

5

Bauphysik

Wärme · Feuchte · Schall · Brand · Licht · Energie · Klima

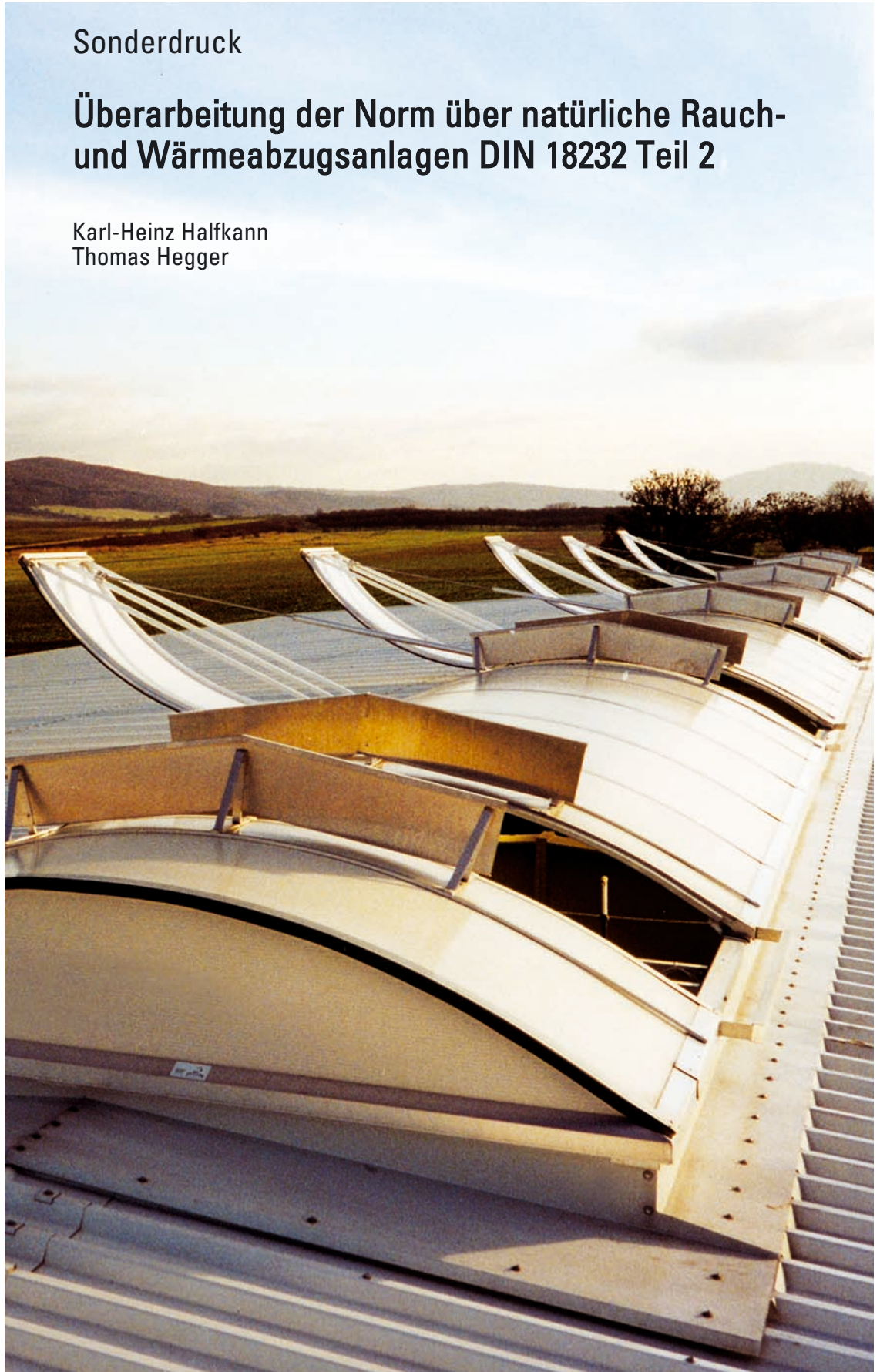
27. Jahrgang
Oktober 2005
Heft 5
ISSN 0171-5445

A 1879

Sonderdruck

Überarbeitung der Norm über natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen DIN 18232 Teil 2

Karl-Heinz Halfkann
Thomas Hegger



Karl-Heinz Halfkann
Thomas Hegger

Überarbeitung der Norm über natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen DIN 18232 Teil 2

1 Einleitung

Die im Juni 2003 veröffentlichte DIN 18232-2 stieß besonders bei zwei Festlegungen auf den teilweisen Widerstand einiger Brandschutzplaner. Dadurch wurden teilweise Unsicherheiten hinsichtlich der Anwendbarkeit dieser Normfassung laut und einige Brandschutzplaner entschlossen sich, weiter mit der Fassung von 1989 zu arbeiten. Diese war aber wiederum in einigen Punkten nachweislich falsch und überholt und zudem vom DIN offiziell zurückgezogen worden.

Mit einer im Mai 2005 abgeschlossenen Überprüfung der Normfassung von 2003 wurden diese Unsicherheiten aufgegriffen und gelöst. Als Ergebnis ist vorgesehen, diese wenigen notwendigen Anpassungen in einem Änderungsblatt zu veröffentlichen und damit die Unsicherheiten zu bereinigen. In diesem Beitrag werden die wesentlichen Grundlagen und vorgesehenen Anpassungen dieser Norm dargestellt und begründet.

2 Historische Entwicklung der Norm DIN 18232 Teil 2

Die grundsätzlichen Projektierungsregelungen für natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen basieren auf langjährigen Erfahrungen (u. a. durch die Sachversicherer). Die erste Ausgabe von DIN 18232-2 aus dem Jahre 1984 wurde im November 1989 durch eine erste Aktualisierung ersetzt.

DIN-Normen werden im Regelfall alle fünf Jahre überprüft und ggf. aktualisiert, um den technischen Fortschritt und den Erfahrungszuwachs zu berücksichtigen und somit weiter als anerkannte Regeln der Technik genutzt werden zu können.

Nach weiteren ca. fünf Jahren wurde im März 1996 ein wiederum aktualisierter Normentwurf veröffentlicht und einem Einspruchsverfahren unterzogen. Leider durfte das erzielte Ergebnis dann aber nicht als neue nationale Norm veröffentlicht werden, da zu dieser Zeit eine Arbeitsgruppe bei CEN mit der Erarbeitung eines europäischen Normentwurfs (prEN 12101-5) zur Projektierung von NRA beauftragt war. Diese europäische Arbeit blockierte durch die sog. „Stand-Still-Regelung“ die Veröffentlichung der aktualisierten deutschen Norm von 1996.

