

Entrauchungsventilatoren – Anwendungen in der Praxis

Gebhard Kursawe

Der folgende Beitrag soll einige grundsätzliche Fragen behandeln, die bei der Planung von mechanischen Entrauchungsanlagen für Räume, die auf natürliche Weise nicht entraucht werden können, entstehen.

In diesen Räumen wird eine maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsanlage eingesetzt. Da oftmals diese Räume ohnehin mit Abluft versehen werden müssen, kann durch einen polumschaltbaren Motor der Volumenstrom für Entrauchungs- und normalen Abluftbetrieb variiert werden.

Die Anlage besteht aus folgenden Bauelementen:

- Wärmebeständiger Ventilator
- Kanalsystem
- Elektrische Ausrüstung

Wärmebeständiger Ventilator

Wegen der zu erwartenden hohen Temperatur des Rauches sollte auch der Antriebsmotor und der Antrieb außerhalb des zu fördernden Volumenstromes liegen. Hier bietet sich die bekannte Konstruktion eines einseitig saugenden Radialventilators an.

Das Aggregat besteht aus einem gasdicht geschweißten Gehäuse in sehr schwerer Ausführung aus legiertem Sonderstahl. Ein hitzebeständiges Hochleistungsrad ist auf der Welle montiert. Ein Kühlflügel, der außerhalb des Gehäuses auf der Welle montiert ist, soll verhindern, daß zu starke Wärmeentwicklung den Antrieb erreicht. Die Welle ist 2fach gelagert; zur Lagerung finden Spezialkugellager Verwendung.

Für den Ventilator und für das Motoraggregat wird ein gemeinsamer Grundrahmen aus Profilstahl zur Aufnahme der Schwingungsdämpfer verwendet. Beim Einsatz für die Entrauchung sollten nur Metall-Feder-Avibratoren herangezogen werden.

Zur Verbindung mit dem Kanalsystem werden elastische Stutzen geliefert, die mit einer Stützkonstruktion versehen sind.

Zur Entrauchung von Hallen wurde ein Dachgerät entwickelt. Auch bei diesem Aggregat ist der Antriebsmotor außerhalb des Heißluftstromes angeordnet. Das Laufrad ist direkt gekuppelt. Ein Kühlflügel verhindert den Wärmeübertritt auf den Motor.

Der Auslegung des Ventilators wird eine Temperatur von $293\text{ K} = 20^\circ\text{C}$ zugrunde gelegt. Die Ermittlung des Volumenstromes erfolgt über das rechnerische Raumvolumen und die Luftwechselzahl.

Dipl.-Ing. Gebhard Kursawe, Berlin

Es ist anzumerken, daß die Ermittlung des Entrauchungsvolumenstromes mit Hilfe des Luftwechsels nicht unumstritten ist, zumal die Volumenstromermittlung den von Fall zu Fall unterschiedlichen Einflußgrößen gerecht werden muß.

Die Einflußgrößen sind:

- Brandlast
- Abbrandgeschwindigkeit
- Ausdehnung des Brandes
- Beschaffenheit und Qualität des Rauches
- Anordnung der Entrauchungsöffnungen
- Größe des Raumes.

Bis auf die letzten beiden Kriterien sind die Größen in der Regel unbekannt.

An der Raumgröße wird die Problematik augenfällig. Handelt es sich um einen sehr kleinen Raum, kann man, auch bei vertretbaren Kosten, mit hohen Luftwechselzahlen arbeiten. Umgekehrt muß man bei sehr großen Räumen den Luftwechsel möglicherweise reduzieren.

Als Extremwert kann z. B. bei einem unendlich großen Raum – nämlich im Freien – der Luftwechsel 0 sein.

In dem zuständigen Fachnormen-Ausschuß überlegt man zur Zeit, ob der Luftwechsel-Begriff nicht ganz entfallen sollte. Bis jedoch ein neuer verbindlicher Ansatz als Regelung vorliegt, wird man in der Praxis noch mit dem „Luftwechsel“ leben müssen.

In der Regel wird die Bauaufsichtsbehörde in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr einen Luftwechsel vorgeben. Hier hat sich wohl im gesamten öffentlich-rechtlichen Bereich ein zehnfacher Luftwechsel herauskristallisiert.

