

Mechanische Entrauchungsanlagen

W. Müller

Die Musterbauordnung bestimmt in § 17 Abs. 1, daß bauliche Anlagen so beschaffen sein müssen, daß der Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand wirksame Löscharbeiten und die Rettung von Menschen und Tieren möglich sind.

Der Entstehung und Begrenzung eines Brandes wird grundsätzlich durch Einhalten der bauordnungsrechtlichen Baustoff- und Bauteilanforderungen vorgebeugt. Entsteht trotzdem ein Brand, sind die Voraussetzungen der Zielvorgabe, soweit ein wirkungsvoller Einsatz überhaupt noch möglich ist,

- rechtzeitige Erkennung eines Brandes,
- sofortige Weiterleitung der Brandmeldung,
- gesicherte Entgegennahme der Brandmeldung,
- Alarmieren der Löschkkräfte,
- schnelle und ungehinderte Anfahrt,
- rasches Erkennen des Brandherdes,
- Sicherung der Rettungs- und Angriffswege und
- Vorhandensein einer ausreichenden Wasserversorgung.

Dieses angestrebte Ziel ist oft nur mit Brandschutzanlagen, insbesondere mit automatischen Feuerlöschanlagen, zu erreichen, wenn – wie gesagt – die grundsätzlich vorgeschriebenen baulichen Brandschutzmaßnahmen nicht ausreichen, die Anforderungen des § 17 Abs. 1 der MBO zu erfüllen, oder bei Gebäuden besonderer Art und Nutzung, für die Ausnahmen von den Vorschriften der Bauordnung möglich sind. Eine wichtige Voraussetzung zur Durchführung von wirksamen Löscharbeiten und zur Rettung von Personen ist das Schaffen aus-

reichender Sichtverhältnisse in dem vom Brand betroffenen Raum, die auch der Feuerwehr einen weitestgehend ungehinderten Innenangriff am Brandort ermöglichen.

Soweit diese Voraussetzung nicht auf natürliche Weise erreicht wird, beispielsweise bei großen Räumen und Hallen, kann sie erfüllt werden, wenn Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) eingebaut sind, die den VdS-Richtlinien – Form 3010 – oder der DIN 18 232 Teil 2 entsprechen. Entrauchung und Wärmeabfuhr erfolgen durch thermischen Auftrieb aus Öffnungen im Dach.

Sowohl die Norm als auch die VdS-Planungsrichtlinien enthalten Bemessungsgrößen entsprechend der jeweiligen Nutzung und der zu erwartenden Brandentwicklung.

Mechanische Entrauchung – eine Alternative zur RWA

Die Norm DIN 18 232 sieht in einem weiteren noch zu erwartenden Teil vor, dort wo sich ein natürlicher Rauchabzug nicht einstellt (Innenräume, Flure), Ventilatoren zur mechanischen Entrauchung einzusetzen. Die Arbeiten des hierfür eingerichteten Arbeitskreises des Normenausschusses sind bereits angelaufen. Grundsätzlich sind mechanische Entrauchungsanlagen jedoch immer Ersatzlösungen. Jeder natürliche Rauchabzug – RWA, oder nach dem Sprachgebrauch der Norm RA – ist bereits im Anfangsstadium eines Brandes wirksam und erfüllt im Gegensatz zu Ventilatoren auch dann noch seine Funktion, wenn der Brand bereits größere Ausmaße angenommen hat und größere Wärmemengen aus dem brennenden Raum abgeführt werden müssen. Es ist daher immer besser, bei hoher Brandlast oder schneller Abbrandgeschwindigkeit natürlich wirkenden Rauchabzug dem mechanischen Abzug vorzuziehen, soweit dies baulich möglich ist. Dagegen kann bei zu erwartenden

rauchintensiven Schwelbränden in Räumen mit relativ geringer Brandlast ein maschineller Abzug mit Ventilatoren gleichwertig oder sogar vorteilhafter sein.

Bei der Diskussion über eine Entrauchung muß zunächst die Zweckbestimmung klar herausgestellt werden.

Flucht- und Rettungswege, z. B. Treppenträume, sollen baulich bereits so gestaltet werden, daß kein Rauch eindringen kann, z. B. mit Hilfe selbstschließender Abschlüsse, so daß die Wege immer passierbar bleiben.

Eventuell doch eintretender Rauch sollte umgehend abgesaugt werden; bei innenliegenden Treppenträumen muß das Eintreten von Rauch notfalls auf andere Weise verhindert werden. Für die Berechnung der Be- und Entlüftung zur Rauchfreihaltung von Treppenträumen und Rettungswegen sind in den vergangenen Jahren verschiedene Untersuchungen durchgeführt worden und Veröffentlichungen erschienen [1].