Erst nachdem im September 1999 dieses europäische Normungsvorhaben ohne Erfolg abgebrochen wurde und damit das „Stand-Still“ nicht mehr griff, konnte in Deutschland die Arbeit an einer erneuten Aktualisierung der Bemessungsmethoden für RWA wieder aufgegriffen werden.

Als Ergebnis wurde im Dezember 2001 der Öffentlichkeit ein Normentwurf zur Diskussion vorgelegt [1]. Dieser wurde in einem umfangreichen Einspruchsverfahren verbessert. Ein anschließendes Schlichtungsverfahren überprüfte dann diese Fassung nochmals. Nachdem im Februar 2003 die Schlichtung unter Zustimmung der Antragsteller erfolgreich abgeschlossen werden konnte, wurde die neue Fassung der Norm DIN 18232-2:2003-06 veröffentlicht und gleichzeitig die 14 Jahre alte Vorgängerversion von 1989 zurückgezogen [2].

3 Grundlagen zu DIN 18232 aus dem Jahr 2003

Die neue Fassung basierte auf allen Erfahrungszuwächsen, die seit der

Urfassung von 1984 abgesichert waren und auf den Entscheidungen aus den Einspruchs- und Schiedsverfahren zum Entwurf aus dem Jahre 2001.

Die wesentlichen Änderungen in der Ausgabe 2003 sind:

A) *Der Anwendungsbereich der Norm ist nicht mehr auf den Industriebau beschränkt.*

Da die Rauchausbreitung und -ableitung weniger von der Raumnutzung abhängt, war die formelle Beschränkung der alten Fassung auf den Industriebau nicht sinnvoll. In der Praxis wurde die alte Ausgabe auch bereits in vielen nichtindustriellen Sonderbauten zur Projektierung der RWA angewendet.

B) *Der alte Begriff „rauchfrei“ wurde durch die Bezeichnung „raucharm“ ersetzt.*

Eine im akademischen Sinn rauchfreie (sterile) Luftschicht wird es weder bei der normalen Nutzung noch im Brandfall geben (können). Immer werden einige wenige, meist unschädliche Rauchmoleküle in der Luft eingemischt vorhanden sein. Aus diesem Grund ist in der Normung auch der schon vorher ins Baurecht eingeflossene Begriff der „raucharmen Schicht“ verwendet worden.

Erst zum Zeitpunkt der Schlichtung wurde von der ARGEBAU gewünscht, auch Regelungen für differenzierbare Anforderungen innerhalb der raucharmen Schicht zu integrieren. Da es zum Zeitpunkt der Schlichtung allen Beteiligten aber nicht möglich war, belastbare und allgemeinverbindliche sichere Vorhersagemöglichkeiten für eine solche Differenzierung zu erarbeiten, sollte dies nach einem gemeinsamen Beschluß in der Schlichtung einer nach

Veröffentlichung der aktualisierten Normfassung anschließenden Überprüfung vorbehalten bleiben. In der Schlichtung wurde deshalb festgehalten, daß die Luftkonditionen in der raucharmen Schicht zur Zeit nicht differenziert betrachtet werden können und deshalb mit der Bezeichnung „raucharm“ nahezu rauchfrei zu sein hätten.

C) Die Anwendung von natürlichen Rauchabzugsgeräten (RWG) in Wänden wurde in einem Anhang in diese Fassung aufgenommen.

Umfangreiche strömungstechnische Untersuchungen im Windkanal waren erforderlich, um hier die notwendige Sicherheit für die Wirksamkeit der Entrauchung in Fassaden auch unter Windeinfluß zu erhalten. Zwischenzeitlich sind die dort beschriebenen Ergebnisse durch weitere Forschung und Überprüfung weiter gefestigt, die Ergebnisse fließen so z. B. aktuell auch in die Überarbeitung der europäischen Norm EN 12101-2 [3] ein.

D) Zuluft muß gleichzeitig mit den RWG öffnen.

Um raucharme Schichten ausbilden zu können, ist eine gezielte, frühzeitig beginnende und ausreichende Rauchableitung notwendig. Diese funktioniert nur, wenn schon ab Beginn der Rauchabführung sofort bodennah nachströmende Zuluft zur Verfügung steht. Ohne diese Zuluft würde der Rauch nicht (ausreichend) abgeleitet und der Raum schnell völlig verrauchet sein. Erst zu einem späteren Zeitpunkt geöffnete Zuluftflächen könnten den Entrauchungsprozeß dann zwar noch starten, es wird aber, nachdem der Raum möglicherweise schon völlig verrauchet ist, eher zu einer langsam einsetzenden Verdünnung der Rauchgase und nicht mehr zu einer raucharmen Schicht kommen.

E) Berücksichtigung verschiedener Plumemodelle

Während die alte Normfassung nur auf dem *Thomas-und-Hinkley*-Plume basierte, ist in der Neufassung bei etwa 20 % der möglichen Raumhöhen und Bemessungsbrandkonstellationen der Plume von *Zukoski* mit virtuellem Ursprung enthalten. Diese Veränderung war notwendig, damit alle

vom jeweiligen Plumemodell vorgegebenen Anwendungsgrenzen (so gilt der *Thomas-und-Hinkley*-Plume nur für große Räume und die Situationen, in denen die Flammenspitzen in die Rauchschrift hineinragen) eingehalten werden können.

F) Ergebnisse sind jetzt berechenbar.

Zur Sicherstellung der Entrauchung sowohl bei hoch- als auch bei niederenergetischen Bränden oder auch während der Brandentstehungsphase höherenergetischer Brände wurden in der Normfassung zahlreiche Rahmenparameter aus früheren Fassungen (z. B. mindestens 1 RWG pro 200 m² Grundfläche) übernommen oder auch die zuvor beschriebene Zuluftregelung angepaßt. Um die in der hochenergetischen Brandphase besonders großen Rauchvolumen in ausreichender Menge ableiten zu können, wurde die dafür notwendige aerodynamisch wirksame Rauchabzugsfläche (A_w) mit einem ebenfalls veröffentlichten Formelwerk kalkulierbar gemacht und durch computergestützte Berechnungsmodelle ermittelt. In der früheren Fassung waren die A_w -Werte dagegen durch Mehrheit beschlossen worden.