Mit Hilfe des Raumvolumens und der Luftwechselzahl kann die Entrauchungsluftmenge des zu entrauchenden Raumes festgelegt werden. Nun kann die Abnahmestelle (z. B. Technischer Überwachungsverein) mit dem Hinweis auf die Einheitstemperaturkurve die Zumischung von kalter Nebenluft verlangen, um sicherzustellen, daß die im Prüfgutachten genannte Förderertemperatur von 870 K eingehalten wird.

Auch die Zumischung von kalter Nebenluft ist nicht unstrittig. Es handelt sich dabei um eine rein numerische Betrachtungsweise, die voraussetzt, daß beide Volumenströme sich wirklich vermischen. Bei den hier auftretenden Dichte-Differenzen ist das jedoch keineswegs selbstverständlich.

Bei Brandversuchen in der TU München wurde auch die Beobachtung gemacht, daß die kalten Luftströme einfach abgeschnitten werden. Man muß also die Zuström-Öffnung überlegt anordnen.

Beispielsweise sollte auch der Beimischstutzen keinesfalls auf der Kanalunterseite sein.

Die rechnerische Ermittlung ist verhältnismäßig umständlich, auch weil dem

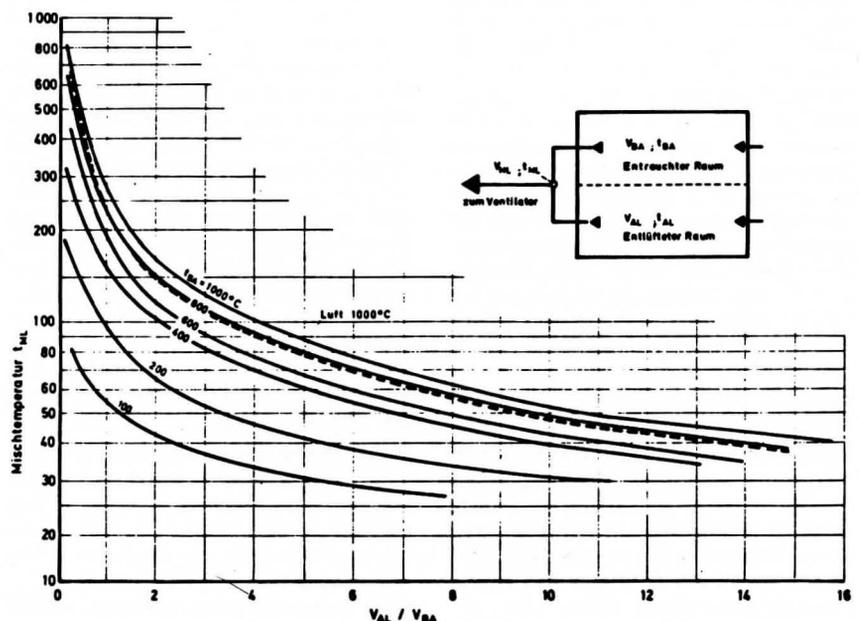


Bild 1. Mischdiagramm

Dieses Diagramm ist dem Buch „Rauch- und Wärmeabzugsanlagen“ von K. H. Quenzel entnommen. Daraus ergibt sich, daß der Volumenstrom des Ventilators ca. 22% höher als die Entrauchungsleistung des Raumes liegt.

Praktiker nicht immer die entsprechenden Stoffwerte vorliegen. Es gibt aber in der Literatur Diagramme, mit deren Hilfe man die Zumischung graphisch feststellen kann.

Bei der Festlegung der Kanalwiderstände – hier sollte auch die Notwendigkeit der Nachströmung bedacht und gegebenenfalls in die Berechnung mit einbezogen werden – kann ebenfalls von einer Temperatur von 293 K ausgegangen werden. Wenn die mit diesen Werten (Volumenstrom und Widerstand) errechnete Antriebsleistung um ca. 25 % erhöht wird, hat man für den Anlauf und im Heißgasbetrieb relativ sichere Werte.

Im Heißgasbetrieb von 873 K = 600°C wird der Leistungsbedarf nach dem Ver-

hältnis der Dichten korrigiert und sinkt auf etwa 33 % ab.

Die Anlaufbedingungen im kalten Zustand bei einer Temperatur von 293 K machen allerdings auch die Installation von Motoren mit hohen Leistungswerten notwendig.