Anders sind die Verhältnisse in größeren Räumen oder Hallen, z. B. in Produktions- und Verkaufsstätten oder Lagerbereichen. Hier muß die mit Brandrauch vermischte Raumluft so abgeführt werden, daß die Halle möglichst im unteren Bereich rauchfrei bleibt. In der Regel erfolgt dies mit Rauchabzügen im Dach. Für die mechanische Entrauchung solcher großen Räume sind bisher noch keine Untersuchungen bekannt, die ausreichend wissenschaftlich fundiert sind. Die wenigen vorhandenen Veröffentlichungen stützen sich auf Brände in relativ kleinen Räumen, wobei gute Ansätze für eine Projektierung gegeben werden [2], [3].

Möglichkeiten und Voraussetzungen für den Einsatz von Entrauchungsventilatoren

Theoretisch kann anstelle des natürlichen Abzuges ein Rauch- und Wärmeab-

zug immer auch über Ventilatoren erfolgen. Um jedoch eine Gleichwertigkeit zur natürlichen RWA zu erreichen, ist in der Regel ein sehr großer anlagentechnischer und auch finanzieller Aufwand erforderlich, z. B. zur Bewältigung der Volumenströme, wegen der thermischen Beanspruchung der Ventilatoren und Kanäle sowie für die Energieversorgung.

Auf der Grundlage von Untersuchungen für die Bemessung von natürlichen Rauch- und Wärmeabzugsanlagen im Dach ist bekannt, welche Öffnungsflächen im Dach vorhanden sein müssen, um in einer Halle eine gewisse rauchfreie Schicht zu erhalten. In bestehenden Regelwerken [4], [5] sind diese Entlüftungsflächen als Prozentsatz der Hallen Grundfläche in Tabellen angegeben. Bezieht man die Prozentangaben auf eine Rauchabschnittsfläche von 1.600 m² und kann die im Brandfall auftretende Rauchschichttemperatur mit etwa 300 °C angenommen werden, so kann der Gesamtvolumenstrom für den betreffenden Rauchabschnitt errechnet werden. Ein Kilogramm Brandgut erzeugt ca. 1.000 m³ Rauchgas. Vermischt mit der klaren Raumluft kann dies innerhalb einer kurzen Zeit – je nach Menge des Brandgutes – nach Brandentstehung ein Rauchgas-Luftvolumen von 50.000–80.000 m³ ergeben. Das Rauchgas-Luftgemisch kann dann eine solche optische Dichte haben, daß keine Orientierung in dem großen Raum mehr möglich ist.

Ein Brand wird sich in der Regel aus der Entstehungsphase hinaus weiter entwickeln, wenn kein erfolgreicher Löschangriff vorgenommen wird. Er vergrößert sich je nach vorhandener Menge und Verteilung der brennbaren Materialien mit einer unterschiedlichen Ausdehnungsgeschwindigkeit. Daher muß man für die Berechnung des von einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage abzuführenden Brandgas-Luftvolumens von der Größe des Brandes ausgehen, die er beim voraussichtlichen Eintreffen der Feuerwehr angenommen haben dürfte. Mechanische Entrauchungsanlagen in großen Hallen müssen daher allein schon wegen des sehr hohen Luftanteils enorme Rauchgasmengen abführen. Von entscheidendem Einfluß ist dabei die bereits erwähnte Brandausbreitungsgeschwindigkeit, die ausschlaggebend von der durch die jeweilige Nutzung bedingte Anhäufung und Art brennbarer Materialien bestimmt wird. Je schneller die zu erwartende Brandausbreitungsgeschwindigkeit ist, um so kürzer sollte die Zeitdauer bis zum Beginn der Brandbekämpfung sein. Um diese Zeitdauer mit dem Ziel einer möglichst wirtschaftlichen Anlage für die Bemessung kurz zu halten, ist generell eine Brandmeldeanlage notwendig. Die Inbetriebnahme der Entrauchungsanlage kann über diese Brandmeldeanlage erfolgen.