G) Schnittstelle zu den Ingenieurmethoden

Die heute für spezielle Sonderbauten eingesetzten „Ingenieurmethoden für den Brandschutz“ finden durch diese Vorgaben der Eckwerte (z. B. D, E, F, H und I) und das im Anhang B veröffentlichte Formelwerk und die Beachtung der Rahmenparameter gute Anknüpfungspunkte, um die Entrauchungsanlage auch von sehr komplexen Raumgeometrien mit geeigneten Zonen- oder besser noch mit Feldmodellen berechnen bzw. mit physikalischen Modellen nachbilden zu können.

H) Konstanter A_w -Wert statt Prozentsatz

Nach dem Einpendeln der projektierten Rauchschriftgrenze entspricht die abzuleitende Rauchgasmenge exakt der Menge, die vom Brand (Quellterm plus induziertes Volumen) neu erzeugt wird. Dieses Rauchvolumen hängt von verschiedenen Faktoren (u. a. von der Zündung, dem Brandgut (Stoff, Trocknungsgrad, Oberfläche), den Raumbedingungen und

der Plumehöhe), nicht aber von der Größe des Raumes selbst ab. Da die bei den früheren Fassungen enthaltene Prozentsatzregel (z. B. $A_w = 0,8$ % der Raumfläche) die Raumfläche direkt proportional im Ergebnis berücksichtigte, mußte dieser Fehler in der neuen Fassung korrigiert werden. Dies wurde konsequent mit einer konstanten Rauchabzugsfläche pro Rauchabschnitt (z. B. 8 m² A_w für einen Rauchabschnitt bis 1.600 m²) umgesetzt. Vergleicht man diese aktuelle notwendige Rauchabzugsfläche (bei gleicher Raum- und Rauchschrifthöhe!) mit der jeweiligen Angabe in der alten Fassung, so ist die aktuelle notwendige A_w -Fläche – für sehr kleine Räume

- (bis ca. 600 m²) meist etwas höher,
- für mittlere Räume (bis ca. 1.200 m²) etwa gleichgroß und
- für größere Räume (bis 1.600 m²) meist etwas geringer.

I) Fehlerhafte Korrekturformel ersetzt

Die in der Fassung 1989 erstmals veröffentlichte Korrekturformel erlaubte bei sehr großen Räumen die Bildung von sog. virtuellen Rauchabschnitten, d. h., hier wurden Rauchabschnitte ohne körperliche Abtrennung durch Rauchschränken ermöglicht. Eine solche Regelung, die damals am Schreibtisch und per Abstimmung entstanden war, konnte wissenschaftlich weder damals noch heute begründet oder nachgewiesen werden. In umfangreichen strömungstechnischen Versuchen und auch Feldmodellstudien zeigt sich sehr deutlich die grundsätzliche Notwendigkeit von Rauchschränken. In der Neufassung wurde deshalb die folgende Regelung zum Rauchabschnitt getroffen:

Generelle Begrenzung der Rauchabschnittsfläche auf 1.600 m².

Bei Räumen mit mindestens 9 m Höhe ist bei heißeren Rauchgasen (ab Bemessungsgruppe 4) auch eine Regelung für eine Rauchabschnittsfläche von bis zu 2.600 m² möglich (Erleichterung A).

Das Niveau dieser Festlegung liegt im Rahmen anderer nationaler oder auch europäischer Regelwerke:

- VdS 2098, Mai 1990 [4]
Rauchabschnittsfläche maximal 1.600 m²

- TRVB S 125, 1997 [5]
Rauchabschnittsfläche mindestens 800 m² und maximal 2.000 m²
- DIN V 18232-5:1990-12 und DIN 18232-5:2003-06 [6]
Rauchabschnittsfläche maximal 1.600 m²
- BSI 7346-4, August 2003 [7]
Rauchabschnittsfläche maximal 2.000 m²
- VdS CEA 4020, November 2003 [8]
Rauchabschnittsfläche maximal 1.600 m²; in Räumen mit mehreren Rauchabschnitten kann ein Rauchabschnitt maximal auf 2.000 m² vergrößert werden.

Die Streichung des Korrekturfaktors und die Festlegung auf 1.600 m² konnten auch mit der Erfahrung vieler anderer Regelwerke bestätigt werden.

Die Festlegung und Begrenzung auf 1.600 m² (für Hallen mit einer Höhe von ≥ 9 m ab BMG 4 waren auch Rauchabschnitte bis zu 2.600 m² möglich) war in der Folgezeit nach der Veröffentlichung der Fassung 2003 für einige Brandschutzplaner einer der wesentlichsten Kritikpunkte an dieser Normfassung.

Um für diese Begrenzung bzw. deren Lockerung noch mehr Sicherheit zu erhalten, wurde u. a. in der Schlichtung festgelegt, daß weitere Forschung zu betreiben sei, um die Aussagen in der Norm zum Rauchabschnitt nochmals zu überprüfen.

J) Rauchmeldung bevorzugt

In der aktualisierten Neufassung wurde nicht nur der automatische Brandmeldeanlage, sondern auch der automatische Öffnung der Rauchabzugsanlage über einzelne Rauchmelder ein Bonus zuerkannt. Somit wird die sehr frühzeitige Öffnung der Rauchabzugsanlage positiv unterstützt, denn damit wird die Rauchschicht sich weniger stark ausbilden. Besonders für Flucht- und Rettungswege ist die möglichst frühzeitig beginnende Entrauchung wesentlich. Es wird deshalb in der Norm empfohlen, solche Flächen möglichst über automatische Rauchmelder zu aktivieren.

