



Raumlufttechnische Geräte mit Funktionserhalt im Entrauchungsbetrieb



Sonderdruck für
HOWATHERM
Klimatechnik GmbH
www.howatherm.de

Raumluftechnische Geräte mit Funktionserhalt im Entrauchungsbetrieb

Christoph Kaup, Brücken

RLT-Geräte können die Rauchabführung bis zum Versagen der RLT-Anlage unterstützen, soweit die Zweckbestimmung der Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung (z.B. Brandschutzklappen [BSK]) und das Gesamtanlagenkonzept dies zulassen.

Insbesondere die Verkaufsstättenverordnung (VfVO) und die Industriebau-richtlinie (IndbauRL) lassen den Einsatz von Lüftungsanlagen zur Rauchabführung zu, wenn selbsttätige Feuerlöschanlagen (Sprinkler) vorhanden sind. An diese Lüftungsanlagen werden allerdings keine besonderen Anforderungen hinsichtlich einer Temperaturbeständigkeit und/oder Mindestfunktionsdauer gestellt. Ein Betrieb der RLT-Anlage als

Das Thema Entrauchung mit raumluftechnischen Anlagen wird ausführlich und kontrovers diskutiert. Es besteht bei den Nutzern ein verständliches Interesse, die „ohnehin“ vorhandene Lüftungsanlage auch zur Entrauchung einzusetzen. Dem stehen technische und rechtliche Gegebenheiten entgegen. So bestehen zum einen Entrauchungsanlagen aus Sicherheitsprodukten, die eine Zulassung gemäß der Bauproduktenrichtlinie benötigen. Zum anderen sind die Volumenströme, die zur Entrauchung benötigt werden wesentlich höher, als die Volumenströme, die zur Belüftung erforderlich sind. Hinzu kommt, dass in den meisten Anlagen Brandschutzklappen Verwendung finden, die der Entrauchungsfunktion entgegen stehen.

Entrauchungsanlage ohne Verwendbarkeitsnachweis der verwendeten Produkte ist bis auf die oben beschriebenen Ausnahmen im Baurecht nicht vorgesehen und mit erheblichen juristischen Risiken verbunden, insbesondere wenn es hierdurch zum Schadensfall kommt.

In diesem Fachbericht werden die Anforderungen und Lösungsansätze aufgezeigt, die notwendig sind, um mit raumluftechnischen Zentralgeräten einen Funktionserhalt im Entrauchungsbetrieb sicherstellen zu können.

Raumluftechnische Zentralgeräte

RLT-Geräte sind wie oben beschrieben, für die Entrauchung üblicherweise nicht geeignet. Dies liegt an der Vielzahl der Komponenten, die für die Entrauchungsfunktion nicht tauglich sind, da sie entweder nicht temperaturbeständig sind oder aufgrund der Partikelbelastung zu einem erhöhten Strömungswiderstand führen können. So kann z. B. ein Filter, auch wenn er temperaturbeständig ist, sich sehr schnell mit Partikeln zusetzen und zur Blockade des Strömungsweges führen.

Daher ist es erforderlich, alle Lüftungskomponenten, die zur Entrauchung nicht benötigt werden, über Bypasssysteme zu umgehen. Dies hat auch den Vorteil, dass durch die Verwendung von Bypasssystemen der Differenzdruck in der Anlage sinkt und damit der Volumenstrom, der der Entrauchung dient, steigt.

Letztlich bleibt damit im Entrauchungsfall nur noch die Ventilator-kammer in Funktion, welche die Entrauchungsfunktion sicherstellen muss.

Um nicht benötigte Lüftungskomponenten abzuschotten sind Rauchabsperrklappen (RAK) und zur Freigabe der Bypassleitungen Rauchfreigabeklappen (RFK) erforderlich.

Damit bleiben vom raumluftechnischen Zentralgerät im Wesentlichen nur noch die Rauch führenden Kammern (Ansaugkammer, Bypasskammern und die Ventilator-kammer) und die Rauchumschaltklappen (Rauchabsperrklappen und Rauchfreigabeklappen) für den Entrauchungsbetrieb von Bedeutung (siehe **Bild 1**).