Dem Aufstellungsort des Entrauchungsventilators ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Einerseits muß der Ventilator außerhalb des zu entrauchenden Raumes aufgestellt werden, andererseits dürfen im Entrauchungsfall nicht andere Bauteile gefährdet werden. Am günstigsten ist eine Aufstellung im Freien, wobei ein ausreichender Mündungsabstand von anderen brennbaren Bauteilen wie Dächer und dergleichen gewahrt bleiben

muß. Die Mündungsposition ist so zu wählen, daß Fenster und andere Öffnungen unbeeinträchtigt bleiben. Hierzu hat das Institut für Bautechnik in den Richtlinien für Lüftungsanlagen Richtwerte veröffentlicht.

Zur Aufstellung im Freien gehört ein gewisser Witterungsschutz, d. h., der Ventilator sollte nach Möglichkeit feuerverzinkt sein. Der Antriebsmotor sollte einen Schwallwasserschutz aufweisen. Eine Regenschutzhäube für Antrieb und Lager komplettiert das Bild.

Unter Umständen ist eine Aufstellung im Freien nicht möglich, so daß nur ein Standort innerhalb des Gebäudes bleibt.

In diesem Fall muß die Problematik der Wärmeentwicklung im Aufstellungsraum in die Überlegung mit einbezogen werden. Die Umgebungstemperatur soll 60°C nicht überschreiten. Hierzu wurde eine Isolierung entwickelt, welche das gesamte heißgasführende Ventilatorgehäuse umschließt.

Zur Abschätzung der Wärmeabgabe wurden Konstanten ermittelt, die in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz und der Ventilatoroberfläche die Wärmeentwicklung im Aufstellungsraum ergeben.

Darüber hinaus müßte das Kanalsystem, die elastischen Stutzen und die Wärmeabgabe des Motors Berücksichtigung finden. Handelt es sich nicht um große Räume, ist eine Fremdkühlung immer einzuplanen.

Im Forschungs- und Brandversuchslabor der TU München wurde die Wärmeentwicklung isolierter, in Kammern eingebauter Ventilatoren untersucht.

Dabei wurde grundsätzlich festgestellt, daß die experimentell ermittelten Volumenströme über den rechnerischen Ergebnissen lagen. Die untersuchten Kammern hatten allerdings geringe Abmessungen; sie bestanden aus Wandungen in sehr leichter Bauweise.

Diese Bauweise führt nur ca. 20 % der Wärme ab, die durch eine schwerere Wand abgeleitet würde. Untersucht wurden zwei Ventilatoren mit einem Saugstutzen-Durchmesser von 280 bzw. 1.000 mm. Für den ersten Ventilator ergab sich ein Volumenstrom von 1.100 m³/h und für den zweiten ein Volumenstrom von 2.200 m³/h.

Zwischengrößen kann man mit hinreichender Genauigkeit interpolieren. Die Kühlluftmenge sollte immer mit einem Zuluftventilator gebracht werden, damit in der Kammer ein Überdruck gewährleistet ist.

2. Kanalsystem

Zur Entrauchung dürfen nur Kanäle in zugelassener Ausführung, einschließlich der richtigen Befestigungen gewählt werden.