K) Kombiniertes Sprinkler- und RWA-Einsatz

Der früher oft geäußerten Befürchtung, daß zu früh geöffnete Rauchabzüge den Auslösezeitpunkt von Sprinkleranlagen verzögern oder ge-

fährden, konnte mit durchgeführten Grundlagenarbeiten begegnet werden. Im Gegenteil wurde festgestellt, daß i. d. R. durch geöffnete Rauchabzüge die Heißgasschicht wesentlich stärker in Bewegung gerät und somit der Wärmeübergang in die Glasfäßchen der Sprinkleranlage besser erfolgt und diese schneller auslösen. Nachdem auch durch den VdS Schadenverhütung in VdS 2815 diese Zusammenhänge veröffentlicht wurden, konnte dies in der Neufassung positiv berücksichtigt werden und bei vorhandener Sprinkleranlage ein entsprechender Bonus für die Entrauchung zuerkannt werden. Dieser Bonus unterscheidet sich allerdings von den in der Muster-Industriebaurichtlinie veröffentlichten Vorgaben, wo bereits das Vorhandensein einer Sprinkleranlage (ohne Rücksicht auf deren Auslösezeitpunkt und deren zeitdifferenzierte Wirkung auf die Rauchfreihaltung) positiv bewertet wird. In dieser Normfassung wird dagegen eine Sprinkleranlage erst dann positiv in die Bewertung der Rauchabzugsanlage aufgenommen, wenn die Sprinkleranlage sich für die Aufgabe der Entrauchung positiv verhält. D. h., hier muß erst eine bestimmte Zeit verstrichen bzw. eine entsprechende Temperatur erreicht sein.

Zusammengefaßt konnte in DIN 18232-2 Ausgabe Juni 2003 das abgesicherte Wissen zur Projektierung von RWA festgeschrieben werden und durch die aktive Mitwirkung und das abschließende Einverständnis der beteiligten Fachöffentlichkeit der anerkannte Stand der Technik dargestellt werden.

Die Wünsche nach

- einer zusätzlichen Differenzierungsmöglichkeit der Qualität innerhalb der raucharmen Schicht und
 - einer generellen Vergrößerung der Rauchabschnittsfläche
- konnten in dieser Neufassung nicht berücksichtigt werden, weil dazu in erheblichem Umfang notwendige weiterführende, abgesicherte Nachweise nicht vorlagen.

4 Überprüfung von DIN 18232 aus dem Jahr 2003

Der Normenausschuß beauftragte entsprechend dem Schlichtungser-

gebnis eine Arbeitsgruppe mit der Überprüfung der Normfassung vom Juni 2003. Bei der Überprüfung wirkten Vertreter der ARGEBAU, der Wissenschaft/Forschung, der Prüfanstalten, der (industriellen) Bauherren, der Brandschutzgutachter/-planer, der Hersteller und der Versicherungswirtschaft mit.

In den Jahren 2003 und 2004 wurden Untersuchungen und Grundlagenarbeiten durchgeführt, um für die Überprüfung auf entsprechend fundierte neue Erkenntnisse zurückgreifen zu können.

4.1 Überprüfung der Rauchabschnittsfläche anhand von Versuchen

Begrenzte Rauchabschnitte sind erforderlich, um das Einfließen von Kaltluft durch weiter vom Brandherd entfernt liegend geöffnete RWG wegen der bei horizontaler Rauchausbreitung am seitlichen Rand (noch) fehlenden, ausreichend heißen Gasschicht unter diesen Geräten bei bestimmten Wetterbedingungen zu verhindern, da dies in Verbindung mit der auf den Brandherd zulaufenden nachströmenden Luft zur Rauchverwirbelung/Rauchwalze führt (Bild 1).

Weiter sind begrenzte Rauchabschnitte erforderlich, damit sich die unter der Decke seitlich abströmende Heißgasschicht nicht (durch Wärmeabgabe an die Bauteile, durch Zumischung von Umgebungsluft in den Strahl usw.) soweit abkühlt, daß deren thermische Auftriebskräfte kleiner werden als der zum Boden zurückführende Strömungsimpuls. Um dies zu verhindern, sind ebenfalls Rauchschrägen erforderlich (Bild 2).

Zur Überprüfung der maximal möglichen Rauchabschnittsfläche wurden verschiedene mathematische und physikalische Modelle eingesetzt.

Zonenmodelle wurden zwar angewendet, letztlich aber zur Beurteilung der maximal möglichen Rauchabschnittsgröße nicht eingesetzt, da diese u. a. die Erhaltungsgleichungen zum Impuls und die besonders in der Brandentstehungsphase dominierenden Strömungsverhältnisse nicht (ausreichend) berücksichtigen.

Feldmodelle zeigten erwartungsgemäß unterschiedliche Ergebnisse, je nach Anzahl der Gitterpunkte und dem verwendeten Turbulenzmodell.

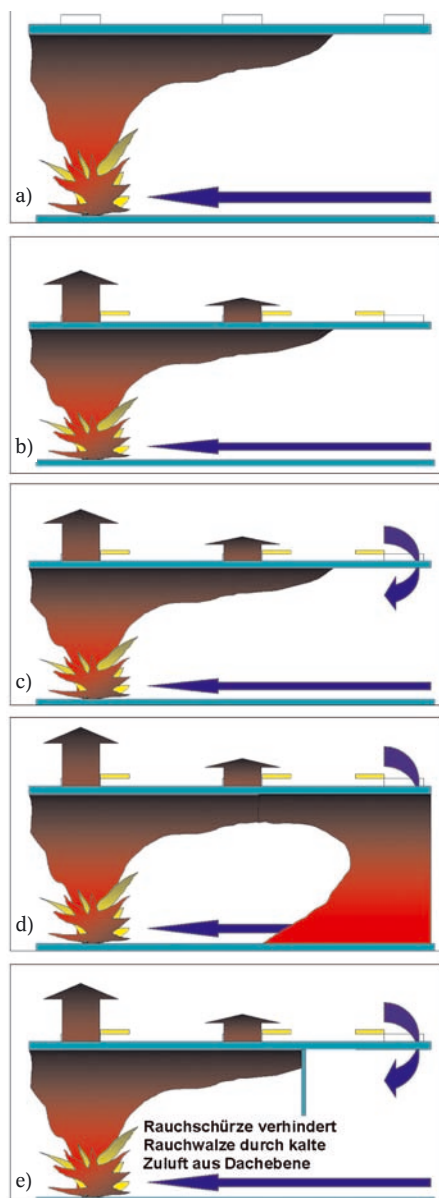


Bild 1. Kurz nach Brandbeginn wird der Plume an der Decke umgelenkt und es beginnt die Ausbreitung einer Heißgasschicht unter der Decke (a). Nach Öffnung der Rauchabzugsgeräte fließen über diese Rauchmengen ab, wobei es, wenn der seitlich sich ausbreitende Strahl nicht begrenzt wird, zu einer weiteren Ausbreitung kommt (b). Weiter vom Brandherd entfernt liegende geöffnete Rauchabzugsgeräte werden jedoch, je nach Witterungs- und Temperaturbedingungen, Frischluft in den Raum einleiten. Wenn diese in die sich seitlich ausbreitende Rauchgasschicht hineingelangt, kommt es zur Rauchverwirbelung und zur Absenkung der Rauchgase. Gelangen die Rauchgase in Bodennähe, werden sie spätestens dann von der zum Feuer gewandten Zuluftströmung erfaßt und mitgerissen – die typische Rauchwalze entsteht. Verhindert werden kann dieses Phänomen nur durch die Begrenzung der Rauchabschnitte und durch die körperliche Zurverfügungstellung von Rauchschürzen (e).