Müssen druckseitig ebenfalls Komponenten abgeschottet werden oder wird die Zuluftventilator-kammer als maschineller Rauchabzug verwendet, werden letztlich für die Ventilator-kammer vier Rauchumschaltklappen benötigt. Also zwei Absperrklappen (saug- und druckseitig) und zwei Rauchfreigabeklappen (saug- und druckseitig) (siehe **Bild 2**).

Alle Komponenten des RLT-Gerätes, die der Entrauchungsfunktion dienen, müssen für die zu erwartende Temperaturklasse geeignet sein. Normativ erforderlich ist nach DIN EN 12101-3 mindestens die Klasse F200 (200 °C und 120 Min. Mindestfunktionsdauer).

Da die Gesamtfunktion der Anlage nur gewährleistet werden kann, wenn die

Autor



Dr.-Ing. Christoph Kaup, Jahrgang 1963, studierte Verfahrenstechnik, Wirtschaftsingenieurwesen und Informatik mit Promotion 1992. Geschäftsführer von HOWATHERM Klimatechnik GmbH seit 1992, 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 Richtlinienausschüsse wie VDI 6022, VDI 3801, VDI 3803 und VDI 3804.

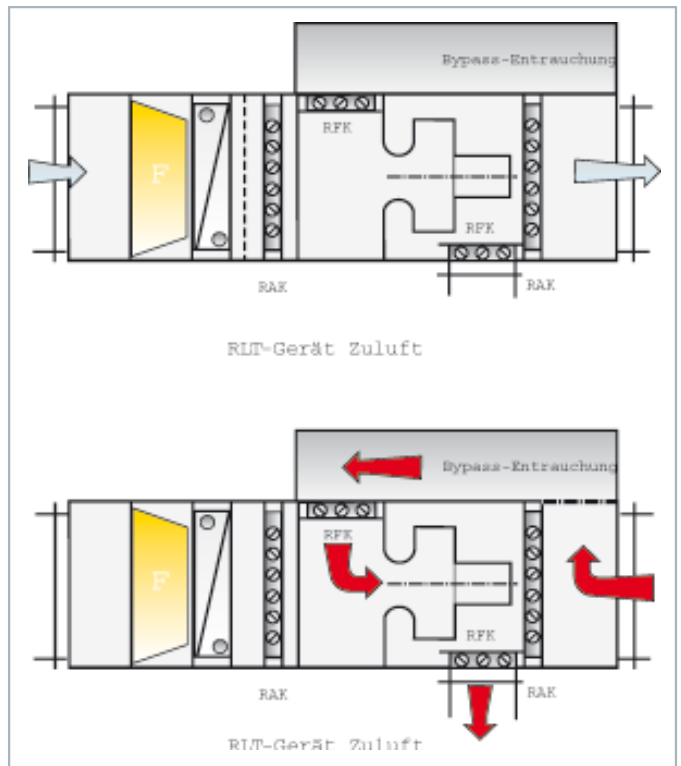
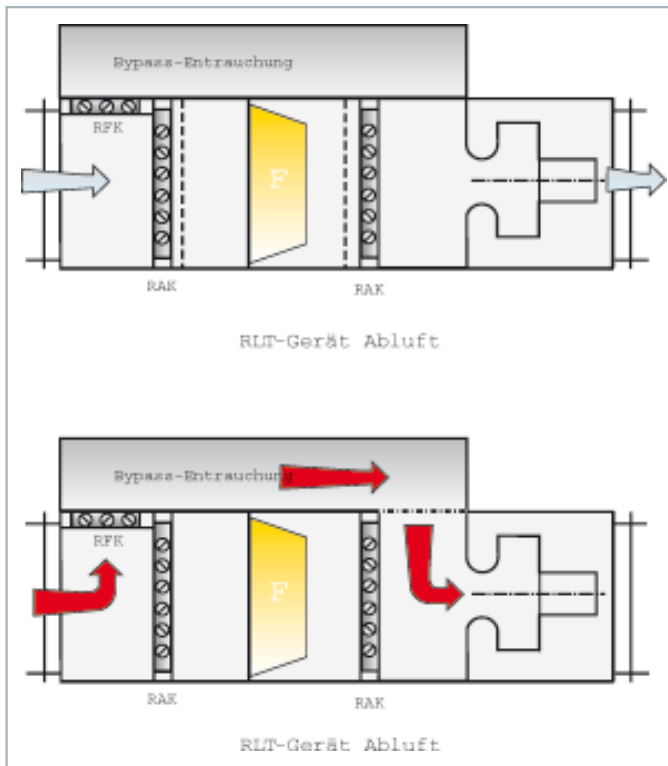


