aerodynamisch wirksamer Öffnungsfläche vorgegeben. Im Bereich des angenommenen Brandherdes liegen somit 2 bis 3 RWG im Abstand von 10 bis 20 m. Im Vergleich zum Abbrandverhalten ohne RWA ändert sich im Bereich der Brandfläche in den ersten 12 Minuten nichts Maßgebendes. Wichtig sind jedoch der Aufbau der Heißgas-schicht unter der Decke und die Strömung der heißen Gase im Umfeld der Sprinkler. Diagramm 4 zeigt den Verlauf der Heißgas-Temperatur in den verschiedenen Abständen vom Brandzentrum. Der Unterschied zu den Temperaturen ohne RWA ist klein und liegt im Abstand ab sechs Meter zeitweise im Bereich von 20 bis  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Vergleicht man jedoch die Heißgas-Geschwindigkeiten bis neun Meter mit und ohne RWA, so sind deutliche Unterschiede feststellbar. Im Zeitfenster von 300 bis 600 Sekunden werden bei der natürlich wirkenden RWA wesentlich größere Gasgeschwindigkeiten ermittelt. Die Ursache: Die Heißgas-Mächtigkeit unter der Decke baut sich bei sechs offenen RWA erst ab 500 Sekunden merkbar auf. Zwischen

150 und 500 Sekunden mißt die Heißgas-Schichtdicke im idealisierten Referenzfall rund 10 cm.

Im Vergleich zu den Auslösezeiten ohne RWA werden die Sprinkler bei einer natürlich wirkenden RWA eher früher ausgelöst, falls sie genügend nahe an der Decke angebracht sind. Im Referenzfall würde das Optimum für Sprinkler und Heißgas-Mächtigkeit zwischen zwei und drei offenen RWG liegen. Falls zu große Öffnungsflächen freigegeben werden, besteht die Gefahr, daß die Sprinkler bei zu großem Abstand von der Decke zu spät ausgelöst werden.

### Folgerung

Im Referenzfall haben die natürlich wirkenden RWA auf die Sprinklerauslösung einen vernachlässigbar kleinen Einfluß, falls die Sprinkler genügend nahe an der Decke installiert sind.

### Fazit:

Bei einer Kombination von RWA und Sprinkler ist darauf zu achten, daß beide Installationen aufeinander abgestimmt sind.

### Abstand vom Zentrum

□ Zentrum 0 m

+ 3 m

\* 6 m

• 9 m

Zeit (s)

Diagramm 4

# Rauchschutz: Schlüssel für praktikablen Brandschutz

**Nunmehr bestätigen auch deutschsprachige Wissenschaftler, was in vielen europäischen Ländern eigentlich schon selbstverständlich ist: Der Rauchschutz ist der Schlüssel bzw. die Voraussetzung für einen praktikablen und sinnvollen Brandschutz.**

Vor allem von Einsatzleitern der Feuerwehren wird mir immer bestätigt, daß das Rauchproblem eine gezielte Brandbekämpfung erschwert bzw. unmöglich macht. Bereits im Jahre 1974 wurde ich durch die Brandversuche in Lehrte darauf aufmerksam gemacht, daß gerade in der Entstehungsphase eines Brandes mit festen Brennstoffen die Rauchentwicklung rasant zunimmt.

Demgegenüber bleibt durch die verhältnismäßig niedrige Wärmeentwicklung über eine lange Brandphase (mehr als 30 Minuten – in einem Versuch sogar 80 Minuten) die Temperatur unterhalb von 100 °C

## Rauchgasströmungen in der Entstehungsphase eines Brandes

Thermodynamisch verläuft der Brand in der Entstehungsphase folgendermaßen: Nach Taylor, Prof. Dr. Thomas und Hinkley steigen die Rauchgase und die Brandwärme in einer Säule nach oben. Diese Säule saugt die Umgebungsluft an und induziert diese Luft. Es entsteht ein Rauchgas-Luft-Gemisch. Das sich nach oben bewegende Rauchgas-Luft-Gemisch breitet sich unter dem

**Brandentwicklung ohne vorbeugendes Brandschutzkonzept**

Dach schnell fächerförmig nach allen Seiten aus und beginnt sich dort zu schichten. Durch die Induktionswirkung ist – je nach Strömungsverhalten des Rauchgas-Luft-Gemisches – an deren äußeren Rändern ein Rückströmen zu erwarten. Es entsteht eine Rauchwalze. Das bedeutet, daß die Rauchgase wieder zum Brandherd zurückströmen.