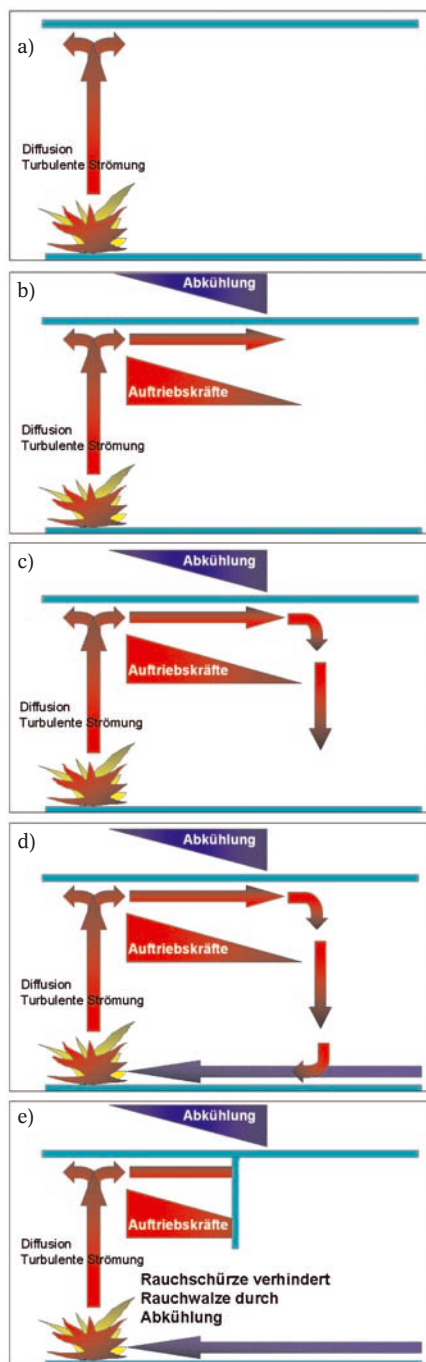


Bild 2. Die vom Brandherd aufwärts gerichtete Strömung nimmt im Volumen durch Diffusion und Turbulenz zu und kühlt sich dadurch bereits beim Aufstieg leicht ab. An der Decke umgelenkt, wird die sich seitlich ausbreitende Heißgasschicht durch Abkühlung an die Bauteile oder Umgebungsluft weiter abkühlen, und wenn die thermischen Auftriebskräfte kleiner werden, wird die Rauchschicht entsprechend absinken. Trifft diese dann auf die dem Brandherd zugerichtete nachströmende Luft, wird es zu einer Rückführung der Heißgasschicht als Rauchphase zum Feuer kommen. Nur durch entsprechend kleine Rauchabschnitte und ihre Begrenzung durch körperliche Rauchschürzen kann dieses Phänomen verhindert werden.

Physikalische Modelle wurden in dem unkritischen Maßstab von 1:20 untersucht, wobei der betrachtete Raum im Original von 40 m Breite, 130 m Länge und 9 m Höhe auch im Modellmaßstab schon ein sehr großvolumiger Körper war (Bild 3).

Das Brandszenario wurde mit einer Brandherdsimulationsanlage nachgebildet. Die im Dach vorgesehenen Rauchabzugsflächen bestanden in den Versuchen aus gleichmäßig verteilten Rechtecköffnungen, die jeweils bei einem bekannten c_v -Wert von 0,7 eine aerodynamisch wirksame Fläche von $2,8 \text{ m}^2$ pro RWG nachbildeten. Durch teilweises Abdecken konnten diese Öffnungen auch in ihrer Fläche oder Anzahl verändert werden. Die Zuluftöffnungen an der Rückseite des Modells wurden in der Gesamtheit durch 216 m^2 (im Originalmaßstab) vorhandene Wandöffnungen nachgebildet. Die Zuluftöffnungen ließen sich im richtigen Zuluft-Abluft-Flächenverhältnis in sechs Abschnitte unterteilen.

Die untersuchten Brandszenarien, die sich aus Tabelle B.1 in DIN 18232-2 ergaben, wurden für die Bemessungsgruppen 1 und 3 untersucht. Die damit überprüften geringen bis mittleren Wärmefreisetzungsraten stellen aufgrund der geringen Temperaturunterschiede zwischen der Rauchschicht und der raucharmen Schicht grundsätzlich für die Entrauchung den kritischeren Fall dar. Deshalb brauchten die Bemessungsgruppen 4 und 5 nicht untersucht werden.

Entsprechend den DIN-Vorgaben wurden zwei Brandereignisse mit einer maximalen Wärmefreisetzungsrate von $1,5 \text{ MW}$ (Bemessungsgruppe 1) und einem Brandrauchvolumenstrom von $6,6 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. von 6 MW (Bemessungsgruppe 3) und $25,2 \text{ m}^3/\text{s}$ simuliert.

In drei Versuchsreihen wurden zuerst die A_w -Werte gemäß DIN 18232-2 für den Rauchabschnitt von 1.600 m^2 überprüft und anschließend wurden Rauchabschnitte von 3.200 m^2 bzw. 2.400 m^2 Größe untersucht. Eine vierte Versuchsreihe betrachtete die Rauchgasausbreitung für den Fall, daß eine Rauchschürze durch eine linienförmige Anordnung von Dachöffnungen (dies zu untersuchen, wurde z. B. in der Schlichtung vorgeschlagen) ersetzt werden soll. In jeder der Versuchsreihen wurden Pa-