Mehrlüfter- und Einzellüfteranordnung

Anlagen zur Rauch- und Wärmeabfuhr durch Öffnungen im Dach können nur dort eingesetzt werden, wo die Decke gleichzeitig das Dach ist, also in eingeschossigen Hallen. Solche Anlagen sind vom Aufwand her einfach und preiswert zu erstellen. Selbstverständlich können auch Dachventilatoren für diesen Zweck eingesetzt werden. Das wird man wegen des bereits erwähnten hohen Aufwandes in der Regel jedoch nur dann tun, wenn hierzu eine besondere Notwendigkeit besteht, z. B. um Schwitzwasserbildung zu verhindern oder aus anderen bauphysikalischen Gründen, die den erhöhten Mehraufwand rechtfertigen.

In den Außenwänden unterhalb der Decke angebrachte Entrauchungsventilatoren sind nur dann zweckmäßig, wenn relativ kleine Räume zu entrauchen sind, wobei ein Abstand von 20 m bis zur gegenüberliegenden Wand als realisierbar angesehen wird.

Da ein Brand an jeder Stelle einer Halle ausbrechen kann, an der die Möglichkeit einer Zündung besteht und wo sich brennbare Stoffe, auch der Konstruktion befinden, sollten die Ventilatoren mit möglichst geringem Abstand gleichmäßig verteilt sein. Damit ergibt sich eine auch in der Praxis realisierbare Aufteilung von 300–400 m² Hallengrundfläche für einen entsprechenden Ventilator.

Die Ansaugcharakteristik von Dachlüftern sollte so sein, daß der Rauch aus dem oberen Hallenbereich erfaßt wird. Lüfter mit einer punktuellen Ansaugcharakteristik sind allenfalls für hohe Räume geeignet. Untergeschosse und Kellergeschosse benötigen zur Entrauchung Ventilatoren in den Außenwänden oder, bei den heutigen Großbauten, in innenliegenden Brandabschnitten oder innenliegenden Räumen ein Kanalsystem mit einem zentralen Ventilator. Führen die Rauchabzugskanäle durch andere Brandabschnitte, so müssen diese den besonderen Brandschutzanforderungen entsprechen. Dabei ist es nicht ausreichend, wenn die Kanäle der Feuerwiderstandsklasse L-90 nach DIN 4102 entsprechen. Eine L-90-Prüfung von Lüftungsleitungen soll sicherstellen, daß Brände nicht durch die Leitungen auf benachbarte Bereiche übertragen werden. Der Kanal selbst darf dabei zumindest teilweise einstürzen, oder sich verformen und verbiegen. Rauchabzugskanäle dürfen ebenfalls keine Brände übertragen, müssen aber bei den Prüftemperaturen ohne Beeinträchtigung des Querschnittes mechanisch stabil bleiben. Bei den erforderlichen Volumenströmen sind daher formstabile Kanalelemente mit großen Abmessungen erforderlich. An ihre Standfestigkeit werden hier erhebliche Anforderungen gestellt. Die Ansaugöffnungen in Kanälen sollten seitlich so angeordnet sein, daß wenig klare Raumluft, aber möglichst viel an Brandgasen abgeführt werden kann. Dach- und

Wandventilatoren, wie auch die Ansaugöffnungen in Kanälen bei Zentralventilatoren sollten über Rauchmelder sektionsweise so eingeschaltet oder durch Klappen gesteuert werden, daß ein optimaler und gezielter Abzug gewährleistet ist. Die Absaugung von noch nicht mit Rauch durchsetzter Luft in entferntere Bereiche sollte möglichst vermieden werden.

Energiezufuhr, Zuluft

Die elektrische Energieversorgung der Ventilatoren sowie der Branderkennungs- und Auswerteeinrichtungen muß auch im Brandfall gewährleistet sein. Für Dach- und Wandventilatoren sollten Verlegung und Anschluß der Zuleitungen von außen (Außenseite des Gebäudes oder Brandabschnittes) erfolgen. Muß die Zuleitung innerhalb des Raumes verlegt werden, ist sie entsprechend der Feuerwiderstandsdauer auszuführen. Werden die Zuleitungen für andere Brandabschnitte innerhalb des Gebäudes verlegt, müssen sie feuerbeständig ausgeführt werden. Die Energieversorgung für die Motoren sollte unabhängig von der allgemeinen elektrischen Versorgung sein und bereits von der Einspeisung her getrennt verlegt werden.

Um die Gleichwertigkeit zur Rauch- und Wärmeabzugsanlage zu erhalten, kann es unter Umständen erforderlich sein, eine Ersatzstromversorgung zur Verfügung zu haben, um die Ventilatoren auch bei Ausfall der öffentlichen Energieversorgung noch weiter betreiben zu können.