## Personenschutz nicht mehr gesichert

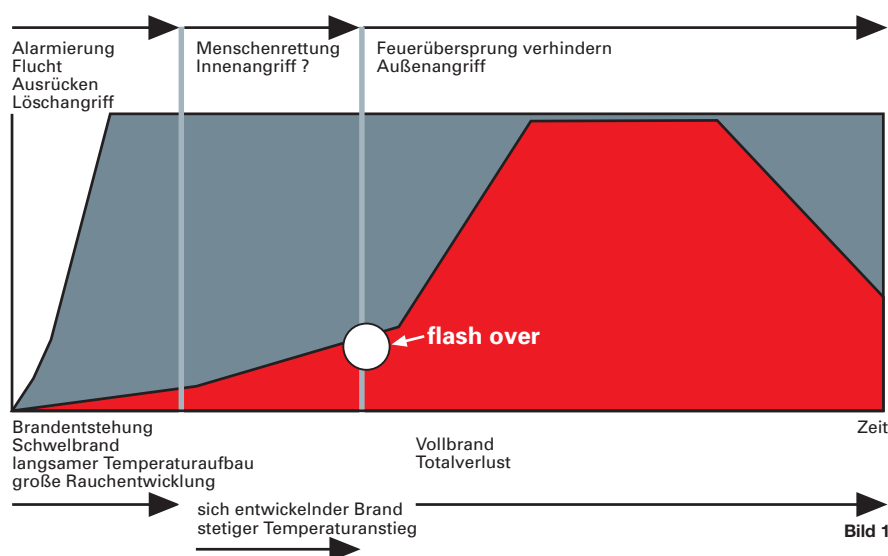
Ist diese Brandphase (Bild 1) erreicht, werden Rettungs- und Fluchtwege „verriegelt“ – die Sichtweite nimmt drastisch ab. Der Personenschutz ist nicht mehr gesichert, eine gezielte Brandbekämpfung fast nicht mehr möglich. Es scheint daher durchaus realistisch zu behaupten, daß bereits in dieser Brandphase der Einsatzleiter der Feuerwehr den betreffenden Brandabschnitt aufgibt.



Von Dipl.-Ing. Gerd Jung, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für den baulichen Brandschutz

## Sprinkler bekämpft nicht den Rauch

Würden wir nun in den gleichen Brandverlauf (Bild 1) eine aktivierte Sprinkleranlage einbringen, sind die Ergebnisse im Bild 2 ablesbar. Die über Temperatur relativ spät auslösenden Sprinkler dämmen meist eine weitere Brandausbreitung ein (ab dann kein weiterer Temperaturanstieg) oder löschen ab (ab dann Temperaturabsenkung). Für die enorme Rauchgasmenge, die die Sicht und Orientierung behindert, und die Atmung erschwert und zu Vergiftungen führt, hat der Sprinkler keine entlastende Funktion. Im Gegenteil: Durch verdamp-



