



Umfassendes Entrauchungsmanagement gefordert

Prinzipien der Entrauchung und Rauchableitung

Den Personenschutz im Brandfall – wie es das deutsche Baurecht vorsieht – allein über frühe Alarmierung, kurze Rettungswege und Abschottung zu realisieren, ist nach Meinung vieler Experten nicht ausreichend. Zudem lässt dies auch die Notwendigkeit eines Entrauchungsmanagements außer Acht. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, bieten sich als ergänzende Lösung maschinelle Entrauchungsanlagen an, die eine wesentliche Voraussetzung zur Selbstrettung, Fremdrettung, Brandbekämpfung sowie für den Sachschutz sind.

TBrandschutzgutachten gehen aufgrund der in den bauordnungsrechtlichen Vorschriften definierten Schutzziele (für sogenannte Standardbauten nach Musterbauverordnung) immer noch vom Best-Case-Szenario aus. Dieses setzt eine sofortige Alarmierung der Personen im brennenden Gebäudekomplex und die Möglichkeit zur unmittelbaren Flucht voraus. Des Weiteren unverschlossene Türen entlang der Rettungs- und Fluchtwege und zeitlich wie räumlich orientierte Personen, die keinerlei Behinderungen aufweisen dürfen. Dieser Mindeststandard geht aber an den wahren Gegebenheiten vorbei.

Da die meisten Todesopfer bei einem Brand in erster Linie einer Rauchvergiftung unterliegen, zählt die Rauchfreiheit zu einer entscheidenden Maßnahme für den Personenschutz. Maschinelle Entrauchungsanlagen stellen deshalb nicht nur als nutzungsgerechte Kompensationsmaßnahme bei Abweichungen an die materiellen Anforderungen des Baurechts die sinnvolle und letztlich auch die sicherste Variante für alle Beteiligten dar. Sie sind wesentliche Voraussetzung zur Personenrettung, Brandbekämpfung sowie für den Sachschutz.

Um ein funktionierendes Entrauchungsmanagementsystem zu realisieren, sollten Planer bereits in der frühen Phase eines Projekts ein Brand-/Rauchschutzkonzept erstellen.

Dass auf eine qualifizierte Entrauchung im Zusammenhang mit dem Personenschutz und auch mit dem Löschangriff nicht einfach so verzichtet werden kann, zeigen auch die beiden jüngsten Gerichtsurteile¹⁾ vom OVG Nordrhein-Westfalen. Beide Urteile unterstützen die Forderung des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA) nach einem funktionierenden Entrauchungsmanagement.

Um ein funktionierendes Entrauchungsmanagementsystem zu realisieren, sollten Planer – eventuell im Verbund mit Herstel-

¹⁾ Az. 2A 182/11 vom 21. 09. 2012 und vom VG Minden Az. 9K 1694/03 vom 16. 12. 2010

lern – bereits in der frühen Phase eines Projekts ein Brand-/Rauchschutzkonzept erstellen. Dabei sollte der Fokus auf einer sicheren Systemtechnik liegen, die mit auf die Anwendung abgestimmten und qualifizierten Komponenten aufgebaut werden kann. Das Sicherheitskonzept beinhaltet auch die Ansteuerung und Regelung von allen Teilen einer Entrauchungsanlage.

Prinzipien der Rauchableitung

Insbesondere bei niedrigenergetischen Bränden ist ein frühzeitiges Absinken des Rauches in den Rettungsweg zu beobachten. Ein Phänomen, das bei der Dimensionierung von Entrauchungsanlagen zu berücksichtigen ist, um rauchfreie Rettungswege, in der Regel auch die Angriffswege der Feuerwehr, sicherzustellen. Die Einsatzkräfte können sich durch ihre Ausrüstung zwar gegen den Rauch schützen, nicht aber schlechte Sichtverhältnisse kompensieren.

