

Innenraumluftqualität im Brandfall

Luft zum Atmen

Dieter Brein und Thomas Fr. Hegger

WIE SICH IM BRANDFALL der Rauch entwickelt und welche giftigen Bestandteile er enthält, hängt von vielen, teilweise unbekanntem Faktoren ab. Nur für einzelne Stoffe und einfache Brandverläufe können einige Rauchparameter wie Temperatur, Partikeldichte oder Gaszusammensetzung und -konzentration im Prüflabor festgestellt werden. Für reale Brände lassen sich die Auswirkungen des Rauches auf die Innenraumluftqualität in der Regel nicht im Voraus berechnen – und daher auch nicht in differenzierende Entrauchungsmaßnahmen einbeziehen.



Verschiedene mögliche Brandverläufe müssen untersucht werden, um im Einzelfall die Menge und räumliche Ausbreitung der freigegebenen Rauchgasmassenströme vorhersagen zu können

Bei einem Brand steigen der Rauch und heiße Brandgase mit der thermischen Strömung nach oben, sammeln sich zuerst unter der Decke und füllen in kürzester Zeit den ganzen Raum aus. Innerhalb von drei Minuten nimmt die Sichtweite so ab, dass Flüchtende sich nicht mehr in Sicherheit bringen können. Die Menschen verlieren in den kohlenmonoxidhaltigen Rauchgasen das Bewusstsein und sterben, wenn nicht rechtzeitig Hilfe kommt.

Neubewertung raucharmer Schichten?

Rauchgasvergiftungen sind mit über 80 Prozent die häufigste Todesursache bei Brandkatastrophen, „nur“ ein Fünftel der Todesfälle wird durch Verbrennungen verursacht. Doch auch

für die Rettungskräfte ist der Rauch eines der größten Probleme bei der Brandbekämpfung: Oft erschwert oder verhindert dichter Rauch das schnelle Vordringen zum Brandherd und zu den eingeschlossenen Menschen. Zudem beanspruchen heiße Brandgase die Bauteile so stark, dass es unter Umständen zum Einsturz des Gebäudes kommt.

Deshalb müssen Rauch, Wärme und die lebensgefährlichen und explosiven Zersetzungsprodukte, die bei einem Brand entstehen, schnell durch richtig dimensionierte Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) ins Freie abgeführt werden. Nur dann entsteht eine raucharmer Schicht, welche die Selbst- und Fremdrettung von Personen und den Löschangriff der Feuerwehr ermöglicht.

Nun gibt es Bestrebungen, je nach Gebäudeart und Nutzung, differenzierte Anforderungen hinsichtlich der Bewertung solcher raucharmer Schichten zu stellen, die dann mit unterschiedlichem technischen Aufwand realisiert werden sollen. Beispielsweise könnten in Gebäuden mit niedrigem Personenaufkommen und geringem Gefahrenpotenzial die Rettungswege länger oder der Grad der Entrauchung und damit die Dimensionierung der Rauchabzüge geringer ausfallen.

Dazu müsste jedoch bereits bei der Projektierung der Brandschutzmaßnahmen bekannt sein, welche Zusammensetzung der Rauch im realen Brandfall hat, welches Rauchvolumen entsteht, wie gut entraucht wird, und welche Lüftungs-, Sicht- und Atemverhältnisse in der reduziert raucharmer Zone vorliegen und wie stark der Mensch damit ohne Schaden zu nehmen belastet werden kann.

Schadstoffe im Rauch

Die meisten Brände in Gebäuden sind Feststoffbrände. Aus den häufig vorkommenden kohlenstoffhaltigen Brandlasten entstehen Verbrennungsprodukte wie Kohlenmonoxid, Chlorwasserstoff, Cyanwasserstoff und Aldehyde. Sind in der Brandlast auch sonstige Chemikalien, Düngemittel oder Kunststoffe enthalten, können die Brandgase auch Ammoniak, Schwefeloxide, Stickoxide, Isocyanate, Phosgen sowie gefährliche organische Verbindungen in höheren Konzentrationen enthalten. Die einzelnen, den Brandrauch bestimmen-

den Parameter wie Temperatur, Strahlung, Partikeldichte, Gaszusammensetzung, Rauchfarbe usw. lassen sich heute für die unterschiedlichsten Stoffe zwar meist mit ausreichender Genauigkeit im Prüflabor feststellen. Die Wirkungen der verschiedenen Stoffe zueinander, die eventuell dadurch stattfindende Bildung neuer Stoffe und deren zusammenhängende Wirkung auf den Menschen ist aber erst in ersten Ansätzen erforscht. Zudem ist noch völlig unklar, wie sich unterschiedliche Stoffgemische auf den einzelnen Menschen in der individuellen Brandsituation auswirken.