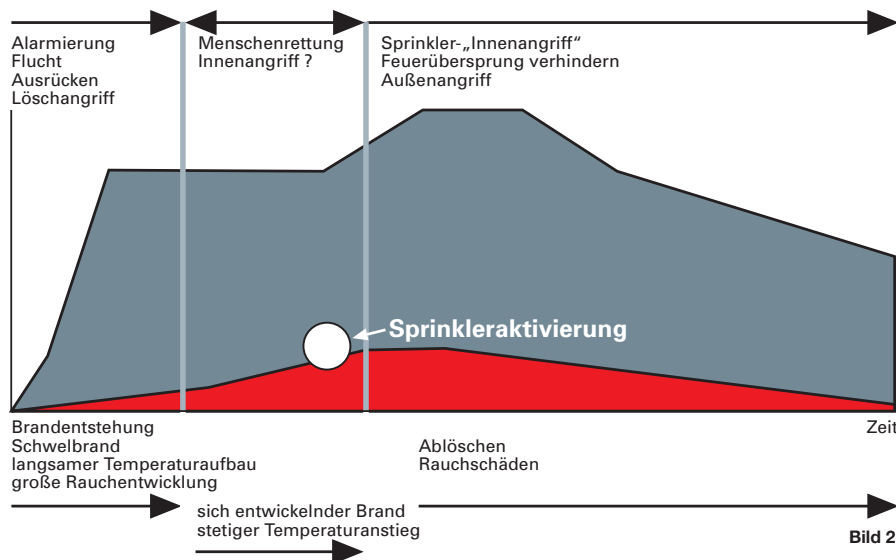


**Brandentwicklung ohne Brandmeldeanlage, ohne Rauchabzug, mit Sprinkler**

fendes Wasser entsteht nicht nur mehr Rauch, dieser wird, wenn noch nicht geschehen, jetzt erst recht in die Fluchtebene heruntergedrückt. Damit sollte aber nicht der Sprinkler generell in Frage gestellt werden. Denn im Sachschutz hat er natürlich bei bestimmten Aufgaben eine sehr notwendige Funktion. Nur kann ein Sprinkler niemals die für den Personenschutz unverzichtbare, aber auch für den Sachschutz wichtige Entrauchung ersetzen.

**Schnelle Rauchererkennung und Rauchableitung unverzichtbar**

Ein Blick auf Bild 3 zeigt sofort den richtigen Schlüssel für den praktikablen Brandschutz. Über automatische Rauchmelder aktiviert, leitet die Rauchabzugsanlage frühestmöglich die enormen Rauch- und Brandgasmengen nach außen ab. Flucht und Angriffswege bleiben passierbar, die thermische Belastung auf das Gebäude wird drastisch reduziert. Rauchschürzen begrenzen die Rauchausbreitung, elektronische Meldesysteme alarmieren die Menschen im Gebäude ebenso wie die Feuerwehr. Und wer meint, daß diese Maßnahmen die Baukosten hochtreiben, der irrt.

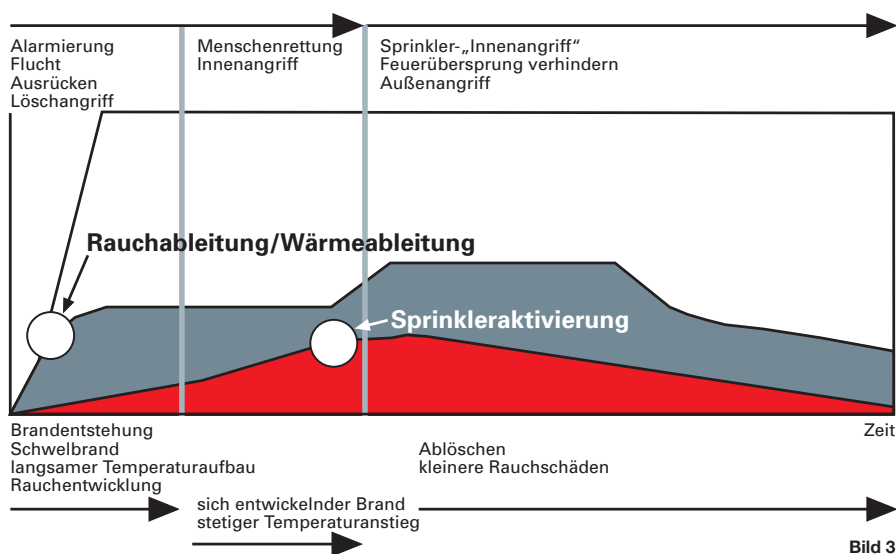


**Konsequenz**

Um den Personenschutz und eine gezielte Brandbekämpfung sicherzustellen und um die Rauchwalzbildung zu vermeiden, muß daher bereits in dieser Frühphase sichergestellt sein, daß die Rauchgase und die Brandwärme gezielt aus dem Raum abgeführt werden können. Die Gewähr dafür bietet derzeit ausschließlich eine Rauch- und Wärmeabzugsanlage (maschinell oder natürlich wirkend) in Verbindung mit