Im Allgemeinen unterscheidet man folgende Prinzipien der Entrauchung und Rauchableitung:

● Rauchabführung durch Verdünnung

Für Räume, bei denen die Bildung raucharmer Schichten zur sicheren Evakuierung und Brandbekämpfung nicht im Vordergrund stehen, kann das Prinzip der Rauchverdünnung zur Anwendung kommen. Aufgrund der starken Durchmischung ist jedoch häufig von einer zumindest teilweisen Verrauchung des Raumes auszugehen. Die Verdünnung kann zusätzlich dazu verwendet werden, die Selbstentzündung der noch unverbrannten Rauchbestandteile (Backdraft mit eventuell nachfolgendem Flash-Over) zu verhindern.

Sichtweiten und Schadstoffkonzentrationen, die eine wenn auch nur kurzzeitige Anwesenheit von Menschen erlauben, können in verrauchten Räumen nur mit großem Aufwand erreicht werden. Deshalb wird diese Anlagenvariante meist nur zur Unterstützung der Brandbekämpfung eingesetzt. Denn geht es um Personenschutz und die Eigenrettung, bedarf es eines sehr großen Volumenstroms.

Im Zusammenhang mit Verdünnungssystemen müssen kleine Räume wie Keller- oder Lagerräume, in denen sich zwar nur kurzzeitig Personen aufhalten, kritisch gesehen werden, weil hier meist hohe Brandlasten vorherrschen. Bei Ausbruch eines Brandes in solchen Räumen können die Fluchtwege und ganze Gebäudekomplexe verrauchen, sodass evakuiert werden



Gefahrenquelle Rauch: Schutzzielbetrachtung und Prinzipien der Rauchableitung.

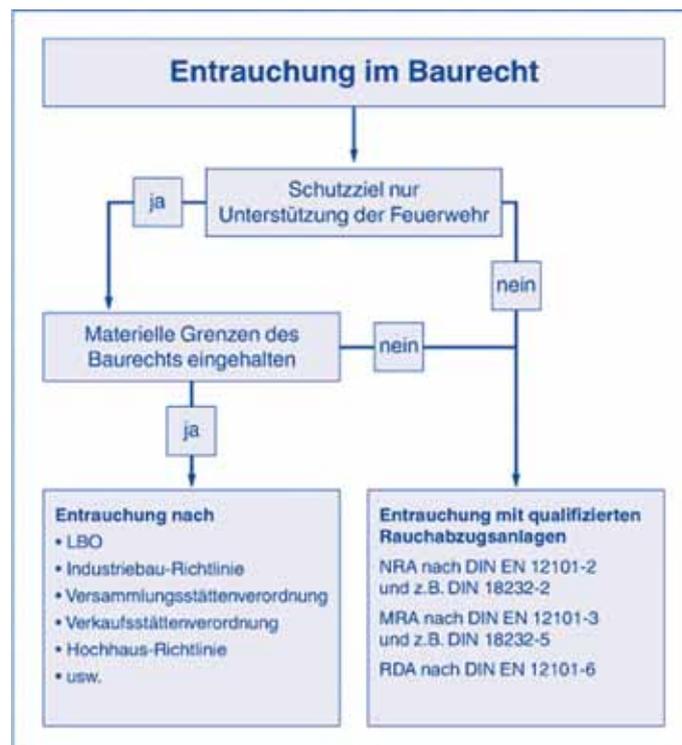
muss. Aus diesem Grund sollte keine klassische Schichtung aufgebaut, sondern versucht werden, die Temperaturen zu reduzieren und einen Unterdruck in dem Raum zu erzeugen.