Bild 1

RLT-Geräte mit Entrauchungsfunktion für die Abluftseite

Bild 2

RLT-Geräte mit Entrauchungsfunktion für die Zuluftseite

Komponenten zur Entrauchung für die entsprechende max. Temperatur und Mindestfunktionsdauer geeignet sind, muss die Ventilatorbox bei einer entsprechenden zugelassenen Prüfstelle (z. B. TU München oder MPA Braunschweig) in einem Brandversuch geprüft werden.

Sinnvollerweise wird die Prüfung an repräsentativen Baumustern durchgeführt, in denen zumindest folgende Komponenten installiert sind:

- RLT-Gehäuse in einer serienkonformen Ausführung mit einer
 - Ventilatorbox (Überdruck) mit
 - Ventilator
 - Motor
 - evtl. Motorkapselung mit Motorfremdbelüftung
 - Aufnahmekonstruktion
 - Verkabelung
 - Reparaturschalter
 - Inspektionszugangsöffnungen (z. B. Tür)
 - den notwendigen öffnenden und schließenden Rauchschaltklappen
 - Ansaugkammer (Unterdruck) mit
 - den notwendigen öffnenden und schließenden Rauchschaltklappen
- Folgende Prüfungen sind dabei mindestens durchzuführen:
- Funktionserhalt z. B. 200 °C über 120 Minuten nach DIN EN 12101-3
 - Brandschutz (maximale Oberflächen-

temperatur im Mittel < 140 K und punktuell < 180 K [Einzelwert])

- Leakage der Klappen (Über- und Unterdruck) im kalten Zustand und während der Prüfung
- Leakage und Formstabilität des RLT-Gerätegehäuses als Rauchgasleitung in Anlehnung an EN 1366-8

Die Ventilatorbox wird dabei als maschineller Rauchabzug (MRA) nach DIN EN 12101-3 geprüft. Weiter sind für die verwendeten Anbauteile die Regelwerke DIN EN 1363-1, DIN EN 1366-8 und DIN EN 18232-6 zu beachten. Dabei muss das Gesamtsystem die geforderte Klasse (Funktionserhalt) nachweisen.

Anforderungen an die Komponenten

Ventilator

Der Ventilator für eine Entrauchungsanlage muss mit einem gültigen EG-Konformitätszertifikat nach der Bauproduktenrichtlinie – CPD (89/106/EWG und 93/68/EWG) – versehen sein.

Alternativ kann aber der Ventilator auch innerhalb der Gesamtbaumusterprüfung des RLT-Geräts geprüft werden.

Da ein Riemenantrieb mit einem erhöhten Risiko des Ausfalls behaftet ist, empfiehlt sich der Einsatz von direktge-

triebenen Ventilatoren. Die Ventilatoreinheit muss im Entrauchungsbetrieb den Förderstrom gewährleisten. Der maximale Abfall der Förderleistung darf –10 % betragen. Der maximale Abfall der statischen Druckerhöhung –20 % (DIN EN 12101-3) bezogen auf eine Luftdichte von 1,2 kg/m³.

Motor

Der Ventilator kann entweder mit einem hitzebeständigen Sondermotor im Förderstrom in Schutzart IP 54 ausgerüstet oder aber komplett gekapselt und fremdbelüftet ausgeführt sein.

Hitzebeständige Sondermotore besitzen spezielle Isolations- und Lagersysteme, angepasst an die jeweiligen Temperaturklassen, die grundsätzlich Festlager auf der Antriebsseite aufweisen.

In der gekapselten Ausführung können Normmotoren zum Einsatz kommen. Dabei ist die Fremdbelüftung der Kapselung so auszuführen, dass die Funktion des Motors nicht beeinträchtigt wird. Dabei ist besonders auf die Ausführung der Motorkapsel zu achten. Diese muss dauerhaft die Funktion des Antriebs im Entrauchungsbetrieb sicherstellen.

Motoren werden als gesamtes Antriebssystem komplett mit dem Ventilator geprüft.