einer sinnvollen Rauchabschnittsbildung und Brandfrüherkennung, die die Anlage frühzeitig aktiviert. Nur so lassen sich die Schutzziele Personenschutz und gezielter Löschangriff sicherstellen. Zahlreiche Bauvorhaben unterschiedlicher Nutzung, die unser Sachverständigenbüro in den letzten Jahren projektiert und begleitet hat, sprechen hier eine deutliche Sprache. Rauchschutz, richtig geplant, senkt sogar die Gebäudekosten.

**Brandentwicklung mit Brandmeldeanlage, mit Rauchabzug, mit Sprinkler**



# Verrauchung ist bei Feuerwehreinsätzen das größte Problem

Um die spezifischen Probleme und Behinderungen herauszufinden, mit denen Feuerwehren bei Löscheinsätzen konfrontiert sind, führte der FVLR Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA e. V. im Oktober 1997 eine Meinungsumfrage bei allen deutschen Berufsfeuerwehren durch. Das Ergebnis der schriftlichen Befragung zum Thema „Was behindert die Brandbekämpfung?": Eines der größten Probleme bei Einsätzen der Feuerwehr ist die starke Verrauchung am Brandort.

Elf Statements zu verschiedenen Aspekten – zum Beispiel Brandmeldung, Sprinkler, Lagepläne sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen – umfaßte die Umfrage. Anhand einer vier Punkte umfassenden Skala von „oft zutreffend“ bis „nie zutreffend“ sollten diese Aspekte beurteilt werden. Die Befragten konnten darüber hinaus zusätzliche Kriterien, die aus ihrer Sicht wichtig sind, auführen und erläutern. Eine Vielzahl der Fachleute aus der Praxis nahm diese Möglichkeit wahr. Die Auswertung der Umfrage erfolgte durch ein unabhängiges Markt- und Meinungsforschungsinstitut. Die Rücklaufquote lag bei sensationellen 30,6 Prozent.

Alle befragten Berufsfeuerwehren bewerteten die starke Verrauchung im Brandfall als wesentlichen Behinderungsfaktor. Sie erschwere vor allem den Zugang zu den Angriffswegen. Für 80 Prozent der Befragten ist dieses Problem sogar besonders gravierend.

