



Lüftung/Klima
Heizung/Sanitär
Gebäudetechnik

Organ der VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung (VDI-TGA)

Lüftungsanlagen mit Entrauchungsfunktion



Sonderdruck für den
Herstellerverband
Raumluftechnische Geräte e. V.
www.rlt-geraete.de

Lüftungsanlagen mit Entrauchungsfunktion

Christoph Kaup, Brücken

Mit RLT-Geräten kann das Schutzziel der Entrauchung üblicherweise nicht allein erfüllt werden, da diese serienmäßig nicht der EN 12101-3 entsprechen und keine bauaufsichtliche Zulassung besitzen! Lüftungsanlagen sind deshalb zur Entrauchung unterstützend nur dann geeignet, wenn Lüftungsleistung, Kanalnetz, Bauelemente, Ventilatoren, Energieversorgung und Lüftungszentrale für den Brandfall ausgelegt sind und die Lüftungsleitungen keine Absperrvorrichtungen aufweisen.

Autor



Dr.-Ing. Christoph Kaup, Jahrgang 1963, Studium der Verfahrenstechnik, des Wirtschaftsingenieurwesens und der Informatik mit Promotion 1992. Geschäftsführer eines Mittelstandsunternehmens für innovative Produkte der Lüftungs- und Klimatechnik, Vorstandsmitglied und Obmann für Technik des Herstellerverbandes RLT-Geräte, Mitglied im verschiedenen Normungsgremien wie z. B. EN 13779, EN 13053 und EN 1886, sowie verschiedener Richtlinien Ausschüsse wie VDI 6022, VDI 3801, VDI 3803 und VDI 3804.

In diesem Fachbericht werden Anforderungen und Lösungsansätze aufgezeigt, die notwendig sind, um mit raumlufttechnischen Anlagen einen Funktionserhalt im Entrauchungsbetrieb sicherstellen zu können. Weiterhin werden die Anforderungen erörtert, die an das Gesamtkonzept der Entrauchung, also an die Anlage insgesamt, gestellt werden, wenn Lüftungsanlagen zur Entrauchung eingesetzt werden sollen. Dabei werden insbesondere die Bemessung der Anlage und die notwendigen Rahmenbedingungen diskutiert, welche im Entrauchungsbetrieb zu beachten sind. Dies vor allem vor dem Hintergrund, dass der Entrauchungsbetrieb den Lüftungsbetrieb nicht in seiner Wirtschaftlichkeit beeinträchtigen darf.

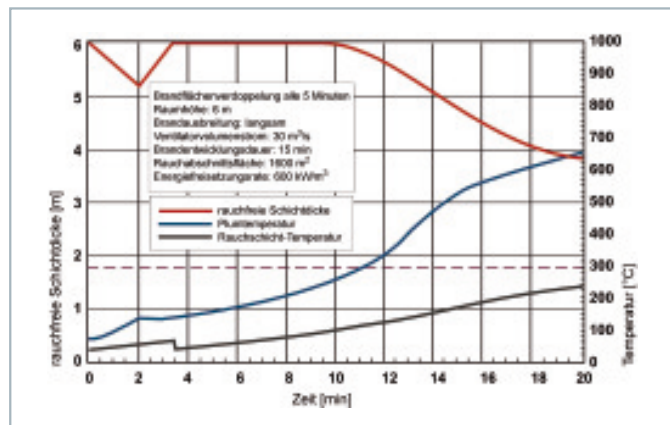
Grundlagen der Entrauchung

Bei einem Brand entstehen je nach Art und Dynamik des Brandes Temperaturen von bis zu 600 °C (Flashover). In diesem Temperaturbereich sind entsprechende Entrauchungseinrichtungen der Klasse F 200 (200 °C) bis F 600 (600 °C) nach EN 12101-3¹⁾ notwendig. Insbesondere ab Fördertemperaturen von 300 °C lässt sich die Entrauchung mit raumlufttechnischen Anlagen wirtschaftlich nicht realisieren.

Aufgrund großer Raumgeometrien (insbesondere bei hohen Räumen) kombiniert mit einer begrenzten Brandleistung reduzieren sich die Temperaturen

Bild 1

Beispiel einer Auslegung nach DIN 18232-5 bei 11-fachem Luftwechsel



der zu fördernden Brandgase allerdings erheblich.