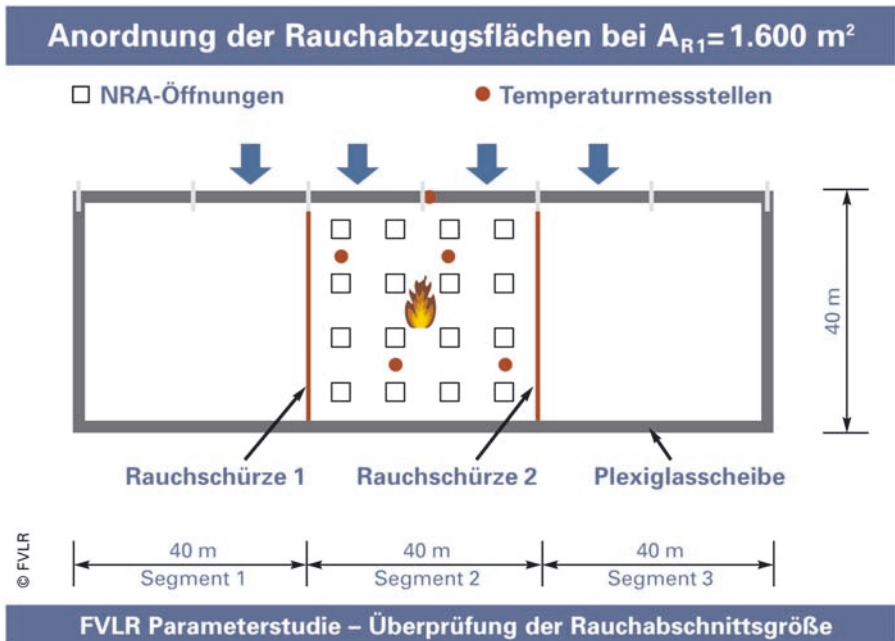


Bild 3. Grundriß des physikalischen Modells zur Validierung des Prüfstandes

parameter wie z. B. die Anzahl und Fläche der Rauchabzugsöffnungen entsprechend DIN 18232-2 variiert.

Rauchabschnitt 1.600 m²

In dieser Versuchsreihe wurden einige der in Tabelle 3 DIN 18232-2 angegebenen raucharmen Schichthöhen mit den ausgewiesenen Rauchabschnittsflächen simuliert und so der Versuchstand validiert. Es konnte eine gute Übereinstimmung zwischen den Versuchen und den in der Norm

veröffentlichten Werten erzielt werden.

Rauchabschnitt 3.200 m²

Zur Untersuchung, ob grundsätzlich Rauchabschnittsflächen auch von 3.200 m² oder mehr möglich sein könnten, wurden Versuche nach Bemessungsgruppe 3 durchgeführt. Dabei konnte in keiner der untersuchten Varianten eine zufriedenstellende Raucheinschichtung mit der Bildung von raucharmen Schichten festge-

stellt werden. Aufgrund der deutlich vergrößerten Rauchabschnittsfläche und der größeren Lauflänge für das Rauchgas erfolgte hier auf dem Strömungsweg vom Brandherd zum äußeren Rand eine zu große Abkühlung innerhalb der Rauchgasschicht. Die daraus resultierende geringere Temperaturdifferenz zwischen der raucharmen und der verrauchten Schicht hat bei einem geringeren Auftrieb zur Folge, daß die Rauchschicht nach unten sinkt. Das Rauchgas konnte daher bis auf die Höhe der Zuluftöffnung absinken, um von deren Strömung in Richtung Brandherd zurücktransportiert zu werden. Dabei schichtete sich in den Versuchen das Rauchgas nahezu schlaufenförmig ein (Bild 4).

Rauchabschnitt 2.400 m²

In der dritten Versuchsreihe wurden die Rauchabschnitte auf 2.400 m² begrenzt. Dabei konnten gute Übereinstimmungen mit den in DIN 18232-2 in der Erleichterung A veröffentlichten Regelungen festgestellt werden.

Linienförmig angeordnete NRA
Für diesen Versuch wurde die von der Deckenseite in den Raum hineinragende Rauchschürze zwischen den Rauchabschnitten 1 und 2 durch im Dach eingebaute linienförmig angeordnete NRA ersetzt. Zusätzlich standen für jedes der beiden Raumsegmente in der Dachfläche verteilte Rauchabzugsöffnungen mit einer Gesamtfläche von 15,4 m² zur Verfügung. Die Gesamtfläche des so erzielten Rauchabschnitts betrug damit 3.200 m². In der ersten Versuchsreihe wurden zehn der Rauchabzugsgeräte über die Gebäudebreite so angeordnet, daß alternierend jeweils eine 2 m lange Rauchabzugsfläche einem 2 m langen geschlossenen Dachsegment folgte. Der Brandherd wurde in der Mitte eines Raumsegments positioniert, die anschließende Brandsimulation zeigte ein deutliches Überströmen des Brandrauches aus dem brandbeaufschlagten Raumsegment über die geschlossenen Dachsegmente in das benachbarte Raumsegment hinein. In diesem Fall ist also der Einsatz von linienförmig angeordneten Rauchabzügen kein Ersatz einer Rauchschürze.

In der zweiten Versuchsreihe wurden 20 solcher linienförmig ange-

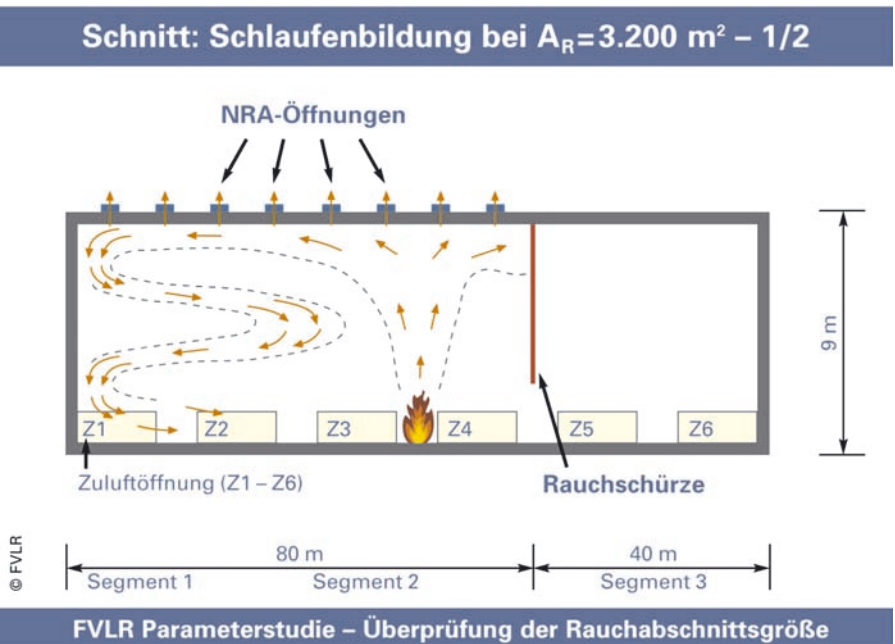


Bild 4. Schlaufenbildung innerhalb der Rauchgasschicht bei Rauchabschnitten von 3.200 m² Größe