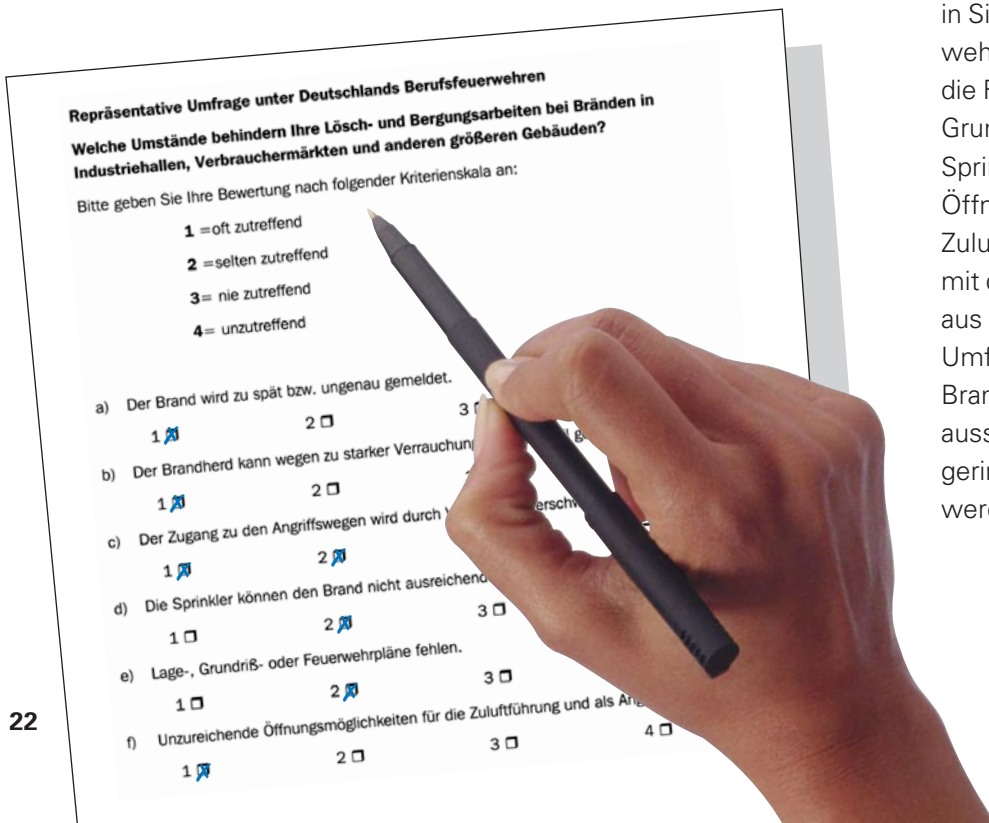
## Rauch erschwert die Löscharbeiten

Weitere Behinderungsfaktoren sind aus Sicht der Feuerwehren: die schwere Lokalisierbarkeit des Brandherdes wegen der starken Rauchentwicklung und die große Hitze der Rauchgasschicht. Auch verschachtelte Einbauten stellen für die im Gebäude befindlichen Men-



Die Bedeutung verschiedener Behinderungen bei Löscharbeiten. Zur übersichtlicheren Darstellung wurde die Skala umgedreht, so daß „1“ den Wert mit der geringsten Häufigkeit darstellt und „4“ den Wert mit der größten Häufigkeit.

schen ein Problem dar: Vor dem Feuer flüchtende Menschen können sich aufgrund des einsetzenden Orientierungsverlustes nicht selbst in Sicherheit bringen; den Feuerwehren erschweren Einbauten oft die Rettungsmaßnahmen. Fehlende Grundrißpläne, spätauslösende Sprinkleranlagen und unzureichende Öffnungsmöglichkeiten für die Zuluftführung sind Schwierigkeiten, mit denen die Wehren darüber hinaus zu kämpfen haben. Fazit der Umfrage: in einem vorbeugenden Brandschutzkonzept sollten die Voraussetzungen für eine möglichst geringe Verrauchung geschaffen werden.



# Der FVLR fordert: Personenschutz muß Vorrang haben

Bei schweren Brandunglücken kommt es immer wieder zu Sach- und Personenschäden. Menschen fallen meist jedoch nicht der Brandhitze, sondern dem schwarzen und giftigen Rauch zum Opfer. Das Baurecht muß dieser Erkenntnis verstärkt Rechnung tragen. Brandschutzkonzepte alter Art, bei denen nur die ansteigende Brandhitze bekämpft, nicht aber für eine schnelle Entrauchung gesorgt wird, sind lückenhaft und zur Rettung von Menschenleben ungeeignet.

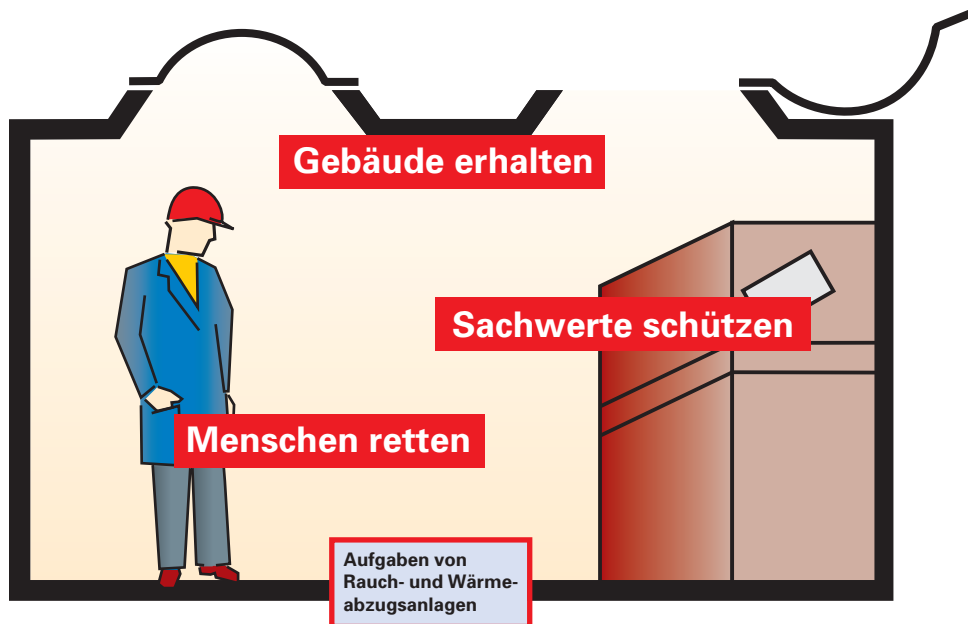
Schon in der Entstehungs- und Frühphase eines Brandes kommt es zur Entwicklung von Rauch. Wird dieser nicht abgeleitet, füllt er Räume sehr schnell. Bereits eine relativ kleine Menge brennbarer Materialien erzeugt große Rauchmengen.