Werden im Brandfall selbsttätige Feuerlöschanlagen (z.B. Sprinklereinrichtungen) ausgelöst, reduzieren sich die zu fördernden Brandgastemperaturen ebenfalls. Denn je nach Brandverlauf lösen Sprinkleranlagen bei Temperaturen von min. 68 °C, in der Regel aber erst oberhalb von 140 °C bis 180 °C aus. Durch die Dynamik des Brandverlaufs können in Brandnähe auch höhere Rauchgastemperaturen von 200 °C bis zu 300 °C trotz Besprinklerung entstehen.

Wesentlich höhere Temperaturen sind im Fall einer Sprinklerauslösung nicht zu erwarten. Des Weiteren sind die Rauchgasmengen bei gesprinklerten Bränden im Vergleich zu ungesprinklerten Bränden wesentlich niedriger, da die Brandbekämpfung bereits nach 3 bis 5 Minuten und nicht erst nach 15 bis 20 Minuten beginnt. Die Brandzeit und die Brandleistung sind in diesem Fall begrenzt.

Bei großen Räumen (große Flächen und hohe Räume) können ebenfalls Rauchgastemperaturen von z. B. 200 °C erwartet werden (siehe Bild 1).

Im konkreten Anwendungsfall sind

¹⁾ Rauch und Wärmefreihaltung - Teil 3: Bestimmungen für maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsgeräte; Deutsche Fassung EN 12101-3:2002.

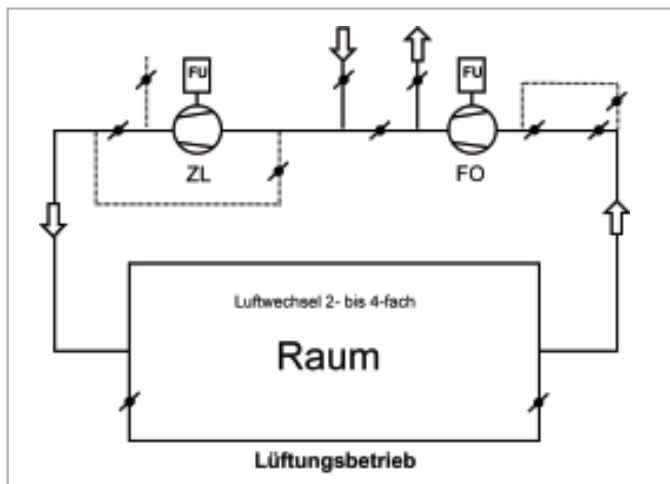


Bild 2

Anlagenschema einer Lüftungsanlage im Normalbetrieb

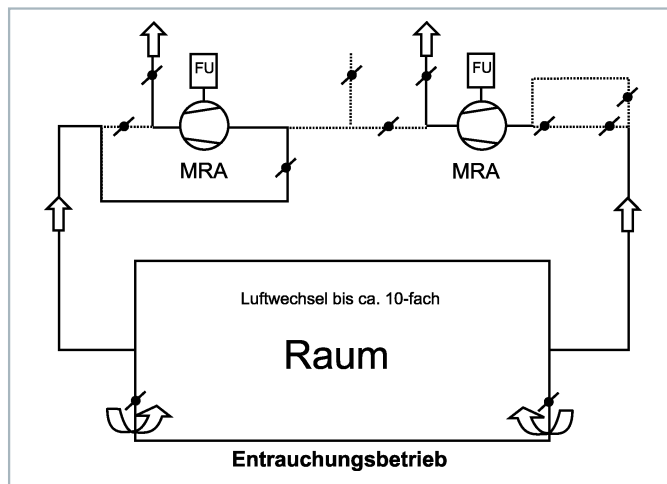


Bild 3

Anlagenschema einer Lüftungsanlage im Entrauchungsbetrieb mit zwei Entrauchungsleitungen