Tendenziell abgesichert ist aber die Erkenntnis, dass die unterschiedlichen Einflussgrößen nicht isoliert voneinander zu betrachten sind, da sie additiv auf den Menschen wirken. Das Festlegen akzeptabler differenzierter Mengen und Konzentrationen in genereller Form ist also nicht möglich.

Raten der Rauchfreisetzung

Um im Einzelfall die freigegebenen Rauchgasmassenströme (Menge und räumliche Ausbreitung) vorhersagen zu können, sind unter anderem verschiedene Brandverläufe zu untersuchen, die in diesem Objekt möglich sind – nach der Richtlinie VDI 6019 beispielsweise niederenergetische und hochenergetische Brände. Darüber hinaus wird die jeweilige Rauchgasfreisetzung (Quellterm) einer Brandquelle im Objekt auch bestimmt vom Brandgut (Stoffe, Oberfläche, Feuchtegrad), von den Umgebungsbedingungen (Luftdruck, Luftfeuchte, Sauerstoffkonzentration) und der Anordnung der Brandlast im Raum (z.B., ob Papierrollen waagrecht oder senkrecht, boden- oder deckennah eingelagert sind).

Während für „hochenergetische“ Brandphasen der Massenstrom an frei aufsteigendem Rauchgas aus der Wärmefreisetzung und der Aufstiegshöhe des Rauches berechnet werden kann, gilt dies für die Bemessung der Brandentwicklungsphase und für Brände mit niedriger Wärmefreisetzungsrates nicht generell. Denn hier kann je nach Stoff und Randbedingungen das Verhältnis der unverbrannten Bestandteile zum Ausgangsprodukt sehr viel größer werden als bei einem gut ventilerten, weiterentwickelten Brandstadium – die Ruß- und Partikelkonzentration ist dann deutlich höher.

Gute Sicht zur Flucht

Die erforderlichen Verdünnungsverhältnisse von Brandrauch mit Frischluft, um bestimmte Sichtweiten zu erhalten, wurden bereits vor 20 Jahren an der Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der TH Karlsruhe ermittelt. Danach müssen im ungünstigsten Fall (Öl-

! Info

Aufklärungsarbeit

Lichtkuppeln und Lichtbänder erfüllen vielfältige Aufgaben in der Architektur. Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sind unverzichtbare Bestandteile des vorbeugenden baulichen Brandschutzes. Der Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V. FVLR hat es sich zum Ziel gemacht, europaweit produktneutrale, sachliche und fundierte Forschungs- und Informationsarbeit zu leisten, bei Planern, Architekten, Entscheidungsträgern und Anwendern. 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 Normungsarbeit mit.

FVLR Fachverband Tageslicht und

Rauchschutz

32758 Detmold

Tel. (0 52 31) 3 09 59-0

info@fvlr.de

www.fvlr.de



Rauchabzüge zählen unter anderen zu den Brandschutzeinrichtungen, mit denen Gebäude ausgestattet sein sollten. Sie schaffen eine raucharme Schicht und damit ausreichend nutzbare Flucht- und Rettungswege

Anzeige

oder Holzbrände mit starker Abkühlung der Flammen an kalten Wänden) pro Kubikmeter Rauchgas bis zu 1400 m³ Frischluft zugeführt werden. Dann erhält man Sichtweiten von über 10 m, bei denen sich Personen noch nahezu orientieren können. Eine weitere Voraussetzung hierbei ist allerdings, dass die Verdünnung so hoch ist, dass keine Reizgase die Atemwege reizen und damit den Bewegungsablauf behindern. Die Sichtverhältnisse und damit die Fluchtgeschwindigkeit sind zudem abhängig von der allgemeinen Raumbeleuchtung (Kontrast, Farbe und Leuchtdichte), der Beleuchtung der Fluchtwege und -ausgänge beziehungsweise deren Kennzeichnungen sowie vom Alter und Gesundheitszustand des Raumnutzers – je älter der Nutzer, desto schlechter ist die Erkennung.