## Enorme Rauchmengen entstehen

Schon zehn Kilogramm zellulosehaltige Stoffe, Papier, Hartfaserplatten oder Holzwerkstoffe setzen zum Beispiel zwischen 8.000 und 10.000 Kubikmeter Rauchgas frei. Bei der Verbrennung von ebenfalls zehn Kilogramm Schaumgummi, Schaumstoff oder Heizöl entstehen sogar 17.000 bis 25.000 Kubikmeter Rauchgas. Eine acht Meter hohe mittelgroße Lagerhalle mit einer Grundfläche von 100 x 25 Metern und einem Volumen von etwa 20.000 Kubikmetern wird also bereits von einem relativ kleinen Bündel Papier von 100 Kilogramm innerhalb weniger Minuten völlig verqualmt. Eine Orientierung ist dann nicht mehr möglich, Menschen geraten in Panik, der Einsatz der Rettungsmannschaften wird erschwert.

## RWA: Wirtschaftlicher Brandschutz

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) leiten im Brandfall Rauch und giftige Gase unverzüglich ins Freie ab und ermöglichen der Feuerwehr so gezielte Lösch- und Rettungsarbeiten. In Kombination mit Brand-



meldern und Sprinklern stellen sie somit ein optimales vorbeugendes Brandschutzkonzept dar. Mit einer geringen Amortisationszeit sowie den Zusatznutzen der natürlichen Belichtung sowie der Raumlüftung – bei einem Einbau in Dachlichtelemente – sind RWA besonders wirtschaftlich.

## Schutz von Menschenleben muß Priorität haben

In Gebäuden mit Personenverkehr muß der Schutz von Menschenleben gegenüber dem Erhalt von Sachwerten immer Priorität haben. Rauch- und Wärmeabzugsanlagen tragen diesem Anspruch Rechnung. Der FVLR fordert daher: Neben Sprinklern müssen stimmige Brandschutzkonzepte auch Rauchmelder, Rauchschürzen und Rauchabzüge vorsehen.

### Die Investitionskosten eines Rauch- und Wärmeabzugsgerätes (RWG) betragen im Durchschnitt etwa

DM	2.000	RWG
DM	700	Auswechslung/ Dachanschluß
DM	300	Ansteuerung
DM	3.000	pro Rauchabzugsgerät

Ein RWG reicht für ca. 200 m<sup>2</sup> Raumfläche und kostet damit 15 DM/m<sup>2</sup> Raumfläche

Bei Baukosten eines Industriebäudes von 1.000 DM/m<sup>2</sup> entfällt auf die Entrauchung 0,75% der Bausumme.

### Mit diesen Kosten erhält der Kunde

- kostenlose Belichtung durch Tageslicht,
- betriebskostenfreie Raumlüftung,
- im Brandfall freie Flucht-, Rettungs- und Angriffswege.