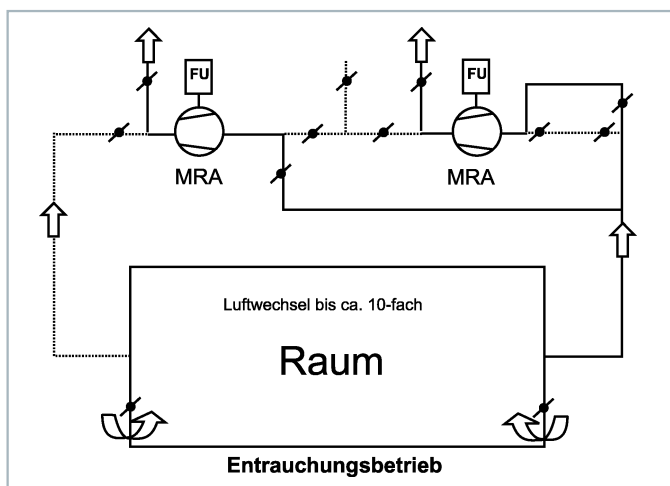


Bild 4

Anlagenschema einer Lüftungsanlage im Entrauchungsbetrieb mit einer Entrauchungsleitung (Lüftung – Abluft)

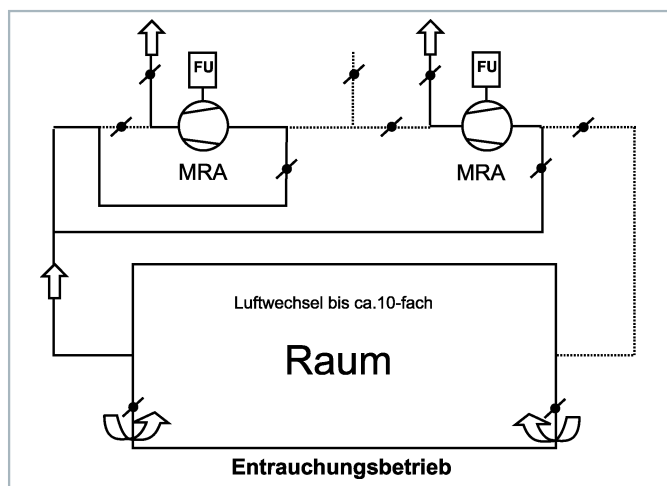


Bild 5

Anlagenschema einer Lüftungsanlage im Entrauchungsbetrieb mit einer Entrauchungsleitung (Lüftung – Zuluft)

die tatsächlichen Rauchgasmengen und Rauchgastemperaturen zu berechnen (z.B. nach DIN 18 232-5²⁾).

Um das Schutzkonzept der Brandbekämpfung sowie verbesserte Rahmenbedingungen zur Personenrettung einhalten zu können, ist es notwendig, dass Flucht- und Rettungswege raucharm gehalten werden. Hierzu muss der entstehende Rauch abgesaugt werden. Die Zu-

luft selbst darf nicht über die Lüftungsanlage eingebracht werden, da es durch die Induktion zu einer Mischluftströmung kommt, die dem Ziel der Rauchabführung (Bildung einer raucharmen Schicht) entgegensteht.

Die Nachströmung der Zuluft muss turbulenzarm über separate Nachströmöffnungen erfolgen (Auslegung der Nachströmöffnungen < 1 m/s). Aus diesem Grund muss die Zuluftanlage (Mischlüftung) im Brandfall außer Betrieb genommen werden (siehe auch MüLAR 2000³⁾ und EN 1886⁴⁾).

RLT-Geräte sind demnach für die

Entrauchung geeignet, wenn die zu erwartenden Rauchgastemperaturen unter 200 °C, bzw. unter 300 °C liegen, die erforderliche Luftwechselrate gewährleistet werden kann und wenn das Gesamtkonzept einer Rauchabführung nicht entgegensteht.

²⁾ Maschinelle Rauchabzüge (MRA)- Anforderungen, Bemessung, DIN 18232-5:2003.

³⁾ Brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen; Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie: 2000.

⁴⁾ Zentrale RLT-Geräte-Mechanische Eigenschaften und Meßverfahren; Entwurf DIN EN-1886: 2004.