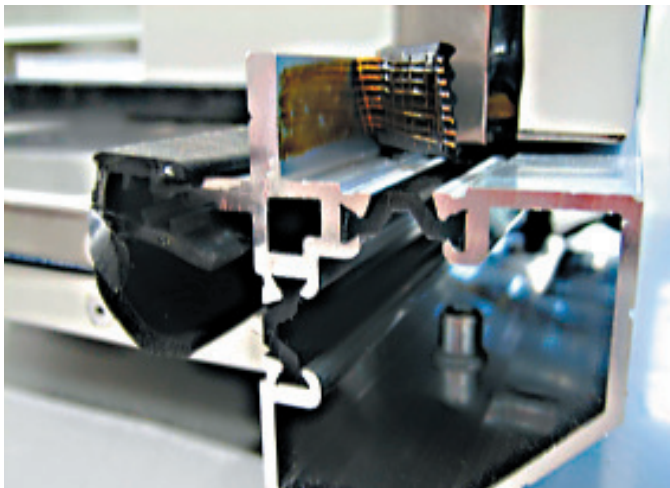


Bild 3

Temperaturversuch an einem Konstruktionsmuster (KZG 40 T) bei 200 °C und nach 120 Minuten



Bild 4

Versuchsaufbau am Brennofen im Werk HOWATHERM

Motor-Regelung

Nach VDMA 24177¹⁾ dürfen Motorregelungssysteme im Entrauchungsfall nicht verwendet werden, wenn der Motor im Heißgasstrom betrieben wird. Hierzu sind die Ventilatoren so auszugestalten, dass im elektrischen Bypassbetrieb (50 Hz-Betrieb) die Ventilatoren nahe ihrer maximalen Drehzahl betrieben werden, um den hohen Luftwechsel im Entrauchungsbetrieb sicherstellen zu können.

Wird der Motor gekapselt und nicht im Heißgasstrom angeordnet, kann der Frequenzumrichter auch im Brandfall verwendet werden. Dabei darf die Temperaturerhöhung in der Motorwicklung maximal die der Isolationsklasse entsprechende zulässige Temperaturerhöhung erreichen.

Der Umrichterbetrieb ist nur zulässig, wenn die Prüfung der Antriebseinheit im Umrichterbetrieb durchgeführt wurde.

Ventilatorgehäuse und Rauchführende Kammern

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

Da RLT-Geräte meist nicht im Brandraum aufgestellt werden, sondern in vom Brandraum getrennten Technikzentralen, spielt die Dichtigkeit sowie die thermische Isolation des Gehäuses eine große Rolle. Die Leckage ist daher auf 10 m³/h und m² innere Oberfläche des RLT-Gerätegehäuses zu begrenzen.

Des Weiteren darf aus Gründen des Brandschutzes die bei der Entrauchung entstehende Oberflächentemperatur nicht zu einer Zündgefährdung führen.

Die mittlere Oberflächentemperatur des RLT-Gerätegehäuses darf nicht über 140 K und die maximale Oberflächentemperatur punktuell nicht über 180 K über der maximalen Umgebungstemperatur (40 °C) liegen.

Bedingt durch die evtl. auftretende Durchbiegung darf der Gerätequerschnitt sich nicht mehr als um 10 % des ursprünglichen Querschnitts verringern.

Die weiteren Anforderungen an das Gehäuse bezüglich des Feuerwiderstands, des Querschnittserhalts, der Formstabilität und des Raumabschlusses sind den Normen DIN EN 1363–1²⁾, DIN EN 1366–8³⁾, DIN EN 18232–6⁴⁾ zu entnehmen.

Rauchumschaltklappen

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

Insbesondere die Rauchfreigabeklappen sind aus energetischen Gründen während der Lüftungsfunktion luftdicht (Klasse 4 nach EN 1751) auszuführen, damit Leckagen im Lüftungsbetrieb vermieden werden.