Arten der Entrauchung

Es gibt drei grundlegend verschiedene Verfahren, um im Brandfall Räume oder Raumbereiche raucharm zu halten: die Schichtenbildung, die Rauchverdünnung und die Differenzdruckbelüftung.

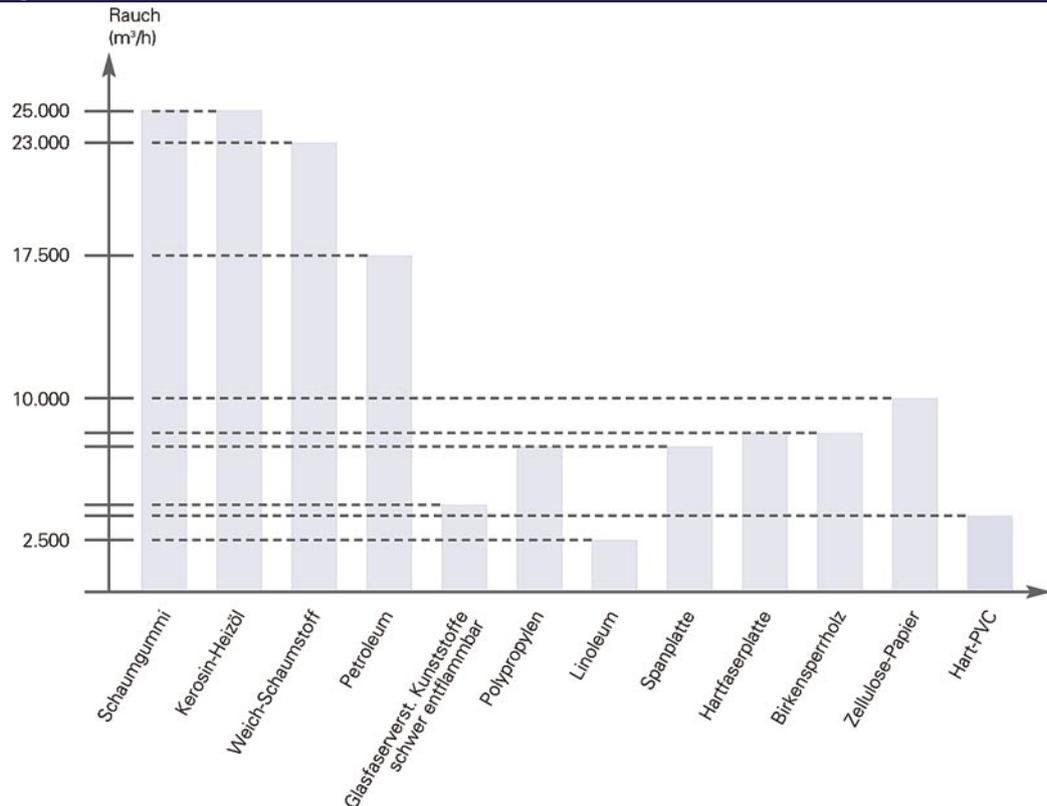
Die Vorgaben aus dem Baurecht und den meisten technischen Regelwerken führen dazu, dass in der Regel meist das Prinzip der Schichtenbildung angewendet wird: Durch ausreichend dimensionierte Ableitung von Rauch- und Brandgasen aus der oberen Schicht durch Rauchabzüge und Zuführung von Außenluft über Nachströmöffnungen stellt sich ein Strömungsgleichgewicht zwischen Rauchschicht und unterer raucharmer Schicht ein. Dieses Gleichgewicht wird besonders in der Brandentstehungs- und entwicklungsphase sowohl von inneren als auch von äußeren Strömungen beeinflusst. Zu beachten sind neben dem Windeinfluss auch bauliche Voraussetzungen, wie die Höhe der Nachströmöffnungen im Verhältnis zur Höhe der Rauchschichtgrenze, die Größe der Rauchabschnitte und die Höhen der Rauchschräge. Erst im Vollbrand haben diese strömungstechnischen Zusammenhänge einen geringeren Einfluss.