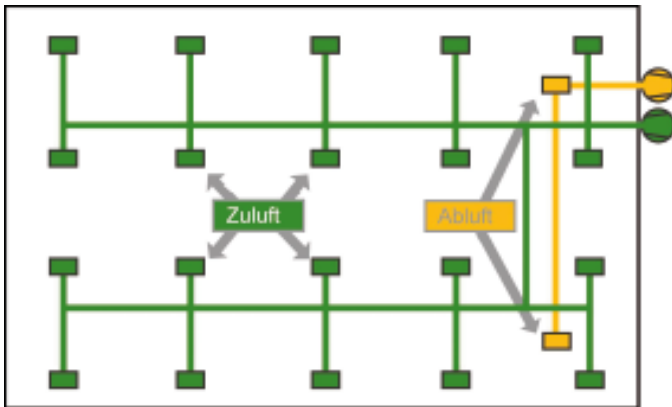


Bild 6

Anlagenschema mit zentraler Absaugung der Abluft

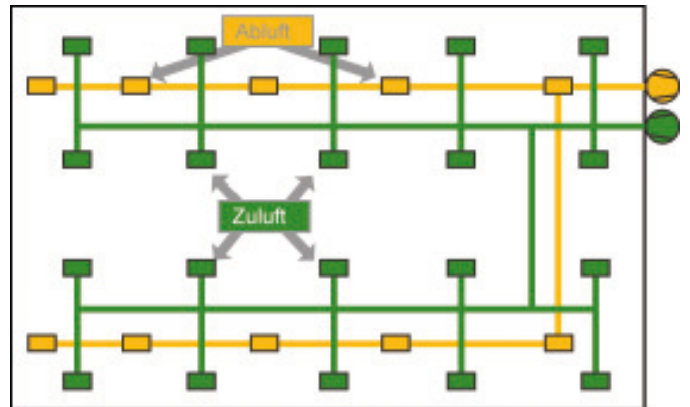


Bild 7

Anlagenschema mit verteilter Absaugung der Abluft

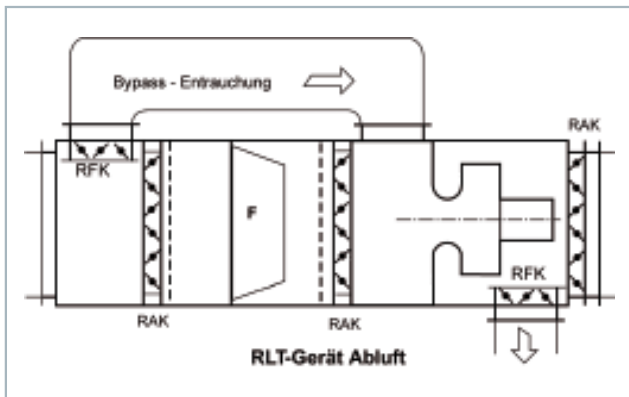


Bild 8

RLT-Geräteschema Abluft mit Bypassumgehung

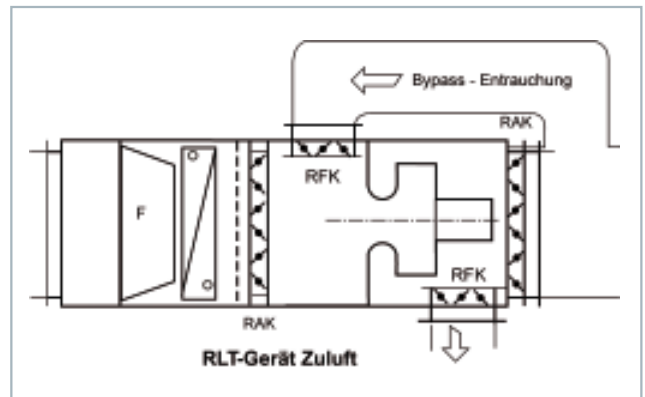


Bild 9

RLT-Geräteschema Zuluft mit zwei Entrauchungskanälen

Konzepte

Raumlufttechnische Anlagen werden im Lüftungsbetrieb mit Luftwechselzahlen bei üblichen Anwendungen von 2- bis 4-fach betrieben. Im Entrauchungsbetrieb werden allerdings größere Luftwechselzahlen benötigt (z. B. nach Garagenverordnung GaVO min. 10-facher Luftwechsel).