Versuche zum Funktionserhalt im Brandfall

Um den Funktionserhalt sicherstellen zu können, muss jeder Hersteller von

RLT-Geräten seine Konstruktion auf Temperaturbeständigkeit prüfen. Erste Untersuchungen betreffen die verwendeten Materialien der RLT-Gerätekonstruktion. Kunststoffe sind dabei naturgemäß meist nicht geeignet. Dies betrifft vor allem Materialien aus Polypropylen oder Polyethylen. Je nach geforderter Temperaturklasse und Verwendungszweck können allerdings Kunststoffe in einigen Bereichen verwendet werden (z. B. F200) (siehe **Bild 3**).

Der zweite Schritt betrifft die Prüfung und Versuche an einem Funktionsmuster. Diese Untersuchungen hat der Verfasser bereits an mehreren Baumustern Ende 2006 durchgeführt. Das gesamte verwendungsfertige RLT-Gerät wurde dabei an einem Ofen mit Brenner wärmeisoliert installiert, wobei das RLT-Gerät aus dem Ofen saugte und die Druckseite über eine Kanalleitung zur Rückführung der Heißgase mit dem Ofen verbunden war. Mit dieser Anordnung konnte das Heißgas im Kreislauf betrieben werden (**Bild 4**).

Das Gerät selbst bestand aus einer Ventilator-kammer mit vorgeschaltetem Ansaug- und nachgeschaltetem Ausblasteil. Sowohl im Ansaug als auch im Ausblas wurden jeweils die Lufttemperaturen mit NiCrNi-Fühlern erfasst.

¹⁾ Ventilatoren zur Rauch- und Wärmefreihaltung von Gebäuden im Brandfall.

²⁾ Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1363–1:1999.

³⁾ Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen – Teil 8: Entrauchungsleitungen; Deutsche Fassung EN 1366–8:2004.

⁴⁾ Rauch- und Wärmeableitung – Maschinelle Rauchabzüge (MRA) – Teil 6: Anforderungen an die Einzelbauteile und Eignungsnachweise.