● Rauchableitung durch Schichtung

Bei der Rauchableitung durch Schichtung werden durch strömungstechnische Maßnahmen zwei voneinander getrennte,

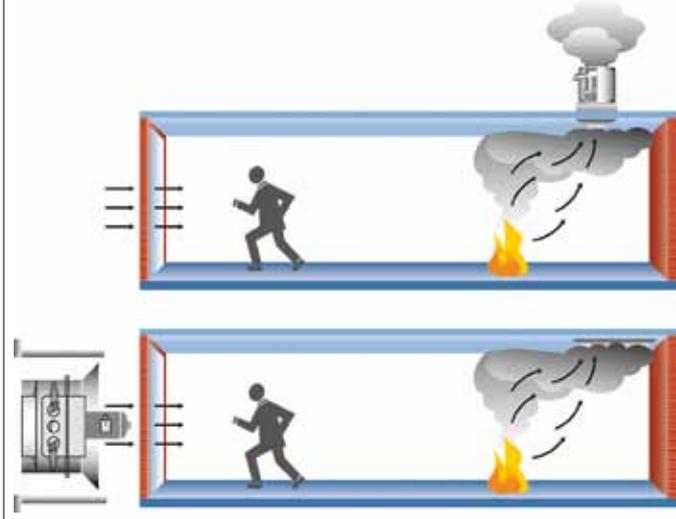
horizontale Schichten erzeugt: eine Rauchsicht direkt unter der Raumdecke und eine raucharmer Schicht im Aufnahmebereich, über die Rettungsmaßnahmen und Selbstrettung ermöglicht werden können.

Bei diesem Vorgang transportiert der durch das Brandgeschehen entwickelte Auftrieb die Schadstoffe und Rußpartikel nach oben in den Deckenbereich des



Maßnahmen zur Entrauchung nach dem Baurecht.

Verdünnungssysteme, vergleichbar mit transportablen Ventilatoren der Feuerwehren zur Druckbelüftung, die auch stationär eingebaut werden können.



Brandabschnitts. Die Auftriebszone oder der Auftriebs- beziehungsweise Thermikstrahl nimmt Luft aus der Umgebung auf, wodurch sich der nach oben gerichtete Volumenstrom erhöht. Gleichzeitig verringert sich die mittlere Temperatur der stark belasteten Luft, da viel kalte Luft aus dem Raum in den Strahl eingemischt wird. Es entsteht eine kalte Rauchschiicht.

Damit der Rauch im oberen Bereich abgeführt werden kann, muss er im unteren Raumbereich durch bodennahe und impulsarm einströmende, nicht belastete Zuluft ersetzt werden. Es kommt zur erwähnten Schichtenbildung, die im Aufenthaltsbereich von Personen zu deutlich besseren Verhältnissen als bei einer vollständigen Mischung führt. Die Schichtgrenze beziehungsweise die Höhe der raucharmen Schicht ergibt sich aus einer einfachen Bilanz: Der über Dach abgeführte Rauchvolumenstrom und der durch Auftriebskräfte nach oben transportierte Volumenstrom stimmen an der Schichtgrenze überein.

Maschinelle Entrauchungsanlagen stellen ... die sicherste Variante für alle Beteiligten dar.