Um diese Luftwechselzahlen zu erreichen, kann eine Lüftungsanlage mit Entrauchungsfunktion so gestaltet werden, dass im Entrauchungsfall beide Ventilatoren (Ab- und Zuluft) zur Entrauchung verwendet werden. Hierzu muss der Wirksinn des Zuluftventilators umgekehrt werden (siehe **Bild 2** und **3**).

Da dann beide Ventilatoren Brandgase absaugen, stehen beide Volumenströme gleichgerichtet der Entrauchungsfunktion zur Verfügung. Allein durch diese Maßnahme ergibt sich damit mindestens ein 4- bis 8-facher Luftwechsel.

Voraussetzung ist, dass zur Entrauchung nicht geeignete Komponenten wie Filter, Schalldämpfer, Lamellenwärmeübertrager, Luftbefeuchter, Tropfenabscheider etc. durch geeignete Bypasssysteme (Rauchumschaltklappen) umgangen werden, da deren nicht gegebene Temperaturbeständigkeit (fehlender Funktionserhalt) nicht zum Versagen des Gesamtsystems führen darf. Auch können sich durch die Partikelbelastung im Brandfall Filter und Wärmeaustauscher sehr schnell zusetzen und zur Blockade des Strömungsweges führen.

Durch die Bypassumgehung und die damit verbundene Reduktion des Differenzdruckes wird der Volumenstrom der Anlage, der zur Entrauchung eingesetzt werden kann, nochmals erhöht.

Mit diesen Maßnahmen ist bei entsprechender Auslegung und Konstruktion z. B. ein 10-facher Luftwechsel im Brandfall erreichbar.

Neben der Nutzung des Zuluftkanalsystems als Entrauchungsleitung kann unter Beachtung der maximalen Strömungsgeschwindigkeiten im Lüftungsabluftkanal und der daraus resultierenden Druckverluste auch der Zuluftventilator so angeordnet werden, dass er im Entrauchungsfall parallel zum Abluftventilator aus dem Lüftungsabluftkanal saugt. Auch der parallele Betrieb beider Ventilatoren ist am Lüftungszuluftkanalsystem prinzipiell möglich. Hierbei werden beide Ventilatoren als maschineller Rauchabzug an einer Entrauchungsleitung (Lüftungsabluft- oder -zuluftkanal) parallel betrieben (siehe **Bild 4** und **5**).

Um das Schutzziel der Entrauchung gewährleisten zu können, dürfen die Rauchgase keinesfalls punktuell abgesaugt werden (siehe **Bild 6**). Es muss sichergestellt sein, dass die Brandgase im gesamten zu entrauchenden Bereich

verteilt abgesaugt werden, um die Brandgase direkt zu erfassen damit sie nicht durch den kompletten Bereich oder quer durch den gesamten Raum transportiert werden (siehe **Bild 7**).

Dies kann durch ein verteiltes Lüftungsabluftnetz und/oder durch das verteilte Lüftungszuluftnetz gewährleistet werden.

Anforderungen an die Komponenten

Allgemeine Anforderungen

Grundsätzlich müssen alle zur Entrauchung nicht geeigneten Komponenten mit Bypasssystemen umgangen werden. Hierzu sind geeignete Rauchumschaltklappen (Rauchfreigabeklappen [RFK], Rauchabsperriklappen [RAK]) vorzusehen, die im Entrauchungsfall den Bypass freigeben und die zur Entrauchung nicht geeigneten Lüftungskomponenten vom Brandgasstrom absperren (siehe **Bild 8** und **9**).

Alle Komponenten des RLT-Gerätes, die der Entrauchungsfunktion dienen, müssen für die zu erwartende Temperaturklasse geeignet sein. Technisch erforderlich ist mindestens die Klasse F200 (200 °C und 120 Min. Mindestfunktionsdauer).

Da die Rauchumschaltklappen nur technisch dicht schließen, sollen auch in den durch die Absperriklappen getrennten Komponenten (Kammern) keine brennbaren Baustoffe verwendet werden, die zu einem Brandrisiko im RLT-Gerät beitragen könnten. Gegebenenfalls ist der Feuerwiderstand der Klappen zu beachten.