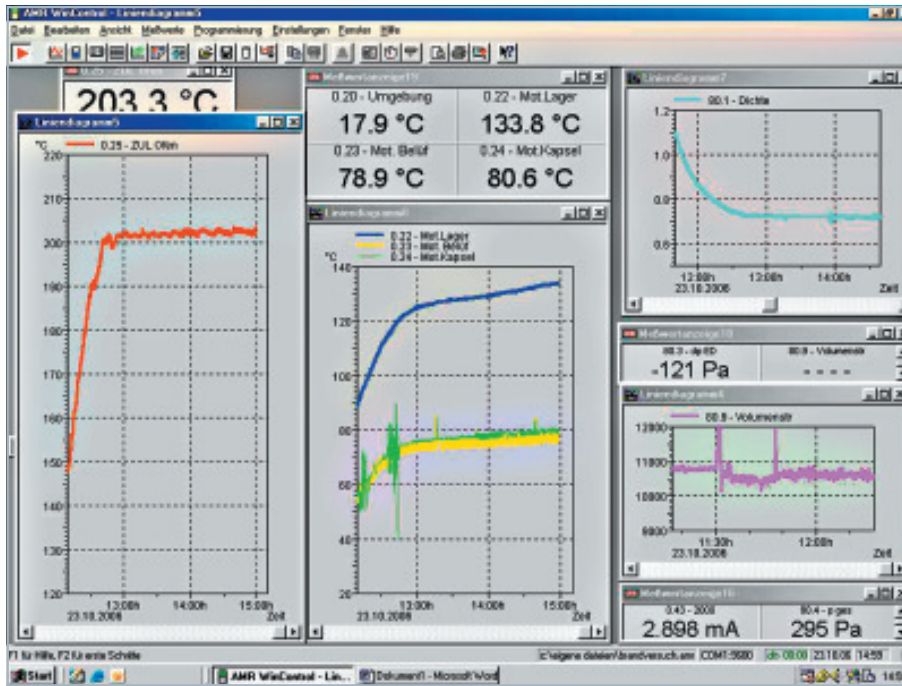


Bild 5

Abschluss der Messung im Beharrungszustand nach 120 Minuten

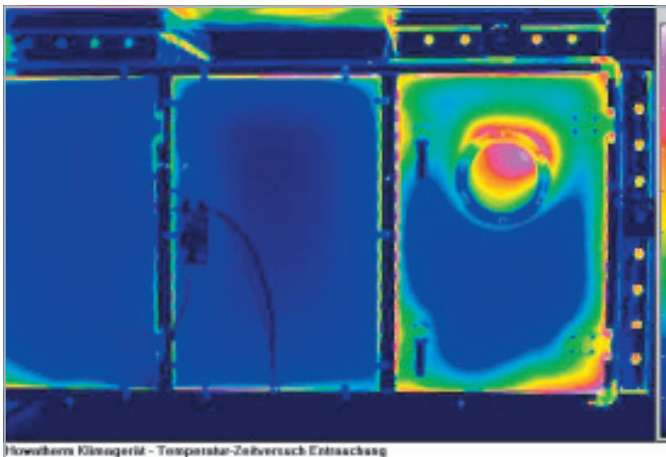


Bild 6

Thermographieaufnahme am Ende des Versuchs



Bild 7

Vorbereitung und Messung der Klappenleckage im kalten Zustand

Der Ventilator war als freilaufendes, rückwärtsgekrümmtes Rad ausgebildet und wurde mittels eines 4 kW Normmotors (Isolationsklasse F) direkt angetrieben. Der Motor selbst war gekapselt ausgeführt, wobei die Kapsel derart mit der Umgebungsluft und der Ansaugkammer verbunden war, dass Kühlluft von außen durch die Kapsel in Richtung Ansaugkammer strömte. In der Kapsel und im Austritt der Kapsel (Schlauch) wurde jeweils die Lufttemperatur gemessen. Der Motor wurde im Versuch mittels Frequenzrichter während des Temperaturversuchs betrieben.

Die Inbetriebnahme des Gerätes erfolgte in kaltem Zustand des Ofens. Bei ca. 20 °C wurde der Betriebspunkt durch Drehzahlanpassung und Druckaufbau mit den Rauchabsperrklappen (saug- und druckseitig) eingestellt. Die Strom-

aufnahme lag dabei bei der maximalen Stromaufnahme des Motors.

Nachdem sich der Beharrungszustand eingestellt hatte, wurde der Brenner gestartet. Der Aufheizvorgang benötigte ca. 1 h. Danach betrug die Temperatur in der Ventilatorabkammer min. 200 °C.

Der Versuch wurde mit konstant $> 200\text{ °C} > 120$ Minuten durchgeführt (Bild 5). Während des Versuchs wurde der Volumenstrom (Drehzahl) konstant gehalten. Der Differenzdruck sank von 580 Pa durch die Temperatur bedingte Dichteänderung auf ca. 300 Pa. Der Volumenstrom blieb konstant bei ca. $10\ 500\text{ m}^3/\text{h}$.

Die Thermografieaufnahme des Prüflings am Ende des Versuchs konnte Schwachstellen optisch darstellen (siehe Bild 6). Insbesondere im Fensterbereich kam es zu erhöhten Temperaturen an

der Oberfläche, da die innere Aufnahme des Fensters im Laufe des Versuchs zu einer erhöhten Leckage führte. Die äußere Aufnahme war allerdings unbeschadet. Trotzdem kam es zum thermischen „Durchschlagen“, da die Isolation des inneren Fensters (Doppelglas) nicht mehr gegeben war. Eine Leckage war am Fenster allerdings nicht festzustellen.

Mittels eines Oberflächentemperaturfühlers wurden die Oberflächentemperaturen am Prüfling bestimmt. Alle Temperaturen lagen im Mittel deutlich $< 140\text{ K}$ bzw. kein Einzelwert $> 180\text{ K}$ über Umgebungstemperatur. Diese Werte resultierten aus der Verwendung einer thermisch entkoppelten Konstruktion.

Dem erfolgreichen Abschluss der eigenen Messungen folgte dann die Verifizie-



Bild 8

RLT-Gerät (Ventilator-kammer) am Prüf-ofen des MPA



Bild 9

RLT-Gerät am Prüf-ofen der Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, nach dem Brandversuch bei 300 °C

nung durch eine unabhängige Prüfinstitution. Die TU Braunschweig Material-Prüfanstalt für das Bauwesen (MPA) unterzog einen baugleichen Prüfling einem Brandversuch nach DIN EN 12101-3 (Bild 7).

Das RLT-Gerät wurde zuerst einem Versuch bei 200 °C über 120 Minuten unterzogen (Bild 8), um die Klasse F200 nach DIN EN 12101-3 nachzuweisen.