ordneten Rauchabzüge nebeneinander so positioniert, daß sie im Dach eine ununterbrochene Linie von Rauchabzugsöffnungen bildeten. Als Ergebnis der Brandversuche ließ sich feststellen, daß ein Überströmen der Rauchgase bei unveränderter Brandposition durch die linienförmigen Rauchabzüge zwar im Versuch vermieden werden konnte. Bei einer potentiellen Brandherdposition in der Nähe der linienförmigen Rauchabzugsgeräte erhöhte sich jedoch die Gefahr des Rauchübertritts und damit die einer Rauchverschleppung gegenüber einer Rauchschürzenlösung beträchtlich. Darüber hinaus ist grundsätzlich bekannt, daß es in der

kalten Jahreszeit innerhalb von so großflächigen linienförmig angeordneten Dachöffnungen zu einer undefinierten Strömungsbewegung kommt, die zu einem massiven Kaltlufteneinfall in das Gebäude führt. Bei einer so erfolgten Abkühlung der Rauchgase in diesem Kaltluftbereich wird dann ein Raucheintrag in den Aufenthaltsbereich des Menschen unvermeidlich werden.

4.2 Entscheidung zur Rauchabschnittsfläche

Der Arbeitskreis konnte nach intensiven Diskussionen und Beratungen schließlich im Mai 2005 einen einver-

nehmlichen Beschluß erzielen, der im Oktober 2005 durch den Hauptausschuß 00.35.00 zu bestätigen ist.

Es sollen in einem Änderungsblatt zu DIN 18232-2 die in der Normfassung Juni 2003 veröffentlichten Erleichterungen A und B so verändert werden, daß die dort beschriebene Vergrößerung der Rauchabzugsfläche auf bis zu 2.600 m² nicht erst ab 9 m, sondern bereits ab 7 m Raumhöhe und nicht erst ab der Bemessungsgruppe 4, sondern bereits ab der Bemessungsgruppe 3 gewählt werden kann.

Nach dieser vorgesehenen Veränderung der Norm wäre es für die Mehrzahl der großflächigen Hallen möglich, Rauchabschnittsflächen von bis zu 2.600 m² Größe zu konzipieren. Eine Vielzahl dieser Hallen könnte damit auch ohne Rauchabschnittsbildung ausgeführt werden (Bilder 5 und 6).

Weitere Anpassungen der Norm Mit dem vorgesehenen Änderungsblatt zur Norm sollen noch einige redaktionelle Veränderungen umgesetzt sowie die zwischenzeitlich fortgeschrittene europäische Normung (mit Anforderungen an das „Bauprodukt Rauchabzug“) berücksichtigt werden.

5 Zur Qualität der raucharmen Schicht

Um Vorhersagen über das Auftreten und die Tolerierbarkeit von Rauchgaskonzentrationen in der raucharmen Schicht abgeben zu können, sind ausreichend sichere Grundlagen zu mindestens drei Themenkreisen erforderlich:

a) Welche Rauchgasvolumen (Art, Konzentration und Zusammensetzung) sich aus welchem Brandgut (Menge, Oberfläche, Trocknungsgrad und Stoffzusammensetzung) in welcher Zeit entwickeln, hängt u. a. ab von der Zündenergie und der räumlichen Anordnung, aber auch von den Temperatur-, Druck-, Strömungs- und Lüftungsverhältnissen im Raum, von der Raumhöhe und der Lage des Brandherdes im Raum, von den chemisch-physikalischen Reaktionen der Brandlasten untereinander und mit dem Gebäude. Aus diesem Komplex sind erst wenige Werte von meist reinen Stoffen bekannt, die unter Laborbedingungen verbrannt wurden.

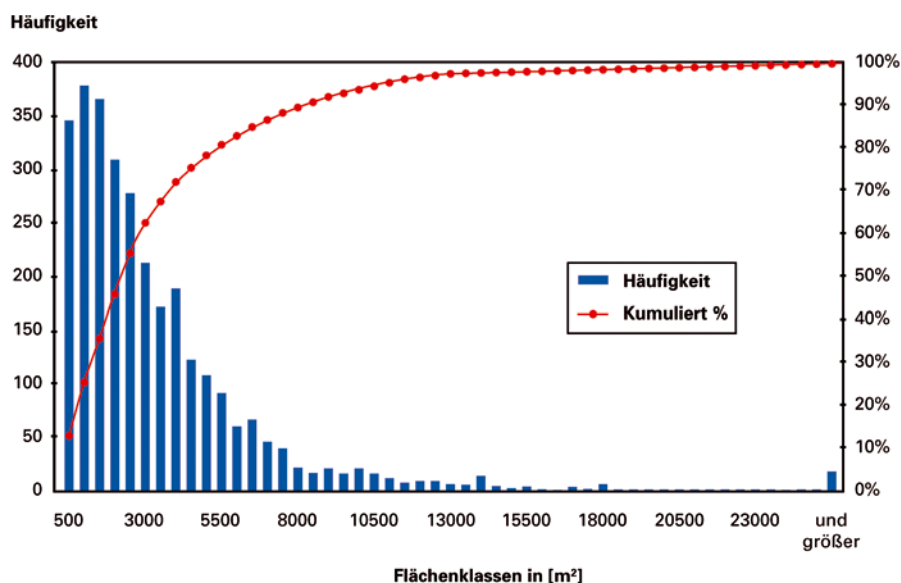


Bild 5. Die im Ingenieurbüro Halfkann und Kirchner von 1990 bis 1998 erstellten Brandschutzkonzepte für ca. 3.000 Industriegebäude zeigten, daß die dort vorhandenen Raumgrößen in den meisten Fällen unter 2.600 m² lagen.