Grundsätzlich sind die Anforderungen der VDMA-Richtlinie 24177⁵⁾ „Ventilatoren zur Rauch- und Wärmefreihaltung von Gebäuden im Brandfall“ zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für Ventilatoren, Motoren, die elektrische Installation und die Energieversorgung. Ein besonderes Augenmerk muss hierbei auf die Energieversorgung gelegt werden, da der für raumluftechnische Geräte übliche Hausanschluss im Brandfall außer Betrieb genommen werden kann. Aus diesem Grund wird empfohlen, die maschinellen Rauchabzüge mit einer getrennten Stromversorgung (z. B. direkt an die Hauseinspeisung oder direkt an die Notstromversorgung) auszurüsten.

Üblicherweise werden RLT-Geräte nicht im Brandraum aufgestellt, sondern sind in einem brandschutztechnisch von dem zu entrauchenden Bereich getrennten Raum (Technikzentra-

le) oder als wetterfeste Geräte im Außenbereich angeordnet. Hier ist vor allem die thermische Isolation des Gehäuses von Bedeutung, damit keine hohen Oberflächentemperaturen am RLT-Gerätegehäuse entstehen und somit eine Zündgefahr ausgeschlossen ist (Brandschutz).

Anforderungen an das RLT-Gerät

Der Ventilator für eine Entrauchungsanlage muss z. B. mit einem gültigen EG-Konformitätszertifikat nach der Bauproduktenrichtlinie versehen sein.

Alternativ kann aber der Ventilator auch mit der Gesamtbaumusterprüfung des RLT-Gerätes geprüft werden. Der Ventilator kann entweder mit einem hitzebeständigen Sondermotor im Förderstrom in Schutzart IP 54 ausgerüstet sein oder aber komplett gekapselt und fremdbelüftet ausgeführt sein.

Motoren werden als gesamtes Antriebssystem komplett mit dem Ventilator geprüft.

Nach VDMA 24177⁵⁾ dürfen Motorregelungssysteme im Entrauchungsfall nicht verwendet werden, wenn der Motor im Heißgasstrom betrieben wird.

Wird der Motor gekapselt und nicht im Heißgasstrom angeordnet, kann der Frequenzumrichter auch im Brandfall verwendet werden. Der Umrichterbetrieb ist nur zulässig, wenn die Prüfung der Antriebseinheit im Umrichterbetrieb durchgeführt wurde.

Das Gehäuse muss wie das Kanalsystem die Funktion der Entrauchung mit der entsprechenden Temperatur über die geforderte Mindestfunktiondauer sicherstellen.

⁵⁾ Ventilatoren zur Rauch- und Wärmefreihaltung von Gebäuden im Brandfall.

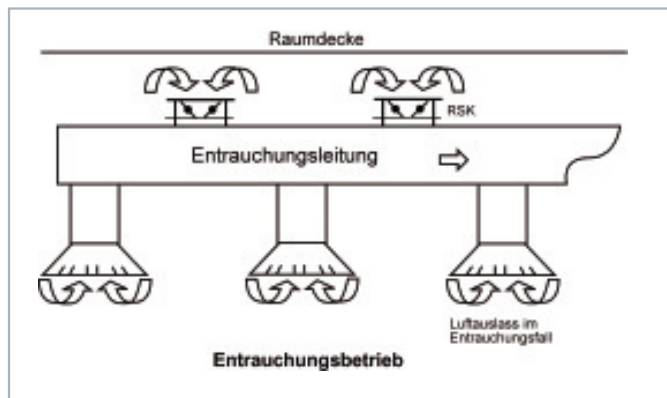


Bild 10

Empfohlene Rauchschutzklappen im Kanalsystem

Da RLT-Geräte meist nicht im Brandraum aufgestellt werden, sondern in vom Brandraum getrennten Technikzentralen, spielt die Dichtigkeit sowie die thermische Isolation des Gehäuses im Hinblick auf den Brandschutz im Aufstellungsraum eine große Rolle.

Zur Sicherung der Funktion im Entrauchungsfall müssen sowohl schließende als auch öffnende Rauchumschaltklappen installiert werden. So müssen im Brandfall die Rauchfreigabeklappen zur Freigabe der Bypasssysteme öffnen, während die Rauchabsperriklappen zum Schutz der Komponenten schließen müssen. Während des Entrauchungsbetriebs müssen die Klappen ihre Sicherheitsstellung zwingend beibehalten (**Bild 9**).