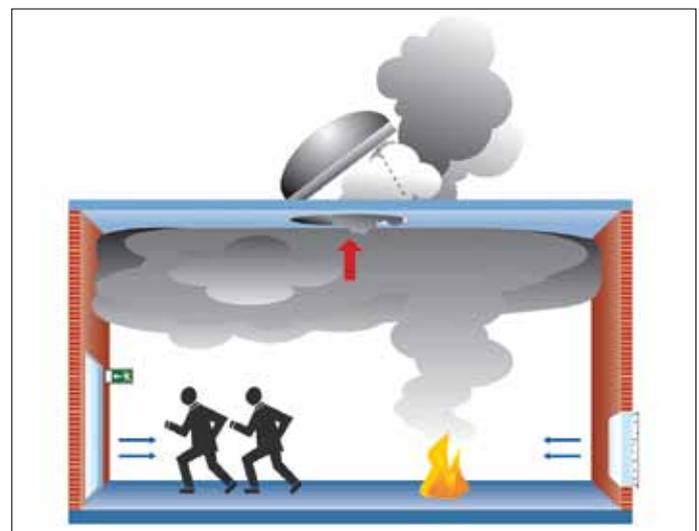
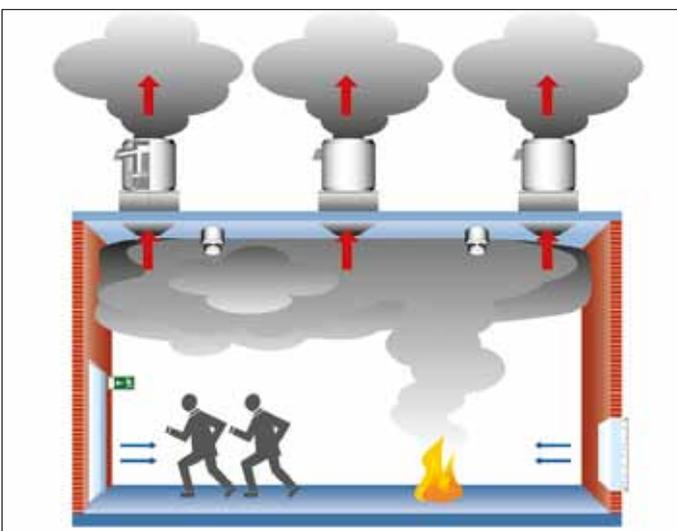
Bei der Durchströmung des Raums und insbesondere in den Ab- und Nachströmöffnungen entstehen Druckverluste. Diese Druckverluste müssen überwunden werden. Bei natürlichen Entrauchungseinrichtungen ergibt sich der Antrieb der Strömung aus der Dichtedifferenz zwischen Raumluft und der Außenluft. Das heißt, der sich einstellende Volumenstrom ist eine Funktion der Wärmefreisetzung des Brandes und der Ausgangssituation des Gebäudes. Werden Gebäude im Sommer gekühlt oder klimatisiert, kann eine natürliche Entrauchung nicht eingesetzt werden, da sich in der frühen Brandphase die Strömung durch das Gebäude umkehren würde. Bei der maschinellen Entrauchung wird der Rauch unabhängig von Temperatur- und Dichtedifferenzen sicher durch den Entrauchungsventilator aus dem Gebäude entfernt.

In der Regel werden in Räumen größer 200 m² Schichthöhen von mindestens 2,5 m über Boden angesetzt. Die normative Grundlage zur Berechnung der Volumenströme und Temperaturen bei der

Auslegung von maschinellen Rauch- und Wärmeabzügen stellt die DIN 18232-5 dar. Ihr Anwendungsbereich erstreckt sich auf Räume mit einer Mindesthöhe von 3 m und Raumgrößen zwischen 400 m² und 1600 m² (für kleinere oder größere Räume gibt es Anpassungs- und Kompensationsoptionen). Die Auslegung einer maschinellen Rauchabzugsanlage nach DIN 18232-5 „Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 5: Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA); Anforderungen, Bemessung“ erfolgt u. a. nach folgenden Einzelschritten:

- Festlegung der Bemessungsgruppe,
- Ermittlung Volumenstrom und Rauchschiichttemperatur,
- Ermittlung der Temperaturklasse für die Entrauchungsventilatoren und -komponenten,
- Ermittlung der Anzahl der Absaugstellen,
- Planung der Nachströmung.