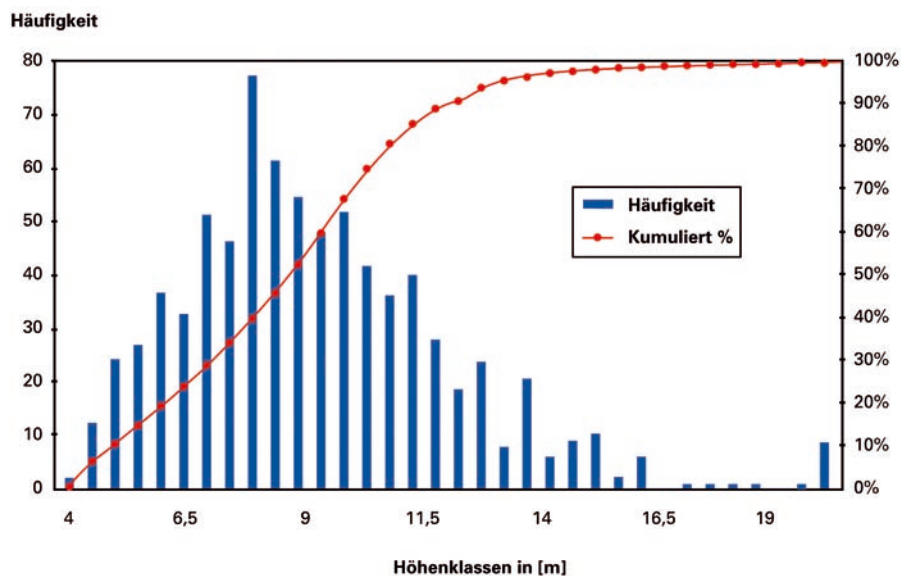


Bild 6. Die im Ingenieurbüro Halfkann und Kirchner von 1990 bis 1998 erstellten Brandschutzkonzepte für ca. 3.000 Industriegebäude zeigten, daß die dort vorhandenen Raumhöhen zu ca. 70 % bei mindestens 7 m Raumhöhe lagen.

Die Festlegung allgemein verbindlicher Größen unter allgemein verbindlichen Raumbedingungen für eine differenzierbare Betrachtung ist zur Zeit nicht möglich.

b) Die Ausbreitung und Verteilung dieser Rauchgasvolumen in den Räumen hängt unter anderem ab von den Temperatur-, Druck-, Strömungs- und Lüftungsverhältnissen im Raum, von der Anordnung und Größe der nachströmenden Luft (von Toren, Türen und Fensterflächen), von der Windrichtung und -stärke, der Raumhöhe, der Lage des Brandherdes im Raum, von der Art, Anordnung und Lage von Rauchabzugsöffnungen, Zuluftöffnungen und Rauchschürzen.

Eine allgemein verbindliche Festlegung von Größen für eine differenzierbare Betrachtung ist zur Zeit nicht möglich.

c) Die Wirkung der Rauchgase auf den Menschen hängt u. a. ab von Alter und Gesundheit, physischer und psychischer Belastbarkeit, von Menge, Zusammensetzung und Dichte der Rauchgase, von der Beleuchtung und der Art, Kennzeichnung und Länge des Fluchweges. Auch hierüber sind nur wenige Werte meist reiner Stoffe, die unter Laborbedingungen verbrannt wurden, bekannt. Die Reaktionen einzelner Stoffe zueinander und daraus entstehender neuer Stoffe sind i. d. R. unbekannt.

Eine Festlegung allgemein verbindlicher Grenzwerte für eine differenzierbare Betrachtung ist zur Zeit ebenfalls nicht möglich.

Der Arbeitskreis im Normenausschuß sah sich deshalb außerstande, (abgesicherte) Anforderungen zur

raucharmen Schicht mit differenzierbaren Vorgaben festzulegen.

Erste Ansätze dazu sind aus dem neuen vfdb-Leitfaden [9] ersichtlich. Die wissenschaftliche Auswertung verschiedener Brandversuche, aus den Jahren 1993 bis 2000 kann den Forschungsberichten 79 und 89 der Forschungsstelle für Brandtechnik an der Universität Karlsruhe entnommen werden [10, 11].

Für die Beantwortung der Frage, ob es abgesicherte und allgemein gültige Differenzierungsmöglichkeiten für die Qualität der raucharmen Schicht geben kann, ist weiterführende Forschung unverzichtbar. Der Normenausschuß bietet an, solche Daten kontinuierlich zu sammeln.

Literatur

- [1] DIN 18232-2:2001-12 Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 2: Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA); Bemessung, Anforderungen und Einbau (Norm-Entwurf).
- [2] DIN 18232-2:2003-06 Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 2: Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA); Bemessung, Anforderungen und Einbau. Berlin: Beuth-Verlag, 2003.
- [3] DIN EN 12101-2 Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 2: Bestimmungen für natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte; Deutsche Fassung EN 12101-2:2003.
- [4] VdS 2098:1990-05: Rauch- und Wärmeabzugsanlagen – Richtlinien für Planung und Einbau.
- [5] Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz TRVB S 125:97 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen: *in Überarbeitung*.

[6] DIN 18232-5:2003-04 Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 5: Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA); Anforderung, Bemessung. Berlin: Beuth-Verlag, 2003.

[7] BS 7346-4: Components for smoke and heat control systems – Functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems, employing steady-state design fires – Code of practice.

[8] VdS CEA 4020: Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (NRA) – Planung und Einbau.

[9] vfdb-Leitfaden: Ingenieurmethoden des Brandschutzes, 2005.

[10] John, R.: Rauchabführung aus hohen und weitläufigen Bauwerken im Brandfall für den Personenschutz. Forschungsbericht Nr. 79, Forschungsstelle für Brandschutztechnik des Engler-Bunte-Instituts, Universität Karlsruhe (TH), 1991.

[11] John, R.: Rauchabführung aus hohen und weitläufigen Bauwerken im Brandfall für den Personenschutz (Fortsetzung des Forschungsberichtes Nr. 79). Forschungsbericht Nr. 89, Forschungsstelle für Brandschutztechnik des Engler-Bunte-Instituts, Universität Karlsruhe (TH), 1994.

Autoren dieses Beitrages

Karl-Heinz Halfkann, Sachverständigenbüro Halfkann + Kirchner, Richard-Lucas-Str. 4, 41812 Erkelenz. office@halfkann-kirchner.de

Thomas Hegger, Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA e. V. (FVLR), Ernst-Hilker-Straße 2, 32758 Detmold, thomas.hegger@fvlr.de



Fachverband Lichtkuppel, 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



Halfkann + Kirchner

Sachverständigenpartnerschaft - Brandschutzingenieure

Richard-Lucas Str. 4 - 41812 Erkelenz - 0 24 31 / 96 50-0