Kanalsystem

Das Kanalsystem selbst muss den einschlägigen Regelwerken entsprechen und darf die Funktion der Entrauchung nicht beeinträchtigen. Das Kanalsystem muss temperaturbeständig sein und es dürfen keine Brandschutzklappen installiert sein, die einen gesicherten Entrauchungsbetrieb verhindern würden.

Auch die Befestigung und die Aufhängungssysteme der Kanäle oder Kanal-komponenten müssen für den Brandfall ausgelegt sein und dürfen nicht zum Versagen führen. Die Temperaturbeständigkeit des Kanalnetzes ist gemäß den zu erwartenden Temperaturen auszuliegen.

Die weiteren Anforderungen an das Kanalsystem bezüglich des Feuerwiderstands, des Querschnitts, der Formstabilität und des Raumabschlusses sind den Normen DIN EN 1363-1⁶⁾, DIN EN 1366-8⁷⁾, DIN EN 18232-6⁸⁾ zu entnehmen.

Insbesondere bei Nutzung des Zuluftssystems als Entrauchungsleitung ist darauf zu achten, dass die Luftaustlassgitter im Entrauchungsbetrieb, also bei entgegengesetzter Strömungsrichtung, nicht die Funktion beeinträchtigen (z. B. durch erhöhten Strömungswiderstand).

Hilfsweise können auch Öffnungen in der Entrauchungsleitung mittels geeigneter Rauchschutzklappen vorgesehen werden, die im Brandfall das Kanalsystem an den geeigneten Stellen zur Rauchabfuhr öffnen. Durch den Einsatz der zusätzlichen Rauchschutzklappen im Kanalnetz, die vorteilhaftshalber so nahe wie möglich zur Decke hin installiert werden sollen, kann die raucharme Schicht länger aufrecht erhalten werden (siehe **Bild 10**). Zur Steuerung der einzelnen Rauchabschnitte und zur Verhinderung der Brandübertragung bei einer Überschreitung der Bemessungstemperatur sind Entrauchungsklappen mit Lüftungsfunktion empfehlenswert.

Verwendung

Bauprodukte müssen mit den einschlägigen technischen Normen, also „harmonisierten europäischen Normen“, ansonsten nationalen (DIN-)Normen konform sein. Die Verfahren sind in den Landesbauordnungen geregelt. Ergebnis ist entweder eine „allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)“ oder ein „allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP)“. Je nach zugrunde liegender Norm wird dieses z. B. durch ein spezielles CE-Kennzeichen auf dem Produkt kenntlich gemacht.

Dies alles ist für Standard- oder Serienprodukte gedacht und sinnvoll, also etwa klassische Entrauchungsprodukte wie Rauchgasventilatoren, Brandschutzklappen, Rauchschutzklappen, Entrauchungsleitungen etc. also für die meisten Komponenten der Anlage selbst.

Für individuell geplante und errichtete RLT-Geräte, die auch zur Entrauchung verwendet werden sollen, ist aber dieses Verfahren heute nicht anwendbar.

Die RLT-Geräte werden nämlich fast immer nach den Vorgaben des Planers und ihrer Anforderungen an das Gebäude individuell gefertigt. Daraus folgt, dass eine allgemeine Zulassung für das gesamte RLT-Gerät mit allen Lüftungskomponenten nicht möglich ist.

Möglich ist jedoch die Zertifizierung der Ventilator-kammer des RLT-Gerätes nach EN 12101-3 als maschineller Rauchabzug mit Wärmeisolation und Anbauteilen so dass die beschriebenen Entrauchungskomponenten des RLT-Gerätes mit einer bauaufsichtlichen Zulassung verwendet werden können.

Jede vom Planer individuell geplante RLT-Anlage mit Entrauchungsfunktion mit der Verwendung von Komponenten ohne „abP“ oder „abZ“ unterliegt einer so genannten „Zustimmung im Einzelfall“. Sie wird vom zuständigen Landesbauminister anhand der Planunterlagen für das jeweilige Gebäude erteilt. Die brandschutzrechtlich an das Gerät zu stellenden Anforderungen werden dann im Zulassungsbescheid festgehalten und sind später der Abnahmeprüfung zugrunde zu legen.