Wie eine Raumentlüftung benötigt auch der Rauch- und Wärmeabzug zur einwandfreien Funktion eine ausreichend dimensionierte Zuluftmenge. Bei mechanischen Entrauchungsanlagen können hierfür sowohl eine mechanische Belüftung als auch alle nach außen führenden Öffnungen mit herangezogen werden. Die Zuluftöffnungen müssen räumlich so angeordnet werden, daß Luft-Kurzschlüsse vermieden werden. Brandventilatoren sollten daher auch nicht in unmittelbarer Nähe von Türen oder Toren montiert werden. Maßgebend ist eine gerichtete Frischluftströmung, damit die Löschkräfte im Zuge der Zuluft in den Brandraum vordringen können. Eine Verwirbelung des Rauches durch falsche Anordnung der Zuluft muß in jedem Fall vermieden werden, da sie dem Ziel des Rauchfreihaltens im unteren Bereich des Raumes und der Rauchabfuhr im oberen entgegensteht.

Auswahl von Ventilatoren

Die Auswahl von Brandgasventilatoren erfolgt entsprechend der zu erwartenden Rauchgastemperatur. Ein in Fachkreisen diskutierter Vorschlag über die thermischen Anforderungen an Ventilatoren kann der Tabelle entnommen werden.

Es versteht sich von selbst, daß notwendige Entrauchungsleitungen zumindest auch die Anforderungen erfüllen, wie sie

Kategorie	Anforderungen an die thermische Belastbarkeit	Einsatzbeispiele	Bemes- sungs- gruppen BMG	Empfoh- lener Luft- wechsel LW
1 (100/30)	Lufttemperatur 100 °C für 30 min	Rauchfreihaltung von Treppenträumen, Be- und Entlüftung sowie Über- druckhaltung		
2 (300/30)	Lufttemperatur 300 °C für 30 min	Entrauchung von Fluren und Räumen ohne nennenswerte Brandbelastung, Versamm- lungsstätten, hohe Räume < 10 m ohne Warenstapel, Garagen, gesprinkelte Betriebsbereiche	1-2	12
3 (720/15) 300/30)	Lufttemperatur 720 °C für 15 min + 300 °C für 30 min	Rauch- und Wärmeabzug in Fertigungsbetrieben, großen Hallen mittlerer Brandbe- lastung, Lebensmittelmärkte mit geringer Warenstapelung < 1,60 m, gesprinkelte Lagerbereiche, Decken- höhe < 6 m	2-3	18
4 (850/30 300/90)	Lufttemperatur 850 °C für 30 min + 300 °C für 90 min	Rauch- und Wärmeabzug in Lagern mit mittlerer Brand- ausbreitung, Verkaufsmärkten mit Warenstapelung z. B. Lebensmittel und andere Mitnahmeartikel	4-5	25-30

Mindestanforderungen an mechanische Rauch- und Wärmeabzüge und empfohlener Mindestluft- wechsel entsprechend der Nutzung. Die Alarmierung der Löschkräfte und die Einschaltung der Abzugsanlagen erfolgt über eine Brandmeldeanlage.

an Ventilatoren gestellt werden. Die Anforderungen zur Vermeidung einer Brandübertragung in andere Brandabschnitte (siehe DIN 4102 Teil 4) müssen darüber hinaus noch zusätzlich erfüllt sein.

Das größte und heute noch bestehende Problem, das der breiten Anwendung von Rauchgasventilatoren entgegensteht, ist die erforderliche hohe Volumenstromleistung. Von seiten der Industrie werden heute Entrauchungsventilatoren angeboten mit theoretischen Luftvolumen- strömen bis zu 28 000 m³/h. Müssen bereits Druckverluste in Entrauchungs- leitungen von ca. 400 Pa überwunden werden, so fällt das Fördervolumen bereits unter 20 000 m³/h ab. Die Förde- rung von Heißluft bis 400 °C bzw. 600 °C ist möglich über eine Standzeit von 120 bzw. 90 Minuten. Ob solche hohen Anfor- derungen immer und in jedem Fall not- wendig sind, muß bei der Festlegung der Einsatzbereiche bei der Planung ent- schieden werden.