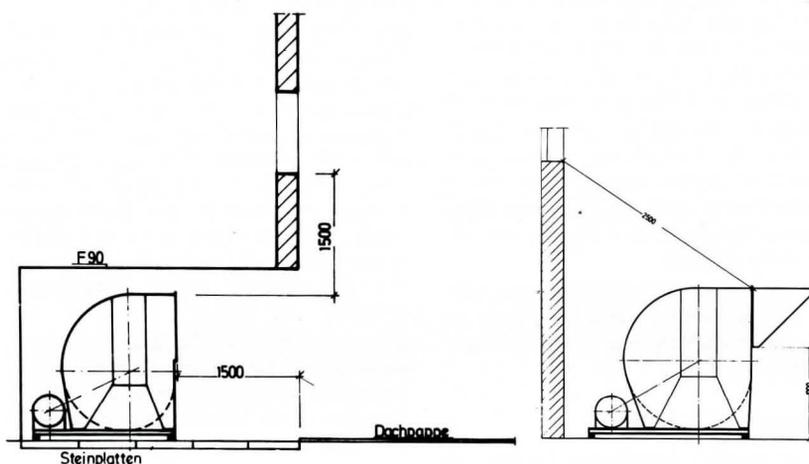


Bild 2. Mindestabstände von Mündungen bei Rauchgasventilatoren

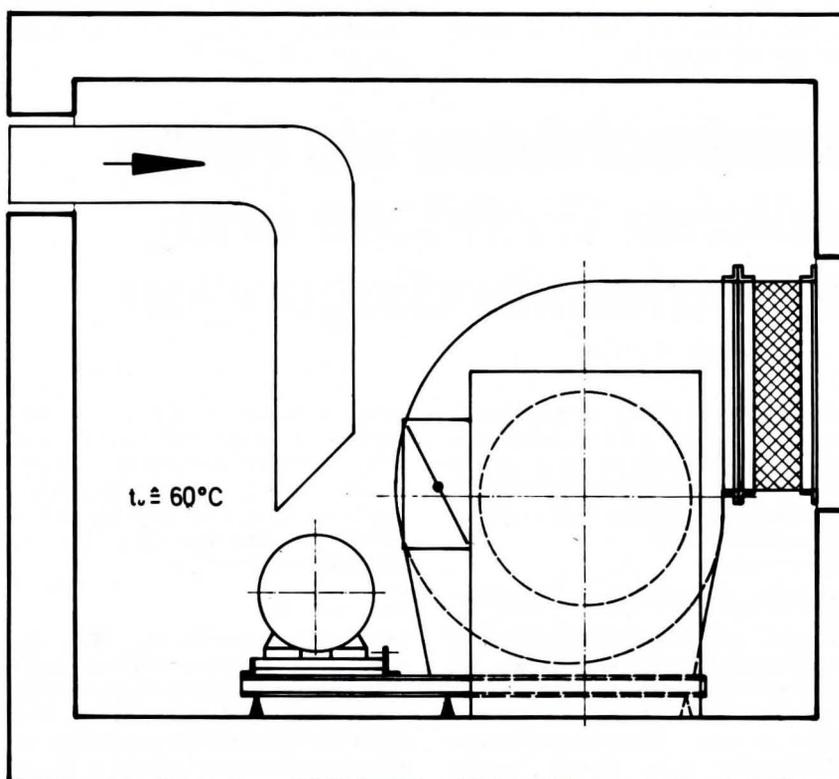


Bild 3. Fremdkühlung

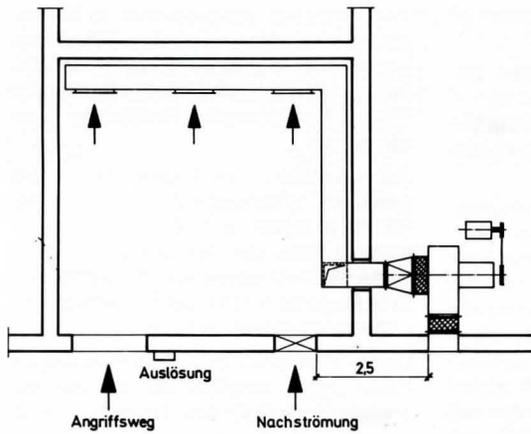


Bild 4.
Darstellung einer Entrauchungsanlage

Bei Verwendung von metallischen Systemen mit Mineralwoll-Isolierung muß auf den Einsatz von Revisionsöffnungen verzichtet werden.

Auch ist der hohe Ausdehnungskoeffizient des erwärmten Materials zu bedenken. Insbesondere bei großen Längen sind Dehnungsausgleicher unerlässlich. Die Ausführung ist in der DIN 4102 vorgegeben.

Kanalbreiten über 600 mm müssen insbesondere in den Durchbrüchen zusätzliche Stützkonstruktionen erhalten.

Bei Calcium-Silikat-Kanälen kann die Ausdehnung unbeachtet bleiben. Werden solche Kanäle als Druckkanäle verwendet, ist Leakage hier das besondere Problem. Deshalb sollten die Druckkanäle möglichst kurz gehalten werden.

Bei der Entrauchung mehrerer Brandabschnitte müssen die Leitungen für jeden Abschnitt getrennt bis in die unmittelbare Nähe des Ventilators geführt werden. Dabei sollten Rettungsbereiche nicht an

andere Entrauchungsabschnitte angeschlossen werden, damit beim Auftreten eines Brandes außerhalb des Rettungsweges mit dem Auslösen der Entrauchungsanlage nicht automatisch ein Unterdruck im Rettungsbereich entsteht. Beim Zusammenführen mehrerer Kanäle ergeben sich komplizierte Formteile. In diesem Fall sollte überlegt werden, ob der Sammelkasten nicht aus Beton bauseitig hergestellt werden kann. Das gilt auch für sehr hohe Drücke.