# Der FVLR stellt sich vor

## Die Mitglieder

Im FVLR Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA e. V., der 1982 gegründet wurde, sind 14 deutsche Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen zusammengeschlossen, die gemeinsam ein Marktvolumen von etwa 90 Prozent repräsentieren. Sie verfügen über ein umfangreiches, langjähriges Know-how und technisch qualifizierte Mitarbeiter. Sie sind in der Lage, über die Ausführung hinaus Planer und Anwender umfassend zu beraten

und bei Bemessung und Auslegung aktive Hilfestellung zu leisten.

## Die Ziele

Die vielfältigen Aufgaben, die Lichtkuppeln und Lichtbänder erfüllen, und die Bedeutung von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen als unverzichtbare Bestandteile des vorbeugenden baulichen Brandschutzes sind Planern, Architekten, Entscheidungsträgern und Anwendern viel-

fach noch nicht ausreichend bewußt. Der FVLR hat es sich zum Ziel gemacht, europaweit produktneutrale, sachliche und fundierte Informationsarbeit zu leisten. Aus diesem Grund ist der FVLR auch aktives Mitglied in Eurolux, der Vereinigung der europäischen Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern und RWA. Er wirkt darüber hinaus in den einschlägigen Gremien zur internationalen und europäischen Normierungsarbeit mit.

## Mitglieder des FVLR

### Bittermann GmbH

Am Forst 9  
92637 Weiden i.d.OPf.  
Tel. 09 61/30 04-0  
Fax 09 61/30 04 30

### Hans Börner GmbH & Co. KG

Postfach 11 51  
64561 Nauheim  
Tel. 0 61 52/97 64-0  
Fax 0 61 52/97 64-20

### Colt International GmbH

Postfach 12 25  
47512 Kleve  
Tel. 0 28 21/9 90-0  
Fax 0 28 21/9 90-2 04

### Deutsche Everlite GmbH

Postfach 12 17  
97862 Wertheim  
Tel. 0 93 42/96 04-0  
Fax 0 93 42/96 04-50

### J. Eberspächer GmbH & Co.

Eberspächerstr. 24  
73730 Esslingen  
Tel. 07 11/9 39-00  
Fax 07 11/9 39-06 34

### Heinz Essmann GmbH

Postfach 32 80  
32076 Bad Salzuflen  
Tel. 0 52 22/7 91-0  
Fax 0 52 22/7 91-2 36

### Eternit AG

Postfach 10 04 65  
41404 Neuss  
Tel. 0 21 31/1 83-0  
Fax 0 21 31/1 83-3 00

### Helmut Fischer GmbH

Postfach 53  
74386 Talheim/Rauher Stich  
Tel. 0 71 33/9 90-0  
Fax 0 71 33/9 90-1 00

### Grescha-Gesellschaft mbH & Co.

Grefe & Scharf  
Schackenburger Straße 3  
33818 Leopoldshöhe  
Tel. 0 52 08/9 92-0  
Fax 0 52 08/9 92-1 50

### Grillo Bausysteme GmbH

Postfach 20 13 20  
46555 Voerde  
Tel. 02 81/4 04-0  
Fax 02 81/4 04-99

### Hemaplast

Rudolf-Diesel-Straße 28  
53879 Euskirchen  
Tel. 0 22 51/60 36  
Fax 0 22 51/60 38

### INDU-LIGHT Produktion & Vertrieb GmbH

Lauterbachstraße 38  
78586 Deilingen  
Tel. 0 74 26/52 70-0  
Fax 0 74 26/38 11

### JET Kunststofftechnik

Ulrich Kreft GmbH  
Weidehorst 28  
32609 Hüllhorst-Tengern  
Tel. 0 57 44/5 03-0  
Fax 0 57 44/5 03-40

### Lamilux

Heinrich Strunz GmbH & Co. KG  
Postfach 15 40  
95105 Rehau  
Tel. 0 92 83/5 95-0  
Fax 0 92 83/5 95-2 90

Stand 5/98

**Eine Haftung oder Gewährleistung  
aus dieser Veröffentlichung wird aus-  
drücklich ausgeschlossen.**



Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA e.V.

Heumarkt 14  
50667 Köln  
Telefon 02 21/2 40 15 67  
Telefax 02 21/2 05 07 90