Die Entrauchung normaler Raumkubaturen im Rahmen der Schichtenbildung kann mit vereinfachten Handberechnungsverfahren nach DIN 18 232-2 oder VdS CEA 4020 mit ausreichender Sicherheit projektiert werden. Die Entrauchung komplexer Raumkubaturen sollte dagegen nur durch Feldmodellberechnungen (CFD) oder Strömungstechnische Modellstudien projektiert werden. Mit Zonenmodellen sind komplexere Strömungsprozesse nicht nachzuvollziehen.

Das Prinzip der Rauchverdünnung wird unter anderem in Räumen eingesetzt, in denen sich keine Schichten ausbilden (z. B. bei der Spülung von Treppenträumen). Hier müssen die Rauchgasmengen mit erheblichen Mengen rauchfreier Luft verdünnt werden. Der technische Aufwand für solche Anlagen kann sehr hoch sein.

Differenzdrucksysteme verhindern den Raucheintritt in den geschützten Raum, indem sie den Druck in diesem Raum erhöhen. Solche Systeme werden z. B. in Sicherheitstreppeinträumen eingebaut. Die praktische Umsetzung ist oft nicht einfach, da es im zu schützenden Raum selbst keine Brandlasten geben darf, der Überdruck hoch genug sein muss, um Leckagen auszugleichen, aber andererseits auch nicht zu hoch sein darf, um die erlaubten Türöffnungskräfte einhalten zu können. Damit ist dieses Entrauchungsprinzip auf spezielle Anwendungen beschränkt.

Rauchmenge



Welche schädlichen Stoffe im Brandfall in welchen Mengen und Zusammensetzungen auftreten können, lässt sich im Vorhinein nicht generell voraussagen

Brände nicht „planbar“

Nur von wenigen reinen Stoffen kennt man die unter speziellen Bedingungen entstehenden Verbrennungsprodukte. Über die Rauchzusammensetzung von Stoffgemischen unter realen Verhältnissen sind jedoch kaum differenzierende Abschätzungen auf gesicherter Grundlage möglich.

Je nach Brandgut und den im Brandfall herrschenden Bedingungen entstehen nicht abschätzbare Reizstoffe und giftige Bestandteile. Daher ist es auch nicht möglich, generell Mengen und Konzentrationen an Schadstoffen anzugeben, die im Rahmen der Brandschutzplanung sowie der Auslegung von Rauchabzügen und Rettungswegen noch akzeptiert werden können. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Zudem führen die bei verschiedenen Bränden freigesetzten Rauchgase infolge der Variationsbreite des Partikelaustrittes (Volumen, Farbe) zu völlig unterschiedlichen Sichtweiten. Es ist daher unrealistisch, Differenzierungsmodelle von verschiedenartigen raucharmen Schichten zu fordern oder zu projektieren. Brände sind in dieser Hinsicht nicht „planbar“.

Um im Brandfall die erforderliche Luftqualität für die Flucht, Selbst- und Fremdrettung sowie für die Erkundung oder die Löscharbeiten der Feuerwehr sicherzustellen, sollte daher mit raucharmen Schichten gerechnet werden, die im Sinne der DIN 18 232 beziehungsweise der VdS CEA-Richtlinien und der Europäischen Guideline nahezu rauchfrei sind. Nur solche raucharme Schichten lassen sich nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik planen, nachweisen und mit entsprechend dimensionierten natürlichen oder maschinellen Rauchabzugsanlagen umsetzen.

! Autoren



Thomas Fr. Hegger ist seit 1992 Vorsitzender des FVLR e. V. Fachverband Tageslicht und Rauchschutz und seit 2001 Geschäftsführender Vorstand. Er arbeitet seit vielen Jahren aktiv in unterschiedlichen nationalen, europäischen und internationalen Normenausschüssen, so unter anderem als Obmann Normenausschuss DIN 18 232.



Dieter Brein ist seit 2002 Leiter der Forschungsstelle für Brandschutz an der Universität Karlsruhe. Seine wesentlichen Arbeitsbereiche sind die Untersuchung und Entwicklung vorbeugender baulicher sowie abwehrender technischer Brandschutzmaßnahmen. Brein ist Mitglied in verschiedenen nationalen, europäischen und internationalen Normenausschüssen, so unter anderem als Obmann der DIN 18 234.