Die Anordnung des Kanalsystems und der Nachströmung sollte möglichst zu einer Durchspülung des gesamten Raumes führen.

3. Elektrische Ausrüstung

Die elektrische Ausrüstung besteht im wesentlichen aus der Zuleitung, der Schalttafel zur Aufnahme des Schützes und der Steuerung,

der Leitung von der Schalttafel zum Ventilator und

der Steuerleitung von der Auslösestelle zum Schaltschrank.

Die Zuleitung muß unmittelbar hinter der Hauptverteilung abgenommen werden. An diese Leitung dürfen keine anderen Verbraucher angeschlossen sein. Sie darf auch nicht in dem zu entrauchenden Raum oder einem anderen brandgefährdeten Raum ungeschützt verlegt sein.

Die Schalttafel muß ebenfalls in einem Raum installiert werden, der keiner Brandgefährdung ausgesetzt ist. Auf eventuelle Wärmeentwicklung ist zu achten. Ist der Entrauchungsventilator in eine normale Zu- und Abluftanlage integriert, müssen zwei Zuleitungen gelegt werden. Die vorgenannten Bedingungen gelten nur für die Entrauchung.

Die Lage der Auslösetaster wird im Baugenehmigungsverfahren festgelegt. Diese werden normalerweise an den Zugängen bzw. den Angriffswegen der Feuerwehr mit Hinweisschildern nach DIN 4066 installiert. Eine automatische Auslösung durch Rauchmelder sollte abgestimmt werden. Es ist durchaus möglich, daß die Feuerwehr eine selbsttätige Auslösung nicht gutheißt und sich die Einschaltung selbst vorbehalten möchte.

Beim Einsatz von Reparaturschaltern, wenn der Ventilatorstandort nicht von der Schalttafel einzusehen ist, muß die Manipulation durch Unbefugte ausgeschlossen werden.

Die Reparaturschalter müssen so plaziert sein, daß sich erwärmende Gehäuseteile wie Lagerbock und Grundrahmen ausreichenden Abstand haben und keine Beinträchtigung eintritt.

Leitungswasserschäden als Folge ungewöhnlicher Einflüsse und besonderer Betriebsbedingungen

Otto Wollrab

Während in der vorhergegangenen Abhandlung („schadenprisma“ 1/86, „Die Loch- und Muldenkorrosion im Zusammenhang mit der Qualität des Wassers und als Folge von Materialfehlern, Leistungsmängeln und Fahrlässigkeit“) ausschließlich Korrosionsarten und -ursachen sowie ihre Varianten bei den unterschiedlichen Werkstoffen, insbesondere bei der Trinkwasserversorgung, beschrieben wurden, sollen hier Schadenereignisse erörtert werden, die auf außer-

gewöhnliche Einflüsse zurückzuführen sind. Dabei sind unter diesem Sammelbegriff im weitesten Sinne auch Gewaltbrüche als Folge von Montagefehlern und Einwirkung von Wasserdruck und Frost zu verstehen.

Wasserdruck und alkalische Einflüsse

Werden der Hausinstallation relativ große Wassermengen entnommen, fällt der Wasserdruck entsprechend stark ab. Wird die Wasserentnahme dann durch Betätigen von Schnellschlußventilen (Hebelventile u.ä.) abrupt gestoppt, schlägt der Vordruck der Versorgungsleitungen voll in die Hausinstallation. Da

dieser Vorgang spontan erfolgt, wird nicht selten der Vordruck, zwar nur kurzzeitig, erheblich überschritten (Druckschlag). Dabei können insbesondere Kupferleitungen, aber auch Stahlrohrinstallationen aufplatzen bzw. die Verschraubungen zerreißen.

Beispiel 1:

Im Versorgungsbereich eines relativ kleinen Wasserwerks, dessen Versorgungsnetz als Folge zahlreicher Neuanschlüsse unterdimensioniert war und bei dem daher der Netzdruck bis zur Grenze der zulässigen Maximalbelastung (ca. 15 bar) erhöht wurde, häuften sich Schäden durch Druckschlag. Als prophylaktische

Otto Wollrab,
Institut für Schadenverhütung und
Schadenforschung (IFS), Kiel