Neugefasst – auch für DIN 18232-2 „Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 2: Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA); Bemessung, Anforderungen und Einbau“ – wurde u. a., dass die Nachströmgeschwindigkeit beim Eintritt in den Rauchabschnitt 1 m/s nicht überschreiten sollte. Gerade bei natürlichen Anlagenvarianten wird die Nachströmung oft vernachlässigt, obwohl sie sehr wichtig ist: Der notwendige Thermikstrahl kann sich nur bei kleinen Strömungsgeschwindigkeiten aufbauen, bei zu hohen Geschwindigkeiten wird er zerstört. Dabei ist zu beachten, dass die Festlegung eines festen Zahlenwerts für die zulässige Geschwindigkeit einer Nachströmung physikalisch nicht sinnvoll ist. Expe-



MRA mittels Entrauchungs-Dachventilatoren (l.) im Vergleich dazu: natürliche Entrauchung (r.).

perimentelle Daten zeigen, dass die Stabilität einer Rauchschrift bei gegebener Geometrie des Strömungsgebiets eine Funktion der Archimedes-Zahl ist. Daraus kann abgeleitet werden, dass zunächst ein kleinerer Volumenstrom für eine sichere Kaltentrauchung und im späteren Brandverlauf ein höherer Volumenstrom für die Abführung der Brandgase verwendet werden kann. Eine gezielte Steuerung von Entrauchungsventilatoren kann somit für eine ausreichend lange Zeit eine raucharmer Schicht sicherstellen. Außerdem können Nachströmöffnungen auf Basis der Archimedes-Zahl auch bei geringen Temperaturdifferenzen in Abnahmemessungen bewertet werden. Diese Gesichtspunkte sollten bei der Weiterentwicklung des bestehenden Regelwerks beachtet werden.

● Rauchabschnittsbildung

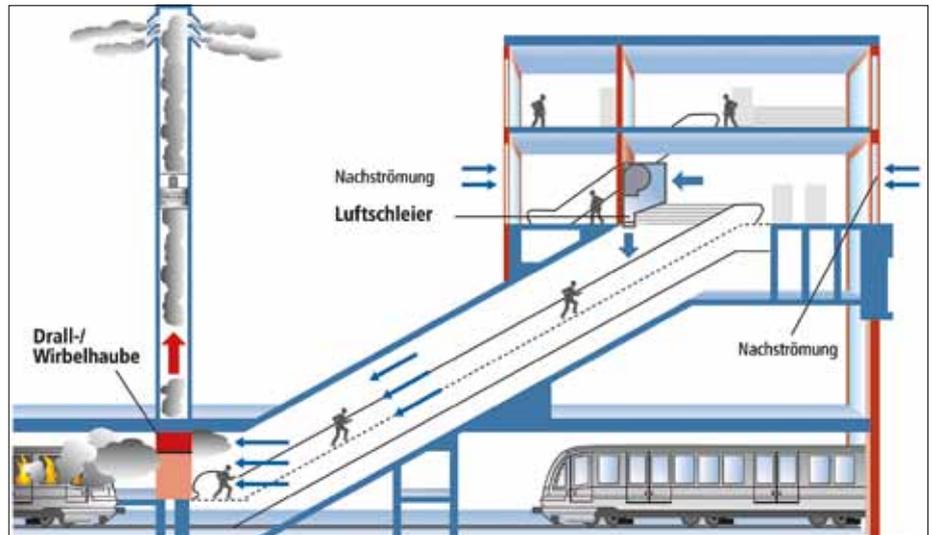
Gerade bei größeren Räumen ist es häufig erforderlich, Rauchabschnitte zu bilden bzw. Gebäudebereiche so weit abzuschirmen, dass der Rauchübertritt von einem Gebäudeteil in den anderen über einen längeren Zeitraum verhindert werden kann. Ist die Ausbildung von Rauchabschnitten durch bauliche Maßnahmen wie Rauchschürzen oder Trennwände oder aus Gründen der Architektur nicht möglich, können lufttechnische Maßnahmen zur Ausbildung virtueller Rauchabschnitte eingesetzt werden. Hierzu gehören Rauch-Direkterfassungssysteme wie Drallhauben oder Drallrohre.