Der Versuch bestätigte die bereits im Herstellerwerk gewonnenen Erkenntnisse vollständig.

Sowohl der Funktionserhalt über 120 Minuten als auch die Kriterien des Brandschutzes (Oberflächentemperatur < 140 K über Umgebung bzw. kein Einzelwert > 180 K über Umgebungstemperatur) waren gegeben. Auch die Leckagen des Gehäuses wie auch der Klappen lagen im erwarteten Rahmen.

Nach Abschluss des Versuchs wurde ein weiterer Versuch bei 300 °C durchgeführt, und obwohl die Konstruktion für diese Anforderung nicht optimiert war, wurde auch bei 300 °C der Funktionserhalt (60 Minuten Mindestfunktionsdauer) nachgewiesen (siehe Bild 9). Allerdings lagen die Oberflächentemperaturen an einigen Bauteilen über den zulässigen Temperaturen (> 180 K über Umgebungstemperatur), so dass die Klasse F300 nicht bestätigt werden konnte.

Es wurde aber ersichtlich, dass auch die Klasse F300 mit einer üblichen Gehäusekonstruktion erreichbar ist, wenn durch Änderung einiger konstruktiver Details die Oberflächentemperaturen auf die zulässigen Werte reduziert wer-

den. Der konstruktive Aufwand wird jedoch erhöht. Außerdem kann diese Erkenntnis nicht auf alle marktüblichen Konstruktionen generell übertragen werden.

Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der Versuche können als Erfolg gewertet werden, da aus ihnen ersichtlich wird, dass RLT-Geräte ohne erhebliche Mehraufwendungen modifiziert werden können, dass ein Funktionserhalt im Entrauchungsfall möglich ist.

Im konkreten Beispiel wurden lediglich kleine Veränderungen an der Gehäusekonstruktion vorgenommen, so wurden zum Beispiel Alu-Gussecken anstelle von Kunststoffecken verwandt. Ansonsten war die Konstruktion baugleich mit der üblichen RLT-Konstruktion.

Eine weitere Aufwendung galt der Kapselung des Motors unter Verwendung einer Fremdbelüftung. Der Motor selbst und auch der Ventilator waren übliche Standardprodukte.

Zusätzlich sind für den Entrauchungsfall spezielle Rauchabsperklappen zum Schutz der nicht geeigneten Lüftungskomponenten und Rauchfreigabeklap-pen mit den dazugehörigen Bypassumgehungen notwendig.

Es wird also ersichtlich, dass ohne wesentliche Mehraufwendungen RLT-Geräte sehr wohl eine Entrauchung qualifiziert sicherstellen können.

RLT- Geräte werden fast immer nach

den Vorgaben des Planers und der Anforderungen an das Gebäude individuell gefertigt, Daraus folgt, dass eine allgemeine Zulassung für das gesamte RLT-Gerät nicht möglich sein wird.

Möglich ist jedoch die Zertifizierung der Ventilator-kammer des RLT-Gerätes nach EN 12101-3 als maschineller Rauchabzug mit Wärmeisolation und Anbauteilen.

Dies setzt allerdings voraus, dass die benötigten Komponenten entsprechend geprüft und diese Komponenten der Bauproduktenrichtlinie unterworfen sind und auch mit einem entsprechenden CE-Zeichen gekennzeichnet sind.

Der RLT-Gerätehersteller trägt dabei die uneingeschränkte Verantwortung für die Auslegung und den Funktionserhalt des RLT-Gerätes und seiner Komponenten auf der Basis der Planung. Die Anforderungen an den Funktionserhalt und den Brandschutz müssen im Rahmen einer repräsentativen Baumusterprüfung nachgewiesen werden. Auch trägt er die Verantwortung, dass die projektspezifischen RLT-Geräte dem der Prüfung unterzogenen Baumuster entsprechen.

Erreichbare Klassen nach DIN EN 12101-3 sind die Klasse F200, aber auch die Klasse F300. Höhere Klassen sind aus heutiger Sicht wirtschaftlich nicht zu erreichen.

Damit ergeben sich erhebliche Kosteneinsparungspotentiale, da RLT-Geräte nun qualifiziert bis zur Klasse F300 zur Entrauchung eingesetzt werden können.