Der Herstellerverband Raumlufttechnische Geräte e. V. erarbeitet jedoch ein Richtlinienpapier, das eine Empfehlung darstellen soll, mit der Lüftungsanlagen unter den beschriebenen Bedingungen zur Entrauchung verwendet werden können. Diese Richtlinie (RLT04) wird spätestens Mitte 2007 erscheinen. Dabei werden prinzipielle und standardisierte Möglichkeiten im Rahmen eines Systemgedankens dargestellt. Diese Empfehlung kann aber keinesfalls die konkrete Planung im Einzelfall ersetzen. Auch die Bemessung und Auswahl der Anlagenkomponenten hat projektspezifisch im Einzelfall zu erfolgen. Hierfür tragen der Planer und der Gesamtanlagengerichter die Verantwortung.

Zusammenfassung

Wie dargestellt, sind Lüftungsanlagen unter folgenden Voraussetzungen auch zur Entrauchung einsetzbar:

1. Die Entrauchungsfunktion von RLT-Geräten kann z. B. bei einem kontrollierten Brand eingesetzt werden, also wenn selbsttätige Feuerlöschanlagen vorhanden sind, oder bei großen Rauchabschnitten (Volumen), wenn die zu erwartenden Rauchgastemperaturen die Klassen F200 oder F300 ermöglichen.
2. Um die Entrauchung in diesen Fällen sicherzustellen, müssen durch Lüftungsanlagen ausreichende Luftwechselszahlen von z. B. 10 erreicht werden,

die z.B. nach EN 18232-5 berechnet werden müssen.

3. Die Zuluft der Lüftung muss außer Betrieb genommen werden, da Zuluft nur turbulenzarm in das Gebäude eingebracht werden darf. Dies soll über turbulenzarme Nachströmöffnungen ($< 1 \text{ m/s}$) erfolgen.

4. Die Zuluft soll im Entrauchungsbetrieb ihren Wirksinn tauschen, so dass das Zuluftsystem zur Entrauchung verwendet wird. Zu- und Abluft arbeiten dann gleichgerichtet, um die benötigten Luftwechselraten zu erreichen.

5. Sämtliche nicht geeigneten und nicht temperaturbeständigen Komponenten müssen durch einen Bypass umgangen werden.

6. Sämtliche verwendeten Kanalsysteme dürfen nicht mit Brandschutzklappen ausgestattet sein, die einem Entrauchungsbetrieb entgegenstehen.

7. Sämtliche für die Entrauchungsfunktion notwendigen Komponenten müssen geeignet, temperaturbeständig und in Anlehnung an die einschlägigen Normen als Gesamtsystem geprüft sein. Dies sind insbesondere folgende Komponenten:

- a. Gehäuse
- b. Kanalnetz und dessen Komponenten
- c. Aufhängungen und Befestigungen
- d. Ventilator mit Motor
- e. Energiezufuhr
- f. Rauchabsperrklappen für die Abspernung von nicht geeigneten Komponenten
- g. Rauchfreigabeklappen für die Freigabe von Bypässen
8. Als Klassen kommen üblicherweise die Klasse F200 und F300 nach EN 12101-3 für die RLT-Geräte (Ventilator-kammer) und eine Temperaturbeständigkeit von min. 300 °C für das Kanalnetz zur Anwendung.

Damit soll das Ziel erreicht werden, dass bei einem Brand:

- die Nachströmung impulsarm stattfindet und keine Verwirbelung des Rauchs erfolgt,
- sich wesentlich verbesserte Sichtbedingungen (raucharme Schichten) einstellen, da die Lüftungsanlage mit einem gesicherten, z. B. 10-fachen Luftwechsel Brandgase absaugt,
- die Temperaturbeständigkeit und die Mindestfunktionsdauer der Komponenten durch Nachweise gegeben ist
- und die Installation der Anlagen nach dem Stand der Technik erfolgt, damit die Funktion der Entrauchung dauerhaft gewährleistet ist.

⁶⁾ Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1363-1:1999

⁷⁾ Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen – Teil 8: Entrauchungsleitungen; Deutsche Fassung EN 1366-8:2004

⁸⁾ Rauch- und Wärmeableitung – Maschinelle Rauchabzüge (MRA) – Teil 6: Anforderungen an die Einzelbauteile und Eignungsnachweise