Die Rauch-Direkterfassung und die Abführung erfolgt wie bei der Schadstoffeffassung in der industriellen Produktion unmittelbar an der Entstehung. Daraus ergeben sich zwei Vorteile:

- Durch die Erfassung des Rauches in unmittelbarer Nähe zum Brandherd wird die Lauflänge des Thermikstrahles minimiert und der in den Strahl eingetragene Luftanteil durch Induktionsprozesse reduziert.
- Damit verbunden ist auch eine Minimierung des abzusaugenden Rauchstromes, eine Rauchausbreitung im Raum wird im Wesentlichen verhindert.

Typische Anwendungsfälle sind Galerien, Gänge und Flughafen-Piers, Gepäckausgaben oder die Rauchabschnittsbildung in Tiefgaragen.

Experimentelle Daten zeigen, dass die Stabilität einer Rauchschrift bei gegebener Geometrie des Strömungsgebiets eine Funktion der Archimedes-Zahl ist.



Beispiel einer Rauchschutz-Druckanlage mit Zuluftventilator im Kellerbereich und der Regelklappe im oberen Bereich des Treppenraumes.

● Rauchfreihaltung, Differenzdrucksystem

Anlagen zur Rauchfreihaltung haben die Aufgabe, Flucht- und Rettungswege, insbesondere Sicherheitstuppenräume, rauchfrei zu halten. Dadurch soll Personen die Flucht ermöglicht und den Einsatzkräften der Feuerwehr erleichtert werden. Das Eindringen von Rauch in offene Rettungswege (Gänge, Fluchttunnel, etc.), über größere Leckagen (Lichtöffnungen etc.) oder Türen, die mit dem Brandraum in Verbindung stehen, kann nur durch eine gezielte Frischluftströmung verhindert werden. Dabei muss der Zuluftstrom von den zu schützenden Bereichen in Richtung Brandbereich gerichtet sein.

Eine solche Strömung kann sich nur dann einstellen, wenn entweder im Brandraum gegenüber dem zu schützenden Raum ein Unterdruck oder in dem zu schützenden Raum ein Überdruck zum Brandraum erzeugt wird. Beim Unterdruck im Brandraum ist sicherzustellen, dass eine permanente Frischluftnachströmung zu dem zu schützenden Raum erfolgt. Beim Überdruck im Schutzbereich (Treppenraum, Fluchttunnel, Flur etc.), dass eine permanente, hinreichend große Abströmung aus dem Brandraum erfolgt.

Eine Durchströmung von ≥ 1 m/s ist während der Phase der Entfluchtung,

wenn noch von geringen Brandraumtemperaturen auszugehen ist, sicherzustellen. Das gilt auch, wenn diese durch bauliche Verhältnisse, z. B. ein längerer Flur, zu erwarten sind. 2 m/s oder mehr sind für die Phase der Fremdrettung durch die Feuerwehr, bei der mit höheren Brandraumtemperaturen zu rechnen ist, notwendig. In Sicherheitstuppenräumen von Hochhäusern sollte grundsätzlich eine Durchströmungsgeschwindigkeit von 2 m/s angesetzt werden.

Fazit

Der Gesetzgeber geht von einer Mindestanforderung und sogenannten „Standardbauten“ aus, die häufig jedoch nur die Unterstützung eines Feuerwehrangeiffs berücksichtigt. Standardbauten nach Baurecht sind in der Praxis nicht existent – bei fast allen Nichtwohngebäuden handelt es sich um Sonderbauten, für die weitere Schutzziele beachtet werden müssen. Zu deren Einhaltung ist zumeist eine qualifizierte Entrauchungsanlage sinnvoll und notwendig. Dies gilt auch, wenn die quantitativen Grenzen des Baurechts überschritten werden. ■

Autor: Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller, RWTH Aachen und Geschäftsführer TROX GmbH, Dipl.-Ing. Udo Jung, Geschäftsführer TROX TLT GmbH

Bilder: TROX TLT

www.trox.de
www.trox-tlt.de