Probleme der Entrauchung durch Lüf- tungs- und Klimaanlage

Rauch- und Wärmeabzug mittels Lüf- tungs- oder Klimaanlage (raumluftech- nische Anlagen) ist in der Regel nicht möglich, da die Baukomponenten sol- cher Anlagen den thermischen Anforde- rungen an einen Rauch- und Wärmeab- zug nicht entsprechen. Anlagen zur Luft- aufbereitung müßten umgangen werden, z. B. durch spezielle Klappen (Entrauchungs- klappen), damit die Umluft auf Fortluft geschaltet werden kann. Eben-

falls das Fördervolumen muß erhöht wer- den. Sind an die Leitungen mehrere Geschosse oder Brandabschnitte ange- schlossen, so müssen zusätzliche Entrauchungsschächte oder Kanäle geschaffen werden, die im Brandfall durch feuerwiderstandsfähige Entrauchungsklappen automatisch betrieben werden. Die gesamte raumluftech- nische Anlage müßte daher bereits für einen Abzug von heißem Rauch konzipiert sein. Hinzu kommt, daß raumluftech- nische Anlagen in vielen Fällen (auch im Brandfall) weiter- betrieben werden müssen, um einzelne Bereiche noch weiterhin zu versorgen. Da jedoch bei solchen Anlagen die „bauaufsichtlichen Richtlinien über die brandschutztechnischen Anforderungen an Lüftungsanlagen“ zu beachten sind, stößt die Möglichkeit einer Entrauchung mittels solcher Anlagen an die Grenzen technischer Realisierbarkeit. Der Einsatz raumluftech- nischer Anlagen zur Entrauchung mit einer Umschaltung von Umluft auf Fortluft wäre höchstens einsetzbar für die Kategorien 1 oder 2 der Tabelle, wenn die betriebstechnischen Bedingun- gen ebenfalls eingehalten würden.

Es sollte ebenfalls nicht verkannt werden, daß Rauch jeglicher Art auch aggressive Bestandteile enthält, die zu Korrosions- schäden führen können. Eine raumluf- tech- nische Anlage, die zur Brandabfüh- rung herangezogen wird, muß selbst nach kleinen Bränden gereinigt, saniert oder sogar ersetzt werden. Es bleibt die Frage, ob die Instandsetzungskosten und der Ausfall der Anlage durch einen erfolg- reichen Rauchabzug im Brandfall ge-

rechtfertigt werden. Es sollte daher über- legt werden, ob eine getrennte Entrauchungsanlage in diesen Fällen nicht sinn- voller ist.

Zusammenfassung

Rauch- und Wärmeabzug durch mecha- nische Abzugseinrichtungen ist in bestimmtem Umfang möglich. Aufgrund der begrenzten Leistungsfähigkeit und nach Analyse des Kosten-/Nut- zungsverhältnisses bleibt der Rauch- und Wärmeabzug durch Ventilatoren immer ein Kompromiß, den man bei bestimmten Bauweisen gezwungenermaßen ein- gehen muß. Neben den Anforderungen an die Ventilatoren und an die Bauteile der Entrauchungsanlage, wie Kanäle und Klappen, bezüglich ihrer Leistungsfähig- keit und der thermischen Widerstandsfähig- keit muß bei der Planung einer mecha- nischen Entrauchungsanlage der voraus- sichtliche Gesamtverlauf eines Brandes in Betracht gezogen werden. Da oft nur in der Anfangsphase ein Brand so bekämpft werden kann, daß nur geringer Schaden entsteht, sollten mechanische Entrauchungseinrichtungen über eine automa- tische Brandmeldeanlage mit Rauchmel- dern angesteuert werden, die zur Einsatz- leitstelle der Feuerwehr durchgeschaltet ist. Die Anfahrt und Einleitung des Löschangriffs der Feuerwehr sollte eben- falls so kurz wie möglich sein. Sind diese Voraussetzungen für einen Löschangriff nicht vorhanden, so kann nur mit automa- tischen Löschanlagen das angestrebte Ziel des Baurechts

„Bauliche Anlagen müssen so beschaffen sein, daß . . . wirksame Löscharbeiten . . . möglich sind“

erreicht werden.

Literatur

- [1] R. JOHN:
Berechnung von Druckbelüftungsan- lagen zur Rauchfreihaltung von Ret- tungswegen im Brandfall,
Fachaufsatz: Klima-Kälte-Heizung
7-8/1980
R. JOHN:
Lüftungssysteme zur Rauchfreihal- tung von Treppenträumen,
Fachaufsatz: Klima-Kälte-Heizung
11/1979
- [2] K. H. QUENZEL:
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen;
Im Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes,
Brain-Verlag, Berlin
- [3] Verschiedene Firmenveröffent- lichungen
- [4] VdS-Richtlinien Form 3010:
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) – Planung und Einbau –
- [5] DIN 18 232 Teil 1:
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen – Begriffe und Anwendung –
DIN 18 232 Teil 2:
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen – Rauchabzüge, Bemessungen, Anforderungen und Einbau –
Beuth-Vertrieb, Berlin